# ГИГИЕНА

СЕРИЯ ЖИЗНЬ

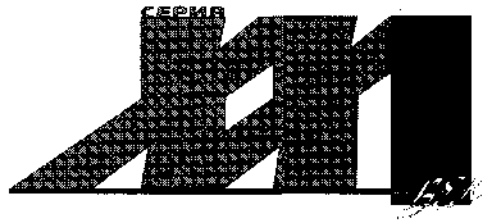
**Учебник для вузов**

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»

# ГИГИЕНА

Под общей редакцией акад. РАМН Г.И. Румянцева

Рекомендовано Департаментом образовательных медицинских учреждений и кадровой политики Министерства здравоохранения Российской Федерации в качестве учебника для студентов лечебных факультетов медицинских вузов




Издание второе,
переработанное и дополненное

**Учебник для вузов**

МОСКВА
Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа»
2005

УДК 613(075.8)
ББК 51.20
Г56

Рецензенты:
*Лакшин А.М.* — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей гигиены Московского государственного медико-стоматологического университета.
*Ляпкало А.А.* — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей гигиены с курсом экологии Рязанского государственного медицинского университета.
*Горбич В.Ф.* — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой гигиены и экологии факультета последипломного образования Рязанского государственного медицинского университета.

**Гигиена** : учебник / под ред. акад. РАМН Г.И. Румянцева. — 2-е изд., перераб.
Г56 и доп. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2005. — 608 с. : ил. (Серия «XXI» век).
ISBN 5-9704-0128-5

В учебнике рассмотрены основные проблемы, стоящие перед современной гигиенической наукой и практикой. Представлены методы исследований, применяемые в гигиене; показаны пути развития гигиены на разных этапах исторического развития у нас в стране и за рубежом. Дана характеристика различных факторов окружающей среды, принципов их гигиенического нормирования, влияния факторов воздушной среды, воды, почвы, климата, урбанизации на здоровье населения. Определены научные подходы к проведению гигиенической диагностики и расчету риска заболеваемости населения в зависимости от факторов окружающей среды. Большое внимание уделено актуальным вопросам гигиены питания, больничной гигиены, гигиены детей и подростков, гигиены труда и охраны здоровья промышленных и сельскохозяйственных рабочих.

Учебник предназначен для студентов лечебных факультетов медицинских вузов.

УДК 613(075.8)
ББК 51.20

*Права на данное издание принадлежат издательской группе «ГЭОТАР-Медиа». Воспроизведение и распространение в каком бы то ни было виде части или целого издания не могут быть осуществлены без письменного разрешения издательской группы.*

**ISBN 5-9704-0128-5**

© Коллектив авторов, 2005
© Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2005

## Авторы

*Г.И. Румянцев*
доктор медицинских наук, профессор,
академик РАМН

*Н.И. Прохоров*
доктор медицинских наук, профессор

*С.М. Новиков*
доктор медицинских наук, профессор

*Т.А. Козлова*
кандидат медицинских наук, доцент

*Г.К. Семеновых*
кандидат медицинских наук, доцент

*В.И. Архангельский*
кандидат медицинских наук, доцент

# ПРЕДИСЛОВИЕ

Здоровье трудящихся – национальное богатство страны. Охрана здоровья населения в нашей стране обеспечивается широкой системой государственных социально-экономических и медицинских мероприятий. Профилактическая направленность российской медицины и здравоохранения требует от врача глубоких знаний в области гигиены, изучающей влияние окружающей среды и социальных факторов на здоровье с целью создания оптимальных научно обоснованных условий жизни человека.

Важнейшими направлениями совершенствования охраны здоровья населения являются улучшение деятельности санитарно-эпидемиологической службы страны и повышение роли государственного санитарно-эпидемиологического надзора. Большое значение в практической деятельности врача лечебного профиля имеют многие аспекты профилактической медицины – гигиены.

С учетом роли и места гигиены в учебнике освещаются методы изучения объектов окружающей среды, влияние неблагоприятных факторов на здоровье человека и пути профилактики их вредного воздействия, а также основные формы и направления работы врача по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Ознакомление студентов с различными аспектами гигиены имеет важное научное и идейно-воспитательное значение, поскольку позволяет получить полное представление о гигиене как отрасли медицинской науки.

Учебник написан с учетом комплекса гигиенических знаний, которыми должны овладеть студенты лечебных факультетов медицинских вузов. Он будет также полезен для врачей лечебного профиля. Учебник ставит своей задачей формирование гигиенического мышления у будущего врача.

Авторы будут весьма признательны читателям, особенно преподавателям медико-профилактических кафедр вузов страны, за критические замечания и пожелания, направленные на дальнейшее улучшение учебника.

# ГЛАВА 1

# ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ГИГИЕНЫ. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ГИГИЕНЕ

Гигиена (от греч. hygieinos — здоровый) — область медицины, изучающая влияние условий жизни и труда на здоровье человека и разрабатывающая мероприятия по профилактике заболеваний, обеспечению оптимальных условий существования, сохранению здоровья и продлению жизни. Гигиена тесно связана с санитарией. Санитария (от лат. sanitas — здоровье) — термин, употреблявшийся в медицине до 60-х годов для обозначения отрасли здравоохранения, содержание которой охватывает разработку и проведение практических санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий. В современном понимании научной разработкой названных выше проблем занимается гигиена, а организацией и проведением санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий — санитарно-эпидемиологическая служба. Основными задачами современной гигиены являются разработка основ предупредительного и текущего санитарного надзора, санитарного законодательства, обоснование гигиенических мероприятий по охране и оздоровлению окружающей среды, условий труда и отдыха, охрана здоровья детей и подростков, участие в разработке основ рационального питания, а также санитарная экспертиза качества пищевых продуктов и предметов бытового обихода. Основой гигиены служат гигиенические нормативы — предельно допустимые концентрации (ПДК) и уровни (ПДУ), ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) для воздуха населенных мест и промышленных предприятий, воды, продуктов питания, одежды и обуви с целью создания наиболее благоприятных условий для сохранения здоровья и предупреждения заболеваний, обеспечения высокой работоспособности и увеличения продолжительности жизни.

Гигиена как раздел медицины, изучающий связь и взаимодействие организма с окружающей средой, тес-

но соотносится со всеми дисциплинами, обеспечивающими формирование гигиенического мировоззрения врача: биологией, физиологией, микробиологией, клиническими дисциплинами и др. Это дает возможность широкого использования методов и данных современной биологии, физиологии и других наук в гигиенических исследованиях с целью изучения факторов окружающей среды при предупредительном и текущем санитарном надзоре и разработке комплекса профилактических мероприятий. Комплексная гигиеническая характеристика факторов окружающей среды и данных об их влиянии на здоровье человека способствует более обоснованной диагностике заболевания, правильному патогенетическому лечению.

Гигиена включает в себя ряд разделов, каждый из которых охватывает самостоятельную область науки и практики: коммунальную гигиену, гигиену труда, гигиену детей и подростков, гигиену питания, радиационную гигиену и др.

Таким образом, мы имеем все основания говорить, что гигиена — наука, изучающая влияние на организм человека факторов окружающей среды и социальных условий. На основе изучения факторов окружающей среды разрабатываются нормативы и практические мероприятия, имеющие целью создание благоприятных условий жизни и труда человека, т. е. снижение заболеваемости и смертности, увеличение продолжительности жизни, повышение работоспособности и др. Здоровье человека формируется под влиянием взаимосвязанных природных и социальных факторов, к которым относятся воздух, вода, почва, климатические факторы, а также условия труда, питания, жилищные условия и др. Воздействие природных и социальных факторов взаимосвязано, так как рост современных городов влияет на природный состав воды, воздуха, почвы, а природные факторы обусловливают характер питания населения. Здоровье человека существенно определяет образ жизни, в понятие которого входят правильный режим труда и отдыха, рациональное питание, поддержание на должном уровне физической активности, закаливание, соблюдение правил личной гигиены и т. д.

В настоящее время основным вопросом здравоохранения стало изучение законов управления здоровьем населения. Этот вопрос нельзя решить без широких профилактических мероприятий. В условиях научно-технической революции высокие требования предъявляются не только к образовательному и профессиональному уровню работников, но и к их психическому и соматическому здоровью. Большое значение приобретает экономический эффект здравоохранения. Широкие профилактические мероприятия способствуют укреплению здоровья населения, снижению заболеваемости и на этой основе сохранению рабочей силы — источника общественного богатства страны.

## Методы исследования, применяемые в гигиене

В практической деятельности современного врача постоянно используются методы гигиенической оценки факторов окружающей среды. К ним относятся санитарное обследование и описание, физические, химические и биологические методы санитарной экспертизы. Одновременно используются методы исследования, с помощью которых можно выявить влияние на организм факто-

ров окружающей среды, определяемых социально-экономическими, профессиональными, бытовыми, климатогеографическими и другими условиями. К ним относятся эпидемиологические, санитарно-статистические, клинические методы, а также гигиенический эксперимент. Названные методы позволяют изучить состояние здоровья отдельных групп населения, выявить заболевания или изменения в состоянии здоровья, обусловленные влиянием вредных факторов окружающей среды.

**Методы санитарного обследования** долго были почти единственным способом изучения влияния условий жизни на здоровье населения. Гигиенисты прошлого и начала текущего века, привлекая статистические и демографические методы исследования, провели ряд медико-топографических описаний отдельных, районов, областей и губерний России. К числу таких работ относится санитарное изучение фабрик и заводов Московской губернии, выполненное Ф.Ф. Эрисманом совместно с А.В. Погожевым и Е.М. Дементьевым. Приведенное в этой работе санитарное описание условий труда и быта рабочих, подтвержденное санитарно-статистическими исследованиями, представляло большой интерес. В этих исследованиях были выявлены антисанитарные условия жизни пролетариата, тяжелые условия труда, которые приводили к развитию многих заболеваний и сокращению жизни рабочих.

Методы санитарного обследования широко применяли земские врачи, особенно после работ П.И. Куркина, Е.А. Осипова, С.М. Богословского, внедривших санитарно-статистические методы в практику изучения санитарного состояния населенных мест и здоровья населения. Эти методы сыграли положительную роль, поскольку во многих работах было показано влияние социально-экономических условий и санитарного состояния окружающей среды на здоровье населения, заболеваемость, рождаемость, продолжительность жизни и смертность. Однако вследствие непрерывного изменения условий жизни населения, обусловленного процессами индустриализации и урбанизации, появлением новых физических, химических и других факторов воздействия, эти методы уже не могли обеспечить решение усложнившихся задач, встающих перед гигиеной. Жизнь потребовала применения комплекса точных методов исследования для выяснения взаимосвязи организма со средой. Вместе с тем методы санитарного описания и в настоящее время не потеряли своего значения.

Метод санитарного описания также широко используется при изучении условий жизни (жилищных, производственных, бытовых и др.) в населенных пунктах.

Однако следует помнить, что даже самое тщательное санитарное обследование не может дать количественную характеристику, а также выявить физические, химические, биологические свойства среды. В связи с этим метод санитарного описания, как правило, дополняется более точными физическими, химическими, биологическими и другими методами исследования.

Санитарному описанию подвергаются объекты окружающей среды, условия жизни и труда населения. К ним относятся водоисточники, почва, воздушная среда, пищевые продукты, жилье, места труда и отдыха населения, больничные и школьные учреждения и др. При санитарном описании учитываются жалобы населения, так как субъективные данные в известной мере

характеризуют действие того или иного фактора на организм и поэтому являются основанием для проведения углубленных инструментальных и клинических исследований.

**Физические методы** чрезвычайно широко применяются в санитарно-гигиенических исследованиях. С их помощью исследуют, например, температуру, влажность, скорость движения, электрическое состояние воздуха, барометрическое давление, все виды лучистой энергии, начиная с самых коротковолновых лучей и кончая инфракрасным излучением и радиоволнами различной частоты. Физические методы широко применяют в коммунальной гигиене при оценке климата населенных мест, в гигиене труда для характеристики метеорологических условий на производстве, различных видов излучений, встречающихся в производственных условиях, и т. п. Физические методы помогают определить химический состав и структуру веществ. Так, спектрографический анализ позволяет обнаружить ничтожное количество посторонних примесей различных элементов в основном продукте. С помощью люминесцентного анализа можно определить качество пищевых продуктов. Радиометрические и дозиметрические методы исследования стали основными в новой отрасли гигиены — радиационной гигиене.

Развитие точного приборостроения открыло возможности применения телеметрической аппаратуры. Примером этого могут служить измерения у находящихся в полете космонавтов пульса, температуры тела, артериального давления и других показателей из центра управления на земле. Эти показатели служат основными параметрами для оценки состояния здоровья человека, подвергающегося различным неблагоприятным воздействиям во время полета.

**Химические методы** в санитарно-гигиенических исследованиях используются при изучении химического состава воздуха, воды, почвы, пищевых продуктов; они особенно широко применяются для определения ядохимикатов, различных синтетических веществ и разнообразных токсичных веществ, поступающих в биосферу в малых количествах. Химическим методам свойственна высокая чувствительность, позволяющая определять в некоторых случаях миллионные доли миллиграмма вещества на единицу объема воздуха, воды или единицу массы какого-либо продукта.

С помощью химических методов при санитарно-гигиенических исследованиях определяют не только химический состав того или иного объекта, но и примеси, не свойственные природному составу, которые могут оказывать прямое неблагоприятное воздействие на организм или служить показателем санитарного неблагополучия изучаемого объекта. Например, присутствие в воздушной среде окиси углерода, диоксида серы или какого-нибудь другого токсичного вещества указывает на непосредственную опасность для здоровья. Определение в воздухе жилых помещений повышенного содержания диоксида углерода свидетельствует о санитарном неблагополучии, в частности о неудовлетворительной вентиляции помещения. Следует подчеркнуть, что с помощью химических методов установлен и такой важный факт, как миграция по пищевым цепочкам некоторых ядохимикатов, широко применяемых в настоящее время в сельском хозяйстве. В частности, ДДТ обнаруживался не только в почве и растениях, но и в организме животных и человека. Этот препарат находили даже в рыбе, вылавливаемой в морях и океанах.

**Биологические методы** исследования можно разделить на собственно биологические и бактериологические. Под собственно биологическими методами следует понимать такие исследования объектов окружающей среды, в процессе которых определяют микро- и макроорганизмы и вещества животного и растительного происхождения, характеризующие санитарное состояние объекта.

Примером подобного анализа может служить биологическое исследование воды, заключающееся в изучении населяющих водоемы растительных и животных организмов. Главным определяющим моментом является закономерность обитания тех или иных микро- и макроорганизмов в воде водоемов в зависимости от степени ее чистоты.

К биологическим методам относятся также гельминтологические исследования, позволяющие выявить жизнеспособные яйца гельминтов в различных объектах окружающей среды (почва, вода), что дает основание судить о степени их фекального загрязнения и непосредственной опасности заражения гельминтами.

Бактериологические методы в практике санитарно-гигиенических исследований часто имеют первостепенное значение, поскольку с их помощью можно не только определять общую обсемененность изучаемого объекта, но и выделять и идентифицировать санитарно-показательные микроорганизмы. Бактериологический анализ имеет важнейшее значение для оценки пищевых продуктов (молоко, мясо, готовая пища), так как при определенных условиях количество микроорганизмов в них может достигать колоссальных величин и вызывать порчу продуктов, а иногда и пищевые отравления. К числу объектов санитарного надзора относятся предприятия промышленности, транспорта, сельского хозяйства, общественного питания, торговли, жилые дома, детские учреждения, новые виды посуды, тары, оборудования и упаковок из полимерных материалов, детские игрушки, книги, одежда.

**Эпидемиологический метод** — это совокупность методик изучения изменений здоровья населения под влиянием различных эндогенных (генетических, возрастных и др.) и экзогенных социальных и природных (химических, биологических, психогенных и др.) факторов.

Эпидемиологический метод позволяет изучать здоровье коллектива (например, детей, посещающих дошкольные учреждения или школы, рабочих определенного предприятия или отрасли промышленности и т. п.) или населения города, района, области путем анализа определенных медицинских учетных и отчетных документов, проведения медицинских обследований населения в амбулаторных и стационарных условиях с последующим расчетом показателей, характеризующих здоровье населения.

Наиболее распространенная и простая форма применения эпидемиологического метода — «поперечные» (одномоментные) исследования. В таких исследованиях наблюдение за воздействием факторов окружающей среды на здоровье населения относится к одному моменту. «Поперечные» исследования позволяют изучить уровень здоровья населения на момент обследования, выявить те факторы, которые могут повлиять на возникновение и развитие заболевания. Существует два типа «поперечных» исследований: сравнивают уровень здоровья лиц основной и контрольной групп или определяют различия в уровнях воздействия факторов у больных и здоровых. Доступность и простота

«поперечных» исследований остаются их несомненным преимуществом. Однако возможности этой формы исследования ограничены. С ее помощью можно ответить на небольшой круг вопросов, но нельзя сделать окончательного вывода о значении того или иного фактора в ухудшении состояния здоровья. Существенным недостатком является также отсутствие возможности изучить динамику того или иного процесса или изменений в состоянии здоровья.

Длительное динамическое наблюдение за здоровьем определенного контингента населения называется «продольным» исследованием. Оно позволяет проследить изменения здоровья во времени. Эпидемиологический метод дает возможность с помощью санитарно-статистических исследований или клинических наблюдений населения получить необходимые данные о здоровье коллектива.

**Санитарно-статистические методы** изучения здоровья населения основываются на данных официальных учетных документов и отчетов, содержащих информацию о состоянии здоровья населения. Учитывают заболеваемость, демографические показатели естественного движения населения, физическое развитие детей и подростков, уровни инвалидности и др.

Статистические исследования включают 4 этапа: составление программ и плана исследования, сбор материала, разработку данных, анализ материала, составление выводов и предложений для внедрения результатов исследований в практику. Санитарная статистика широко использует разнообразные методы математического анализа.

**Клинические методы** исследования широко используются для оценки состояния здоровья населения, подвергающегося воздействию различных факторов окружающей среды. Клинические методы находят широкое применение не только для определения выраженных клинических нарушений, но и для выявления преморбидных состояний у практически здоровых людей. При этом используют биохимические, иммунобиологические и другие тесты. Особое место занимают клинические методы при изучении профессиональной патологии рабочих, выявлении ранних признаков заболевания и обосновании необходимости проведения профилактических мероприятий.

**Методы гигиенического** эксперимента ставят своей целью в натурных или лабораторных условиях изучить влияние различных факторов окружающей среды на организм человека или животных. В натурных условиях влияние окружающей среды на здоровье, конечно, не может моделироваться на человеке. В связи с этим трудно вычислить значимость какого-то одного фактора при изучении состояния здоровья людей, проживающих на территориях с различным уровнем загрязнения атмосферного воздуха; рабочих промышленных предприятий, в воздухе которых содержатся иногда сотни различных веществ; школьников и учащихся профессионально-технических училищ с различным режимом обучения, питания и др.

Метод лабораторного эксперимента позволяет моделировать процессы и явления для выяснения их значения для здоровья человека. Примером может служить изучение на лабораторных установках процессов накопления в почве и растениях вредных химических веществ (пестицидов, минеральных удобрений, макро- и микроэлементов, тяжелых металлов, радиоактивных веществ). Эксперименты проводятся на лабораторных животных, а в отдельных случаях

при соблюдении всех мер безопасности, установленных ВОЗ, на добровольцах. Это требует соответствующего разрешения специального комитета при Минздраве РФ.

Лабораторный эксперимент на животных проводится в специальных камерах или на стендах; изучается влияние химических, биологических, физических факторов на организм животных для установления характера их действия и безвредных для человека уровней с целью гигиенической регламентации. Эксперимент на животных проводится для установления ПДК химических веществ в питьевой воде, ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе или воздухе рабочей зоны на промышленном предприятии, допустимых остаточных количеств (ДОК) или максимально допустимых уровней (МДУ) химических веществ в лакокрасочных изделиях, пищевых продуктах животного и растительного происхождения.

В ходе санитарно-токсикологических исследований определяется возможность острого отравления при однократном воздействии и пороговые уровни воздействия в хроническом эксперименте. Данные об изменении состояния подопытных животных затем экстраполируются на человека.

## Методы оценки эффективности санитарно-гигиенических мероприятий

Важнейшее значение имеет оценка гигиенической и медико-социальной эффективности проведенных оздоровительных мероприятий путем сравнения параметров факторов окружающей среды до и после их осуществления. В случае успеха можно использовать эти предложения в работе на других аналогичных объектах или в сходных ситуациях. Медико-социальная эффективность выражается в улучшении самочувствия работающих или населения, снижении заболеваемости, в том числе с утратой трудоспособности, повышении успеваемости, работоспособности. Для определения эффективности оздоровительных мероприятий привлекается обычно комплекс методов, перечисленных выше. В ряде случаев, кроме основных показателей эффективности, отражающих улучшение окружающей среды и состояния здоровья населения, исследователям удается определить и экономический эффект в результате снижения выплат по листкам нетрудоспособности, повышения производительности труда и т. п. Однако эти показатели имеют опосредованный характер.

# ГЛАВА 2 ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГИГИЕНЫ

## Развитие гигиенических знаний в Древнем мире

Гигиена как область медицины имеет свою историю, которая раскрывает особенности ее развития и способствует объективному пониманию тех задач, которые стоят перед ней на современном этапе.

Гигиена возникла в далеком прошлом из народной предупредительной медицины. В целях сохранения здоровья народ использовал обычаи и навыки, которые в определенной степени помогали сохранить жизнь в неблагоприятных условиях окружающей среды. Постепенно опыт, накопленный за много веков и широко используемый в жизни, оформился в народную медицину.

В период возникновения медицины еще нельзя было говорить о гигиене как науке, поскольку происходило лишь зарождение начальных сведений и примитивных правил охраны здоровья. Однако уже в те далекие времена было известно, что лечение не предотвращает распространения массовых болезней и наряду с умением лечить не менее важно умение предупреждать заболевания. Были попытки обобщить и систематизировать отдельные гигиенические советы по сохранению здоровья. В Древней Индии до нашей эры были распространены многие гигиенические правила, которые затем вошли в свод законов Ману. В Китае были известны правила диетического питания, водные процедуры, солнечное облучение, лечебная гимнастика как мероприятия по укреплению здоровья и повышению сопротивляемости болезням.

Особый интерес для истории гигиены представляет развитие идей профилактики в Древнем Египте, Древней Греции и Римской империи. Так, в Древнем Египте задолго до нашей эры проводились работы по осушению почвы, существовали правила устройства и содер-

жания улиц, сооружались водопроводы. В античной Греции уже осуществлялись систематизация и накопление гигиенических знаний. Основоположник научной медицины Гиппократ (460–370 г. до н. э.), обобщая знания и опыт в области лечебной медицины, сделал попытку определить значение окружающей среды для здоровья человека. Особое внимание Гиппократ уделял климату и условиям местности, образу жизни людей, труду, питанию, физическим упражнениям. Резким колебаниям погоды, нарушениям питания, дурным привычкам он придавал большое значение в этиологии болезней. Гиппократ впервые систематизировал и обобщил гигиенические знания в виде трактатов «О воздухе, воде и почве», «О здоровом образе жизни» и др. В этих трудах Гиппократ впервые определил значение чистого воздуха, воды, почвы для жизни человека. В своих «Наставлениях» Гиппократ требует от врача «заботиться о здоровых ради того, чтобы они не болели».

Прогрессивные взгляды Гиппократа оказали большое влияние на развитие медицины не только в Греции, но и в Риме. В историю медицины вошли имена Аристотеля, Асклепия, Галена и др.

В Древнем Риме появляются инженерные сооружения для водоснабжения и канализации, которые для той эпохи были настоящим чудом. Сооружали поля орошения, были попытки организации санитарного надзора за жилищным строительством, продажей пищевых продуктов.

Однако в то время в Греции и Риме не могло быть и речи о гигиене как науке, а отдельные мероприятия не преследовали цели общественного здравоохранения, так как проводились весьма ограниченно. Средняя продолжительность жизни в Древнем Риме составляла 25 лет. Массовые эпидемии, опустошавшие страны Древнего мира, были обусловлены отсутствием гигиенических знаний, навыков и способов эффективной профилактики болезней.

## Гигиенические знания в период феодализма

Период Средневековья (VI–XIV в. н. э.) характеризовался глубоким и длительным застоем во всех областях жизни в политике, философии, быту, медицине и т. д. В науке того времени господствовали идеалистические и мистические представления. Христианская религия попытки лечения болезней считала недопустимым вмешательством в волю всевышнего и жестоко преследовала всякую смелую мысль в этом направлении.

Общественная санитария в феодальном государстве играла ничтожную роль из-за господствовавших в то время представлений о причинах болезней. Не случайно этот период вошел в историю как эпоха грозных эпидемий чумы, тифа, холеры, проказы, сифилиса и т. д. Достаточно сказать, что только в XIV в. от чумы в Европе умерло 25 млн человек, т. е. четверть населения. Несомненно, распространению эпидемий способствовали торговля, мореплавание, расширявшие контакты между людьми.

В эпоху Возрождения (XV–XVI в. н. э.) с развитием естествознания внимание ряда ученых вновь было привлечено к отдельным вопросам гигиены, в частности к профессиональной гигиене в связи с развитием кустарного производства и мануфактур.

Однако наибольший интерес к санитарным мероприятиям возник в конце XVII – начале XVIII в., что связано с изменением экономических отношений и созданием буржуазного государства. В этот период появляется обобщенный научный труд итальянского врача Б. Рамаццини (1633–1714) «О болезнях ремесленников. Рассуждение». В нем Рамаццини впервые представляет обобщенный материал о влиянии различных факторов производственной среды на организм ремесленников 70 профессий и, в частности, раскрывает влияние различных видов производственной пыли на развитие заболеваний легких.

## Гигиена в период развития капитализма

В период перехода от феодального строя к капитализму происходит рост научных и технических знаний, в первую очередь в области физики и химии. Развитие производства и торговли, которое создавало новые экономические связи между странами, потребовало ограждения передовых для того времени капиталистических стран от эпидемий (оспы, чумы, холеры), заносимых, как правило, из стран, отсталых в экономическом и культурном отношении.

Главные интересы медицины были сосредоточены на борьбе с эпидемическими болезнями, уносившими множество жизней и ослаблявшими военную мощь государств. В гигиене в этот период господствовало противоэпидемическое направление.

Развитие капитализма в связи с внедрением машинного производства привело в XVIII–начале XIX в. к резкой интенсификации труда, высокому травматизму и массовым профессиональным болезням. Выбросы промышленных предприятий загрязняли воздух, водоемы, почву. При этом развитие физики, химии и других наук создало возможность исследований окружающей среды, в связи с чем во второй половине XIX в. в гигиене лабораторно-экспериментальный метод получил широкое применение.

В этот период благодаря работам Л. Пастера, Р. Коха, Э. Паркса, М. Петтенкофера, К. Флюге и М. Рубнера профилактическая медицина впервые смогла опереться на научную основу. В руководствах по гигиене М. Петтенкофера, К. Флюге, М. Рубнера нашли отражение положения, ставшие впоследствии основой коммунальной гигиены, гигиены питания, гигиены детей и подростков. В статье, посвященной памяти М. Петтенкофера, Ф.Ф. Эрисман писал: «М. Петтенкофер с полным правом может быть назван отцом экспериментальной гигиены». Далее он приводит высказывание М. Петтенкофера о том, что гигиена не может удовлетворяться только знанием физиологии человека, ей нужно изучать окружающую среду: воздух, воду, почву, одежду, которые во многом определяют состояние здоровья людей.

## Развитие гигиены в России

Возникновение санитарной культуры в Древней Руси можно отнести к XI–XIII в., когда во время жестоких эпидемий древние славяне, знающие о заразности чумы и оспы, стремились защититься от них. Для этого ставили заставы и принимали меры, направленные на предупреждение распространения ин-

фекционных заболеваний (сжигание одежды больных, окуривание полынью и др.). На основании некоторых исторических данных можно считать, что народам Древней Руси были известны важные правила строительства и благоустройства городов. В древних памятниках русской письменности встречаются указания, что при строительстве городов и деревень следует избегать низких и болотистых участков, которые неблагоприятно влияют на здоровье. Крупные города благоустраивались, что имело существенное санитарное значение. Так, в Новгороде уже в XI в. были сооружены водопровод и канализация, некоторые улицы и площади замощены. Проводилась их регулярная очистка. С незапамятных времен на Руси устраивались шахтные колодцы, тайники, предназначенные для снабжения города водой во время осады. Подобного рода сооружения имелись в Воронеже, Ельце и других городах.

В Москве с 1633 г. жители начали пользоваться водопроводом; сточные воды удалялись через канавы. Создавалась служба ассенизации.

В Древней Руси существовали представления о пищевой санитарии. Так, документ времен Ивана Грозного «Домострой» предписывал столовую посуду всегда тщательно мыть, чистить, скрести, полоскать горячей водой и высушивать. Были известны противоцинготные свойства овощей.

В другом документе, датированном 1624 г., содержится ряд санитарных предписаний специальным приставам, назначенным в Москве «для смотрения за печением и продажей хлеба». В школах Киевского княжества было организовано питание детей.

В XVI в. в Московском государстве появляются азбуковники, в которых, кроме учебного материала, помещены сведения по личной гигиене учащихся с предписанием выполнять эти требования.

В XVII в. выходит труд Епифания Славеницкого под названием «Гражданство обычаев детских», где автор впервые подробно излагает вопросы гигиенического воспитания подрастающего поколения. Примерно в этот период издаются и другие гигиенические советы и правила («Изборник Святослава», 1706 и др.).

Для организации медицинской помощи в 1581 г. была создана Аптекарская палата, а с 1620 г. медицинская помощь сосредоточилась в Аптекарском приказе. С этого периода стали издаваться законодательные акты: «О предосторожностях от скотского падежа» (1640), «О мерах против распространения чумы и других «прилипчивых» болезнях» (1670). После вспышки эпидемии чумы (1654) был начат учет умерших от эпидемии.

Особое место в развитии санитарной культуры и медицины в целом в истории России занимает Петровская эпоха. Так, по указу Петра I вместо Аптекарского приказа создается Медицинская канцелярия (1716), издается ряд указов по охране здоровья населения, вводится запись в церкви родившихся и умерших (1712). Много внимания Петр I уделял развитию войсковой санитарии и общему санитарному благополучию русской армии. Он сам руководил проведением многих санитарных мероприятий, понимая их значение для сохранения здоровья, написал наставление о предохранении войск от болезней во время похода в Персию.

В 1737 г. в России впервые учреждается надзор за санитарным состоянием городов, а в 1742 г. выходит первый закон «Регламент», в котором регламен-

тировались условия труда на суконных фабриках. С 1743 г. в «Наказе губернаторам и воеводам» устанавливается обязательность извещения ими Сената о случаях эпидемических заболеваний, предписывались обязательный врачебный осмотр заболевших заразными болезнями, устройство карантина и принятие других санитарных мер. В «Наказе» содержались также некоторые указания по соблюдению чистоты при торговле пищевыми продуктами. По инициативе военного врача Е.Т. Белопольского в русской армии был организован надзор за санитарным режимом в казармах, питанием солдат, качеством воды и пр. А.В. Суворов в специальном приказе (1794) строго требовал поддержания этого порядка. Однако все эти меры были разрозненными, не во всем последовательными и далеко не всегда позволяли сдержать рост эпидемических заболеваний.

Особую роль в развитии гигиены в России сыграл М.В. Ломоносов. По его инициативе в 1755 г. был открыт Московский университет, который объединял вокруг себя все прогрессивные силы России той эпохи и занял центральное место в формировании русской общественной мысли. Ведущее место принадлежало университету также и в определении прогрессивных направлений в отечественной медицине. М.В. Ломоносов в труде «Первые основы металлургии или рудных дел» не только осветил вопросы организации труда и отдыха рудокопов, их рациональной одежды, удаления подземных вод, но и создал оригинальную теорию естественной вентиляции шахт.

Для формирования школьной гигиены большое значение имел и другой известный труд М.В. Ломоносова — «Рассуждение о размножении и сохранении российского народа».

По инициативе М.В. Ломоносова в 1765 г. при Московском университете был открыт медицинский факультет, что обосновывалось потребностью «в достаточном количестве докторов и аптек с лекарствами». В статье о построении плана медицинского факультета М.В. Ломоносов писал: «Медицинский класс или факультет управления имеет в рассуждении человеческого здоровья и жизни, в оном обучаются практической и теоретической медицине, химии, ботанике, анатомии и хирургии, из него должны выходить такие люди, которые как лекари и врачи согражданам своим помогать, о здоровье их попечение иметь таким образом общему благу в бесчисленных случаях споспешествовать могут».

Идеи М.В. Ломоносова о роли общественной гигиены оказали огромное влияние на деятельность первого профессора медицинского факультета С.Г. Зыбелина (1735–1802). Он читал лекции по многим медицинским дисциплинам и умело совмещал клиническую и общественно-гигиеническую работу. С.Г. Зыбелин впервые ввел в преподавание практические занятия, показывая разные случаи заболеваний, рассматривая вопросы их лечения и уделяя особое внимание вопросам профилактики. Он первый в своих лекциях говорил о значении перегревания организма, роли свежего воздуха и т. д. Его взгляды на профилактику и в дальнейшем поддерживались и развивались в Московском университете другими видными представителями медицинской науки.

Важная роль в развитии гигиены принадлежит и другому основоположнику отечественной медицины — М.Я. Мудрову, который разработал систему гигиенических мероприятий по предупреждению болезней. В 1808 г. М.Я. Мудров

впервые стал читать в университете курс лекций «О гигиене и болезнях обыкновенных в действующих войсках, а также терапия болезней в лагерях и госпиталях наиболее бывающих».

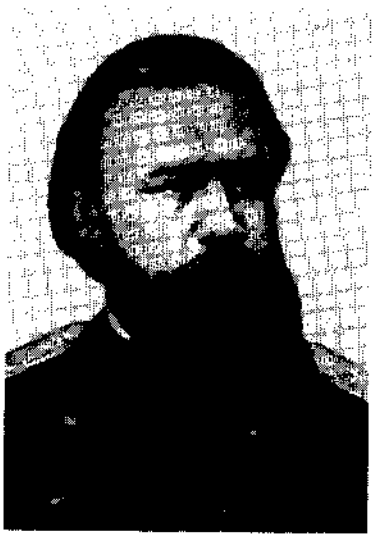
9 июля 1809 г. по предложению университета М.Я. Мудров произнес актовую речь «О пользе и предметах военной гигиены, или науке сохранять здоровье военнослужащих», в которой сформулировал перед русскими врачами задачи гигиены вообще и военной гигиены в особенности. Определяя понятие гигиенической науки, он указал, что она должна базироваться на достижениях физиологии, физики и химии. Актовая речь М.Я. Мудрова обратила внимание правительства на необходимость соответствующей постановки лечебного и санитарного дела в армии и изменения отношения к врачам в армии. М.Я. Мудров предлагал ввести военную гигиену в курс преподавания в университетах и особенно в Медико-хирургической академии и в военных училищах. Эта речь немедленно была напечатана, дважды переиздавалась (1813, 1826) и сыграла большую положительную роль в канун нашествия Наполеона на Россию. Под влиянием идей М.Я. Мудрова в 1813 г. в Петербурге была издана «Карманная книга военной гигиены, или замечания о сохранении здоровья русских солдат» доктора Энгольма, а затем книга Клайдовича «О сохранении здоровья, или краткие правила гигиены».

М.Я. Мудров (1776–1831)

М.Я. Мудрову мы обязаны тем, что с начала XIX в. русские врачи пошли своим путем в науке, в преподавании гигиены. С этого времени они не только успешно соперничали с западноевропейскими врачами, но и во многом их превосходили.

Основоположники отечественной клинической медицины (Н.И. Пирогов, С.П. Боткин, Г.А. Захарьин, А.А. Остроумов и др.) были сторонниками профилактической медицины и считали гигиену важнейшей отраслью медицинских знаний в борьбе за здоровье населения. Известный представитель русской школы клиницистов Г.А. Захарьин (1829–1897) говорил: «Мы считаем гигиену не только необходимой частью школьного медицинского образования, но и одним из важнейших, если не важнейшим предметом деятельности практического врача. Чем зрелее практический врач, тем более он понимает могущество гигиены и относительную слабость лечения. Кто не знает, что самые губительные и распространенные болезни, против которых пока бессильна терапия, предотвращаются гигиеной. Самые успехи терапии возможны лишь при условии соблюдения гигиены».

Предохранительная медицина — гигиена принесет человечеству спасение от массовых и единичных заболеваний. Эту мысль высказал великий русский хирург Н.И. Пирогов: «Я верю в гигиену. Вот где заключается истинный прогресс нашей науки. Будущее принадлежит медицине предохранительной».



А.П. Доброславин (1842–1889)

Во второй половине XIX в. отечественная гигиена стала развиваться как экспериментальная наука, чему способствовали успехи физики и химии. Основы научной гигиены в этот период были заложены крупнейшими учеными Алексеем Петровичем Доброславиным и Федором Федоровичем Эрисманом.

А.П. Доброславин был первым русским профессором, возглавившим организованную им кафедру гигиены в Военно-медицинской академии в Петербурге, создателем экспериментального направления в гигиене. Благодаря А.П. Доброславину кафедра военной гигиены стала в России центром научно-гигиенической мысли. Он организовал гигиеническую лабораторию и широко поставил экспериментальные работы по гигиене, впервые в России создал школу гигиенистов-экспериментаторов; в дальнейшем он организовал также специальную аналитическую станцию для исследования пищевых продуктов.

Будучи консультантом по многим вопросам санитарной практики, А.П. Доброславин в значительной степени способствовал развитию санитарной экспертизы как одного из основных разделов работы гигиениста. А.П. Доброславин стремился к строгому экспериментальному обоснованию всех вопросов санитарной практики.

А.П. Доброславин выезжал в Астрахань на борьбу с чумой, в Киев для проведения противоэпидемических мероприятий по ликвидации сыпного тифа. Его труды «Курс военной гигиены» и «Гигиена, курс общественного здравоохранения» были первыми обстоятельными учебниками. За 20 лет, начиная с 1871 г., А.П. Доброславин и его ученики издали около 150 научных работ, в числе которых было 96 диссертаций по различным вопросам гигиены.

Основоположником общественного направления в гигиене явился Ф.Ф. Эрисман. Он родился в Швейцарии в 1842 г. Уже в годы студенчества Ф.Ф. Эрисман увлекался вопросами профилактической медицины, которые обсуждались на совещаниях и съездах, проходивших тогда в Швейцарии. После окончания университета в Цюрихе (1865) Ф.Ф. Эрисман начал работать в глазной клинике, изучал естественные и социальные науки. В 1867 г. он защитил диссертацию «Интоксикационные амблиопии (алкогольного и табачного происхождения)». В 1869 г. он приехал в Петербург, где практиковал как окулист.

Ф.Ф. Эрисман (1842–1915)

В 60-е годы прошлого столетия в России в недрах земства стала создаваться русская общественная медико-санитарная организация. На страницах журнала «Архив общественной гигиены и судебной медицины» регулярно публиковались статьи, которые отражали идеи передовых земских врачей. В этот период Ф.Ф. Эрисман, изучив зрение более 4000 учеников средних школ, обобщил причины школьной близорукости. Он разработал модель парты, которая была введена в школах и демонстрировалась в русском отделе Международной гигиенической выставки в Брюсселе (1876). Одновременно в этот период он написал труд «Общественная гигиена», переведенный на многие языки, издал руководство «Профессиональная гигиена или гигиена умственного и физического труда».

В 1877 г. во время войны с Турцией Ф.Ф. Эрисман получил назначение в качестве помощника председателя комиссии для оздоровления местностей, занятых русской армией, действующей за Дунаем, и приложил много усилий для ограничения эпидемий сыпного тифа в русских войсках.

Московская санитарная комиссия поручила Ф.Ф. Эрисману вместе с А.В. Погожевым и Е.М. Дементьевым санитарное обследование фабрично-заводских предприятий Московской губернии в целях разработки оздоровительных мероприятий и улучшения труда рабочих. Результаты этой работы заняли 17 печатных томов. Одновременно была составлена общая сводка по санитарным исследованиям фабрично-заводских предприятий Московской губернии (1890). Этот труд санитарный врач П.И. Куркин оценил как «памятник эпохи русской культуры». В 1883 г. организовалось Московско-Петербургское общество русских врачей в память Н.И. Пирогова. Ф.Ф. Эрисман был членом правления общества, активным участником съездов, неоднократно избирался председателем.

На 3-м Пироговском съезде в Петербурге (1889) Ф.Ф. Эрисман сказал: «...Несомненно то, что съезды русских врачей имеют огромное значение не только для нас, медиков, но и для всей России вообще, и главным образом, конечно, потому, что на этих съездах обсуждаются не только вопросы частные, но и вопросы общие — вопросы о возможном улучшении медицинского и санитарного дела в России, дальнейшем развитии нашего сокровища, которому нет ничего подобного в Западной Европе, — нашей общественной земской медицины».

В 1882 г. Московский университет присудил Ф.Ф. Эрисману степень доктора медицинских наук, а в 1884 г. Ф.Ф. Эрисман возглавил кафедру гигиены на медицинском факультете университета. В своей первой лекции Ф.Ф. Эрисман объявил студентам программу нового курса по гигиене, которую он называл наукой об общественном здоровье: «Лишите гигиену ее общественного характера, и вы нанесете ей смертельный удар, превратите ее в труп, оживить который вам никоим образом не удастся».

Преподавание гигиены проводилось в темном, тесном помещении на Моховой. Через 7 лет кафедра переехала в новое здание на Девичьем поле, в Гигиенический институт клинического городка. При институте была создана санитарная станция для исследования пищевых продуктов, воды, почвы. Ф.Ф. Эрисман принимал участие в планировке клинического городка, выборе фильтров для Рублевского водопровода и др.

В 1892 г. начало работать Московское гигиеническое общество, организованное Ф.Ф. Эрисманом. В 1896 г. Ф.Ф. Эрисман вместе с 42 профессорами университета подал петицию на имя московского генерал-губернатора о пересмотре дел высланных полицией студентов. Царское правительство давно ожидало случая, чтобы освободиться от неугодного ученого. В этом же году Ф.Ф. Эрисман уехал в Швейцарию и больше не смог вернуться. До конца жизни он тяжело переживал разлуку с Россией, которую считал своей второй родиной и которой щедро отдавал свою энергию и талант.

А.П. Доброславин и Ф.Ф. Эрисман были выразителями прогрессивных идей русской общественной мысли 70–80-х годов. Их деятельность была тесно связана с деятельностью первых земских городских санитарных органов, а также Общества русских врачей в память Н.И. Пирогова. В Московском земстве работали многие крупнейшие гигиенисты: П.И. Куркин, С.М. Богословский (санитарные статистики), В.А. Левицкий (крупнейший теоретик, много сделавший в области гигиены труда, практик широкого диапазона), А.В. Мольков (школьный гигиенист).

Ученики и последователи А.П. Доброславина и Ф.Ф. Эрисмана много сделали для развития санитарного дела и гигиенической науки. Имена санитарных врачей, работавших в Московской и других губерниях, Е.А. Осипова, А.В. Погожева, Е.М. Дементьева, А.И. Скибневского, А.И. Соколова, А.В. Молькова, М.Ф. Сосина, Д.Д. Бекарюкова, П.А. Пескова, А.П. Никитина вошли в историю как имена основоположников санитарного дела в нашей стране.

## Основные этапы развития гигиенической науки и практики в Советский период

После революции 1917 г. в России наступил новый этап развития отечественной гигиены. Первоочередными задачами Советской власти были ликвидация эпидемий и улучшение санитарного состояния страны. Здоровье населения дореволюционной России находилось на крайне низком уровне. Около 1 млн человек ежегодно умирали от эпидемических заболеваний. Ежегодно умирало 2 млн детей, 43% детей не доживали до 5 лет.

Первая мировая война и начавшаяся после нее иностранная интервенция, а затем гражданская война и неурожайные годы усилили и без того тяжелую санитарно-эпидемическую обстановку в стране. Голод, разруха на транспорте, крайне малое число врачей (всего около 28 000 на всю страну), ничтожное число санитарных врачей — таким было тяжелейшее санитарное наследие, которое получила Советская власть.

Коренная перестройка старой частной медицины в государственную систему советского здравоохранения началась буквально с первых дней после революции 1917 г. Уже 26 октября 1917 г. при Военно-революционном комитете был создан медико-санитарный отдел во главе с врачом М.И. Барсуковым. В июле 1918 г. на Всероссийском съезде Советов был утвержден Народный комиссариат здравоохранения РСФСР. Наркомом здравоохранения стал Н.А. Семашко, его заместителем — З.П. Соловьев. В этот период были зало-

жены основы перестройки отечественной медицины на новых началах. Профилактика в широком смысле слова стала фундаментом развития здравоохранения. Широко проводимые мероприятия имели государственный характер и фактически послужили началом становления современной гигиенической науки.

Н.А. Семашко (1874–1949)

Создание и организация санитарно-эпидемиологической службы начались в 1922 г. с издания Декрета Совета народных комиссаров РСФСР «О санитарных органах республики» (15.09.22). Принятое спустя 5 лет Постановление Совета народных комиссаров РСФСР, утвердившее «Положение о санитарных органах республики» (08.10.27) положило начало бурному росту числа санитарно-эпидемиологических станций (к 1941 г. более 1900). К основным задачам этих учреждений относились санитарная охрана населенных мест, воздуха, почвы, жилищ, мест общего пользования, продуктов питания, организация борьбы с заразными болезнями, охрана здоровья детей и подростков, участие в санитарной охране труда, развитии физической культуры и др.

В 1933 г. с образованием Всесоюзной государственной санитарной инспекции произошло разделение функций санитарно-эпидемиологической службы. На инспекцию был возложен исключительно предупредительный санитарный надзор, на санитарно-эпидемиологические станции — осуществление всего комплекса санитарно-эпидемиологических мероприятий на территории своей деятельности.

В развитии гигиенической науки и санитарной практики значительную роль сыграли выдающиеся ученые и организаторы советского здравоохранения. Первый нарком здравоохранения Н.А. Семашко с первых дней Советской власти проводил титаническую организаторскую работу по обеспечению санитарного благополучия страны, разрабатывал важнейшие законодательные документы по вопросам профилактической медицины. В 1922 г. в Московском университете он организовал первую в нашей стране кафедру социальной гигиены. Под руководством Н.А. Семашко уже в первые годы Советской власти осуществлялась борьба с социальными болезнями, закладывались основы охраны материнства и детства, разрабатывались теоретические и организационные аспекты советского здравоохранения и др.

В разработку проблем социальной гигиены наряду с Н.А. Семашко большой вклад внес З.П. Соловьев, возглавлявший военно-санитарную службу Красной Армии, который постоянно пропагандировал лечебно-профилактическое направление советской медицины. Он подчеркивал, что одни лечебные мероприятия сами по себе, без связи с широкими мерами воздействия на вызывающую те или иные болезни среду, остаются бессильными и заведомо обречены на неудачу. З.П. Соловьев много сделал для организации гигиенического обеспечения Красной Армии, вводил меры по нормированию питания, обмундирования, строительства казарменных помещений и т. д. В сфере его

влияния находились и вопросы профессиональной гигиены, условия труда и медицинское обеспечение рабочих промышленных предприятий.

В первый период строительства советского здравоохранения весьма плодотворной была деятельность Г.В. Хлопина — ученика Ф.Ф. Эрисмана. Он был гигиенистом широкого профиля и внес большой вклад в становление и развитие гигиенической науки.

Г.В. Хлопин выполнил капитальные работы по вопросам гигиены воды и водоснабжения, гигиене труда и профилактике профессиональных заболеваний, санитарно-химической защите и др.

Длительное время Г.В. Хлопин заведовал кафедрой гигиены Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова в Ленинграде, организовал кафедру общей гигиены в Ленинградском санитарно-гигиеническом медицинском институте. Г.В. Хлопин был прекрасным преподавателем, написал ряд учебных пособий по гигиене. Он подготовил много ученых-гигиенистов, возглавлявших в последующем кафедры и занимавших видные посты в учреждениях советского здравоохранения.

А.Н. Сысин начал врачебную деятельность в качестве земского врача в Саратовской губернии, затем был направлен на борьбу с холерой в Екатеринославскую губернию. В дальнейшем он работал начальником губернского санитарного бюро в Нижнем Новгороде, в 1913 г. был избран городским санитарным врачом Москвы, руководил военно-санитарной службой Московского городского управления. В эти годы А.Н. Сысин активно выступал на страницах печати, требуя решения острых социальных проблем. В 1918 г. он занимает должность заведующего санитарно-эпидемиологическим отделом Наркомздрава РСФСР и становится ближайшим помощником и соратником Н.А. Семашко и З.П. Соловьева.

Создание санитарного законодательства и санитарных органов молодой Советской республики во многом было связано с именем А.Н. Сысина. Он был представителем нашей страны на многочисленных международных конференциях по санитарным вопросам. В первые годы Советской власти, когда эпидемиологическое состояние страны было крайне тяжелым, А.Н. Сысин написал ряд работ по дезинфекции и дератизации. В 1934 г. эти работы вышли в виде «Курса дезинфекции и дератизации», выдержавшего 3 издания. Исключительно велика роль А.Н. Сысина в развитии советской гигиенической науки в период его работы в качестве заведующего кафедрой гигиены I МГУ (1924–1931), а затем заведующего кафедрой коммунальной гигиены Центрального института усовершенствования врачей. Под его непосредственным руководством изучались вопросы гигиены атмосферного воздуха, водоснабжения, планировки и благоустройства городов и рабочих поселков, больничной гигиены, акклиматизации и др. Его учебник по общей гигиене издавался несколько раз.

А.Н. Сысин (1879–1956)

В 30-х годах в Москве создается Научно-исследовательский институт санитарии и гигиены, переименованный в 1956 г. в Институт общей и коммунальной гигиены АМН СССР им. А.Н. Сысина. Такие же институты были открыты в Киеве и Харькове. В Институте санитарии и гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана и других институтах выделяются отделы коммунальной гигиены. В этот же период на санитарно-гигиенических факультетах создаются самостоятельные кафедры коммунальной гигиены.

К числу виднейших советских гигиенистов принадлежит и А.Н. Марзеев. После 1917 г. он возглавил украинскую санитарную организацию. При его непосредственном участии в 1936 г. издается первое двухтомное руководство «Основы коммунальной гигиены», а в 1951 г. — учебник «Коммунальная гигиена».

В развитии коммунальной гигиены важная роль принадлежит С.Н. Черкинскому и В.А. Рязанову. На кафедре коммунальной гигиены 1 ММИ им. И.М. Сеченова, которую возглавлял С.Н. Черкинский, впервые было сформулировано представление о гигиенических критериях вредности веществ, поступающих в водоемы. С.Н. Черкинский разработал методическую схему гигиенического изучения влияния поступающих в водоемы вредных веществ на условия жизни и здоровья населения. Эти исследования в области санитарной охраны водоемов получили всеобщее признание не только в нашей стране, но и за рубежом.

Для решения новых многочисленных вопросов, возникших в области санитарной охраны атмосферного воздуха в связи со строительством теплоэлектроцентралей и других крупных промышленных объектов, потребовалась разработка теоретических и методических основ коммунальной гигиены. Большой объем работ в этой области выполнен под руководством проф. В.А. Рязанова. В.А. Рязанов впервые сформулировал критерии вредности и принципы гигиенического нормирования атмосферных загрязнений, которые и сегодня являются основой для установления ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе не только в СССР, но и за рубежом. В.А. Рязанов широко изучал механизмы действия атмосферных загрязнений при их изолированном и комбинированном поступлении в организм, разрабатывал методические подходы к изучению влияния атмосферных загрязнений на здоровье населения.

Индустриализация страны и развитие всего народного хозяйства потребовали решения многих вопросов и в области гигиены труда. В 1919 г. был учрежден Народный комиссариат труда, включавший инспекцию по охране труда. В состав Наркомтруда входила группа врачей во главе с С.И. Каплуном. В 1925 г. в Москве был создан Всесоюзный центральный научно-исследовательский институт охраны труда. Такие же институты позднее открылись в некоторых других промышленных центрах страны. Научная база гигиены труда была значительно усилена с организацией институтов по изучению профессиональной заболеваемости и гигиене труда. Первые институты этого типа были организованы в Москве (1923), затем в Ленинграде, Свердловске, Ташкенте, Горьком, Тбилиси.

С 1922 г. на медицинских факультетах вводится преподавание гигиены труда. В 1924 г. на медицинском факультете МГУ была организована самостоятельная кафедра гигиены труда.

В этот период гигиена труда развивалась в следующих основных направлениях:

- создание Кодекса законов о труде, в который включены все основные положения для создания здоровых условий труда;
- изучение влияния на организм рабочих вредных факторов в различных производственных условиях. В этом направлении плодотворно работали В.А. Левицкий, А.А. Летавет, И.П. Разенков, З.И. Израэльсон и др. Были изучены вопросы радиационного теплообмена, влияния на организм инфракрасного излучения, повышенных и пониженных температур и т. п. Эти исследования позволили, в частности, разработать основы гигиенического нормирования микроклимата производственных помещений;
- изучение профессиональной патологии и заболеваемости. В этой области много сделал Н.А. Вигдорчик, организатор Ленинградского научно-исследовательского института гигиены труда и профессиональных заболеваний. В последующие годы изучение профессиональной заболеваемости получило большое развитие в связи с широкой химизацией народного хозяйства, возрастанием интенсивности шума и вибрации, использованием ионизирующего излучения и т.п.;
- разработка оздоровительных мероприятий.

В развитии гигиены труда большая заслуга принадлежит В.А. Левицкому (1867–1936), который начал врачебную деятельность в качестве земского врача в уездах Московской губернии. Еще до революции, работая земским врачом, В.А. Левицкий обратил особое внимание на высокую заболеваемость и смертность населения Подольского уезда Московской губернии и доказал, что рабочие, занятые в производстве фетра, подвергаются воздействию азотнокислой ртути, вредно влияющей на их здоровье. В течение ряда лет В.А. Левицкий вел упорную борьбу за исключение ртути из технологического процесса, но наталкивался на сопротивление фабрикантов. Только после 1917 г. этот вопрос был быстро и успешно решен. В.А. Левицкий исследовал роль эмоций в развитии утомления, изучал гигиену микроклимата, лучистую и конвекционную передачу тепла.

Огромная роль в развитии законодательства по охране труда принадлежит С.И. Каплуну (1897–1943). С 1926 г. С.И. Каплун возглавил кафедру гигиены труда I ММИ им. И.М. Сеченова, которой заведовал до 1943 г. Его перу принадлежит одно из капитальных руководств по гигиене труда.

Большой вклад в развитие гигиены труда внес А.А. Летавет. Его глубокие исследования в области радиационной гигиены, токсикологии промышленных ядов известны не только в нашей стране, но и за рубежом.

Одновременно в этот период развивается гигиена питания. Еще в 1919 г. в Институте физиологии питания И.Н. Шатерников начал исследования по научному обоснованию пищевых рационов. Вскоре он совместно с П.Н. Диатроптовым впервые предложил нормы питания. Одновременно широким фронтом велись исследования по стандартизации качества и состава пищевых продуктов, разрабатывались принципы предупредительного и текущего санитарного надзора для предприятий общественного питания. Развитие взглядов на питание как на одно из средств профилактики воздействия профессиональных вредностей потребовало изучения питания рабочих с учетом действующих

профессиональных факторов, т. е. питания, имеющего лечебно-профилактическое значение.

Широкое развитие химизации страны, особенно сельского хозяйства, внедрение большого количества добавок и примесей к пищевым продуктам с целью улучшения вкусовых качеств, удлинения сроков хранения и т. д. заставили изучать влияние на организм остаточных количеств пестицидов и пищевых добавок и разрабатывать соответствующие гигиенические регламенты.

В развитии системы государственной охраны здоровья детей и подростков ведущую роль играли научно-исследовательские институты и кафедры соответствующего профиля. В 1926 г. кафедра школьной гигиены была открыта в МГУ, в дальнейшем под руководством А.В. Молькова в I ММИ им. И.М. Сеченова. В последующие годы такие кафедры стали открываться в ряде других городов.

Роль А.В. Молькова (1870—1947) в создании и развитии этой дисциплины весьма значительна. Он создал школу советских научных работников и преподавателей гигиены детей и подростков. Под руководством А.В. Молькова впервые в нашей стране начато целенаправленное изучение физического развития детей как центральных, так и других областей России. В результате были разработаны многочисленные возрастно-половые стандарты физического развития, основанные на них шкалы, позволяющие оценивать физическое развитие детей. Большое внимание было уделено разработке режима дня школьника, гигиеническому обоснованию санитарных норм строительства детских учреждений и ряду других вопросов.

В настоящее время особенно большое внимание уделяется изучению вопросов гигиены труда работающих подростков, в частности обучающихся в средних учебных заведениях различных отраслей промышленности. Проблемами гигиены детей и подростков занимаются более 70 научных учреждений и кафедр.

На современном этапе гигиена детей и подростков вступила в новый этап своего развития. Реформа средней общеобразовательной и профессиональной школы в стране поставила ряд новых ответственных задач перед гигиенистами, успешное решение которых будет способствовать существенному улучшению здоровья детей и подростков.

С развитием ядерной энергетики и использования источников ионизирующего излучения в различных сферах человеческой деятельности было связано возникновение радиационной гигиены.

Специфическое действие на организм радиоактивных веществ и ионизирующих излучений и распространение их источников в окружающей среде потребовали разработки комплекса гигиенических норм и правил использования радиоактивных веществ и источников ионизирующего излучения. Главное направление развития радиационной гигиены вытекает из необходимости защиты человека от вредного действия ионизирующего излучения и охраны окружающей среды от радиоактивного загрязнения. Радиационная гигиена в нашей стране достигла высокого уровня развития, много врачей-гигиенистов подготовлено в качестве специалистов по этой дисциплине, в ЦГСЭН созданы отделы радиационной гигиены, успешно работающие в области санитарно-дозиметрического контроля за использованием атомной энергии в мирных целях.

Были установлены ПДД облучения как для лиц, профессионально связанных с облучением, так и для населения.

Большое значение в развитии радиационной гигиены как науки и предмета преподавания имели труды Ф.Г. Кроткова, который организовал первую в нашей стране самостоятельную кафедру радиационной гигиены в Москве. Кафедра подготовила большое число специалистов по радиационной гигиене, выполнила множество научных исследований и стала одним из ведущих научно-методических центров страны по радиационной гигиене. Ф.Г. Кротков постоянно представлял нашу страну на различных международных симпозиумах по вопросам радиационной гигиены.

В послевоенный период проводились меры по укреплению санитарно-эпидемиологической службы, уточнению ее функций, расширению полномочий в области охраны здоровья населения.

Заметной вехой развития службы стало принятие 29 октября 1963 г. Постановления Совета министров СССР «О государственном санитарном надзоре в СССР». Этим документом были определены структура и функция государственной санитарной службы, создана основа ее дальнейшего развития. Принятое в мае 1973 г. Постановление Совета министров СССР «О государственном санитарном надзоре в СССР» уточнило, конкретизировало и частично расширило функции и полномочия государственной санитарной службы.

Кардинальные политические, экономические и социальные изменения, происшедшие в стране в 80—90-х годах, активизировали усилия руководителей и специалистов госсанэпидслужбы по совершенствованию ее организационного построения, определению и законодательному закреплению ее места в системе охраны здоровья населения. Итогом этой работы стало принятие 19 апреля 1991 г. закона РСФСР «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». В настоящее время введена в действие новая редакция закона от 30.03.99 (№ 52-ФЗ). Впервые в отечественной практике на законодательном уровне введено регулирование общественных отношений в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Законом РСФСР «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (1991) установлено, что органы и учреждения государственной санитарно-эпидемиологической службы составляют единую систему, возглавляемую Государственным комитетом РСФСР санитарно-эпидемиологического надзора с подчинением нижестоящих учреждений вышестоящим. В систему органов и учреждений госсанэпидслужбы РСФСР вошли Государственный комитет РСФСР санитарно-эпидемиологического надзора, центры государственного санитарно-эпидемиологического надзора в республиках, входящих в состав РСФСР, автономных округах, краях, областях, городах, районах, а также на водном и воздушном транспорте, научно-исследовательские учреждения гигиенического и эпидемиологического профиля, высшие и средние специальные учебные заведения, осуществляющие подготовку соответствующих специалистов и повышение их квалификации, другие санитарно-профилактические учреждения.

Законом от 1991 г. и его новой редакцией определено, что руководство органами и учреждениями госсанэпидслужбы Российской Федерации осуществляется главным государственным санитарным врачом РФ, главными государ-

ственными санитарными врачами республик, входящих в состав Российской Федерации, главными государственными санитарными врачами автономных областей и автономных округов, краев, областей, городов, бассейнов и линейных участков на водном и воздушном транспорте.

Финансирование и материально-техническое обеспечение госсанэпидслужбы Российской Федерации осуществляется из федерального бюджета и внебюджетных средств.

Основными учреждениями госсанэпидслужбы являются центры госсанэпиднадзора. С 1991 по 1996 г. в связи с ликвидацией мелких, маломощных учреждений, созданием межрайонных, зональных и окружных центров госсанэпиднадзора их число уменьшилось с 2428 до 2318.

Одним из важнейших направлений деятельности госсанэпидслужбы является текущая и профилактическая дезинфекция. Ее осуществляют учреждения дезинфекционного профиля. С 1991 по 1996 г. их число изменилось незначительно — с 81 до 70. В результате изменений в 1994–1996 гг. большинство дезинфекционных станций преобразовано в государственные предприятия дезинфекционного профиля.

Профилактику возникновения и распространения особо опасных инфекционных заболеваний возглавляют противочумные станции. Сеть противочумных станций, дислокация которых соответствует ареалам наиболее вероятного возникновения особо опасных инфекционных заболеваний, в течение ряда лет остается неизменной и насчитывает 11 учреждений. Ими руководит противочумный центр.

Научное обеспечение деятельности госсанэпидслужбы осуществляют 30 научно-исследовательских институтов гигиенического и эпидемиологического профиля, 5 из которых противочумные.

На федеральном уровне имеется также ряд учреждений, обеспечивающих организационную и методическую поддержку госсанэпидслужбы: Федеральный центр Госсанэпиднадзора, информационно-издательский центр и др. Современная структура госсанэпидслужбы России представлена на рис. 2.1.

Основной целью деятельности органов, предприятий и учреждений госсанэпидслужбы Российской Федерации в современных условиях являются обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения, предупреждение, выявление и ликвидация опасного и вредного влияния среды обитания человека на его здоровье. Важнейшей функцией этих учреждений остается санитарно-эпидемиологический надзор, включающий в себя:

- наблюдение, оценку и прогнозирование состояния здоровья населения в связи с состоянием среды обитания — социально-гигиенический мониторинг;
- выявление и установление причин, факторов и условий возникновения и распространения инфекционных, паразитарных, профессиональных заболеваний, пищевых отравлений, а также других массовых заболеваний людей, связанных с воздействием неблагоприятных факторов среды обитания человека путем проведения специальных санитарно-эпидемиологических расследований — установление причинно-следственных связей между нарушением здоровья и средой обитания человека;
- принятие в пределах своей компетенции обязательных для выполнения органами государственной власти Российской Федерации, органами государ-

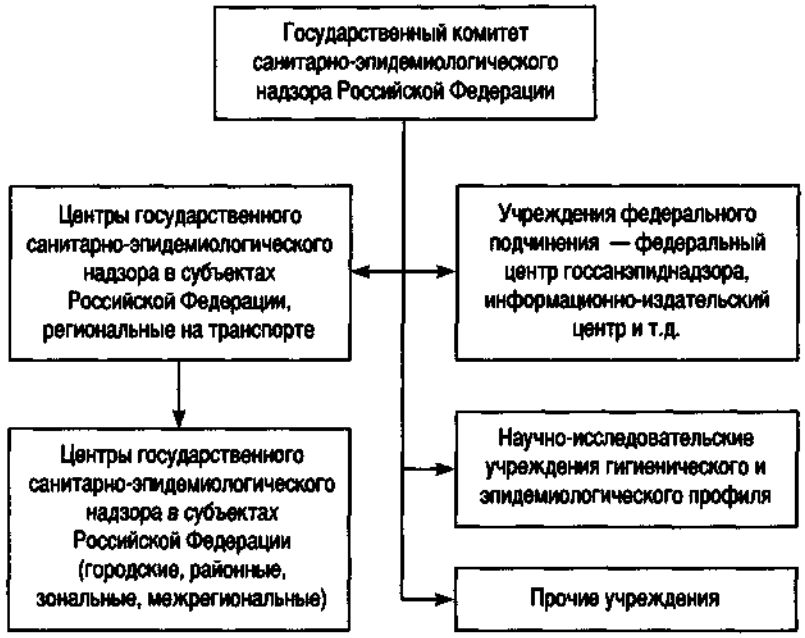



**Рис. 2.1.** Структура государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации.

ственной власти субъектов Федерации и органами местного самоуправления, общественными объединениями, предприятиями, организациями, учреждениями и иными хозяйствующими субъектами независимо от их подчиненности и форм собственности, должностными лицами и гражданами решений по проведению гигиенических и противоэпидемических мероприятий;

- контроль за выполнением гигиенических и противоэпидемических мероприятий, соблюдение санитарных правил, норм и гигиенических нормативов, выдача по их результатам заключения в форме гигиенического сертификата;
- применение мер административного принуждения при выявлении санитарных правонарушений, а также передача дел о привлечении лиц, совершивших такие правонарушения, к дисциплинарной и уголовной ответственности;
- ведение государственного учета инфекционных, паразитарных, профессиональных заболеваний, пищевых отравлений, других заболеваний и отравлений, связанных с воздействием неблагоприятных факторов среды обитания человека, на основании регистрации случаев таких заболеваний в учреждениях здравоохранения и результатов санитарно-эпидемиологических расследований, а также данных, характеризующих санитарно-эпидемиологическую обстановку.

Для управления деятельностью госсанэпидслужбы и ее учреждений необходимы определенные полномочия, присущие управляющему субъекту по отношению к объекту управления. Важнейшими функциями управления являются

финансирование, принятие полномочных решений о назначении на должность и освобождении от должности руководителей и специалистов, а также право определения круга полномочий и функций входящих в подчинение учреждений, структурных подразделений и специалистов.

Наряду с названными выше основоположниками отечественной гигиены следует упомянуть и других видных ученых и организаторов здравоохранения, труды которых способствовали развитию гигиенической науки. Так, актуальные вопросы гигиены атмосферного воздуха освещены в трудах Р.А. Бабаянца, К.А. Буштуевой, вопросы гигиены водоснабжения — в работах С.В. Моисеева, С.М. Строганова, С.М. Грачева, И.И. Беляева, В.М. Жаботинского, Г.И. Сидоренко. Для развития гигиены питания большую ценность представляют исследования И.П. Разенкова, О.П. Молчановой, В.А. Лаврова, А.А. Покровского, К.С. Петровского, А.П. Шицковой.

Крупный вклад в гигиену труда внесли З.Б. Смелянский, Л.К. Хоцянов, З.И. Израэльсон, Н.Ф. Измеров, Н.Ю. Тарасенко, Е.И. Воронцова.

В развитии гигиены детей и подростков большая роль принадлежит Д.Д. Бекарюкову, С.М. Громбаху, М.Д. Большаковой, Г.Н. Сердюковской и др.

Таким образом, гигиена как отрасль медицины прошла долгий путь развития, на протяжении которого она оформилась как самостоятельная функциональная профилактическая дисциплина.

# ГЛАВА 3

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Факторы окружающей среды (физические, химические, биологические, социальные) могут оказывать сложное и разнонаправленное влияние на состояние здоровья населения.

В цивилизованном обществе здоровье человека — это определяющий, системообразующий фактор государственной экономической и социальной политики, приоритетное направление всех природоохранных и профилактических мероприятий.

Профилактику нарушений состояния здоровья человека можно осуществлять разными путями. **Первичная** (радикальная) **профилактика** направлена на причину того или иного заболевания. Большинство гигиенических мероприятий, включая гигиеническое нормирование воздействия факторов окружающей среды, предусматривают либо полное устранение вредного фактора, либо снижение его воздействий до безопасных уровней, чем способствуют первичной профилактике заболеваний.

**Вторичная профилактика** ставит своей целью раннее выявление препатологических состояний, тщательное медицинское обследование внешне здоровых людей, подвергавшихся воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды или имеющих повышенный риск развития тех или иных заболеваний, медикаментозную профилактику и другие меры, направленные на предотвращение манифестации заболеваний. Вторичная профилактика включает в себя такие паллиативные мероприятия, как индивидуальное и групповое антидотное питание, направленное на повышение резистентности организма, применение средств индивидуальной защиты, обучение работающих и населения приемам безопасной работы и жизни в неблагоприятных экологических условиях.

**Третичная профилактика** (реабилитация) — это комплекс мер по предотвращению осложнений, которые

могут возникнуть в ходе уже развившегося заболевания. Это наименее эффективный, но, к сожалению, наиболее распространенный в традиционной практической медицине способ профилактики. Известно, что оздоровление образа жизни и окружающей среды снижает заболеваемость и смертность на 20–50%, а только лечебное вмешательство снижает эти показатели лишь на 10% (J. Nassif, 1980).

**ПРОФИЛАКТИКА**

*РИСК* ⟹

- **Первичная: предотвращение возникновения заболеваний**
- **Вторичная: ранняя диагностика заболевания у лиц, уже подвергшихся воздействию или имеющих факторы риска**
- **Третичная: предупреждение ухудшения состояния здоровья; лечение и реабилитация**

Довольно часто применительно ко всем болезням населения, в этиологии которых определенную роль играют факторы окружающей среды, используются термины «экоболезнь», «антропоэкологические заболевания», «экологически зависимые болезни», «экопатология», «болезни цивилизации». В последние годы получил также распространение термин «болезни образа жизни». В этих определениях акцент делается на экологической или социальной обусловленности многих заболеваний человека.

Вместе с тем фактор окружающей среды может играть различную роль в этиологии заболевания. Он способен выступать как **этиологический, причинный фактор**, практически полностью определяющий развитие конкретного специфического заболевания. В настоящее время примерно 20 хронических болезней населения достаточно аргументированно считают следствием воздействия экологических факторов (болезнь Минимата, связанная с загрязнением ртутьсодержащими промышленными стоками морской и речной фауны, болезнь итай-итай, обусловленная поливом рисовых полей водой, содержащей кадмий, и др.). Если фактор окружающей среды выступает в качестве причины заболевания, то его эффект носит название **детерминированного**.

Фактор окружающей среды может быть **фактором риска**, т. е. таким компонентом этиологии, который хотя и важен для развития и прогрессирования заболевания, но сам по себе в отсутствие других условий (например, генетической предрасположенности, измененного статуса организма) не способен вызвать заболевание у конкретного человека. Таким образом, **фактор риска** — это фактор любой природы (наследственный, экологический, производственный, фактор образа жизни и др.), который при определенных условиях может провоцировать или увеличивать риск развития нарушений состояния здоровья.

Риск подразделен на добровольный (вождение автомобиля); вынужденный (вдыхание загрязненного воздуха); естественный (радон); искусственный (синтетические вещества); известный (бытовые моющие средства); экзотический (микроорганизмы, созданные генной инженерией); хронический; катастрофический (авария); с видимыми преимуществами (красители для волос); без видимых преимуществ (газообразные выбросы мусоросжигательных печей); самоконтролируемый (вождение автомобиля); контролируемый другими (загрязнение окружающей среды); оправданный (минимальный в данной ситуа-

ции); неоправданный (максимальный в данной ситуации или воспринимаемый без оценки альтернатив).

Если соматические эффекты, как, например, врожденные уродства, наследственная патология, аллергические заболевания и др., возникают при воздействии различных факторов, т. е. являются полиэтиологическими, их относят к **стохастическим (вероятностным)** или **сомато-стохастическим**. В связи со сложной, многофакторной природой некоторых хронических неинфекционных заболеваний (например, атеросклероза, гипертонической болезни и др.) доказать этиологическую связь между развившимся у конкретного человека заболеванием и предшествующим вредным воздействием очень трудно. Однако путем правильно спланированных эпидемиологических и гигиенических исследований нередко удается выявить и количественно оценить риск развития подобных заболеваний для относительно больших групп населения. При этом лишь с определенной долей вероятности можно предполагать повышенный риск у конкретного человека. **Риск вредного влияния на здоровье** — это вероятность развития нежелательных эффектов у населения при определенных уровнях и продолжительности воздействия фактора окружающей среды. С увеличением воздействия риск возрастает. Факторы риска могут быть связаны с образом жизни человека, воздействием факторов окружающей среды, генетическими особенностями, биологическими факторами (статус организма, пол, возраст, хронические заболевания и др.).

При действии мутагенных и канцерогенных факторов, не имеющих порога вредного действия, возникают **специфические стохастические эффекты**. Возникновение этих эффектов при действии конкретного фактора — событие вероятностное, характеризуемое величинами индивидуального или популяционного рисков. **Индивидуальный канцерогенный риск** — это вероятность появления дополнительных случаев рака. Например, величина канцерогенного риска $5 \cdot 10^{-4}$ означает, что при данном воздействии возможно развитие 5 дополнительных (к фоновому уровню) случаев рака в популяции 10 000 человек. **Популяционный канцерогенный риск** характеризует число дополнительных случаев рака в конкретной популяции (например, среди жителей обследуемого города).

Фактор окружающей среды может играть **модифицирующую роль**, т. е. изменять клиническую картину и утяжелять течение хронического заболевания. При модификации риск, ассоциируемый с определенным фактором, видоизменяется в зависимости от присутствия другого фактора или воздействия. Например, загрязнение атмосферного воздуха оксидами азота провоцирует симптомы нарушения функции дыхательных путей у больных с хроническими респираторными заболеваниями.

В ряде случаев исследуемый фактор может оказывать **смешивающее влияние**. Смешивание бывает тогда, когда смешивающий фактор ассоциируется с изучаемым фактором риска и влияет на риск развития заболевания. Примером смешивающих факторов могут служить возраст и табакокурение при изучении влияния атмосферных загрязнений на риск развития заболеваний органов дыхания, табакокурение при изучении риска развития рака легких и мезотелиомы плевры при воздействии асбеста.

Заболевания могут быть также обусловлены **нарушением баланса между внутренней и внешней средой организма**, что особенно характерно для эндемичес-

ких заболеваний. Избыток или дефицит природных химических веществ, нарушение их соотношения или присутствие чужеродного соединения в окружающей среде могут нарушать указанный баланс. Этиология и патогенез некоторых эндемических заболеваний достаточно хорошо изучены. Например, установлено, что наблюдаемый во многих регионах мира флюороз обусловлен избыточным поступлением фторидов с питьевой водой; возникновение эндемического зоба связано с недостаточным содержанием йода в окружающей среде и продуктах питания и, кроме того, может быть результатом действия некоторых химических веществ, нарушающих гормональный статус. Часто у исследователей нет сомнений в том, что в этиологии заболевания, характерного для данной местности, существенную роль играют экологические факторы. Однако точная этиология и патогенез многих подобных заболеваний остаются нерасшифрованными.

Вклад экологических факторов в риск развития нарушений состояния здоровья населения непостоянен и зависит от вида анализируемых нарушений, конкретных географических, экономических и многих других особенностей исследуемого региона. По данным Ю.П. Лисицына и соавт. (1987), в среднем на состояние здоровья населения образ жизни (табакокурение, употребление алкоголя и наркотиков, злоупотребление лекарствами, питание, условия труда, гиподинамия, материально-бытовые условия, семейное положение и др.) влияет на 49–53%, генетические и биологические факторы — на 18–22%, состояние здравоохранения (своевременность и качество медицинской помощи, эффективность профилактических мероприятий) — на 8–10%, окружающая среда (природно-климатические факторы, качество объектов окружающей среды) — на 17–20%. В крупных городах реальные нагрузки на состояние здоровья населения обусловливают социальные факторы и образ жизни — на 30,2%, биологические факторы — на 11%, городская и внутрижилищная среда — на 16,5%, производственная среда — на 18,5% (Ю.Д. Губернский и др., 1985). Среди причин возникновения злокачественных новообразований ведущее место занимают питание и табакокурение, т. е. факторы, связанные в основном с образом жизни человека (рис. 3.1). В США 1/5 всех случаев смерти от злокачественных новообразований связана с нерациональным питанием.

Рис. 3.1. Известные причины рака.

По данным Агентства по охране окружающей среды США, факторы окружающей среды играют ведущую роль в развитии половины всех случаев злокачественных новообразований. Среди факторов канцерогенного риска ведущее место занимают солнечные лучи (риск 1:3) и табакокурение (8:100), т. е. факторы, регулируемые человеком. Суммарный вклад этих факторов составляет около 40%. Загрязнение окружающей среды вносит гораздо меньший (около 10%) вклад в канцерогенный риск. Например, присутствие чужеродных химических веществ, включая пестициды, в продуктах питания приводит к риску $1 \cdot 10^{-5}$, химическое загрязнение атмосферного воздуха — $1 \cdot 10^{-4}$, загрязнение питьевой воды — $1 \cdot 10^{-5}$.

Среди причин смерти в экономически развитых странах ведущее место занимают заболевания сердца (33,5%), злокачественные новообразования (23,5%), цереброваскулярные заболевания (6,7%), несчастные случаи (4,3%), хронические заболевания легких (4,0%), пневмония и грипп (3,7%), диабет (2,2%), самоубийства (1,4%), болезни печени (1,2%). Основной вклад в причины смерти вносят факторы окружающей среды и образа жизни человека. Так, в 1/6 всех случаев смерть обусловлена табакокурением. Вклад данного фактора в риск смерти от заболеваний коронарных сосудов оценивается 21%, от рака — 30%. Половина всех случаев смерти в результате убийств, самоубийств и автомобильных аварий связана с употреблением алкоголя.

Выявление причинно-следственных связей между воздействием факторов окружающей среды и возможными изменениями состояния здоровья человека является одной из задач гигиенической диагностики. **Гигиеническая диагностика** — это система мышления и действий, имеющих целью исследование состояния природной и социальной среды, здоровья человека (популяции) и установление зависимостей между состоянием среды и здоровьем (Г.И. Сидоренко, М.П. Захарченко, В.Г. Маймулов, Е.Н. Кутепов).

Современная гигиеническая диагностика включает в себя:

- гигиеническую диагностику состояния окружающей среды, корректную оценку уровней экспозиции, т. е. частоты, интенсивности и продолжительности воздействия факторов окружающей среды на отдельного человека или исследуемую популяцию;
- диагностику состояния здоровья популяций, ее отдельных подгрупп, включая суперчувствительные подгруппы, а также конкретных людей;
- комплексную гигиеническую диагностику объективной, убедительной связи между уровнями воздействия разнообразных факторов и состоянием здоровья человека, установление вклада факторов среды в этиологию нарушений состояния здоровья популяции, различных ее подгрупп и отдельных людей.

При проведении гигиенической диагностики используется обширный арсенал разнообразных (демографических, статистических, эпидемиологических, клинических, экспериментальных и др.) методов исследований. Одним из важнейших элементов методологии гигиенической диагностики является **оценка риска** неблагоприятного влияния факторов окружающей среды на здоровье человека.

Оценка риска осуществляется в соответствии с международно признанной методологией, предусматривающей выделение следующих этапов исследований.

1. **Идентификация опасности** (вредности): какие факторы, при каких уровнях и путях воздействия, из каких сред могут вызвать неблагоприятные последствия для здоровья человека, насколько правдоподобна и подтверждена ассоциация между фактором и заболеванием. На этом этапе определяются конкретные проблемы и приоритетные задачи, а также намечаются пути их решения.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКА**

- **Риск – вероятность развития эффекта у человека или группы людей, подвергавшихся определенному вредному воздействию**
- **Определение такой вероятности в специфических условиях экспозиции называется: «оценкой риска для здоровья человека»**

2. **Оценка экспозиции** (характеристика источников загрязнения, маршрутов движения загрязняющих веществ от источника к человеку, пути и точки воздействия, уровни экспозиции и др.). Целями этого этапа являются определение доз и экспозиций, воздействовавших в прошлом, воздействующих в настоящем или тех, которые, возможно, будут воздействовать в дальнейшем, установление уровней экспозиции для популяции в целом и ее отдельных субпопуляций, включая сверхчувствительные группы.

3. **Установление зависимости «доза–ответ»** — выявление связи между состоянием здоровья (например, долей лиц, у которых развилось определенное заболевание) и уровнями экспозиции. Данный анализ проводится раздельно для канцерогенов и веществ, не оказывающих канцерогенного действия.

4. **Характеристика риска** — анализ всех полученных данных, расчетов рисков для популяции и ее отдельных подгрупп, сравнение рисков с допустимыми (приемлемыми) уровнями, сравнительная оценка и ранжирование различных рисков по их статической, медико-биологической и социальной значимости. Цель этого этапа — установление приоритетов и тех рисков, которые должны быть предотвращены или снижены до приемлемого на данном этапе уровня.

По завершении оценки риска все полученные данные и рекомендации передаются органам, отвечающим за управление риском, которые с учетом экономических, политических, социальных и других мотивов разрабатывают методы предотвращения или снижения риска, устанавливают при необходимости динамический контроль за уровнями рисков, экспозиций и состоянием здоровья населения. Этот раздел методологии оценки риска называется **«управление риском»**.

На каждом этапе оценки риска проводится **анализ неопределенностей** — тщательное изучение всех факторов, способных исказить результаты анализа (например, недостаточность или неточность исходных данных, научные допущения и др.), а также оценка той уверенности, с которой можно (или невозможно) формулировать заключения о целесообразности применения полученных оценок для управления риском.

Важный этап методологии оценки риска — так называемое **оповещение о риске** (распространение информации о риске), подразумевающее гласное обсуждение всех полученных результатов, широкое оповещение о существую-

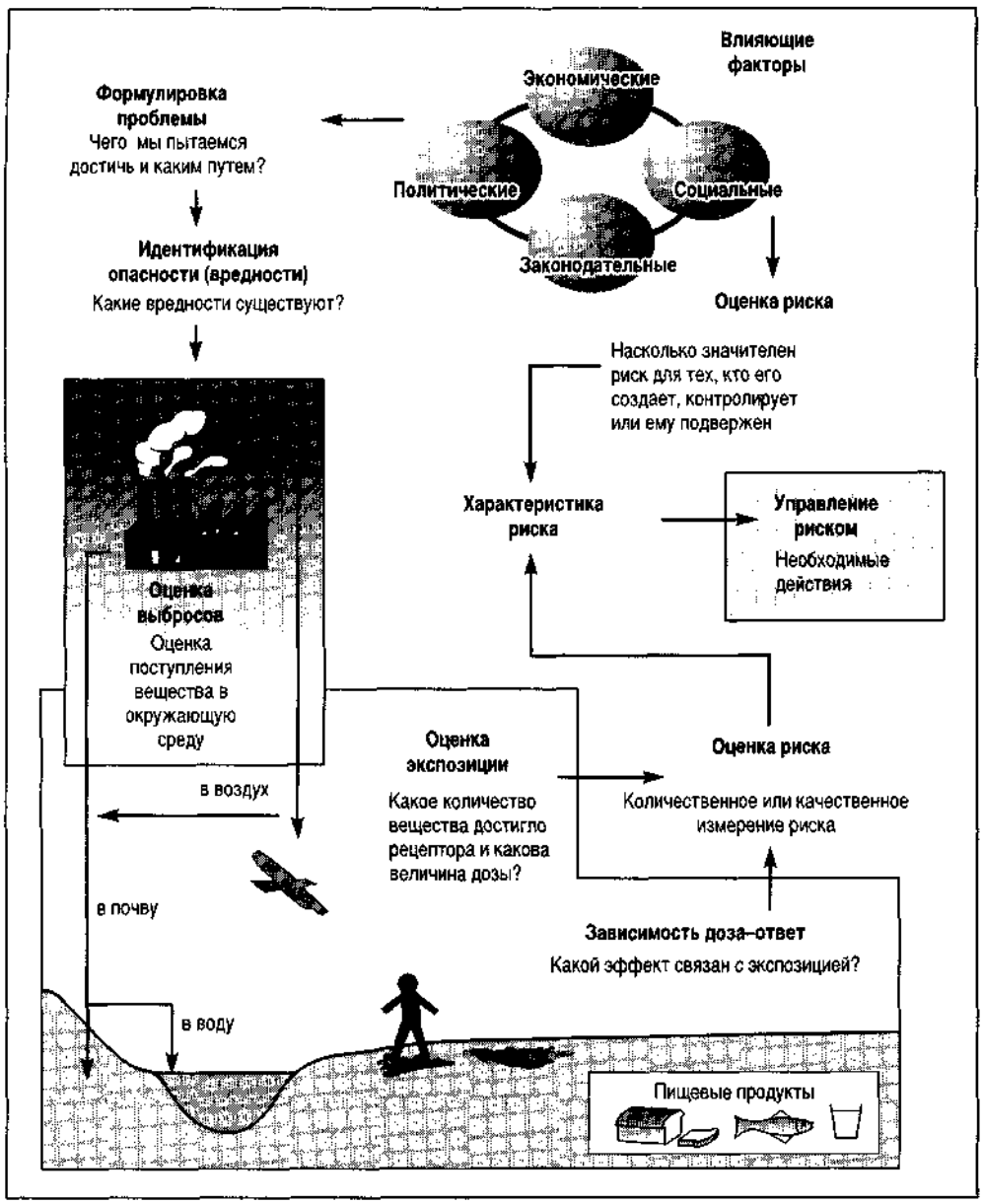



**Рис. 3.2.** Основные элементы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения.

щих рисках, их источниках и предупредительных мерах на индивидуальном, региональном и государственном уровнях.

Соотношение основных элементов методологии оценки риска представлено на рис. 3.2.

В 1997 г. постановлениями Главного государственного санитарного врача РФ и Главного государственного инспектора РФ по охране природы «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружаю-

щей среды и здоровья населения в РФ» основные элементы методологии оценки риска официально введены в систему управления качеством окружающей среды и охраны здоровья человека.

При гигиенической диагностике воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения важную роль играют компьютерные системы сбора и анализа данных о качестве окружающей среды и состоянии здоровья населения. С целью динамического слежения за совокупностью факторов, способных влиять на здоровье человека, Постановлением Правительства Российской Федерации от 06.10.94 № 1146 на территории России введен **социально-гигиенический мониторинг**, представляющий собой систему организационных, социальных, медицинских, санитарно-эпидемиологических, научно-технических мероприятий, обеспечивающих наблюдение за санитарно-эпидемиологическим благополучием населения, его оценку и прогнозирование, а также действий, направленных на предупреждение, выявление, устранение или уменьшение влияния вредных факторов среды обитания человека на здоровье населения. Данная система функционирует на федеральном, региональном (республика, край, область, автономный округ, автономная область, города Москва и Санкт-Петербург) и местном (город, район) уровнях и состоит из соответствующих информационных подсистем:

- системы госсанэпиднадзора, обеспечивающей получение данных о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения;
- единой государственной системы экологического мониторинга, в рамках которой осуществляется наблюдение за природно-климатическими факторами, источниками антропогенного воздействия на окружающую природную среду, качеством различных объектов окружающей среды;
- единой государственной автоматизированной системы контроля за радиационной обстановкой;
- всероссийского мониторинга социально-трудовой сферы и получаемых им данных о состоянии охраны и условий труда;
- системы государственного учета и статистики;
- санэпиднадзора за условиями, структурой и качеством питания населения, водоснабжения, безопасностью для здоровья человека продовольственного сырья, пищевых продуктов и питьевой воды;
- системы мониторинга состояния здоровья и физического развития населения, в рамках которой осуществляется наблюдение за смертностью, рождаемостью, средней продолжительностью предстоящей жизни, заболеваемостью, инвалидностью и уровнем физического развития населения.

Перечень анализируемых в системе социально-гигиенического мониторинга показателей состояния здоровья человека и среды его обитания зависит от уровня функционирования системы (местный, региональный, федеральный).

Данный перечень показателей включает социально-демографические показатели (численность населения, национальный состав, миграция и др.), показатели социальной инфраструктуры (протяженность дорог, площадь зеленых насаждений и др.), социально-экономические показатели (энергопотребление, средняя заработная плата, продуктовая потребительская корзина и др.), климатогеографические показатели (метеоусловия, солнечная активность, магнитное поле Земли и др.), санитарно-гигиенические показатели (качество атмо-

сферного воздуха, питьевой воды, почвы, продуктов питания и др.), показатели медицинского обслуживания (обеспеченность врачами, больничными койками и др.), медико-демографические показатели (рождаемость, смертность, средняя продолжительность жизни и др.), заболеваемость, физическое развитие детей и подростков.

Данные социально-гигиенического мониторинга являются основой для идентификации возможных вредных факторов и получения убедительных доказательств связей среда—здоровье с установлением количественных значений риска развития определенных заболеваний.

Ряд признаков позволяет врачу заподозрить экологическую обусловленность наблюдаемых нарушений состояния здоровья населения. Причинно-следственные связи заболевания и экспозиции химических веществ часто более трудны для распознавания и понимания, чем аналогичные взаимосвязи инфекционных заболеваний или пищевых токсикоинфекций и интоксикаций. Прежде чем анализировать экологическую обусловленность заболевания, врач должен исключить инфекционную или пищевую природу наблюдаемых нарушений состояния здоровья.

Наиболее характерные признаки экологической, в частности химической природы заболевания:

- внезапная вспышка нового заболевания. Часто такие вспышки в начале расследования трактуются как инфекционные и только тщательный клинический и эпидемиологический анализ позволяет выявить в качестве истинной причины воздействие химических веществ;
- патогномоничные (специфичные) симптомы. На практике этот признак встречается достаточно редко, так как специфические признаки интоксикации в основном проявляются при относительно высоких уровнях воздействия. Например, типичная для отравлений свинцом клиническая триада (свинцовая кайма, свинцовый колорит, свинцовая колика) в настоящее время практически не наблюдаются у лиц, контактировавших с этим элементом. Гораздо большее диагностическое значение имеет определенное сочетание неспецифических симптомов;
- комбинация неспецифических признаков, симптомов, данных лабораторных исследований, не свойственная известным болезням;
- отсутствие контактных путей передачи, свойственных инфекционным заболеваниям. В ряде случаев в механизме возникновения неинфекционных заболеваний существенную роль могут играть псевдоконтактные пути воздействия. Например, у лиц, проживающих в одной квартире с работниками асбестовых производств, очень высок риск развития опухолей легких и плевры, что обусловлено воздействием асбестовых частиц, переносимых вместе с загрязненной спецодеждой;
- общий источник воздействия у всех пострадавших; связь заболеваний с присутствием химических веществ в одном из объектов окружающей среды;
- обнаружение зависимости доза—ответ: увеличение вероятности развития заболевания и/или возрастание его тяжести с увеличением дозы;
- образование кластеров (сгущений) числа случаев заболеваний, обычно относительно редко встречающихся в популяции. Примером кластера может служить увеличение распространенности заболеваний почек у людей,

проживающих вблизи г. Льеж. Последующие исследования обнаружили связь этих заболеваний с загрязнением почвы кадмием;

- характерное географическое (пространственное) распределение случаев заболеваний. Географическая локализованность свойственна, например, практически всем эндемическим заболеваниям;
- распределение пострадавших по возрасту, полу, социально-экономическому статусу, профессии и другим признакам. Наиболее подверженными заболеванию часто оказываются дети, пожилые люди, больные с той или иной хронической патологией;
- обнаружение подгрупп с повышенным риском заболевания. Такие подгруппы часто могут указывать на патогенетические особенности воздействующего фактора;
- временная связь между заболеванием и воздействием факторов. Необходимо принимать во внимание возможность латентного периода, составляющего от нескольких недель (трикрезилфосфат — параличи, динитрофенол — катаракта) до нескольких десятков лет (диоксины — злокачественные новообразования);
- связь заболеваний с определенными событиями: открытием нового производства или началом выпуска (применения) новых веществ, захоронением промышленных отходов, изменением рациона питания и т. д.;
- биологическое правдоподобие: наблюдаемые изменения подтверждаются данными о патогенезе заболевания, результатами исследований на лабораторных животных;
- обнаружение в крови пострадавших исследуемого химического вещества или его метаболита;
- эффективность мер вмешательства (специфичных профилактических и лечебных мероприятий).

Каждый из перечисленных выше признаков по отдельности не является определяющим и только их совокупность позволяет заподозрить этиологическую роль факторов окружающей среды.

Соотношения воздействия факторов окружающей среды и нарушений состояния здоровья могут быть разными. Наиболее проста для анализа ситуация, когда сам факт воздействия **необходим и достаточен** для возникновения заболевания (например, укус человека больной собакой — риск развития бешенства). В подобных ситуациях фоновый (без изучаемого воздействия) уровень заболеваемости равен нулю.

Воздействие может быть также **необходимым, но не достаточным** для развития заболевания. Например, согласно современным представлениям механизм химического канцерогенеза включает в себя несколько последовательных стадий: инициация (первичное повреждение клетки), промоция (преобразование инициированных клеток в опухолевые клетки), прогрессия (злокачественный рост и метастазирование). Если химическое вещество обладает только промоторными или только инициирующими свойствами, то его воздействия недостаточно для развития рака.

Другим вариантом причинно-следственных взаимоотношений является случай, когда воздействие **достаточно, но не необходимо** для развития заболевания. Например, воздействие бензола способно вызвать развитие лейкоза, но лейкоз может возникнуть и без воздействия этого вещества.

Для развития так называемых экологически обусловленных заболеваний воздействие фактора окружающей среды **недостаточно и не необходимо**. Как уже было отмечено, большинство неинфекционных заболеваний имеют сложную, множественную этиологию и риск их развития зависит от множества разнообразных факторов. Сложность анализа в подобных ситуациях обусловлена тем, что в популяции и без изучаемого фактора окружающей среды отмечается определенный и нередко относительно высокий фоновый уровень заболеваемости, связанный с другими известными или неизвестными причинами.

**Популяционная гигиеническая диагностика** используется для оценки экологической обстановки на различных территориях и выявления риска для здоровья, связанного с определенными вредными предприятиями или другими источниками загрязнения окружающей среды. Под **благоприятной экологической обстановкой** понимается отсутствие антропогенных источников неблагоприятных воздействий на окружающую природную среду и здоровье человека и естественных, но аномальных для данной области (региона) природно-климатических, биогеохимических и других явлений. В зависимости от интенсивности влияния факторов окружающей среды на здоровье населения выделяют **зоны чрезвычайной экологической ситуации** и **зоны экологического бедствия**. Экологическое состояние территорий оценивается по комплексу медико-демографических показателей. В число этих показателей входят перинатальная, младенческая (в возрасте до 1 года) и детская (в возрасте 1–4 лет) смертность, частота врожденных пороков развития, спонтанных выкидышей, структура заболеваемости детей и взрослых и др. Наряду с показателями смертности и заболеваемости анализируют среднюю продолжительность жизни, частоту генетических нарушений в клетках человека (хромосомные аберрации, разрывы ДНК и др.), сдвиги в иммунограмме, содержание в биосубстратах (кровь, моча, волосы, зубы, слюна, плацента, женское молоко и др.) человека токсичных химических веществ.

Наряду с популяционной гигиенической диагностикой существует и **индивидуальная гигиеническая диагностика**, ставящая своей целью выявление причинно-следственных связей между наблюдающимися у конкретного человека нарушениями состояния здоровья и существующими или существовавшими в прошлом потенциально вредными воздействиями факторов окружающей среды. Этот вид гигиенической диагностики важен не только для правильной диагностики, лечения и профилактики заболеваний, но и для установления возможной связи среда–здоровье с целью определения материальных компенсаций ущерба здоровью человека в результате воздействия экологических, в том числе производственных, факторов.

## Характеристика экспозиции факторов окружающей среды

**Экспозиция (воздействие)** — контакт организма человека с химическим, физическим или биологическим агентом. Под **оценкой экспозиции** понимают определение выраженности, частоты, продолжительности и путей воздействия изучаемых факторов окружающей среды. При оценке экспозиции анализируются также природа воздействующего фактора, размеры и характер экспонируемых

популяций. На 1-м этапе оценки экспозиции определяют **характеристику окружающей обстановки** (климат, гидрогеологические условия, растительность, тип почвы и др.) и **характеристику популяций**, потенциально подверженных воздействию (места проживания, виды деятельности, демографический состав, зонирование территории и др.).

2-й этап — **идентификация маршрутов воздействия и потенциальных путей распространения** исследуемого фактора в окружающей среде. Маршрут воздействия — это путь химического вещества (или другого фактора) от источника его образования и выделения в окружающую среду до экспонируемого организма. Маршрут описывает уникальный механизм, посредством которого человек или популяция подвергаются исследуемому воздействию. Полный маршрут воздействия включает в себя источник, воспринимающую среду (т. е. среду, в которую первично поступает химическое вещество), транспортирующие и аккумулирующие среды (среды, посредством которых вещество переносится в другие объекты, трансформируется в другие соединения, накапливается или разрушается), точку воздействия (т. е. ту точку, в которой происходит контакт человека с исследуемым фактором), воздействующие среды (например, питьевая вода, воздух вне и внутри жилища, продукты питания и т. д.), пути поступления или воздействия (ингаляционный, пероральный, перкутанный).

Оценка экспозиции может базироваться на прямых и непрямых (косвенных) методах исследований. К прямым методам относят **индивидуальный мониторинг экспозиций**, предусматривающий непосредственное измерение уровней воздействия исследуемого фактора на конкретного человека, и применение **биологических маркеров**. Биологические маркеры (биомаркеры) подразделяются на биомаркеры экспозиции, биомаркеры эффекта и биомаркеры восприимчивости (схема 3.1).

В качестве **биомаркера экспозиции** чаще всего используют содержание экзогенного химического вещества, его метаболита или продукта взаимодействия между веществом и какой-либо молекулой или клеткой, свидетельствующее о произошедшем воздействии и его уровне. Примеры некоторых биомаркеров экспозиции приведены в табл. 3.1. В последние годы для оценки экспозиции в качестве биомаркеров стали использовать такие чувствительные и специфические тесты, как содержание аддуктов некоторых химических веществ с ДНК,

**Таблица 3.1**. Примеры маркеров экспозиции

| Вещество | Биологический маркер |
|---|---|
| Монооксид углерода | Содержание HbCO в крови |
| Свинец | Содержание свинца в крови |
| Алкогольные напитки | Содержание этанола в выдыхаемом воздухе |
| Летучие органические соединения | Содержание летучих органических веществ в выдыхаемом воздухе |
| Лекарственные средства | Концентрация лекарственного вещества в крови или его метаболита в моче |
| Сигаретный дым | Содержание котинина в моче |
| Пентахлорфенол | Содержание пентахлорфенола в моче |

сывороточным белком, эритроцитами, например аддуктов бенз(а)пирена (при изучении влияния выбросов коксовых печей, оценке риска при употреблении жареного мяса и др.). **Биомаркер эффекта** — показатель, количественно характеризующий биохимическое, физиологическое, поведенческое или иное изменение в организме, степень которого определяет фактическое или потенциальное нарушение здоровья или риск развития болезни.

***Биомаркер восприимчивости*** — показатель врожденной или приобретенной способности организма реагировать на воздействие определенного фактора окружающей среды. Эта разновидность биомаркеров используется при выявлении потенциально сверхчувствительных людей и подгрупп, нуждающихся в повышенном внимании при оценке риска неблагоприятных изменений в состоянии здоровья населения.

**Непрямые (косвенные) методы** оценки экспозиции основаны на использовании данных мониторинга качества окружающей среды и ее отдельных объектов. Мониторинг качества окружающей среды — это периодический или систематический (постоянный) отбор и анализ проб различных объектов среды (вода, атмосферный воздух, продукты питания, почва). При оценке экспозиции с использованием непрямых методов наряду с результатами фактических измерений могут применяться данные, полученные путем математического моделирования распространения загрязнений от источника его образования до точки воздействия. Для характеристики уровней экспозиции в отдельных группах населения в дополнение к методам мониторинга и моделирования используются анкетирование и анализ суточных дневников. Задачей этих методов является сбор информации о факторах экспозиции: времени, проводимом в помещении, на улице, в транспорте, на работе, суточном потреблении питьевой воды и различных продуктов питания и др. На основе данных о содержании исследуемого вещества в каждой из микросред (например, в воздухе жилища, атмосферном воздухе и т.д.) и среднем времени пребывания человека в этих микросредах можно ориентировочно оценить уровни экспозиции изучаемого фактора окружающей среды,

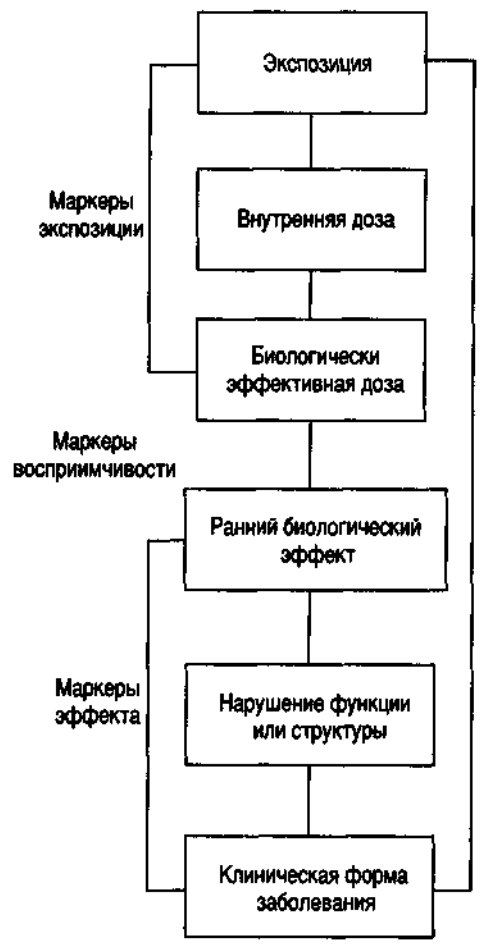



**Схема 3.1.** Типы биологических маркеров (по материалам Комитета по биологическим маркерам, 1987).

а также фактическую суммарную нагрузку различных факторов. Очевидно, что в зависимости от преобладания тех или иных видов деятельности (активности), а также места проживания человека нагрузки могут существенно меняться. В связи с этим для корректной оценки фактических уровней экспозиции в исследуемой популяции существенное значение имеет анализ распределения экспозиций в различных подгруппах (дети определенного возраста, работающие на вредных производствах, домохозяйки и т. д.). Последующее построение зависимости между уровнями экспозиции и числом лиц в популяции, имеющих конкретную экспозицию, позволяет выявить типичные для обследуемого населения уровни воздействия, а также провести их вероятностную оценку.

## Методы диагностики состояния здоровья населения

Изучение состояния здоровья населения в связи с влиянием факторов окружающей среды имеет ряд особенностей, отличающих гигиеническую диагностику от традиционной клинической диагностики. Предметом клинической (нозологической) диагностики являются болезнь, ее тяжесть. Гигиеническая диагностика более многогранна, так как ее конечная цель — это получение убедительных и достоверных данных о состоянии здоровья для последующего сопоставления с уровнями воздействия различных факторов и выявления взаимоотношений среда–здоровье. В связи с этим в зависимости от конкретных задач методы, используемые при гигиенической диагностике состояния здоровья, могут существенно различаться, начиная от относительно грубых оценок по демографическим показателям и заканчивая тонкими и чувствительными (биохимическими, морфологическими, физиологическими) характеристиками адаптационных резервов организма. Основные эффекты, регистрируемые при изучении воздействия факторов окружающей среды, приведены в табл. 3.2.

**Таблица 3.2.** Основные эффекты факторов окружающей среды, регистрируемые в клинических и эпидемиологических исследованиях

| Эффект | Характеристика |
|---|---|
| Смерть | Необратимый исход |
| Болезнь | Сочетание симптомов, физических признаков и результатов лабораторных исследований |
| Нетрудоспособность, ограничение привычной деятельности | Функциональный статус пациентов с точки зрения их способности быть независимыми от других и самостоятельно выполнять свои повседневные функции в быту, во время работы или на отдыхе |
| Преморбидные (бессимптомные, доклинические) состояния | Временно компенсированные, скрытые изменения, выявляемые только с использованием комплекса чувствительных методов |
| Дискомфорт | Симптомы, причиняющие неудобства (усталость, тошнота, неприятный запах, головокружение и др.) |
| Неудовлетворенность жизнью | Нарушения эмоционального и психического состояния (тревожное возбуждение, печаль, гнев и др.) |

В соответствии с определением экспертов ВОЗ **здоровье — это состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов.**

В современной медицине, как правило, основное внимание уделяется негативной компоненте здоровья, т. е. болезни. Не определяется количество здоровья, а констатируется факт его утраты, и здоровье определяется по сути дела как отсутствие болезни (Г.И. Сидоренко, М.П. Захарченко, В.Г. Маймулов, Е.Н. Кутепов). В частности, по тяжести возможные влияния на здоровье подразделяются на **катастрофические** (безвременная смерть, уменьшение продолжительности жизни, выраженное бессилие, инвалидизация, задержка умственного развития, врожденные уродства), **тяжелые** (дисфункция органов, нервной системы, дисфункции развития, поведенческие дисфункции) и **неблагоприятные** (похудение, гиперплазия, гипертрофия, атрофия, изменение активности ферментов, обратимая дисфункция органов и систем и др.). Основными количественными показателями здоровья являются уровень и гармоничность физического развития, функциональное состояние организма и резервные возможности его основных систем, резистентность к различным неблагоприятным факторам, заболевание, дефект физического или психического развития.

Как уже было отмечено, реакции на внешнее воздействие в популяции в большинстве случаев носят вероятностный характер, что обусловлено различиями в индивидуальной чувствительности людей к действию изучаемого фактора окружающей среды. На рис. 3.3 представлен спектр биологического ответа популяции на воздействие факторов окружающей среды. Как видно из рис. 3.3, у наибольшей части популяции в результате экспозиции возникают скрытые формы заболеваний и донозологические состояния, не выявляемые по смертности, обращаемости за медицинской помощью, госпитализированной заболеваемости. Только целенаправленное и углубленное медицинское обследование способно оценить истинное состояние здоровья в экспонированной популяции.

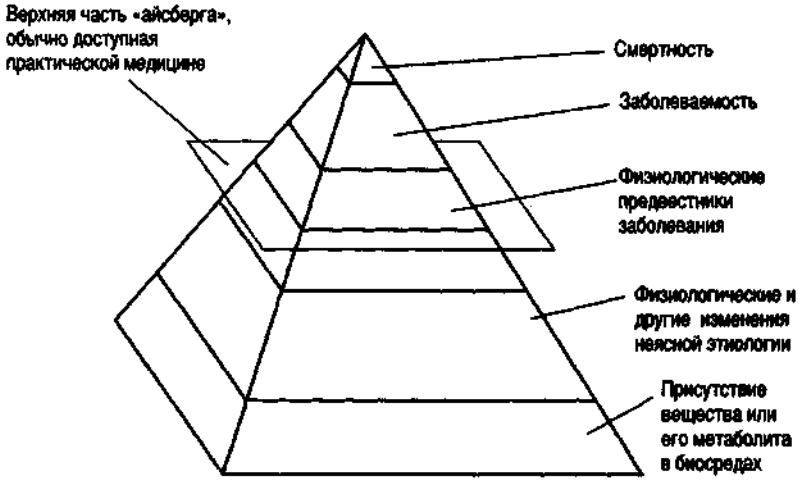



**Рис. 3.3.** Спектр биологического ответа на воздействие факторов окружающей среды.

Гигиеническая диагностика делает акцент на выявлении предболезненных (преморбидных) состояний. Предмет исследования **гигиенической донозологической диагностики** — это здоровье, его величина (Г.И. Сидоренко, М.П. Захарченко, В.Г. Маймулов, Е.Н. Кутепов). Гигиеническая донозологическая диагностика проводится до обращения к врачу и ее цели — оценка состояния адаптационных систем, раннее выявление напряжения или нарушения адаптационных механизмов, которые в дальнейшем могут привести к болезни. Методы диагностики преморбидных состояний весьма разнообразны и включают в себя изучение иммунного статуса человека, состояния регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы, процессов свободнорадикального и перекисного окисления (состояние антиоксидантных систем и перекисного окисления липидов), состояния ферментных систем, психодиагностическое тестирование, применение биомаркеров. Преморбидные состояния отмечаются у относительно большого числа «практически здоровых» людей: у 37,9% обследованных выявляется напряжение механизмов адаптации, у 25,8% — неудовлетворительная адаптация, а у 8,9% — срыв адаптации.

В гигиенической диагностике **обязательны сравнительные оценки** состояния здоровья. Многие так называемые экологически обусловленные заболевания имеют полиэтиологическую природу и сложный многосиндромный характер. Для доказательства их связи с качеством окружающей среды необходимо установить зависимости риска нарушений состояния здоровья от экспозиции и параллельно обследовать контрольные группы, не имеющие отчетливого контакта с изучаемыми факторами.

Важная роль в изучении влияния факторов окружающей среды на здоровье населения принадлежит эпидемиологическим исследованиям. **Эпидемиология окружающей среды** (или экологическая эпидемиология) изучает причины и факторы риска развития заболеваний или других нарушений здоровья у населения, распределение и динамику заболеваний в человеческой популяции в связи с воздействием факторов окружающей среды.

**Методы эпидемиологических исследований.** Ведущим типом эпидемиологических исследований в гигиене окружающей среды является наблюдение за частотой и распространенностью определенных заболеваний в различных группах населения. **Экспериментальные эпидемиологические исследования**, при проведении которых исследователь может активно влиять на условия воздействия изучаемого фактора, по понятным причинам достаточно редко применяются в гигиене окружающей среды.

Методы эпидемиологических исследований подразделяются на описательные и аналитические. Аналитические методы включают в себя экологические исследования, когортные (продольные) и поперечные исследования, а также исследования по схеме случай–контроль.

**Экологические (или корреляционные) исследования** проводятся на популяциях или больших группах людей, подвергающихся воздействию тех или иных факторов окружающей среды. Примером экологического исследования может служить изучение связи между смертностью в городах и уровнями загрязнения атмосферного воздуха. Подобные исследования способны выявить некоторые взаимосвязи между загрязнением окружающей среды и увеличением смертности. Однако в экологических исследованиях невозможно оценить распределение экспозиций среди населения (оценка экспозиции проводится для всей

популяции) и, кроме того, данный тип исследований не учитывает множества смешивающих факторов, характерных для больших и разнородных популяций. В связи с этим экологические исследования способны только выявить существование проблемы, но не могут определить причинно-следственные взаимоотношения заболевания и воздействия факторов окружающей среды.

При продольных исследованиях за изучаемыми группами населения наблюдают в течение определенного времени, иногда достаточно долго. Поперечные (кросс-секционные) исследования отражают состояние изучаемых групп в определенный момент, поэтому поперечные исследования часто называют одномоментными.

Продольные исследования подразделяются на когортные (ретроспективные и проспективные) и исследования по схеме случай — контроль. При планировании исследований по схеме **случай—контроль** формируются как минимум 2 группы обследуемых: лица, у которых имеется изучаемое заболевание («случай») и лица, у которых это заболевание отсутствует («контроль»). Затем в каждой из этих групп устанавливается число людей, подверженных или не подверженных воздействию оцениваемого фактора риска (рис. 3.4). Очевидно, что чем выше в опытной группе («случай») доля лиц с исследуемым фактором, тем с большей уверенностью можно судить о причинной обусловленности данного заболевания. Таким образом, основным вопросом, который можно решить с использованием этого метода, является вероятная причина заболевания (почему одни люди заболевают, а другие нет).

Примером исследований случай—контроль может служить анализ причин тяжелого токсического шокового синдрома, наблюдавшегося в США в 1980 г. у молодых женщин во время менструаций. Исследователи сформировали группы «случай» и «контроль». Женщины каждой группы были опрошены с целью выявления возможных факторов риска токсического шокового синдрома. Как показали результаты опроса, женщины, у которых наблюдался шоковый синдром, в 8 раз чаще по сравнению с контрольной группой использовали гигиенические прокладки «Rely». После запрета продажи изделий этой марки случаев шокового синдрома больше не наблюдалось.

**Когортные (продольные, динамические) исследования** проводятся систематически, непрерывно или через относительно короткие промежутки времени.

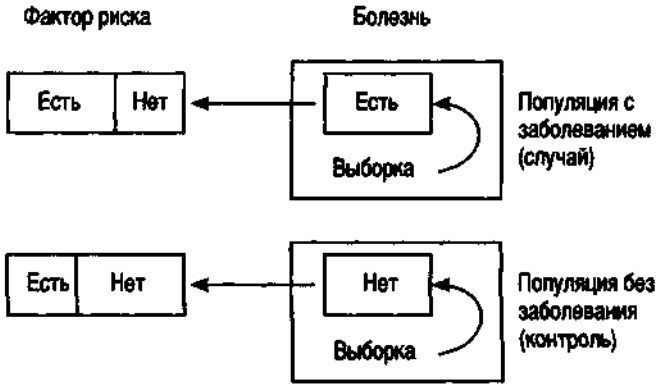



**Рис. 3.4.** Исследование случай–контроль.

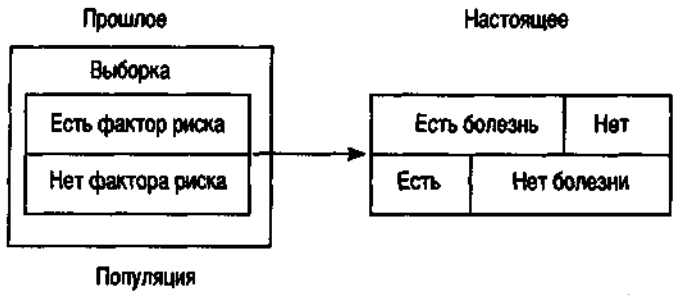



**Рис. 3.5.** Ретроспективное когортное исследование.

Эти исследования делятся на ретроспективные и проспективные. Ретроспективные исследования направлены на поиск причины развития заболевания (от наблюдаемого в данный момент заболевания исследователь переходит к анализу воздействий, бывших в прошлом). Основной задачей проспективных исследований является поиск эффекта (от имеющегося воздействия исследователь переходит к анализу возникающих заболеваний).

Таким образом, при **ретроспективном исследовании** сравниваются между собой группы (когорты) с изучаемым заболеванием и группа людей, у которых заболевание в момент исследования отсутствует. В каждой из исследуемых групп оценивают предшествующие экспозиции анализируемых факторов. Схема ретроспективных исследований приведена на рис. 3.5.

В результате проспективного исследования устанавливается число лиц с заболеванием, у которых в прошлом была анализируемая экспозиция (*a*) или такого воздействия не было (*c*). В группе без заболевания также подсчитывается число людей, подвергавшихся (*b*) либо не подвергавшихся (*d*) изучаемому воздействию. На основе полученных данных рассчитывается частота экспозиции у лиц с заболеванием $a/(a+c)$ и у лиц без заболевания $b/(b+d)$.

При проведении проспективного исследования формируют группы людей, подвергающихся или не подвергающихся анализируемому воздействию. За этими двумя группами устанавливается динамический медицинский контроль и анализируется число лиц, у которых возник (*a*) исследуемый эффект, в группе с экспозицией (*a*) и в группе без экспозиции (*c*), а также число людей в этих группах, у которых эффект не выявлен (соответственно *b* и *d*). Схема планирования проспективного исследования приведена на рис. 3.6.

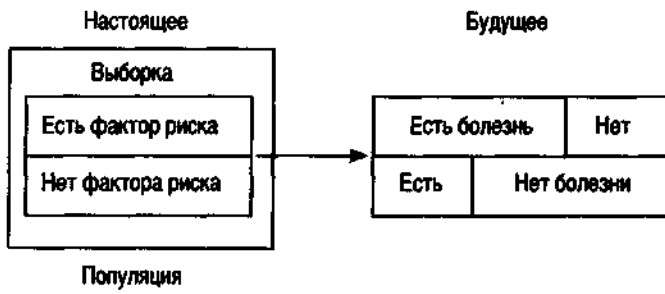



**Рис. 3.6.** Проспективное когортное исследование.

**Таблица 3.3.** Показатели, анализируемые в когортных исследованиях

| Экспозиция | Есть заболевание | Нет заболевания | Сумма |
|---|---|---|---|
| Есть экспозиция | $a$ | $b$ | $a+b$ |
| Нет экспозиции | $b$ | $d$ | $c+d$ |
| Сумма | $a+c$ | $b+d$ | – |

На основе результатов проспективного исследования рассчитывают частоту заболеваний в группе с экспозицией $a/(a+b)$ и частоту заболеваний в группе без экспозиции $c/(c+d)$. В обобщенном виде перечисленные показатели приведены в табл. 3.3.

При **поперечных исследованиях** фиксируется состояние (наличие заболеваний и экспозиций) исследуемой популяции (городское население, рабочие определенных производств, обращающиеся за медицинской помощью и др.) в определенный момент. Данные исследования позволяют относительно быстро выявить проблемы, требующие более углубленного изучения. В некоторых ситуациях (например, при анализе заболеваний, редко встречающихся в общей популяции) поперечные исследования могут существенно помочь в установлении причинно-следственных отношений, но в большинстве случаев эти исследования недостаточны для доказательства связи между нарушениями состояния здоровья и воздействием факторов окружающей среды. Более того, подобные исследования очень часто становятся источником неверных заключений о причинах развития тех или иных заболеваний, что обусловлено трудностью интерпретации истинных влияний факторов, воздействием смешивающих или не учтенных в анализе факторов. Кроме того, поперечные исследования не позволяют получать количественные характеристики риска развития заболеваний, а также устанавливать зависимость экспозиция–ответ.

**Эпидемиологический риск.** Основным количественным параметром, получаемым в эпидемиологических исследованиях, является **относительный риск** (***RR***) — отношение частоты заболеваний среди экспонируемых и не экспонируемых людей:

$$RR = \frac{a/(a+b)}{c/(c+d)}.$$

Другим количественным эпидемиологическим параметром является **атрибутивный риск** (*AR*) — доля абсолютного риска, которая может быть связана с воздействием исследуемой экспозиции:

$$AR = \left(\frac{a}{a+b} - \frac{c}{c+d}\right) \cdot 100.$$

Таким образом, относительный риск отражает вероятность более частого возникновения заболевания или другого нарушения здоровья в результате воздействия неблагоприятных экологических факторов. Атрибутивный риск определяет долю экологически обусловленного риска и представляет собой вероятность развития заболевания или другого нарушения здоровья (в процентах общего числа этих заболеваний или нарушений здоровья на данной

территории), связанную с исследуемым фактором. Относительный риск, близкий к единице, свидетельствует об отсутствии влияния исследуемого фактора на развитие заболевания. Чем значительнее величина риска превышает единицу, тем более сильное влияние данный фактор оказывает на риск возникновения нарушений состояния здоровья. При относительном риске, достоверно меньшем единицы, фактор дает защитный эффект.

В качестве примера расчета относительного риска можно привести результаты динамических наблюдений с 1951 по 1961 г. за состоянием здоровья 34 445 английских врачей-мужчин. В этих исследованиях изучалось влияние табакокурения на риск развития рака легких. Смертность от рака легких у некурящих врачей составила 7 на 10 000. При расчетах относительного риска смерти от рака у курильщиков показано, что при ежедневном выкуривании 10 сигарет риск возрастает почти в 8 раз (54/7 = 7,7), при выкуривании одной пачки он увеличивается в 20 раз (139/7 = 19,9), более одной пачки — в 32 раза (227/7 = 32,4).

В исследованиях случай–контроль нельзя оценить вероятности развития заболеваний, так как при этой схеме исследования сравниваются группы людей, имеющих данное заболевание или не имеющих его. Количественным показателем относительного риска в этих исследованиях является так называемое **отношение шансов** (*OR*) — отношение долей лиц, имевших исследуемую экспозицию, в группах «случай» и «контроль» (рис. 3.7). Например, если 6 из 10 детей, больных лейкемией, пользовались водой из исследуемого загрязненного колодца, то величина шанса в опытной группе составит 6:4. Предположим, что в контрольной группе (дети, не страдающие лейкемией) величина шанса равна 3:7. Отношение шансов в данном исследовании составит $OR = 6/4 : 3/7 = 3{,}5$. Полученная величина *OR* свидетельствует, что риск развития лейкемии при употреблении загрязненной воды увеличивается в 3,5 раза.

При проведении эпидемиологических исследований чрезвычайно важное значение имеет тщательный контроль всех возможных неучтенных влияний и ошибок, способных исказить результаты исследований и конечные выводы. Наиболее сильно влияют на результаты случайные и систематические ошибки, а также смешивающие факторы. **Случайные ошибки** возникают вследствие вариабельности любой популяции, например межиндивидуальных, половых, возрастных различий в чувствительности к действию факторов окружающей среды. Случайную ошибку можно уменьшить путем увеличения численности обследуемых групп и уменьшения различий между группами (по всем факторам, кроме исследуемых). В частности, с этой целью широко используется метод формирования исследуемых групп «копия–пара», когда каждому обследуемому в опытной группе подбирается одинаковый по большинству признаков контрольный индивидуум («копия»).

**Систематические ошибки** могут быть **ошибками отбора** (сравниваемые группы явно не идентичны по ряду характеристик) и **ошибками наблюде-**

| | | Случай | Контроль |
|---|---|---|---|
| Фактор риска (экспозиция) | + | *a* | *b* |
| | – | *c* | *d* |

$$OR = \frac{ad}{bc}$$

**Рис. 3.7.** Отношение шансов.

**ний** (например, более углубленное изучение состояния здоровья или экспозиций в какой-то одной группе по сравнению с другими группами).

Сильное влияние на достоверность результатов исследований могут оказывать так называемые **смешивающие факторы** — факторы, дающие такой же эффект, что и изучаемый фактор. Смешивание наиболее вероятно при изучении полиэтиологических заболеваний, ассоциирующихся с воздействием ряда факторов. Например, при изучении роли потребления кофе в формировании риска приступов стенокардии смешивающим фактором является табакокурение, так как потребление кофе у многих лиц сопровождается курением.

## Диагностика связи между воздействием факторов окружающей среды и состоянием здоровья населения

Установление причинно-следственных связей между воздействием исследуемых факторов и состоянием здоровья отдельного человека или исследуемой популяции является завершающим, наиболее сложным и ответственным этапом гигиенической диагностики влияния окружающей среды на здоровье человека.

В основе этой диагностики лежит всесторонний качественно-логический анализ данных о продолжительности, режиме и интенсивности воздействия исследуемых факторов, материалов, полученных при углубленном, целенаправленном обследовании состояния здоровья, сведений о специфике и механизме действия анализируемых и близких к ним факторов. A.B. Hill (1965) в качестве критериев установления причинно-следственных связей между факторами окружающей среды и состоянием здоровья населения предложил использовать следующие показатели:

- **сила статистической связи** между изучаемым фактором и наблюдающимися изменениями в состоянии здоровья. Эта связь должна быть достаточно сильной, чтобы можно было дифференцировать влияние исследуемых факторов с другими возможными воздействиями; воздействие должно быть связано с относительно высоким риском развития заболевания, а связь между причиной и следствием должна быть выраженной и статистически значимой. В противном случае нельзя дифференцировать влияние исследуемого фактора и других возможных этиологических и модифицирующих факторов;
- **специфичность связи** (определенные факторы — определенные эффекты). Определение, приводит ли данная причина к специфическому эффекту. В идеале одна причина должна вызвать один эффект. Однако некоторые факторы, например табакокурение, могут приводить к ряду заболеваний: хроническому бронхиту, раку легких, раку мочевого пузыря, а также выступать в роли факторов риска многих других заболеваний (например, сердечно-сосудистой системы);
- **достоверность**. Получаемые выводы опираются на правильную постановку исследования, учитывают мешающие факторы и имеют достаточную достоверность;

- **зависимость «экспозиция—эффект»** (риск развития исследуемого эффекта должен возрастать с увеличением экспозиции);
- **зависимость «время—эффект»** (воздействие должно всегда предшествовать эффекту); у некоторых факторов окружающей среды эта зависимость имеет лаг — моменты воздействия и эффект отдалены друг от друга. Величина лага может колебаться в очень широких пределах: от 1—2 сут при действии некоторых химических загрязнений атмосферного воздуха до 20—30 лет при контакте с некоторыми канцерогенными факторами;
- **биологическое правдоподобие связи** (соответствие связи общебиологическим представлениям и существующим данным об этиологии и патогенезе исследуемого эффекта);
- **постоянство связи** (исследуемая связь должна наблюдаться в других правильно спланированных исследованиях);
- **аналогия** (соответствие полученных данных сведениям о воздействии других, близких по механизму действия факторов) — параллели с другими хорошо изученными причинно-следственными взаимоотношениями. Рассматриваемая ассоциация согласуется с другими научными данными и результатами, полученными в эксперименте;
- **обратимость (эффективность мер вмешательства)** — устранение или снижение уровня воздействия исследуемого фактора должно приводить к снижению риска развития наблюдаемого эффекта.

Приведенные выше критерии далеко не равнозначны и не все обязательны для констатации связи среда—здоровье. На достоверность выводов о наличии этой связи существенно влияет корректность плана эпидемиологических, клинических и гигиенических исследований. Наиболее типичная ошибка в подобных исследованиях состоит в недостаточном учете других, сильно влияющих на изучаемую связь факторов (например, образа жизни, вредных привычек и др.). Эти смешивающие факторы могут существенно искажать представление об опасности исследуемого фактора. Другой нередко встречающейся на практике ошибкой является так называемое экологическое заблуждение, когда вывод о достоверной связи между воздействием факторов окружающей среды и наблюдаемыми изменениями в состоянии здоровья населения делается на основе усредненных оценок экспозиций и показателей здоровья для относительно большого контингента населения (например, населения крупного промышленного центра). Подобная ошибка типична для проспективных когортных исследований, в которых не учитываются смешивающие факторы (возраст, пол, масса тела и др.) и неравномерность распределения индивидуальных экспозиций (рабочие какого-то одного вредного цеха могут иметь такие высокие уровни экспозиции и значения риска, которые способны существенно исказить обобщенные данные для всей обследуемой территории).

При выявлении связей среда—здоровье необходимо также помнить о возможности чрезвычайно выраженных различий в индивидуальной чувствительности различных контингентов населения к действию факторов окружающей среды. Эти различия могут быть обусловлены как генетическими факторами, так и возрастом, полом, образом жизни обследуемых, предшествующими заболеваниями и др. Выраженность этих индивидуальных различий нередко может достигать экстремальных значений. Так, известно, что диапазон колеба-

ний индивидуальной чувствительности к развитию рака составляет от 36 до 50 000 раз. К действию типичных загрязнений атмосферного воздуха (диоксид азота, диоксид серы) особо чувствительны дети и лица пожилого возраста, а также больные с хроническими заболеваниями органов дыхания и сердечно-сосудистой системы. Чувствительность к действию атмосферного озона возрастает у больных бронхиальной астмой и лиц, выполняющих физическую нагрузку. К действию монооксида углерода особо чувствительны больные с гипоксией. Риск преждевременной смерти при воздействии взвешенных в воздухе частиц наиболее высок у пожилых, больных хроническими заболеваниями органов дыхания и сердечно-сосудистой системы. Канцерогенный эффект асбеста резко увеличивается у курильщиков. К действию нитратов наиболее чувствительны новорожденные.

Однако вывод об исключительной чувствительности определенных групп населения к действию всех факторов окружающей среды неправомерен. Например, дети по сравнению со взрослыми наименее подвержены риску патологии почек при интоксикации кадмием, фтористыми соединениями и ртутью.

В процессе анализа врач не должен забывать и о возможном влиянии других факторов. Типичным примером таких влияний может служить нередко наблюдаемый «оздоровительный эффект» вредных условий труда («**эффект здоровых рабочих**»), когда у работников, занятых во вредном производстве, показатели здоровья оказываются существенно выше, чем у населения в целом. Причина этих различий связана, во-первых, с большей резистентностью организма лиц трудоспособного возраста, прошедших перед приемом на работу медицинские осмотры (в процессе которых были «отбракованы» люди с повышенной чувствительностью к действию производственных факторов), а во-вторых, тем, что в результате периодических медицинских осмотров могут удаляться (перевод на другую работу) работники с начальными признаками нарушений состояния здоровья.

При исследовании риска сердечно-сосудистых заболеваний и влияния на него курения можно получить парадоксальный результат: среди больных курение распространено меньше, чем среди здоровых, отсюда следует вывод, что курение защищает от сердечно-сосудистых заболеваний. На самом деле люди, у которых возникло заболевание, как правило, по настоянию врача сразу же бросают курить.

Приведенные примеры подчеркивают важность углубленного анализа всего сложного комплекса взаимосвязанных и взаимомодифицирующих факторов в процессе гигиенической диагностики связей среда–здоровье.

Важная роль в установлении связей среда–здоровье принадлежит выявлению и анализу зависимостей доза–эффект.

Для нестохастических факторов с порогом вредного действия зависимость эффекта от дозы имеет S-образный характер и изображается в специально подобранных координатах (рис. 3.8). Многие канцерогенные агенты не имеют порога действия (рис. 3.9) и их зависимость доза–эффект проходит через ноль. Иными словами, риск канцерогенных эффектов отсутствует только при нулевом значении дозы.

Для оценки параметров риска воздействия таких канцерогенов осуществляется линейная экстраполяция наименьшей из установленных в эксперименте

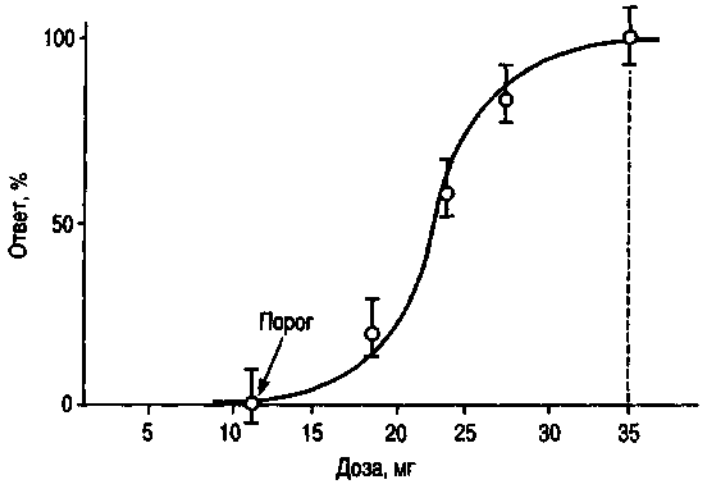



Рис. 3.8. Зависимость доза–ответ для неканцерогенных факторов.

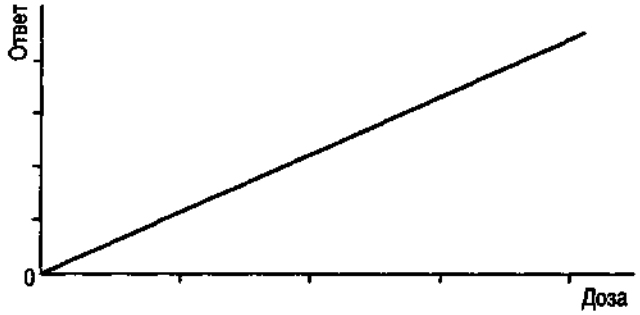



Рис. 3.9. Зависимость доза–ответ для канцерогенов.

Рис. 3.10. Установление факторов канцерогенного потенциала.

или эпидемиологических исследованиях доз на нулевую дозу (рис. 3.10). Наклон этого линейного участка отражает канцерогенный потенциал исследуемого фактора окружающей среды. Факторами канцерогенного потенциала являются так называемый фактор наклона (*SF*) и единичный риск (*UR*). Величина *SF* отражает степень увеличения канцерогенного риска при возрастании воздействующей дозы, единицей измерения *SF* чаще всего является $(мг/кг)^{-1}$. Единичный риск характеризует канцерогенный риск, связанный с концентрацией вещества в воздухе 1 мкг/м$^3$ или его концентрацией в питьевой воде 1 мкг/л. *UR* рассчитывается путем деления *SF* на массу тела человека (70 кг) и умножения на объем легочной вентиляции (20 м$^3$/сут) или суточное потребление воды (2 л).

Значения *UR* и *SF* позволяют прогнозировать величины канцерогенных рисков при конкретных значениях экспозиции. Например, если средняя ежедневная концентрация вещества, воздействующая на человека на протяжении всей жизни, составляет *C* (в мкг/л для воды или в мкг/м$^3$ для воздуха), то индивидуальный (дополнительный к фоновому) риск развития рака будет равен:

$$IR = UR \cdot C.$$

Если известна численность (*N*) популяции, подверженной воздействию вещества в концентрации *C*, то можно рассчитать и популяционный риск — число дополнительных (к фоновому уровню) случаев рака в данной популяции:

$$PR = IR \cdot N.$$

Для производственных воздействий в приведенные формулы вносят поправки, отражающие различия в факторах экспозиции. Так, для 8-часового рабочего дня и 40-летнего производственного стажа (при 240 рабочих днях в году и средней величине легочной вентиляции за смену 10 м$^3$) единичный риск ($UR_{oc}$) составит:

$$UR_{oc}\ (м^3/мкг) = URi \cdot 1240/365 \cdot 40/70 \cdot 10/20 = 0{,}188 \cdot UR.$$

Отсюда индивидуальный риск развития рака за производственный стаж будет равен: $IR = C \cdot UR_{oc}$, где *C* — средняя концентрация химического вещества за весь период производственной деятельности.

При анализе связей среда—здоровье наряду с зависимостями доза—эффект следует устанавливать и зависимости эффекта от времени и продолжительности воздействия. В частности, необходимо учитывать возможность существенного изменения неблагоприятных эффектов при острых и хронических воздействиях, а также так называемый лаг — сдвиг эффекта по отношению к моменту воздействия исследуемого фактора.

При убедительной доказанности связей среда—здоровье становятся возможными получение и практическое использование количественных соотношений между риском развития исследуемых нарушений состояния здоровья населения и уровнями экспозиции факторов окружающей среды. Вместе с тем сами эти соотношения при их достаточной убедительности и обоснованности становятся одним из важных критериев и инструментов для выявления вклада исследуемого фактора в риск развития изучаемого заболевания. Математиче-

ские методы анализа позволяют перейти от качественной к количественной оценке воздействия факторов окружающей среды, дать обоснованный прогноз изменений состояния здоровья в связи с санитарным состояниям окружающей среды, определить приоритетные направления профилактических мероприятий. Для этих целей наиболее пригодны методы многофакторного анализа, при помощи которых можно установить зависимость изучаемого показателя от нескольких одновременно действующих факторов, например, зависимость обращаемости за скорой медицинской помощью от концентраций определенных загрязнений атмосферного воздуха, погодных условий и возраста людей. В общем, упрощенном виде многофакторную зависимость можно изобразить следующим уравнением:

$$Y = a + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + \ldots + b_n \cdot X_n,$$

где $Y$ — исследуемый показатель состояния здоровья, $X_1$, $X_2$... $X_n$ — анализируемые факторы, $b_1$, $b_2$... $b_n$ — коэффициенты регрессии, величина и знак которых определяют силу и направленность действия фактора, $a$ — свободный член уравнения, отражающий фоновый показатель состояния здоровья, который теоретически будет наблюдаться при полном нивелировании всех учтенных в модели факторов. В качестве значений $X_i$ могут выступать не только исследуемые факторы окружающей среды, но и потенциальные смешивающие факторы (например, число выкуриваемых в день сигарет, возраст и др.).

Для специфически действующих факторов чаще всего используют одномерные модели доза–ответ, которые отражают зависимость риска развития определенного заболевания от величины экспозиции вредного фактора, например вероятность нарушений интеллекта у детей (табл. 3.4) или развития гипертензии у взрослых в зависимости от концентрации свинца в крови.

Для отдельных наиболее распространенных загрязнений атмосферного воздуха (взвешенные частицы, озон, диоксид серы, диоксид азота) установлена зависимость относительного риска или процентного прироста некоторых видов нарушений состояния здоровья населения на каждые 10 мкг/м$^3$ вредного вещества. На рис. 3.11 представлена зависимость различных нарушений состояния здоровья в зависимости от концентрации взвешенных частиц диаметром менее 10 мкм.

**Таблица 3.4**. Оценка содержания свинца в крови у детей

| Содержание свинца в крови, мкг/100 мл | Оценка |
|---|---|
| 0–9 | Нормальный уровень |
| 10–19 | Повышенный уровень. Если уровень свинца в крови остается в этом диапазоне, то возможны изменения поведения и обучения детей |
| 20–44 | Повышенный уровень. Некоторые дети нуждаются в лечении |
| 45–69 | Содержание свинца опасно для здоровья ребенка |
| Более 70 | Требуется неотложное медицинское вмешательство |

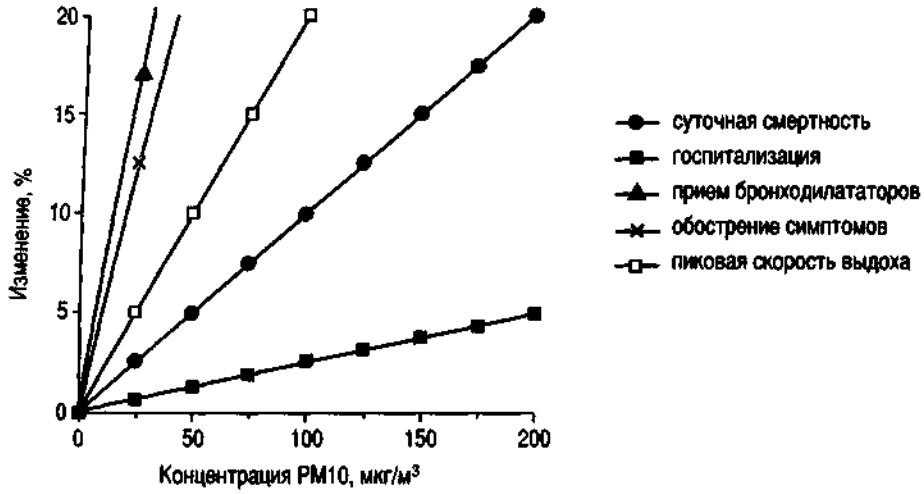



**Рис. 3.11**. Связь между нарушениями состояния здоровья и концентрацией PM10.

Прогноз риска воздействия факторов, обладающих порогом действия, определяют путем сопоставления фактических уровней экспозиции с так называемыми **референтными уровнями воздействия** — дозами (*RfD*) или концентрациями (*RfC*) химических веществ, не оказывающими вредного воздействия на здоровье даже в случае пожизненного контакта. Величина *RfD* устанавливается на основе определения максимальной дозы, при которой эффект не обнаруживается (*NOAEL*), и минимальной дозы, дающей исследуемый биологический эффект (*LOAEL*). Соотношения этих величин показаны на рис. 3.12. В связи с тем, что величина *NOAEL* в силу влияния различных неучтенных факторов может отличаться от истинной неэффективной дозы для наиболее

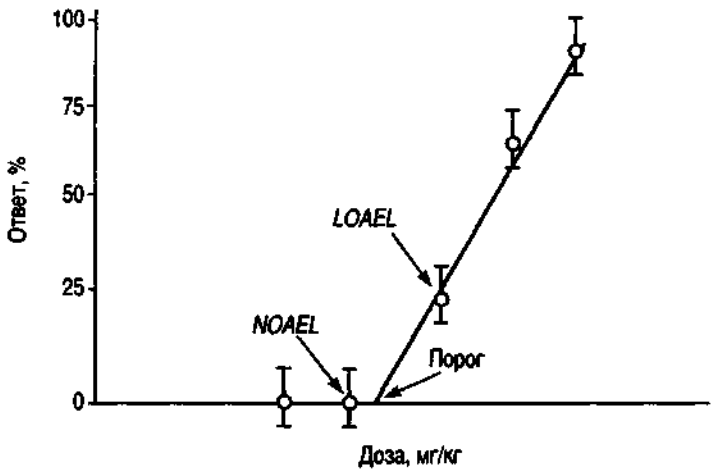



**Рис. 3.12**. Соотношение между *LOAEL* и *NOAEL*.

чувствительной группы населения, при переходе от *NOAEL* к *RfD* вносится поправка:

$$RfD = NOAEL/(UF \cdot MF),$$

где *UF* — фактор неопределенности, учитывающий влияние различных ошибок на корректность установления *NOAEL* (например, различия в индивидуальной чувствительности, использование *LOAEL* вместо *NOAEL* и др.), *MF* — модифицирующий фактор, отражающий полноту и надежность данных, использованных при установлении *NOAEL*.

Мерой риска для здоровья при использовании *RfD*(*RfC*) является соотношение фактической и референтной экспозиции: $HI = C/RfD$, где *HI* — индекс опасности, *C* — фактическая экспозиция. Чем больше величина *HI* превосходит единицу, тем более вероятны вредные влияния на здоровье.

Для целей гигиенической диагностики величина *HI* недостаточна, так как она позволяет проводить только сравнительную ориентировочную характеристику риска (риск больше, риск меньше). В связи с этим, кроме величин *RfD*, *HI*, в анализе желательно использовать сведения о **профиле воздействия** исследуемого фактора — вредных эффектах во всем диапазоне доз, начиная от смертельных при однократных воздействиях и заканчивая дозами или концентрациями, не дающими вредных эффектов при пожизненных экспозициях.

## Элементы гигиенической диагностики в практической работе врача лечебного профиля

Правильная диагностика, лечение и профилактика заболеваний, связанных с воздействием факторов окружающей среды, требуют от практического врача знаний основ гигиенической диагностики и клинической картины известных экологически обусловленных заболеваний. При симптомах или синдромах, позволяющих заподозрить влияние факторов окружающей среды, врач в процессе сбора анамнеза должен обратить внимание на все возможные факторы риска, например контакты с вредными факторами (химические вещества, ионизирующее излучение, шум, температура воздуха и др.) в производственных условиях, потенциальные контакты с вредными факторами в домашних условиях (расположенные вблизи вредные предприятия, качество питьевой воды, состояние здоровья лиц, проживающих в одной квартире с больным, отделка помещений, домашние животные и т.д.). В случае необходимости врач должен запросить из центра санэпиднадзора дополнительные сведения о качестве питьевой воды, атмосферного воздуха, почвы, условиях труда на предприятии, где работает больной. Сведения о характере вредного действия производственных факторов врач может получить из **Карты химической безопасности** (за рубежом они носят название **MSDS**), разрабатываемой для каждого химического вещества или химического продукта и содержащей сведения о токсичности, опасности, поражаемых органах и системах, клинической картине острых и хронических отравлений, необходимых лечебных и профилактических мероприятиях.

## Некоторые заболевания, связанные с воздействием факторов окружающей среды

**Акродиния** (больные конечности, розовая болезнь, болезнь Свифта, болезнь Феера, полинейропатическая эритродермия) — заболевание, обусловленное повторными воздействиями ртути. Сопровождается дегенеративными изменениями ЦНС, хроматолизисом клеток коры головного мозга и мозжечка. Клинические проявления включают в себя ишемию, цианоз пальцев, повышенную потливость, пиодермию. Возможна гангрена пальцев.

При отравлениях ртутью наблюдаются изменения в желудочно-кишечном тракте, обусловленные образованием преципитатов ртути с белком слизистых оболочек кишечника и приводящие к кишечным расстройствам, потере жидкости и электролитов. Ртуть поражает капилляры с развитием отека тканей. Особенно чувствительны к действию этого элемента быстрорастущие ткани. При ртутных интоксикациях возможно выпадение зубов. Интоксикация ртутью проявляется изменениями ЦНС и периферической нервной системы. Распространенное в западных странах выражение «глуп, как шляпочник» имеет истоки в прошлом веке, когда для производства фетровых шляп использовались соединения ртути. Первыми признаками меркуриализма являются повышенная утомляемость, слабость, сонливость, апатия, эмоциональная неустойчивость, головные боли, головокружения («ртутная неврастения»), тремор, повышенная психическая возбудимость («ртутный эретизм»), ослабление памяти, учащенное мочеиспускание, нарушения сердечно-сосудистой системы (в результате воздействия на вегетативную нервную систему). Поражения периферической нервной системы, как правило, протекают по типу множественных невралгий, полиневритов. При тяжелых интоксикациях возможно развитие ртутной энцефалопатии. Длительное воздействие малых доз и концентраций ртути может приводить к микромеркуриализму. Это неврастенический синдром с признаками вегетативной дисфункции, нарушения нервно-психической сферы, мелкий и частый тремор пальцев, кровоточивость десен, гингивиты, ртутная кайма на деснах (по типу «свинцовой каймы»). Ртуть оказывает эмбриотоксическое действие (увеличение частоты самопроизвольных выкидышей, мастопатии). У лиц, страдающих меркуриализмом, повышен риск атеросклеротических явлений (коронарные нарушения, миокардиодистрофия, гипертензия). Надежным диагностическим признаком интоксикации ртутью является определение содержания этого элемента в крови и моче. Однако возможно так называемое носительство ртути, когда повышение содержания данного элемента в биосубстратах не сопровождается отчетливыми клиническими признаками интоксикации. Подобные лица с потенциально высоким риском нуждаются в тщательном динамическом медицинском наблюдении.

**Болезнь Минимата** — заболевание, наблюдавшееся с 1953 по 1966 г. у населения, проживающего на побережье залива Минимата Бей. Связано с поступлением в залив сточных вод производства ацетальдегида и винилхлорида, содержащих ртуть.

Болезнь Минимата впервые была официально зарегистрирована в 1956 г. у людей, проживающих около залива Минимата в юго-западной части Японии. В 1959 г. была доказана связь заболевания с употреблением рыбы, загрязнен-

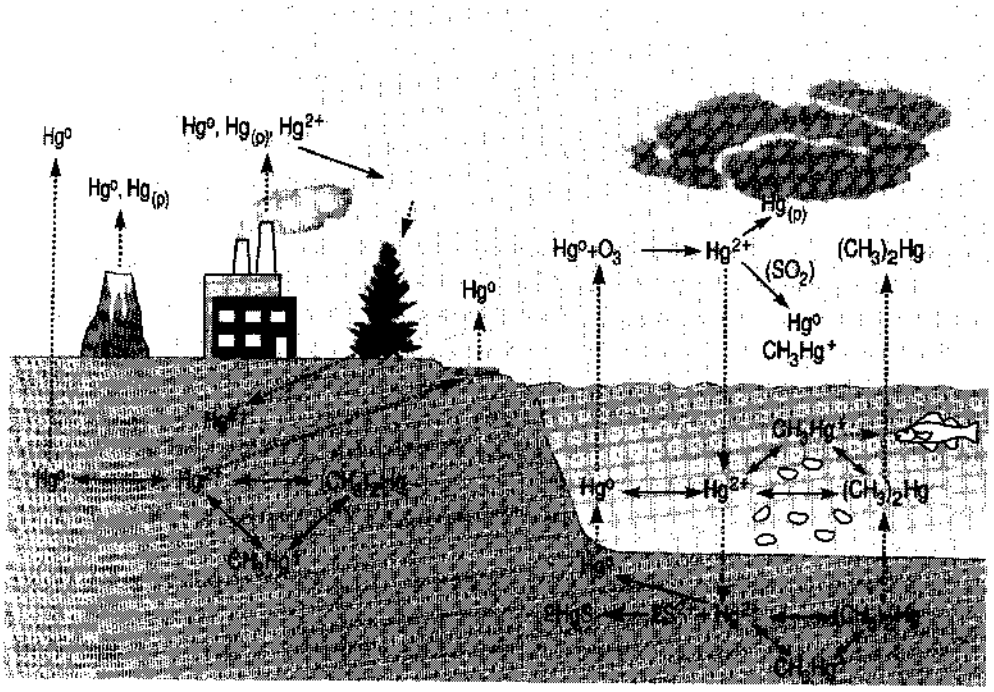



**Рис. 3.13.** Трансформация ртути в биосфере.

ной ртутью. Ртуть поступала в морской залив со сточными водами завода по производству ацетальдегида и поливинилхлорида. В морской воде и в водных организмах неорганическая ртуть в результате метилирования переходила в метилртуть (рис. 3.13).

Содержание хлорида метилртути в рыбе, выловленной в загрязненной морской зоне, достигало 50 ч/млн, в креветках — 85 м/млн. В результате употребления морских продуктов в общей сложности пострадало 17 тыс. человек, у 121 пострадавшего наблюдалось острое тяжелое отравление, 46 человек умерли. Всего с 1956 г. от отравления умерли 1022 человека, а 752 до сих пор страдают от его последствий. У собак, кошек, свиней, крыс («крысиное бешенство») и птиц, обитающих вблизи залива, развились классические клинические симптомы отравления, и многие животные погибли.

Заболевание начиналось с появления чувства онемения в конечностях и в области рта, развития сенсорных расстройств, затруднения движений рук (наиболее отчетливо проявляющемся при письме, попытках взять какие-либо предметы и др.). Кроме того, у пострадавших отмечались нарушения координации движений, слабость и тремор, замедление и неясность речи, атаксическая походка, ухудшение зрения и слуха. Эти симптомы постепенно усиливались и в дальнейшем к ним присоединялись общий паралич, затруднение глотания, конвульсии. При тяжелом отравлении наступала смерть. В результате трансплацентарного перехода метилруть проникает в организм плода и вызывает атрофию клеток коры головного мозга и мозжечка. Врожденная болезнь Минимата по клинической картине сходна с детским церебральным параличом.

Эпидемиологические признаки экологической обусловленности болезни Минимата:

- почти все пострадавшие проживали в одной и той же области вблизи залива Минимата;
- болезнь наиболее часто встречалась у рыбаков и членов их семей;
- заболевание наблюдалось у людей всех возрастных групп, кроме новорожденных;
- частота заболеваний была одинакова у мальчиков и девочек, но среди взрослых заболевание чаще встречалось у мужчин;
- временной интервал между возникновением заболевания у членов одной и той же семьи существенно различался и мог составлять от нескольких дней до нескольких лет;
- смертность была высокой;
- наблюдавшиеся заболевания не были связаны с сельскохозяйственными продуктами и питьевой водой;
- все пострадавшие употребляли в пищу морские продукты (рыба, устрицы), добытые в заливе Минимата;
- в период вспышки заболеваний сходные признаки отравления наблюдались у кошек.

Экологическая обусловленность болезни Минимата была подтверждена: эпидемиологическими признаками; клиническими наблюдениями: исследованиями содержания ртути и метилртути в объектах окружающей среды; результатами изучения содержания ртути в биосубстратах пострадавших; сходством клинической картины заболевания с клиникой отравлений органическими соединениями ртути (табл. 3.5); результатами моделирования интоксикации у лабораторных животных (кормление рыбой, пойманной в заливе). Случаи болезни Минимата могут встречаться среди населения (особенно среди детей),

**Таблица 3.5.** Дифференциальная диагностика болезни Минимата

| Симптомы | Болезнь Минимата | Отравления | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | органическими соединениями ртути | неорганической ртутью | таллием | марганцем |
| Гибель нервных клеток: | | | | | |
| гранулезных клеток мозжечка | +++ | +++ | – | – | – |
| area striata | +++ | +++ | – | – | – |
| коры головного мозга | ++ | ++ | – | – | – |
| ядер головного мозга | + | + | + | – | +++ |
| Дезинтеграция периферических нервов | ± | ± | ++ | +++ | –(+) |
| Геморрагия, отек | +++ | +++ | ++ | ++ | ++ |
| Дегенерация клеток печени | –(+) | –(+) | ++ | + | ++ |
| Дегенерация клеток почек | –(+) | –(+) | +++ | ++ | ± |
| Гипоплазия костного мозга | + | + | + | – | – |
| Воспаление кишечника | + | + | +++ | ++ | – |

**Таблица 3.5.** *Окончание*

| Симптомы | Болезнь Минимата | Отравления | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | органическими соединениями ртути | неорганической ртутью | таллием | марганцем |
| *Основные клинические симптомы:* | | | | | |
| Атаксия | +++ | +++ | –(+) | +++ | + |
| Дизартрия | +++ | +++ | + | ± | ± |
| Сужение полей зрения | +++ | +++ | – | – | – |
| Очаговое выпадение поля зрения (центральная скотома) | – | – | – | +++ | – |
| Нарушения интеллекта | + | + | – | + | – |
| Pallidum syndrome | (+) | (+) | + | –(+) | +++ |
| Полинейропатия | + | + | ++ | +++ | – |
| Поражение печени и почек | –(+) | –(+) | +++ | ++ | ++ |

проживающего вблизи предприятий, длительно загрязняющих окружающую среду соединениями ртути.

Только через 40 лет после появления первых признаков экологического бедствия рыба и моллюски в заливе Минимата были признаны безопасными для здоровья.

## Воздействие полихлорированных бифенилов

С воздействием полихлорированных бифенилов (ПХБ) связано развитие **болезни Юшо** (Япония, 1968) или **болезни Ю-Ченг** (Ю-Ченг, болезнь рисового масла, о. Тайвань, 1979). В Японии воздействию ПХБ подверглось 1800 человек, употреблявших в пищу рис, загрязненный трансформаторным маслом. У пострадавших только развились хлоракне. Воздействию ПХБ на о. Тайвань всего подверглось около 2000 человек. Поражение было вызвано употреблением в пищу рисового масла, загрязненного канехлором-400 в концентрации 2000–3000 мг/кг. ПХБ, использовавшиеся в качестве теплопроводного материала, попали в продукт в процессе производства через мельчайшие эрозированные отверстия в трубах. Ранними признаками заболевания были увеличение и гиперсекреция мейбомиевых желез глаз, набухание век, пигментация ногтей и слизистых оболочек, слабость, тошнота, рвота. За этими симптомами обычно следовали гиперкератоз и потемнение кожи с появлением хлоракне (угреподобной сыпи), часто осложнявшихся вторичной стафилококковой инфекцией. У некоторых больных отмечался отек рук и ног. Признаков поражения печени не наблюдалось, но в крови была повышена активность щелочной фосфатазы и трансаминаз. У некоторых лиц с болезнью Юшо отмечались чувство онемения в руках и ногах, замедление проведения нервных импульсов в периферических чувствительных нервах. Дети, родившиеся у матерей с болезнью Юшо, имели пониженную массу и длину тела. Нейротоксическое дей-

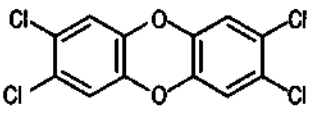
ствие на плод проявилось в снижении интеллекта, гиперактивности, нарушении поведения. Изменения постепенно прогрессировали. Спустя 1–3 года в жировой ткани брыжейки, в печени и крови пострадавших были выявлены высокие концентрации ПХБ.

Период выведения ПХБ из организма составляет 58 лет. В США с 1942 по 1982 г. производственному воздействию ПХБ подверглись 6583 рабочих. У 98,8% из них вещество обнаружено в жировой ткани. С 1977 г. содержание ПХБ в жировой ткани начало снижаться и в 1983 г. достигло нуля.

ПХБ, а также полибромированные бифенилы оказывают канцерогенное действие и влияют на репродуктивную функцию. При интоксикациях ПХБ развиваются хлоракне, поражение печени, волос и ногтей, присоединяется вторичная инфекция. ПХБ могут проходить через плацентарный барьер, а также поступать в организм ребенка с материнским молоком. Надежным биомаркером экспозиции является обнаружение повышенных концентраций ПХБ в крови и в пробах, полученных при пункции печени.

## Диоксиновая интоксикация

2,3,7,8-Тетрахлордибензо-п-диоксин (2,3,7,8-ТХДД) в 1970 г. был признан одним из самых сильных канцерогенов и наиболее токсичным веществом из известных химических соединений.




Структурная формула 2,3,7,8-ТХДД

Массивное воздействие диоксинов, в частности 2,3,7,8-ТХДД, произошло 10.07.76 в г. Севезо (Италия). В результате аварии на производстве в окружающую среду поступило, по различным оценкам, от 300 г до 130 кг 2,3,7,8-ТХДД. Воздействию подверглось около 20 000 человек, у 700 из них воздействие было наиболее интенсивным. У 200 пострадавших, в том числе у 40 детей, через 2 нед после аварии появились специфические высыпания на коже — хлоракне. В ближайшее время после воздействия никаких пороков развития у новорожденных не было обнаружено. Вместе с тем выраженные признаки отравления обнаружены у 60 лошадей, у новорожденных жеребят наблюдались врожденные пороки развития. Позже последствия этой аварии проявились в значительных изменениях репродуктивной функции, в том числе в увеличении числа множественных пороков развития: относительный риск (*RR*) был равен 1,12 (0,63–2,02). Среди новорожденных уменьшилась доля мальчиков.

Массивное воздействие диоксинов на население Вьетнама и американских военнослужащих происходило с 1962 по 1971 г. С целью выявления партизанских стоянок и путей продвижения вьетнамских партизан американские войска применяли гербициды-дефолианты, в том числе так называемый оранжевый агент: соединения 2,4-дихлорфеноксиуксусной (2,4-Д) и 2,4,5-трихлоруксусной (2,4,5-Т) кислот. В период военных действий над территорией Южного Вьетнама было распылено около 19 млн галлонов (1 галлон = 4,54 л) гербицидов,

в том числе 11 млн галлонов оранжевого агента. В 1969 г. появились данные, свидетельствующие о тератогенном действии 2,4,5-Т, и с 1970 г. производство и применение этого соединения в США было запрещено. Последующие исследования показали, что в состав оранжевого агента в виде технологической примеси входят диоксины, спонтанно образующиеся в процессе синтеза препарата. Концентрация диоксинов в гербициде составляет от 0,05 до 50 частей на миллион. Общее количество диоксинов, распыленных по Вьетнаме, оценивается 368 фунтами (1 фунт=453,6 г). Выявлена связь между воздействием оранжевого агента и риском развития саркомы мягких тканей, лимфом, появлением хлоракне.

В настоящее время известно 75 изомеров диоксина и 135 изомеров дибензофурана. Из 419 известных диоксинов, фуранов и полихлорированных бифенилов диоксиноподобная токсичность выявлена только у 30 соединений. Среднесмертельная доза диоксина составляет 1 мкг/кг, но существуют чрезвычайно выраженные различия в видовой чувствительности животных. Безопасная доза оценивается 6,4 фг/кг, что соответствует 1/50 000 000 части таблетки аспирина (325 мг).

Ежегодно только в США в окружающую среду из известных источников поступает около 14 кг диоксинов. Общее поступление из всех источников составляет 20–50 кг. Основными источниками образования и поступления в окружающую среду диоксинов являются: производство гербицидов (особенно 2,4-Д, 2,4,5-Т, сильвекса), целлюлозно-бумажная промышленность (отбеливание бумажной пульпы), сжигание различных городских и промышленных отходов (образуется в процессе горения угля, леса, нефтепродуктов), химические производства: получение хлора и хлорсодержащих соединений (ПХБ, феноксигербициды, хлорированные бензолы и фенолы и др.), продукты питания – с пищей (мясо, рыба, молочные продукты) в организм человека поступает 90% суммарной дозы диоксина.

Отравления диоксинами проявляются хлоракне (угреподобные высыпания на коже, которые могут сохраняться десятки лет после воздействия), раздражением кожи, глаз и дыхательных путей, головной болью, головокружениями, тошнотой, потерей аппетита, похуданием, повышенной утомляемостью, болями в животе и нижних конечностях, снижением памяти, нарушением сна, приступами беспричинного гнева. При диоксиновых интоксикациях в организме снижается содержание тестостерона, возможны нарушения репродуктивной функции, влияние на обмен витамина А, иммунную систему (снижение иммунного ответа), повышение чувствительности к вирусным инфекциям, эмбриотропное действие, нарушение допаминового обмена у потомства, тератогенное действие, развитие рака. Злокачественные новообразования при действии диоксинов имеют множественную локализацию (опухоли печени, легких, саркомы мягких тканей, лимфомы). В США при существующих уровнях воздействия диоксинов канцерогенный риск составляет 1 на 1000 (25 000–250 000 случаев рака среди 250 млн населения США, 350–3500 новых случаев рака ежегодно). Диоксины способны давать поведенческие эффекты, в частности нарушать способность к обучению. При воздействии диоксинов возрастает риск развития диабета. Эти соединения оказывают гонадотропное действие и вызывают снижение числа и изменение функциональной способности сперматозоидов.

*В ряде стран* выявлена связь между потенциальными воздействиями диоксинов и развитием эндометриоза. В эксперименте на животных выявлено влияние диоксинов на тимус, селезенку и почки, взаимодействие этих веществ с ДНК.

Механизм действия диоксиноподобных веществ связан с их взаимодействием с арилуглеводородным рецептором (Ah-рецептор), присутствующим во многих клетках. Образующийся комплекс Ah-рецептор–диоксин перемещается в клеточное ядро и связывается с ДНК. Эта реакция приводит в дальнейшем к активации ферментов, участвующих в процессах детоксикации (цитохром Р-450, гидроксилаза арилуглеводородов). В отличие от других чужеродных веществ, диоксины обладают чрезвычайно высоким сродством к Ah-рецептору. Комплекс Ah-рецептор–диоксин активирует гены, регулирующие синтез цитохромов Р-450, а также рост и деление клеток. В этом отношении действие диоксинов сходно с действием гормонов. Длительная активация синтеза цитохромов Р-450 приводит к нарушениям функции печени, причем эти эффекты могут сохраняться даже через 20 лет после контакта с диоксинами. Стойкое связывание Ah-рецептора нарушает процесс детоксикации различных чужеродных веществ, в том числе мутагенов и канцерогенов.

**Болезнь итай-итай** (кадмиевая остеомаляция) впервые описана в 1946 г. в Японии у населения, употреблявшего в пищу рис, выращенный на почве, загрязненной кадмием. Этиология заболевания окончательно установлена в 1955 г. Болезнь проявляется болями в суставах, множественными переломами костей, повышением артериального давления, развитием нефротического синдрома. Отмечены высокие концентрации кадмия в почве и выращенном на ней рисе. С 1955 по 1968 г. заболело несколько сотен человек и около 100 пострадавших умерли.

Высокие уровни загрязнения объектов окружающей среды кадмием отмечены во многих странах мира. В г. Льеже (Бельгия) высокая смертность от нефрита связана с загрязнением почвы кадмием. В ряде стран воздействие кадмия проявляется существенным увеличением числа случаев протеинурии. У больных повышена экскреция с мочой бета-2-микроглобулина, белковосвязанного ретинола.

При хронической интоксикации кадмием происходит поражение почек (некроз эпителиальных клеток, протеинурия, замедление фильтрации в почечных канальцах, снижение реабсорбции, присутствие кадмия в моче, повышение экскреции с мочой бета-2-микроглобулина, белковосвязанного ретинола). Нарушение процессов реабсорбции приводит к поражению костной системы (ломкость костей, множественные переломы конечностей). Кадмий обладает канцерогенными свойствами и увеличивает риск развития атеросклероза и гипертензии.

Кадмий содержится в табачном дыме, у курильщиков суточное поступление этого элемента в организм в 2 раза выше по сравнению с некурящими.

Среди факторов, воздействующих на здоровье населения, одно из ведущих мест занимает свинец — протоплазматический яд широкого спектра действия (рис. 3.14). Этот элемент является поведенческим тератогеном: при воздействии свинца на организм матери у родившихся детей повышен риск нейропсихических нарушений: снижение интеллекта и способности к обучению, нарушения поведения. Воздействие свинца способно увеличивать риск разви-

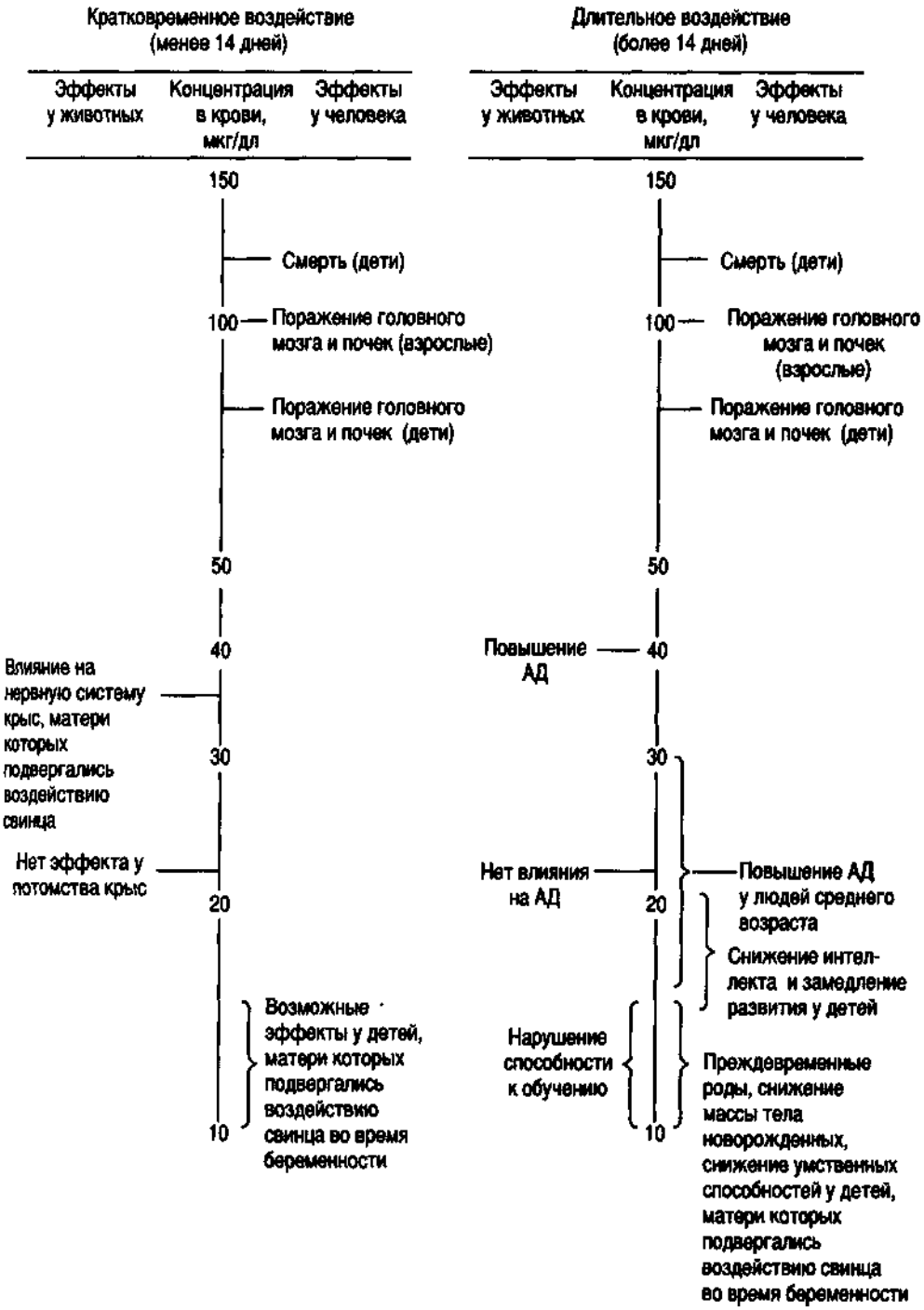



**Рис. 3.14.** Спектр воздействия свинца на здоровье.

тия гипертензии и гипертрофии левого желудочка. Согласно расчетам, проведенным американскими учеными, снижение уровня содержания свинца в крови в 2 раза может уменьшить число случаев инфаркта миокарда на территории США на 24 000 в год, а заболеваемость всеми сердечно-сосудистыми болезнями — на 100 000 в год. Вклад свинца в риск развития гипертонической болезни считают равным 1—2%.

Высокие концентрации свинца в крови детей (380 мкг/дл) могут привести к развитию комы, судорог и даже к смерти. При меньших уровнях возможны изменения ЦНС, почек и гемопоэтической системы. При концентрации свинца в крови 25 мкг/дл у детей отмечается снижение способности к обучению (ослабление внимания, ограниченный словарный запас, нарушение координации движений и затруднения при обучении письму, низкая успеваемость в школе и др.). Такие дети по сравнению со своими здоровыми сверстниками имеют меньший шанс поступить в высшие учебные заведения (различия достигают 7 раз). Концентрация свинца в крови 10 мкг/дл не вызывает видимых токсических симптомов, но у детей возможны снижение интеллекта и нейроповеденческие эффекты, нарушение синтеза витамина D (рис. 3.15). При содержании свинца в крови матери на уровне 10—15 мкг/дл возможно прерывание беременности и снижение массы тела новорожденных.

Длительное воздействие относительно высоких доз и концентраций свинца обусловливает так называемую свинцовую триаду: свинцовую кайму (темно-се-

**Рис. 3.15.** Эффекты малых доз свинца у детей.

рая полоска по краю десен), свинцовый колорит (землисто-серый цвет лица с легкой желтушностью), свинцовую колику. Одновременно у пострадавших наблюдаются изменения системы кроветворения (ретикулоцитоз, появление в крови базофильно-зернистых эритроцитов не менее 15 на 10 000 эритроцитов, снижение активности дегидратазы дельта-аминолевулиновой кислоты в эритроцитах), повышение экскреции с мочой порфиринов и дельта-аминолевулиновой кислоты.

Эффективным способом профилактики хронических свинцовых отравлений является снижение содержания тетраэтилсвинца в бензине. При уменьшении количества свинца в автомобильном топливе в 2 раза концентрация данного элемента в крови населения уменьшается в 2–3 раза. Во многих странах одним из ведущих источников свинца являются краски, в том числе используемые в жилище. В США 40 млн домов, построенных до 1950 г., и 25% жилых зданий, возведенных с 1960 по 1975 г., стали потенциальными источниками воздействия свинца. По данным Американского агентства по охране окружающей среды, приблизительно у 143 000 детей снижение интеллекта обусловлено воздействием свинца. От 15 до 20% всех первоклассников в США имеют признаки свинцовой интоксикации и около 200 детей ежегодно умирают вследствие свинцовых отравлений, связанных главным образом со свинецсодержащими красками.

**Болезнь Кашина–Бека** (уровская болезнь, эндемическая деформация) встречается в Китае (болеют около 2 млн человек, более 30 млн проживают в эндемических районах), на Дальнем Востоке, в Приамурье, Читинской области. Заболевание чаще развивается у детей в возрасте 5–13 лет и проявляется множественными дегенерациями и некрозом суставного хряща, мышечной дистрофией, задержкой роста, деформациями скелета.

В настоящее время существует несколько гипотез развития болезни Кашина–Бека: действие афлатоксинов, грибов *Fusarium oxysporum*, стронция («стронциевый рахит»), повышенное содержание в колодезной воде гуминовых кислот, сочетающееся с низкими концентрациями селена, дисбаланс ряда микро- и макроэлементов, в том числе селена.

Терапия селеносодержащими препаратами уменьшает рентгенологические проявления и снижает риск деформаций скелета. Переселение в районы, где питьевая вода содержит нормальные концентрации селена, также снижает риск развития заболевания и уменьшает тяжесть клинической картины у больных детей. В настоящее время наиболее подтверждена экспериментальными и натурными данными гипотеза о связи болезни Кашина–Бека с гуминовыми кислотами, содержащимися в питьевой воде. В механизме развития этого заболевания важную роль играют свободнорадикальные реакции с участием окси- и гидроксигрупп гуминовых кислот, а также индукция перекисного окисления липидов в печени, костной ткани и крови. Добавление селена в питьевую воду ингибирует образование свободных радикалов в костной ткани.

В литературе описаны и другие заболевания невыясненной этиологии, в возникновении которых значительную роль играет нарушение баланса микро- и макроэлементов. В Китае есть провинции с очень высоким риском первичного рака печени. У жителей этих провинций в крови и других биосубстратах нарушено соотношение железа, марганца и селена. Другим примером подобных заболеваний может служить болезнь «черная стопа» (blackfoot), характе-

ризующаяся нарушениями кровоснабжения нижних конечностей с развитием гангрены. При этом заболевании также отмечаются гиперпигментация и кератоз кожи, развивается рак кожи. Заболевание встречается на Тайване и в Китае. В этиологии важная роль, по-видимому, принадлежит мышьяку и дисбалансу микро- и макроэлементного состава питьевой воды. С увеличением концентрации мышьяка в питьевой воде риск развития blackfoot резко возрастает во всех возрастных группах. При концентрации мышьяка менее 9 мкг/л случаев этого заболевания не отмечается.

Мышьяк является системным ядом и достоверным канцерогеном для человека. Под воздействием этого элемента происходят поражение почек, печени, желудочно-кишечного тракта, периферической нервной и сердечно-сосудистой систем, гемолиз эритроцитов. Развиваются дерматиты и кератиты. В опытах на животных мышьяк вызывает эмбриотоксический эффект. Индивидуальные различия в чувствительности к мышьяку очень велики: некоторые люди способны без видимого ущерба для здоровья переносить дозы на уровне 150 мкг/кг, а у других симптомы мышьякового отравления возникают при дозе 20 мкг/кг. Имеются сведения о том, что малые количества соединений мышьяка положительно влияют на состояние здоровья (рис. 3.16).

При недостаточном поступлении этого элемента в организм лабораторных животных снижаются прирост массы тела и способность к зачатию. Потомство животных, содержавшихся на безмышьяковом рационе, имеет более низкие показатели развития по сравнению с контролем. Дозы, теоретически дающие оздоровительный эффект, очень малы и соответствуют количеству элемента в нормальном рационе человека. Случаев мышьякового дефицита у человека до настоящего времени не обнаружено.

**Болезнь Кешана** (крайняя форма селенодефицита) проявляется острой и хронической кардиомиопатией, галопирующим ритмом сердца, аритмией, фиброзными изменениями миокарда. Заболевание распространено в сельских районах с низким содержанием селена в окружающей среде. Клиническая картина этого заболевания включает острую или хроническую кардиомиопатию, галопирующий ритм сердца, аритмию, фиброзные изменения миокарда. Смертность в прошлом составляла 80%, в настоящее время при своевременно начатом лечении находится на уровне 13–40%. В 95% случаев страдают дети, проживающие в сельской местности. Высокой профилактической и лечебной активностью при этом заболевании обладают препараты селена. Этиология заболевания окончательно не выяснена, наиболее вероятным фактором риска считают недостаточное поступление селена, но не исключена и неизвестная вирусная инфекция.

Недостаточное поступление селена приводит к развитию селенодефицита. Это заболевание обусловливает повышенную восприимчивость к вирусным инфекциям, кардиомиопатию, мышечную слабость. Возможны повышение чувствительности к афлатоксинам, увеличение риска рака печени и СПИДа. Риск развития селенодефицита определяют путем мониторинга содержания селена в почве и продуктах питания, а также путем анализа содержания этого элемента в крови людей. В некоторых странах, например в Финляндии, препараты селена с профилактической целью вносят в почву сельскохозяйственных угодий.

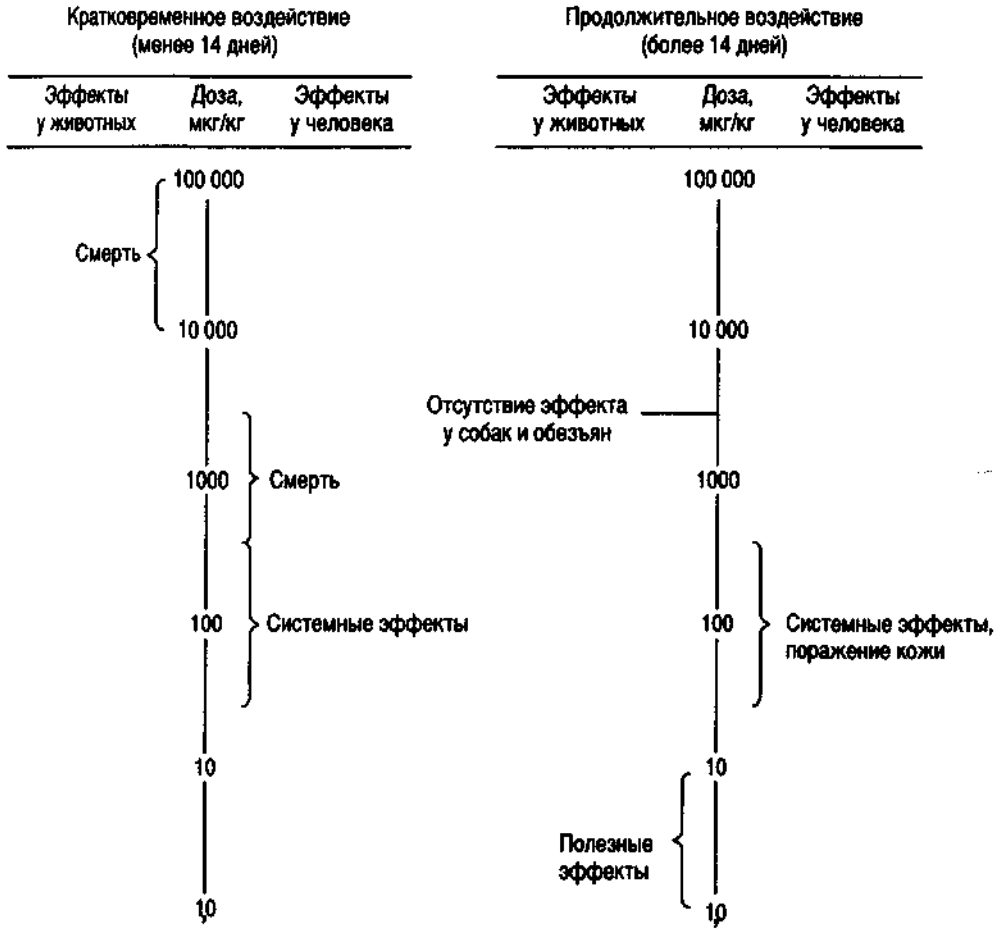



**Рис. 3.16.** Влияние неорганических соединений мышьяка на состояние здоровья.

При высоких уровнях селена возможен селеноз с поражением зубов, дерматитом, желудочно-кишечными нарушениями, поражением ЦНС, снижением содержания гемоглобина. Возможно увеличение риска онкологических заболеваний (см. также гл. 6).

**Экозависимая алопеция** наблюдалась в г. Черновцы в августе–ноябре 1998 г. Пострадали дети в возрасте от 6 мес до 15 лет. Заболевание было представлено алопецией (88%), поражением дыхательных путей (63%), повышенной возбудимостью (22%), нарушением сна, чувством страха, зоологическими галлюцинациями, делириозным синдромом, кожно-трофическими нарушениями (12%), эозинофилией, микроцитозом, нейтропенией, сдвигом лейкоцитарной формулы влево (77%). При лабораторных исследованиях обнаружены снижение активности холинэстеразы, содержания сульфгидрильных групп в крови, понижение содержания комплемента.

Выявлены нарушения РЭГ, ЭЭГ, патология щитовидной железы (у 62,5% пострадавших детей), снижение содержания Т-лимфоцитов, нарушение соотношения Т-хелперы/Т-супрессоры, снижение фагоцитарной активности лейкоцитов.

В общей сложности выдвинуто и проверено 15 версий этиологии этого заболевания. Наиболее подтвержденная версия предполагает, что утилизация промышленных шламов, содержащих тяжелые металлы, борную, плавиковую кислоты, на кирпичных заводах, расположенных в черте города, привела к самопроизвольному синтезу борфтористых соединений ($BF_4$, $HBF_4$). Соли тяжелых металлов с этими соединениями хорошо растворимы в воде. $BF_4$ тяжелее воздуха и, по-видимому, вследствие этого в городе погибли тараканы, птицы, обитающие на нижнем ярусе.

Последующее наблюдение за состоянием здоровья жителей выявило увеличение перинатальной смертности (по Украине — 18,5%, в Черновцах — 24,4%). Отмечена гиперплазия ворсинок хориона плаценты — гистологически они напоминают ворсинки хориона крысы.

## Воздействие на репродуктивную функцию

Вредные влияния факторов окружающей среды на репродуктивную функцию могут проявляться в снижении плодовитости, трансплацентарном канцерогенезе, мутагенных изменениях половых клеток, спонтанных выкидышах, врожденных уродствах, пониженной массе тела новорожденных, нарушении способности к обучению и других поведенческих изменениях у детей, менструальных расстройствах, снижении либидо.

Вклад факторов окружающей среды в риск развития врожденных уродств оценивается приблизительно 5%. Инфекции составляют 1%, нарушения здоровья матери — 1–2%, медицинские рентгенодиагностические и лечебные процедуры — около 1%, лекарства и химическое загрязнение окружающей среды — 2%. Причины развития почти 65% всех врожденных уродств остаются неизвестными или обусловлены многофакторными воздействиями. Тератогенный эффект дают метилртуть (атрофия головного мозга, задержка психического развития), свинец (прерывание беременности, поражение ЦНС), полихлорированные бифенилы (низкая масса тела новорожденных, изменение цвета кожных покровов), этиловый спирт (задержка физического и психического развития, микроцефалия), компоненты табачного дыма (прерывание беременности, сниженная масса тела новорожденных), мышьяк (спонтанные выкидыши, сниженная масса тела новорожденных, дефекты развития). В настоящее время тератогенные свойства обнаружены у нескольких сотен химических веществ.

Факторы окружающей среды способны оказывать гонадотропное действие на организм как женщин, так и мужчин. Женское бесплодие отмечается в возрасте 15–24 лет в 4,1% случаев, в возрасте 25–34 лет — в 13,1%, 35–44 лет — в 21,4%. Риск спонтанного выкидыша в возрасте 20–29 лет равен 10%, в возрасте 45 лет и более — 50%. В 48% случаев спонтанный выкидыш у женщин ассоциирован с нарушениями половой сферы их мужей. Если в 1938 г. только около 0,5% мужчин имели функциональную стерильность (в 1 мл спермы менее 20 млн сперматозоидов), то сегодня этот показатель составляет 8–12%. Установлена связь нарушений сперматогенеза с курением, воздействием ряда пестицидов, лекарственных препаратов и химическим загрязнением окружающей среды.

## Канцерогенные факторы окружающей среды

Онкологические заболевания занимают одно из первых мест среди причин заболеваемости и смертности населения. Если в 1850 г. в США только в 1 случае из 200 рак был причиной смерти, то в настоящее время каждый 5-й умерший имеет злокачественное новообразование.

Развитию рака способствуют факторы окружающей среды (химические канцерогены, факторы питания, ионизирующее излучение), генетические (наследственные) факторы, вирусы, иммунодефицит, спонтанные митотические дефекты.

Международное агентство по изучению рака (МАИР) классифицирует канцерогенные факторы в зависимости от научной доказанности их канцерогенных эффектов для человека.

**Классификация канцерогенов (МАИР)**

1 — известные канцерогены для человека;
2А — вероятные канцерогены;
2Б — возможные канцерогены;
3 — агенты, не классифицируемые по канцерогенной способности;
4 — агенты, вероятно, не канцерогенные для человека.

Для многих видов злокачественных новообразований профилактические мероприятия оказываются чрезвычайно эффективными. По данным ВОЗ, профилактическими мероприятиями можно снизить риск развития рака желудка в 7,6 раза, толстой кишки — в 6,2 раза, пищевода — в 17,2 раза, мочевого пузыря — в 9,7 раза. Около 30% всех случаев смерти от всех видов злокачественных новообразований и 85% случаев смерти от рака легких связаны с курением. В табачном дыме идентифицировано около 4000 химических веществ, 60 из которых являются канцерогенами. Весомый вклад в развитие рака вносит радон. Воздействие этого радиоактивного газа внутри помещения ежегодно вызывает в США 17 000 новых случаев рака легких.

Канцерогенные свойства для человека или лабораторных животных в настоящее время обнаружены приблизительно у 1000 разнообразных химических веществ. Ниже приведены некоторые соединения и производственные процессы, представляющие опасность в плане развития злокачественных новообразований (Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека, 1995).

**Вещества, продукты, производственные процессы и факторы с доказанной для человека канцерогенностью**

- 4-Аминодифенил
- Асбесты
- Афлатоксины (B1, B2, G1, G2)
- Бензидин
- Бензол
- Бенз(а)пирен
- Бериллий и его соединения
- Бисхлорметиловый и хлорметиловый (технический) эфиры

- Винилхлорид
- Ипирит сернистый
- Кадмий и его соединения
- Каменноугольные и нефтяные смолы, пеки и их возгоны
- Минеральные масла неочищенные и не полностью очищенные
- Мышьяк и его неорганические соединения
- 1-Нафтиламин технический, содержащий более 0,1% 2-нафтиламина
- 2-Нафтиламин
- Никель и его соединения
- Сажи бытовые
- Сланцевые масла
- Тальк, содержащий асбестоподобные волокна
- Хрома шестивалентного соединения
- Эрионит
- Этиленоксид
- Алкогольные напитки
- Радон
- Солнечная радиация
- Табачный дым
- Табачные продукты бездымные
- Деревообрабатывающее и мебельное производство с использованием фенолформальдегидных и карбамидформальдегидных смол в закрытых помещениях
- Медеплавильное производство (плавильный передел, конверторный передел, огневое рафинирование)
- Производственная экспозиция радона в горнодобывающей промышленности и при работе в шахтах
- Производство изопропилового спирта
- Производство кокса, переработка каменноугольной, нефтяной и сланцевой смол, газификация угля
- Производство резины и резиновых изделий
- Производство технического углерода
- Производство угольных и графитовых изделий, анодных и подовых масс с использованием пеков, а также обожженных анодов
- Производство чугуна и стали (агломерационные фабрики, доменное и сталеплавильное производство, горячий прокат) и литья из них
- Электрическое производство алюминия с использованием самоспекающихся анодов
- Производственные процессы, связанные с экспозицией аэрозоля сильных неорганических кислот, содержащих серную кислоту

**Аллергические заболевания**. Различными аллергическими заболеваниями (бронхиальная астма, аллергические риниты, дерматиты, альвеолиты, крапивница, пищевая аллергия и др.) в промышленно развитых странах страдает от 20 до 50% населения. Химические вещества, загрязняющие окружающую среду, могут оказывать прямое сенсибилизирующее, модифицирующее действие или выступать в роли триггеров, провоцируя аллергическую реакцию. В табл. 3.6 приведена классификация факторов риска развития бронхиальной астмы

**Таблица 3.6.** Факторы риска развития бронхиальной астмы у детей (Национальная программа «Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактика», 1997)

| Группы факторов | Факторы риска |
|---|---|
| Факторы, предрасполагающие к развитию бронхиальной астмы | Атопия |
| | Гиперреактивность бронхов |
| | Наследственность |
| Причинные (сенсибилизирующие) факторы | Бытовые аллергены (домашняя пыль, клещи домашней пыли) |
| | Эпидермальные аллергены животных, птиц; аллергены тараканов и других насекомых |
| | Грибковые аллергены |
| | Пыльцевые аллергены |
| | Пищевые аллергены |
| | Лекарственные аллергены |
| | Вирусы и вакцины |
| | Химические вещества |
| Факторы, способствующие возникновению бронхиальной астмы, усугубляющие действие причинных факторов | Вирусные респираторные инфекции |
| | Патологическое течение беременности у матери ребенка |
| | Недоношенность |
| | Нерациональное питание |
| | Атопический дерматит |
| | Различные химические вещества |
| | Табачный дым |
| Факторы, вызывающие обострение бронхиальной астмы (триггеры) | Аллергены |
| | Вирусные респираторные инфекции |
| | Физическая и психоэмоциональная нагрузка |
| | Изменение метеорологической ситуации |
| | Экологические воздействия (ксенобиотики, табачный дым, резкие запахи) |
| | Непереносимые продукты, лекарства, вакцины |

у детей. Аллергические заболевания могут быть обусловлены множеством факторов, в том числе и факторами окружающей среды. В ряде случае развитие аллергических реакций у населения связано с комбинированными и комплексными воздействиями, в частности химических веществ и продуктов биотехнологического синтеза. В г. Кирищи у 47 человек развилась бронхиальная астма вследствие совместного воздействия белково-витаминных комплексов и атмосферных загрязнений. Описанная в литературе ангарская пневмопатия, проявляющаяся бронхоспазмом, также, по-видимому, связана с воздействием продуктов микробного синтеза и атмосферных загрязнений.

В последние годы наряду с «классическими» аллергическими заболеваниями внимание врачей привлекают экологически обусловленные заболевания, этиология и патогенез которых остаются пока малоизученными. Возникновение

этих заболеваний связывают с интенсивной химизацией современного общества и постоянным, на протяжении всей жизни, воздействием сотен разнообразных химических соединений. Так, в городском атмосферном воздухе обнаруживается 426 органических углеводородов, в воде число этих веществ достигает 238, в почве — 180 (А.Г. Малышева). С продуктами жизнедеятельности человека выделяется в окружающую среду около 300 летучих органических соединений, в табачном дыме идентифицировано 4000 веществ, из которых 43 являются канцерогенами. Даже в воздухе над обычным хлебом выявлены 70 соединений, в чашке кофе обнаруживается около 800 водорастворимых веществ. На частицах бытовой пыли идентифицировано 80 адсорбированных веществ и более 100 химических соединений обнаруживается в волосах городских жителей. В воздушной среде помещений жилых и общественных зданий найдено 560 летучих органических соединений, относящихся к 32 группам химических веществ.

Выделяют 2 группы нарушений состояния здоровья человека, обусловленных воздействием внутрижилищной среды. Первая группа носит название **«заболевания, связанные со зданием (BRI)»** и включает в себя нарушения состояния здоровья, этиологически связанные с определенными факторами внутри помещения, например выделением формальдегида из полимерных и древесно-стружечных материалов. После устранения вредного воздействия симптомы заболевания, как правило, не исчезают и процесс восстановления может потребовать достаточно длительного времени.

Вторая группа носит название **«синдром больного здания (SBS)»** и включает в себя острые нарушения состояния здоровья и дискомфорт, возникающие в конкретном помещении и почти полностью исчезающие при выходе из него. Синдром больного здания включает в себя головную боль, раздражение глаз, носа и органов дыхания, сухой кашель, сухость и зуд кожи, слабость, тошноту, повышенную утомляемость, восприимчивость к запахам. По данным ВОЗ, около 30% новых или реконструированных зданий могут провоцировать названные симптомы. Развитие синдрома больного здания, по-видимому, обусловлено комбинированными и сочетанными воздействиями химических, физических (температура, влажность) и биологических (бактерии, неизвестные вирусы и др.) факторов.

Причинами синдрома больного здания чаще всего становятся недостаточная естественная и искусственная вентиляция помещения, строительные и отделочные материалы, мебель, нерегулярная или неправильная уборка помещений.

Другим синдромом, в развитии которого определенную роль могут играть факторы окружающей среды, является **синдром хронической усталости (синдром иммунной дисфункции)**. Для диагностики данного синдрома учитывают следующие критерии: 1) роль каких-либо определенных факторов (например, хроническая интоксикация или другое хроническое заболевание) исключена; 2) ощущение выраженной усталости отмечается на протяжении не менее 6 мес; 3) ощущение усталости сочетается с нарушением кратковременной памяти, спутанностью сознания, дезориентацией, нарушениями речи и затруднениями при выполнении счетных операций; 4) присутствуют по крайней мере 4 из следующих 10 симптомов: лихорадка или озноб, рецидивирующие заболева-

ния горла, увеличение лимфатических узлов, мышечный дискомфорт, гриппоподобные мышечные боли, повышенная чувствительность мышц при пальпации, генерализованная слабость, чувство суставного дискомфорта, асимметричное поражение крупных суставов, головная боль (в ретроорбитальных и окципитальных областях), нарушения сна, повышенная сонливость (сон более 10 ч в сутки), хронический, часто повторяющийся насморк. У большинства больных обнаруживается функциональная недостаточность клеток-киллеров. Заболевание встречается у лиц всех возрастных групп, но чаще всего им страдают женщины старше 45 лет. Общее число больных данным заболеванием в США превышает 100 000, но, по мнению специалистов, эта величина вследствие трудности диагностики синдрома хронической усталости занижена по крайней мере в 50 раз. Данное заболевание часто диагностируется у работающих на вредных производствах.

Большинство исследователей считают данный синдром результатом дисфункции иммунной системы не выясненной этиологии. Среди факторов, способных вызвать синдром хронической усталости, рассматриваются энтеровирусы, вирусы герпеса, вирус Эпстайна–Барр, генетическая предрасположенность, стресс, химические вещества, в том числе тяжелые металлы, дефицит антиоксидантных веществ в пищевом рационе.

Еще одним примером заболеваний, этиология которых не связана с однозначными соотношениями причина–следствие, служит так называемый **синдром множественной химической чуствительности** (MCS). Это экологическое заболевание с хроническими полисистемными и полисимптоматическими расстройствами, вызванными факторами окружающей среды малой интенсивности. При данном заболевании нарушены процессы адаптации организма к действию различных факторов на фоне наследственной или приобретенной повышенной индивидуальной чувствительности к химическим веществам. Синдром множественной химической чувствительности провоцирует самые различные химические соединения, присутствующие в объектах окружающей среды в концентрациях намного ниже ПДК для всего населения в целом. Наиболее надежным диагностическим критерием синдрома множественной химической чувствительности является полное исчезновение всех симптомов заболевания после устранения воздействия потенциально вредных факторов в течение 3–5 дней (например, при смене места работы или местожительства). Повторное помещение пациента в опасную для него среду вызывает новое обострение симптоматики. Заболевание часто развивается у лиц, перенесших в прошлом острые воздействия органических растворителей, пестицидов, раздражающих веществ. В связи со сложностью диагностики синдрома множественной химической чувствительности (особенно на его ранних стадиях) этим больным нередко ставят диагноз «неврастения» или «психосоматическое заболевание». Правильная дифференциальная диагностика синдрома множественной химической чувствительности возможна только при тщательном и целенаправленном сборе анамнеза с акцентом на имевшиеся в прошлом химические воздействия, использовании комплекса чувствительных нейро-психологических, физиологических, биохимических, гормональных, иммунологических исследований, биомаркеров экспозиции и эффекта (в частности, определение содержания в биосубстратах вредных органических веществ и тяжелых металлов).

# ГЛАВА 4

# ГИГИЕНА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Воздушная среда — газообразная оболочка, окружающая земной шар, необходимое условие поддержания жизни на Земле. Без воздуха немыслимо сколько-нибудь продолжительное сохранение жизненных функций организма. Воздушная среда позволяет человеку ориентироваться в пространстве, через нее органами чувств воспринимаются зрительные, слуховые сигналы, позволяющие судить о состоянии окружающей среды. Воздушная среда существенно влияет на многие энергетические и гидрологические процессы, происходящие на поверхности Земли. Состояние воздушной среды в значительной степени определяет количество и качество солнечной радиации и поверхности Земли. В атмосфере образуются осадки, которые наряду с ветрами способствуют механическому разрушению горных пород, их выветриванию. Кроме того, атмосфера является одним из главных факторов климатообразования, циркуляционная деятельность которой способствует формированию погоды в конкретном географическом регионе. Атмосфера служит источником некоторых видов сырья, из воздуха добывают азот, кислород, аргон и гелий.

Кроме того, воздух используется в промышленности как химический агент в различных технологических процессах (горение топлива, выплавка металла, процессы окисления), как физическая среда для переноса тепла (воздушное отопление, сушка).

Велико значение воздушной среды как разбавителя газообразных продуктов жизнедеятельности животных и человека, а также разнообразных отходов производственной и хозяйственной деятельности. Через воздушную среду совершаются процессы теплообмена, происходит отдача тепла конвекцией и потоиспарением, благодаря чему обеспечивается тепловой комфорт человека. Изменение свойств почвы, одежды, жилища тесно связано с состоянием воздушной среды. В процессе разви-

тия человеческого организма между ним и воздушной средой создаются тесные взаимодействия, нарушение которых может привести к неблагоприятным изменениям в организме. Резкие изменения физических и химических свойств воздушной среды, загрязнение токсичными веществами и патогенными микроорганизмами могут способствовать развитию в организме изменений, приводящих к нарушению здоровья и снижению работоспособности. Гигиена призвана разработать мероприятия по оздоровлению воздушной среды с целью защиты организма от нарушений и изменений, связанных с неблагоприятным состоянием воздушной среды.

С гигиенической точки зрения воздушная среда неоднородна. Различают атмосферный воздух, воздух промышленных помещений, воздух жилых и общественных зданий. Это объясняется разнообразием физических свойств и вредными примесями, связанными с условиями формирования и загрязнения воздушной среды конкретной категории.

Так, физические свойства атмосферного воздуха (температура, влажность, подвижность, атмосферное давление, электрическое состояние) нестабильны и связаны с климатическими особенностями географического региона.

Газообразные и твердые примеси в виде пыли и сажи зависят от характера выбросов в атмосферу, условий разбавления и процессов самоочищения. На концентрацию вредных веществ в атмосфере влияют скорость и направление господствующих ветров, температура, влажность воздуха, осадки, солнечная радиация, химическая трансформация токсичных веществ в воздухе, количество, качество и высота выбросов в атмосферу и т.д.

В жилых и общественных зданиях физические свойства воздуха более стабильны, так как в этих зданиях поддерживается микроклимат за счет вентиляции и отопления. Газообразные примеси связаны с выделением в воздух продуктов жизнедеятельности людей и токсичных веществ из материалов и предметов обихода, выполненных из полимерных материалов, а также за счет продуктов горения бытового газа. Велико значение воздушной среды как разбавителя газообразных продуктов жизнедеятельности животных и человека, а также разнообразных отходов производственной и хозяйственной деятельности. На промышленных предприятиях на свойства воздушной среды влияет технологический процесс. В некоторых случаях физические свойства воздуха приобретают самостоятельное значение вредного профессионального фактора, а загрязнение воздуха токсичными веществами может привести к профессиональным отравлениям.

Это связано с источниками тепла или токсичных веществ внутри промышленного здания и их недостаточным удалением.

**Строение земной атмосферы** различно на разных уровнях от поверхности земли. Нижней границей является поверхность земли, верхний предел точно не установлен, полагают, что он достигает 1300 км. Атмосфера имеет выраженное слоистое строение и включает тропосферу, стратосферу, ионосферу.

**Тропосфера** — это наиболее плотные воздушные слои, прилегающие к земной поверхности. Ее толщина над различными широтами земного шара неодинакова: в средних широтах 10—12 км над уровнем моря, на полюсах — 7—10 км, над экватором — 16—18 км.

Тропосфера пронизана вертикальными конвекционными токами воздуха с относительно постоянным химическим составом и неустойчивостью физических

свойств — колебаниями температуры, влажности, атмосферного давления и т. д. Солнце нагревает поверхность почвы, от которой прогреваются нижние слои воздуха. Вследствие этого температура воздуха с высотой снижается, что в свою очередь приводит к вертикальному перемещению воздушных слоев, конденсации водяного пара, образованию облаков и выпадению осадков. С поднятием на высоту температура воздуха снижается в среднем на 0,65 °С на каждые 100 м. Эта величина называется вертикальным температурным градиентом атмосферы. Во влажную безветренную погоду этот градиент может нарушаться, тогда теплый воздух остается у поверхности земли, вертикальные конвекционные воздушные потоки ослабевают. Токсичные выбросы предприятий накапливаются в приземном воздушном слое.

На состоянии тропосферы отражаются все процессы, происходящие на земной поверхности. В тропосфере постоянно присутствуют пыль, сажа, разнообразные токсичные вещества, газы, микроорганизмы и т. д. Это особенно заметно в крупных промышленных районах. В тропосфере происходит интенсивное авиационное сообщение, что становится дополнительным источником загрязнения приземного слоя воздуха.

До 40 км выше тропосферы простирается **стратосфера**. В стратосфере значительная разреженность воздуха, ничтожная влажность, почти полное отсутствие облаков и пыли земного происхождения. Стратосфера имеет особый температурный режим. В средних широтах температура воздуха на границе тропосферы и стратосферы доходит до −56 °С, на экваторе — до −70−80 °С. Такая температура в стратосфере остается неизменной до высоты 30 км. Выше начинается подъем температуры воздушных масс, и на высоте 40 км температура воздуха достигает 40−50 °С. Выше 50 км температура воздуха вновь снижается.

В стратосфере под влиянием космического излучения и коротковолновой солнечной радиации молекулы воздуха, в том числе и кислорода, ионизируются, в результате чего образуются молекулы озона. 60% общего количества озона расположено в слое от 16 до 32 км, его максимальная концентрация определена на уровне 25 км от поверхности земли.

До 80 км выше стратосферы простирается **мезосфера**, которая содержит в себе лишь 5% массы всей атмосферы. Далее следует **ионосфера**, верхняя граница которой подвержена колебаниям в зависимости от времени суток и года и составляет от 500 до 1000 км.

В ионосфере воздух сильно ионизирован, ионизация и температура воздуха повышаются с высотой.

Слой атмосферы, лежащий выше ионосферы и простирающийся до высоты 3000 км, составляет **экзосферу**, плотность которой почти не отличается от плотности безвоздушного космического океана. Еще больше разреженность в **магнитосфере**, в состав которой входят пояса радиации. По последним данным, протяженность магнитосферы составляет от 2000 до 50 000 км, за верхнюю границу земной атмосферы можно принять высоту 50 000 км от поверхности земли. Эта граница газовой оболочки, которая окружает нашу планету. Важность изучения свойств околоземного космического пространства связана с его активным освоением. В последнее время возникла необходимость изучения многочисленных факторов космического пространства, оказывающих вред-

ное действие на человека при длительном пребывании на космических станциях, при проведении работ в открытом космосе. Успешное решение гигиенических проблем жизнеобеспечения человека в космических кораблях неотделимо от освоения космоса.

## Гигиеническое значение физических свойств воздуха

При оценке воздушной среды следует учитывать все ее свойства. Физические свойства — температура, влажность, подвижность воздуха, барометрическое давление, электрическое состояние; химические — содержание составных частей воздуха и различных газообразных примесей, бактериологический состав и присутствие в воздухе разнообразных механических примесей в виде пыли, сажи. Действие воздушной среды на организм комплексное, но одно из существенных воздействий связано с физическими свойствами воздуха, поскольку они в значительной степени определяют теплообмен организма с окружающей средой.

Как известно, теплообмен организма поддерживается путем уравновешивания процессов химической и физической терморегуляции.

Химическая терморегуляция определяется способностью организма изменять интенсивность обменных процессов. Накопление тепла в организме происходит как в результате окисления пищевых веществ и выработки тепла при мышечной работе, так и от лучистого тепла солнца и нагретых предметов, теплого воздуха и горячей пищи. Организм отдает тепло путем проведения, конвекции, излучения и испарения пота. Теплоотдача проведением осуществляется при соприкосновении с холодными поверхностями. Конвекционная отдача тепла происходит при нагревании воздушных масс. Отдача тепла излучением возможна вблизи предметов и ограждений, имеющих более низкую температуру, чем кожа человека. При испарении пота организм также отдает тепло. Небольшое количество тепла выводится из организма с выдыхаемым воздухом и физиологическими отправлениями. Терморегуляционные механизмы функционируют под контролем центральной нервной системы, и в зависимости от ее состояния возможно изменение процессов как теплопродукции, так и теплоотдачи. В состоянии покоя и теплового комфорта теплопотери конвекцией составляют 15,3%, излучением — 55,6%, испарением — 29,1%.

Отдача тепла проведением зависит от разницы температуры поверхности тела человека и предметов, а также от теплопроводности этих предметов. Теплопроводность воздуха ничтожна, поэтому отдача тепла проведением через неподвижный воздух исключена. Интенсивность отдачи тепла конвекцией зависит от площади поверхности тела человека, разности температуры воздушной среды и тела и от скорости движения воздуха. Усиленные конвекционные токи способствуют быстрейшему охлаждению организма. При одной и той же температуре воздуха повышенная подвижность воздуха способствует более быстрому охлаждению кожи человека, чем в неподвижном воздухе.

Например, при температуре воздуха 18 °С разница температуры кожи при неподвижном воздухе и при ветре составляет 7 °С. Чем выше температура воздуха, тем слабее охлаждающий эффект ветра, при температуре воздуха 34 °С

**Таблица 4.1.** Влияние движения воздуха на температуру кожи человека (по И.М. Саркизову-Серазини), °С

| Температура воздуха | Температура кожи | | Снижение температуры |
|---|---|---|---|
| | до действия ветра | после действия ветра | |
| 18,1 | 29,5 | 22,1 | 7,4 |
| 20,7 | 30,2 | 24,7 | 5,5 |
| 23,5 | 31,6 | 25,1 | 6,5 |
| 27,5 | 33,5 | 31,0 | 2,5 |
| 34,0 | 34,6 | 34 | 0,6 |

температура кожи при неподвижном воздухе и ветре остается одинаковой и составляет около 34 °С, т. е. теплый ветер способствует перегреванию организма (табл. 4.1).

В процессах теплообмена организма с внешней средой большое значение имеет лучистый (радиационный) теплообмен. Согласно физическим законам всякое тело при температуре выше абсолютного нуля излучает тепло в окружающее пространство. Теплоизлучение зависит только от теплового состояния нагретого предмета и не зависит от температуры воздушной среды.

С повышением температуры излучающего тела длина волн уменьшается, т. е. спектр излучения сдвигается в сторону более коротких волн. Например, металл красного каления испускает длинноволновые инфракрасные лучи, оказывающие тепловое воздействие. При дальнейшем нагревании металла и перевода его в состояние белого каления спектр излучения сдвигается в сторону более коротких волн, включая волны светового излучения. Наряду с тепловым воздействием металл начинает светиться. Следовательно, зная длину волны с максимальной энергией излучения, можно предвидеть то или иное физиологическое воздействие и разработать конкретные меры защиты.

Лучистое тепло и тепло воздушных масс (конвекционное тепло) вызывают одно и то же субъективное ощущение тепла, но механизм и пути воздействия этих видов тепла на организм различны. Лучистое тепло проникающее, конвекционное тепло воздействует на поверхность тела человека и, следовательно, не проникает столь глубоко, как лучистое тепло.

Между человеком и окружающими предметами идет непрерывный обмен лучистым теплом. Если поверхность тела человека излучает столько тепла, сколько принимает от окружающих предметов, радиационный баланс равен нулю. Если средняя температура окружающих предметов и ограждений выше температуры кожи человека, то человек получает больше лучистого тепла от окружающих предметов, чем излучает сам, т. е. радиационный баланс положительный. Отрицательный радиационный баланс создается тогда, когда человек отдает лучеиспусканием больше тепла, чем получает от окружающих предметов. В случае резкого нарушения радиационного баланса наблюдается перегревание или охлаждение. Например, в горячих цехах возможно перегревание рабочих не только из-за высокой температуры воздуха, но и в результате интенсивного притока лучистого тепла от нагретых поверхностей, раскален-

**Таблица 4.2.** Теплоотдача излучением одетого человека в зависимости от температуры ограждений

| Средняя температура ограждений, °С | Теплопотери человека излучением, ккал/ч |
|---|---|
| 17,7 | 56,5 |
| 16,4 | 59,5 |
| 14,3 | 66,5 |
| 12,9 | 71,0 |

ного металла и т. д. Холодные и сырые стены создают условия для отрицательного радиационного баланса, человек охлаждается, интенсивно излучая тепло в сторону холодных ограждений. При этом, несмотря на благоприятную температуру воздуха, человек часто ощущает тепловой дискомфорт. При сочетании радиационного охлаждения и низкой температуры воздуха наблюдается более быстрое и более глубокое охлаждение организма (табл. 4.2).

**Температура воздуха** является постоянно действующим фактором окружающей среды. Человек подвергается действию колебаний температуры воздуха в различных климатических районах, при изменении погодных условий, при нарушении температурного режима в жилых и общественных зданиях.

Влияние неблагоприятной температуры воздуха на организм наиболее выражено в производственных условиях, где возможны очень высокие или очень низкие температуры воздуха. Кроме того, воздействию неблагоприятной температуры воздуха подвергается большая группа людей, работающих на открытом воздухе. Это строительные рабочие, рабочие открытых разработок полезных ископаемых, лесной промышленности, сельского хозяйства, войска в полевых условиях и т. д.

При действии на организм высокой температуры воздуха (выше 35 °С) нарушается в первую очередь отдача тепла конвекционным путем. Нагретые поверхности уменьшают или прекращают радиационную отдачу тепла, организм освобождается от излишнего тепла преимущественно потоиспарением.

На величину потери тепла потоиспарением существенно влияют влажность и подвижность воздуха. Так, при температуре воздуха выше 35 °С и умеренной влажности потеря влаги потоиспарением может достигать 5—8 л/сут.

В исключительных случаях эта потеря может достигать 10 л/сут. Вместе с потом из организма выделяются соли, среди которых наибольшую долю составляют хлориды. С потом выделяются и водорастворимые витамины С и группы В. Потеря солей плазмой крови ведет к повышению вязкости крови, что затрудняет работу сердечно-сосудистой системы. При длительном воздействии высокой температуры воздуха нарушается деятельность желудочно-кишечного тракта. Выделение из организма хлор-иона, прием большого количества воды ведут к угнетению желудочной секреции и снижению бактерицидности желудочного сока, что создает благоприятные условия для развития воспалительных процессов в желудочно-кишечном тракте.

Влияние высокой температуры воздуха отрицательно сказывается и на функциональном состоянии центральной нервной системы, что проявляется ослаблением внимания, нарушением точности и координации движений, замед-

лением реакций. Это способствует снижению качества работы и увеличению производственного травматизма.

У рабочих, постоянно подвергающихся действию высокой температуры воздуха, снижается иммунобиологическая активность с повышением общей заболеваемости. Резкое перегревание организма может привести к тепловому удару (болезненность мышц, сухость во рту, нервно-психическое возбуждение). Такие явления чаще всего возникают при тяжелом физическом труде в жарком влажном климате.

Кроме высокой температуры воздуха, человек часто подвергается воздействию низких температур в условиях Крайнего Севера или в особых производственных помещениях. При очень низких температурах воздуха значительно возрастают теплопотери радиацией и конвекцией, снижаются теплопотери испарением. В этом случае общие теплопотери превышают теплопродукцию, что приводит к дефициту тепла, понижению температуры кожи и охлаждению организма.

Понижение температуры и ослабление тактильной чувствительности кожи становятся наиболее чувствительной реакцией организма на изменение теплового состояния при охлаждении. При этом происходит изменение функционального состояния центральной нервной системы, что проявляется в своеобразном наркотическом действии холода, ведущем к ослаблению мышечной деятельности; резкому снижению реакции на болевые раздражения, адинамии и сонливости.

Местное охлаждение, особенно охлаждение ног, способствует развитию простудных заболеваний, что связано с рефлекторным снижением температуры слизистой оболочки носоглотки. Это явление учитывается при гигиенической оценке температурного режима жилых и общественных зданий путем регламентации перепадов температуры воздуха по вертикали, которые не должны превышать 2,5 °С на 1 м высоты. Известны случаи отморожения нижних конечностей у солдат при температуре воздуха, близкой к нулю, когда длительное вынужденное положение в окопах приводило к нарушению кровообращения в конечностях. Ноги быстро охлаждались в результате интенсивной теплоотдачи излучением в сторону холодных и сырых стен окопа. Переохлаждение конечностей усугублялось увлажнением одежды, которая становилась более теплопроводной, что приводило к большой потере тепла (окопная, или траншейная, стопа). Наибольшее число отморожений и даже смертей от переохлаждения наблюдается при сочетании низкой температуры, высокой влажности и большой подвижности воздуха.

**Влажность воздуха** имеет большое значение, поскольку влияет на теплообмен организма с окружающей средой.

Абсолютная влажность воздуха дает представление об абсолютном содержании водяных паров в граммах в 1 $м^3$ воздуха, но не показывает степень насыщения воздуха парами. Например, при одной и той же абсолютной влажности насыщение воздуха водяными парами будет различным при разной температуре воздуха. Чем ниже температура воздуха, тем меньше водяных паров необходимо для его максимального насыщения, и наоборот, для максимального насыщения воздуха при высокой температуре абсолютная влажность должна иметь большое значение.

В гигиенической практике учитывают относительную влажность воздуха и дефицит его насыщения, т. е. разность максимальной и абсолютной влажности воздуха. Эти величины влияют на процессы теплоотдачи человека путем потоиспарения. Чем больше дефицит влажности, тем суше воздух, тем больше водяных паров он может воспринимать, следовательно, тем интенсивнее может быть отдача тепла потоиспарением. Высокая температура переносится легче, если воздух сухой. При температуре воздуха, близкой к температуре кожи, теплоотдача излучением и конвекцией резко снижена, но возможна теплоотдача через потоиспарение. При сочетании высокой температуры воздуха и высокой относительной влажности (более 90%) испарение пота практически исключено, пот выделяется, но не испаряется, поверхность кожи не охлаждается, наступает перегревание организма. При высоких температурах воздуха низкая и умеренная относительная влажность (до 70%) способствует усиленному потоиспарению, что исключает перегревание. При низких температурах сухой воздух уменьшает теплопотери вследствие плохой теплопроводности.

Неблагоприятное влияние сухого воздуха проявляется только при крайних степенях его сухости. Чрезмерно сухой воздух при низкой относительной влажности (менее 20%) иссушает слизистую оболочку носа, глотки и рта. На слизистых оболочках образуются трещины, которые легко инфицируются, что способствует развитию воспалительных явлений. Действие на организм сухого воздуха усугубляется при его большой подвижности. Горячий ветер не только вызывает перегревание, но и ухудшает самочувствие человека, снижает работоспособность.

**Подвижность воздуха** влияет на теплопотери организма путем конвекции и потоиспарения. При высокой температуре воздуха его умеренная подвижность способствует охлаждению кожи. Мороз в тихую погоду переносится легче, чем при сильном ветре, наоборот, зимой ветер вызывает переохлаждение кожи в результате усиленной отдачи тепла конвекцией и увеличивает опасность обморожений. Повышенная подвижность воздуха рефлекторно влияет на процессы обмена веществ, по мере понижения температуры воздуха и увеличения его подвижности повышается теплопродукция.

Сильный ветер (более 20 м/с) нарушает ритм дыхания, механически препятствует выполнению физической работы и передвижению. Умеренный ветер оказывает бодрящее действие, сильный, продолжительный ветер резко угнетает человека. Наиболее благоприятная подвижность атмосферного воздуха в летнее время равна 1–5 м/с (табл. 4.3).

## Комплексное действие воздушной среды на организм

Физические факторы воздушной среды воздействуют на организм человека комплексно, что подтверждается одинаковым тепловым ощущением при различных сочетаниях температуры, влажности, подвижности воздуха.

В зависимости от питания, одежды, объема выполняемой работы тепловое состояние человека изменяется в широких пределах. Объективная оценка теплового состояния человека необходима для гигиенического нормирования физических факторов воздушной среды. Тепловое состояние организма объектив-

**Таблица 4.3**. Скорость ветра в метрах в секунду и в баллах

| Действие ветра | Название ветра | Скорость ветра, м/с | Сила ветра в баллах по шкале Бофорта |
|---|---|---|---|
| Дым поднимается вертикально | Штиль | 0–0,5 | 0 |
| Дым слабо отклоняется | Тихий | 0,6–1,7 | 1 |
| Движется флаг | Легкий | 1,8–3,3 | 2 |
| Движутся листья деревьев | Слабый | 3,4–5,2 | 3 |
| Флаг полощется | Умеренный | 5,3–7,4 | 4 |
| Качаются верхушки деревьев | Свежий | 7,5–9,8 | 5 |
| Качаются тонкие стволы | Сильный | 9,9–12,4 | 6 |
| Качаются большие деревья | Крепкий | 12,5–15,2 | 7 |
| Ветер, оказывающий разрушительное действие | Очень крепкий | 15,3–18,2 | 8 |
| | Шторм | 18,3–21,5 | 9 |
| | Сильный шторм | 21,6–25,1 | 10 |
| | Жестокий шторм | 25,2–29,0 | 11 |
| | Ураган | 29–34 и больше | 12 |

но отражают температура тела и кожи, пульс и частота дыхания, артериальное давление, газообмен, потоотделение и т. д. Среди этих методов существенное значение имеет изучение реакции нервной системы на термические раздражители. Кроме объективной оценки изменений функций организма, изучают субъективные тепловые ощущения человека — «наипростейший субъективный сигнал объективных отношений организма к внешнему миру» (И.П. Павлов).

Комплексное влияние физических свойств воздушной среды наиболее выражено в микроклимате закрытых помещений (жилые, общественные и промышленные помещения). Формирование микроклимата зависит от деятельности человека, планировки и расположения помещений, свойств строительных материалов, климатических условий данной местности, от вентиляции и отопления.

Свойства строительных материалов в значительной степени определяют микроклиматические условия помещения. Имеет значение теплоемкость материалов. Так, дерево медленно нагревается и быстро отдает тепло, стены прогреваются в различной степени. Если разница между температурой воздуха и стенами помещения будет большая (более 6 °С), то создаются условия для быстрого переохлаждения организма. На формирование микроклимата помещений влияют также воздухопроницаемость, гигроскопичность строительных материалов. Чем они выше, тем существеннее снижается температура воздуха. Большое значение имеет и остекление помещения. В последние годы стали строить дома с большими оконными проемами. Такое «ленточное» остекление способствует нестабильности микроклимата помещения. У оконного стекла зимой формируются холодные потоки воздуха, летом — теплые, что ведет к существенным перепадам температуры воздуха по вертикали и горизонтали.

В гигиенической практике проводится оценка температурного режима помещения, т. е. измеряется температура воздуха в 9 точках: по вертикали на уровне 0,2; 1,0; 1,5 м от пола, т. е. в зоне линейных размеров «стандартного человека», и в 3 точках по диагонали помещения у наружной и внутренней стены и в центре помещения. Результаты позволяют определить перепады температуры воздуха в пространстве и оценить микроклимат.

Микроклимат производственных помещений в значительной мере определяется технологическим процессом, числом работающих, характером вентиляционных устройств, типом отопления и др. В некоторых цехах (горячие, холодные цеха) формируется особый микроклимат, который может вредно влиять на теплообмен, ухудшать самочувствие людей. В этих случаях микроклимат является профессиональной вредностью. В горячих цехах следует учитывать как истинную, так и климатическую температуру, т. е. температуру воздуха с учетом влияния потока инфракрасных лучей от нагретых предметов. Например, в горячих цехах климатическая температура может составлять 50–60 °С, а истинная температура не превышает 28–35 °С. В гигиенической практике для измерения истинной температуры воздуха используют сухой термометр аспирационного психрометра, резервуар которого защищен металлическим кожухом от инфракрасных лучей.

## Влияние на организм атмосферного давления

Воздух обладает массой и весом, гравитационное поле делает воздушные массы у поверхности земли наиболее плотными и, следовательно, воздух обладает наибольшим давлением. С поднятием на высоту плотность и давление воздуха уменьшаются. Если на уровне моря 1 м$^3$ воздуха весит 1293 г, то на высоте 20 км его вес составляет лишь 64 г, т. е. при одинаковом процентном содержании кислорода его весовая концентрация на высоте 20 км примерно в 20 раз меньше, чем на уровне моря.

На поверхности земли колебания атмосферного давления связаны с погодными условиями и не превышают 4–10 мм рт. ст. Однако возможны существенные повышения и понижения атмосферного давления, способные привести к неблагоприятным изменениям в организме.

**Пониженное атмосферное давление** способствует развитию у людей симптомокомплекса, известного под названием высотной болезни. Высотная болезнь может возникать при быстром подъеме на высоту и, как правило, встречается у летчиков и альпинистов в случае отсутствия мер, предохраняющих от влияния пониженного атмосферного давления. В легочной ткани происходит обмен газов крови и альвеолярного воздуха. Диффундируя через мембраны, газы стремятся к состоянию равновесия, переходя из области высокого давления в область низкого давления.

Высотная болезнь возникает в результате понижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, что приводит к кислородному голоданию тканей.

По мере падения парциального давления кислорода уменьшается насыщенность кислородом гемоглобина с нарушением снабжения клеток кислородом.

Резерв кислорода в организме не превышает 0,9 л и определяется количеством растворенного в плазме крови кислорода. Этого резерва достаточно лишь на 5–6 мин жизни, после чего стремительно развиваются явления кислородной недостаточности. К кислородному голоданию наиболее чувствительны мозговые клетки, так как кора головного мозга потребляет кислорода в 30 раз больше на единицу массы, чем все другие ткани. Мозговые клетки гибнут раньше, чем падает тонус грудных мышц, когда еще возможны дыхательные движения. Первые симптомы кислородной недостаточности определяются при подъеме на высоту 3000 м без кислородного прибора.

В процессе постепенной адаптации к пониженному атмосферному давлению в организме развиваются компенсаторно-приспособительные механизмы (увеличение числа эритроцитов, повышение уровня гемоглобина, изменение окислительных процессов в организме и т. д.), позволяющие сохранить здоровье и работоспособность, что можно наблюдать у жителей высокогорных районов Дагестана, Памира, Перу, где селения располагаются на высоте 2500–4500 м над уровнем моря.

**Повышенное атмосферное давление** является основным производственным фактором при строительстве подводных тоннелей, метро, при проведении водолазных работ и т. д.

Для проведения работ под водой или под землей в грунтах, насыщенных водой, сооружаются особые рабочие камеры — кессоны. Кессон заполняется сжатым воздухом, который вытесняет воду из рабочего пространства. На давление столба в 10 м в кессоне повышается давление на 1 атм сверх обычного атмосферного (1 ати). В производственных условиях в зависимости от заглубления кессона добавочное давление составляет от 0,2 до 4 ати. При работе в кессонах отмечают 3 периода: период компрессии, т. е. период опускания в кессон, когда происходит постепенное нарастание давления сверх обычного, период работы в кессоне в условиях повышенного давления и период декомпрессии, когда происходит подъем рабочих на поверхность земли, т. е. выход из зоны повышенного в зону нормального атмосферного давления. Период компрессии и второй период пребывания рабочих в кессонах или водолазов под водой (в условиях повышенного атмосферного давления), при соблюдении правил безопасности переносятся без каких-либо выраженных неприятных ощущений. В зоне повышенного атмосферного давления происходит насыщение крови и тканей организма газами воздуха, главным образом азотом. Это насыщение продолжается до уравнивания парциального давления азота в окружающем воздухе с парциальным давлением азота в тканях.

Быстрее всего насыщается кровь, медленнее жировая ткань. В то же время жировая ткань насыщается азотом в 5 раз больше, чем кровь или другие ткани. Общее количество азота, растворенного в организме под повышенным атмосферном давлением, может достигать 4–6 л против 1 л растворенного при нормальном давлении.

При быстром переходе из зоны повышенного атмосферного давления в зону нормального нарушаются процессы десатурации азота из тканей и жидкостей организма. Скорость десатурации азота из различных тканей не одинакова, например, слабо васкуляризованная жировая ткань медленно отдает азот.

При быстрой декомпрессии создается большая разница между парциальным давлением азота в альвеолярном воздухе и парциальным давлением азота, растворенного в тканях организма. Азот не успевает выделиться через легкие и остается в крови и тканях в виде пузырьков. Опасность газовой эмболии возникает тогда, когда парциальное давление азота в тканях будет выше парциального давления азота в альвеолярном воздухе более чем в 2 раза. Газовая эмболия приводит к тяжелому профессиональному заболеванию — кессонной болезни. Тяжесть и симптоматика кессонной болезни определяются локализацией и массивностью закупорки сосудов газовыми эмболами. В результате медленной десатурации жировой ткани чаще поражаются ткани с большим содержанием липидных соединений — центральная и периферическая нервная система, подкожная жировая клетчатка, костный мозг, суставы.

Разработаны разнообразные инженерно-технические, санитарно-гигиенические и лечебные мероприятия, предупреждающие возникновение кессонной болезни. В медицинской практике стали использовать гипербарическую оксигенацию для лечения некоторых заболеваний хирургического и терапевтического профиля. В специальных барокамерах создается повышенное барометрическое давление, способствующее быстрому насыщению тканей больного кислородом, что дает лечебный эффект.

Разработаны гигиенические требования к режиму и условиям работы в таких операционных, правила декомпрессии, имеется перечень противопоказаний для медицинского персонала к работе в барокамерах-операционных по состоянию здоровья. Метод гипербарической оксигенации совершенствуется, его возможности расширяются.

## Электрическое состояние воздушной среды

Электрическое состояние атмосферного воздуха характеризуют его ионизация, электрическое поле земной атмосферы, грозовая электрика, естественная радиоактивность.

Под ионизацией воздуха понимают распад газовых молекул и атомов под влиянием ионизаторов. К ионизаторам относятся радиоактивное излучение почвы и воздуха, ультрафиолетовое и световое излучение солнца, космические излучения, распыление воды (баллоэлектрический эффект). Число ионов, образующихся в 1 мл газа в единицу времени, называется интенсивностью ионизации.

В результате ионизации от нейтрального атома отделяется электрон, который присоединяется к другому нейтральному атому, образуя отрицательный ион. Оставшаяся часть атома становится положительно заряженным ионом. К вновь образованным ионам присоединяются газовые молекулы, создавая более стойкие ионы с положительным или отрицательным зарядом. Это так называемые легкие аэроионы, скорость их передвижения составляет 1–2 см/с, время существования 1–2 мин. Они быстро рекомбинируются.

Легкие аэроионы могут присоединять к себе взвешенные пылевые частицы, микробные тела, превращаясь в средние, тяжелые и сверхтяжелые ионы. Тяжелые ионы менее подвижны, их скорость не превышает 0,0005 см/с, они проч-

но удерживают заряд. Наряду с образованием ионов в атмосфере происходят процессы их уничтожения в результате соединения ионов противоположного заряда. В атмосфере постоянно происходят процессы ионообразования и ионоуничтожения и устанавливается определенное ионизационное равновесие. Количество легких ионов зависит от географических, геологических условий, погоды, уровня радиоактивности окружающей среды, загрязнения атмосферного воздуха. С увеличением влажности воздуха нарастает число тяжелых ионов из-за рекомбинации ионов с каплями влаги. Понижение атмосферного давления способствует выходу из почвы эманации радия, что приводит к увеличению количества легких ионов. Ионизирующее действие распыляемой воды проявляется в усилении ионизации воздуха, что особенно заметно у фонтанов, по берегам бурных рек, у водоемов. Ионизационный режим воздушной среды определяется отношением числа тяжелых ионов к числу легких ионов ($N/n$) и отношением количества положительных ионов к числу отрицательных ионов — коэффициентом униполярности ($n^+/n^-$).

Чем более загрязнен воздух, тем выше этот коэффициент. Например, в 1 см$^3$ воздуха курортных местностей содержится 2000–3000 легких ионов, в 1 см$^3$ воздуха промышленных городов число легких ионов уменьшается до 40. Уменьшение числа легких ионов говорит об ухудшении состояния атмосферного воздуха (рис. 4.1). Это подтверждается также наблюдением за ионизацией воз-

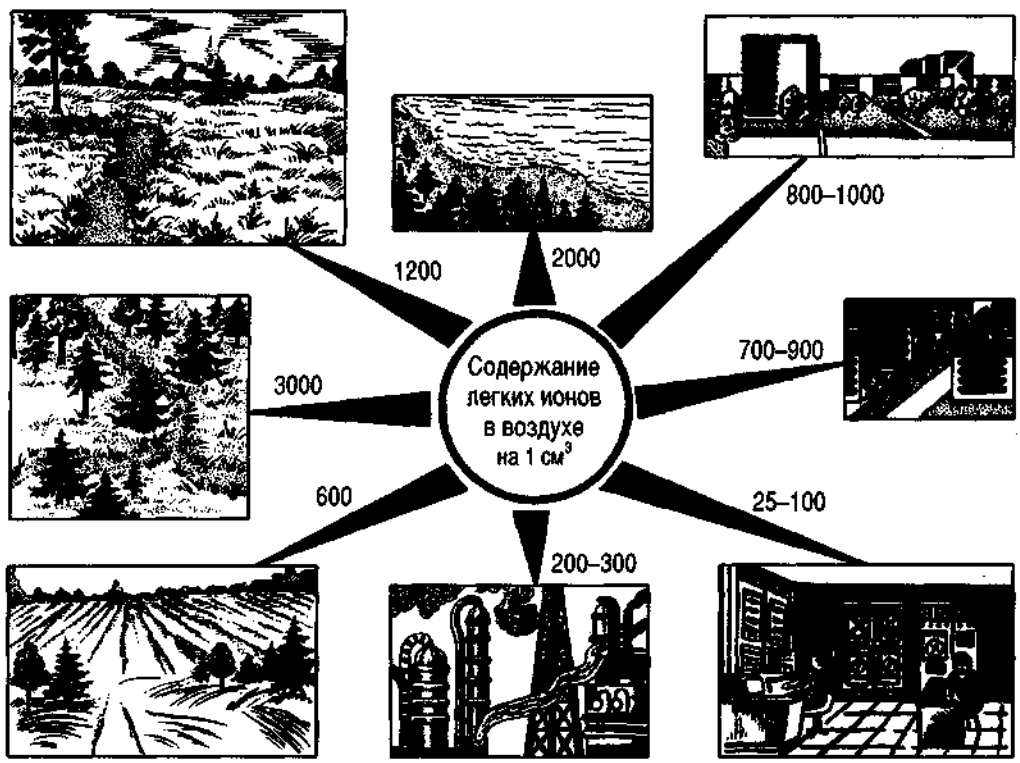



**Рис 4.1.** Ионизация воздушных пространств.

духа в закрытых помещениях (школы, кинотеатры). Количество легких ионов уменьшается с ухудшением микроклиматических условий в помещениях и повышением содержания углекислоты в воздухе. Легкие ионы поглощаются в процессе дыхания, адсорбируются кожей, одеждой. С дыханием в воздух помещений выделяется много тяжелых ионов. Следовательно, изменение ионизационного режима является чувствительным показателем чистоты воздушной среды в жилых и общественных помещениях. В настоящее время доказано многостороннее действие аэроинов на организм. Физиологический механизм действия ионизированного воздуха объясняется электрообменом в легочной ткани и нейрорефлекторными реакциями на раздражение аэроионами рецепторов кожи и слизистых оболочек.

Под действием высоких концентраций отрицательных легких ионов (до 100 000 в 1 $см^3$ воздуха) у людей происходят благоприятные изменения в газовом и минеральном обмене, стимулируются обменные процессы, ускоряется заживление ран. В настоящее время искусственная отрицательная ионизация воздуха используется для лечения гипертонической болезни, бронхиальной астмы, аллергических реакций. Положительные ионы оказывают угнетающее действие на человека, вызывая состояние сонливости, депрессию, снижают работоспособность. Легкие ионы являются показателями санитарного благополучия воздушной среды. Имеется опыт использования искусственных ионизаторов воздуха для создания благоприятного ионизационного режима в жилых и общественных зданиях. Широкое использование таких приборов на практике сдерживается отсутствием эффективных и простых методов контроля за ионизацией воздуха.

Одним из элементов электрического состояния воздушной среды является электрическое поле Земли. Атмосфера представляет собой положительный полюс. Напряженность электрического поля атмосферы измеряется потенциалом в вольтах на 1 м высоты, у поверхности земли она составляет 130 В/м. Разность напряжения между головой и ногами стоящего человека составляет около 250 В. Так как земля заряжена отрицательно, положительные ионы движутся к земной поверхности, отрицательные отталкиваются от нее. Таким образом в атмосфере образуется направленный по вертикали к земле ток. При градиенте потенциала 100 В/м сила этого тока составляет $2{,}2 \cdot 10^{-16}$ $А/см^2$. Напряженность электрического поля атмосферы различна по сезонам года. В средних широтах она выше зимой. Например, зимой напряженность электрического поля составляет 260 В/м, летом 100 В/м. Погода (дождь, снег, туман) влияет на величину электрического поля атмосферы; с повышением атмосферного давления, появлением туманов электрическое поле атмосферы увеличивается в 2–5 раз. Особенно сильные изменения электрического поля атмосферы происходят во время грозы. Нередко в течение 1–2 ч градиент потенциала достигает огромных величин, причем величина поля может менять и свой знак, достигая значений от −2000 до +1800 В/м.

Биологическое действие электрического поля атмосферы изучено недостаточно. Имеются сведения о его влиянии на минеральный обмен между почвой и растениями. Установлено, что атмосферное электричество воздействует на организм и участвует в развитии метеотропных реакций при резком изменении погоды.

Вклад в электрическое состояние атмосферы вносит радиоактивность воздушной среды. Радиоактивность воздушной среды обусловлена присутствием в ней радиоактивных газов и веществ естественного и искусственного происхождения. Естественный радиоактивный фон создается за счет космического излучения и излучений от естественных радиоактивных веществ, находящихся в почве, воде и атмосфере. Благодаря постоянному круговороту веществ в природе человек вместе с пищей, водой и воздухом получает все естественные радиоактивные элементы. Ткани организма содержат ничтожно малые количества этих элементов.

Радиоактивные газы (радон, актинон, торон) являются продуктами распада естественных радиоактивных элементов (радия, актиния и тория), содержащихся в земных породах. Выход радиоактивных газов из почвы определяется условиями газообмена между почвенным воздухом и атмосферой. С увеличением барометрического давления и влажности воздуха выход газов из почвы уменьшается. С повышением температуры воздуха и усилением вертикальных конвекционных токов выход радиоактивных газов из почвы увеличивается. В связи с этим величина естественной радиоактивности воздуха колеблется в зависимости от времени года и местности. Зимой радиоактивность атмосферы меньше, чем летом. Наибольшая радиоактивность воздуха отмечается у поверхности земли, с поднятием на высоту она убывает.

Помимо радона, торона и актинона и продуктов их распада, в атмосферном воздухе находятся другие естественные инертные радиоактивные газы, которые образуются в результате бомбардировки атомов азота, водорода и кислорода частицами космического излучения. В атмосферном воздухе есть также ничтожное количество рассеянных естественных радиоактивных веществ (уран, радий, калий-40), поступающих в воздух с конвекционными токами в результате выветривания горных пород.

Из мирового пространства на поверхность земли приходит космическое излучение, которое образуется в ядерных процессах на поверхностях звезд и туманностей. Космическое излучение состоит из ядер легких атомов, несущих большую энергию в результате многочисленных ускорений в межзвездном пространстве. Естественная радиоактивность и космическое излучение являются природным фактором окружающей среды.

В литературе имеются сведения о действии естественных радиоактивных элементов на биологические объекты. Космическое излучение влияет на частоту мутаций и интенсивность клеточного деления. Некоторые растения резко отстают в росте при отсутствии в почве естественных радиоактивных элементов — урана, радия. При добавлении в почву минимальных количеств урана, особенно в период цветения, возрастает урожайность, в корнеплодах увеличивается количество углеводов. На земле есть области с более высоким уровнем естественной радиоактивности из-за залегания в почве повышенного количества естественных радиоактивных пород. Очевидно, доза как внешнего, так и внутреннего облучения за счет естественной радиоактивности не оказывает вредного влияния на организм и является постоянно действующим фактором окружающей среды. Как указывалось выше, радиоактивность окружающей среды определяется не только естественными радиоактивными элементами, но и радиоактивными веществами искусственного происхождения, появив-

шимися в результате загрязнения среды при взрывах ядерных устройств и в связи с развитием атомной энергетики, использованием радиоактивных веществ в науке и на производстве. Наиболее мощные источники загрязнения воздушного океана планеты — взрывы атомных устройств и крупные аварии на атомных электростанциях. При этом образуется большое количество радиоактивных веществ с различным периодом полураспада. Короткоживущие радионуклиды с периодом полураспада до нескольких дней менее опасны как загрязнители окружающей среды. Согласно экспоненциальному закону радиоактивного распада, через 10 периодов полураспада они практически прекращают свое существование. Наибольшую опасность представляют долгоживущие радионуклиды — стронций-90 и цезий-137, период полураспада которых составляет соответственно 29 лет и 33 года. По физико-химическим свойствам стронций-90 подобен кальцию, цезий-137 — калию. В круговороте веществ в природе и в обменных процессах в организме они участвуют наравне со стабильными элементами — кальцием и калием. Стронций-90, попадая в организм, депонируется в костях, а цезий-137 равномерно распределяется по органам, что обеспечивает внутреннее облучение организма на долгие годы.

При гигиенической оценке радиоактивного загрязнения окружающей среды имеет значение ряд условий: высота и мощность выбросов продуктов ядерного деления, направление и скорость ветра, дисперсный состав радиоактивной пыли, погодные условия в момент выброса — туман, осадки, струйные течения воздуха. В силу этих условий из атмосферного воздуха происходят выпадения радиоактивных веществ на почву, где происходят дальнейшие процессы миграции. Часть радиоактивных веществ поглощается верхними слоями почвы, остальная часть проникает в более глубокие слои почвы с атмосферными осадками и при обработке почвы и может достигать грунтовых вод. Выпадение радиоактивной пыли из воздуха приводит к загрязнению открытых водоемов, растительности, сельскохозяйственных угодий. Загрязнение почвы и воды способствует накоплению радиоактивных веществ в наземных и водных растениях, в кормах для животных, а следовательно, в их организме. При этом концентрация радиоактивных веществ в растениях, теле животных, рыб, обитателей водоемов во много раз превышает таковую в воздухе, почве и воде, что связано со способностью биологических объектов аккумулировать в своих структурах те или иные радиоактивные вещества. Следовательно, радиоактивные вещества попадают к человеку в основном через пищевые цепи. Число звеньев такой цепи может быть различным, например атмосфера—вода—человек; атмосфера—вода, водоемы—рыба—человек; атмосфера—почва—растения—домашние животные—молоко—мясо—человек. При гигиенической оценке радиоактивной загрязненности окружающей среды необходимо определять концентрации радиоактивных веществ не только в воздухе и почве, но и в воде водоемов, в продуктах питания животного и растительного происхождения. Современная искусственная радиоактивная загрязненность окружающей среды, как правило, не грозит населению соматическими повреждениями. Однако существует потенциальная опасность возрастания такого загрязнения, особенно в связи с возможными авариями на атомных электростанциях, при испытании и производстве атомного оружия. Договор о запрещении испытания ядерного оружия в атмосфере, космическом пространстве и под водой

(1963) не только имеет политическое значение, но и является серьезной программой охраны окружающей среды от радиоактивного загрязнения. В этом же направлении действуют международные соглашения по контролю за работой АЭС, оповещению в случае аварии и международной помощи в ликвидации последствий таких аварий. Эффективность международного сотрудничества была подтверждена в совместной работе по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в апреле–мае 1986 г. Большое значение имеет разработка ПДУ облучения населения, ПДК радиоактивных веществ в воде, почве, воздухе, продуктах питания, способов контроля за радиоактивными отходами и радиоактивным загрязнением окружающей среды.

Разрабатываются методы медицинского контроля за здоровьем населения, прогнозирования возможного ущерба здоровью населения и его поколению, широкой профилактики неблагоприятного действия радиоактивных веществ и их излучений на здоровье людей. Этими проблемами занимается самостоятельная гигиеническая наука — радиационная гигиена.

## Химический состав воздуха, его влияние на организм

Воздушная среда, составляющая земную атмосферу, представляет собой смесь газов. Сухой атмосферный воздух содержит 20,95% кислорода, 78,09% азота, 0,03% углекислого газа. Кроме того, в атмосферном воздухе присутствует много инертных газов (аргон, гелий, неон, криптон, водород, ксенон, радон) (табл. 4.4). В атмосферном воздухе присутствуют небольшие количества озона, закиси азота, йода, метана, водяных паров.

Кроме постоянных составных частей, в атмосфере содержатся некоторые примеси природного происхождения, а также разнообразные загрязнения, поступающие в результате производственной деятельности человека.

**Кислород.** Постоянное содержание кислорода поддерживается непрерывными процессами его обмена в природе. Кислород потребляется при дыхании человека и животных, он необходим для горения и окисления. Кислород по-

**Таблица 4.4.** Состав сухого воздуха при нормальных условиях

| Газ | Объем, % |
|---|---|
| Азот | 78,08 |
| Кислород | 20,95 |
| Аргон | 0,9325 |
| Диоксид углерода | 0,03 |
| Неон | 0,0018 |
| Гелий | 0,0005 |
| Радон | $6 \cdot 10^{-18}$ |
| Криптон | 0,000108 |
| Водород | 0,00005 |
| Ксенон | 0,000008 |
| Озон | 0,000001 |

ступает в атмосферу в результате фотосинтеза растений. Наземные растения и фитопланктон ежегодно поставляют в атмосферу около $1{,}5 \cdot 10^{15}$ т кислорода, что полностью восстанавливает его естественную убыль. На поверхности земли из-за интенсивного перемешивания воздушных масс концентрации кислорода остаются практически постоянными. Не ощущается существенной разницы в содержании кислорода в воздухе промышленных городов и сельских мест. Концентрации кислорода колеблются лишь в пределах десятых долей процента, что не имеет существенного гигиенического значения. При падении парциального давления кислорода, что наблюдается при подъеме на высоту, возможны явления кислородного голодания. Критический уровень парциального давления кислорода менее 110 мм рт. ст. Снижение парциального давления кислорода до 50–60 мм рт. ст. обычно несовместимо с жизнью. Вместе с тем повышение парциального давления кислорода более 600 мм рт. ст. ведет к развитию патологических процессов в организме — уменьшению жизненной емкости легких, отеку легких и пневмонии.

Наряду с кислородом нормальной составной частью воздуха является **озон**.

Под влиянием коротковолновой ультрафиолетовой радиации с длиной волны менее 200 мкм молекулы кислорода диссоциируют с образованием атомарного кислорода. Вновь образованные атомы кислорода присоединяются к нейтральной молекуле кислорода, образуя озон. Одновременно с образованием озона происходит его распад.

Общебиологическое значение озона велико. Озон поглощает коротковолновую ультрафиолетовую радиацию, оказывающую губительное действие на все живое. Одновременно озон поглощает длинноволновую инфракрасную радиацию, исходящую от Земли, и тем самым предотвращает чрезмерное охлаждение ее поверхности. Концентрация озона неравномерно распределяется по высоте. Наибольшее его количество отмечается на уровне 20–30 км от поверхности земли. С приближением к поверхности земли концентрация озона уменьшается вследствие снижения ультрафиолетовой радиации и ослабления синтеза озона. В тропосферу озон поступает в результате перемешивания воздушных масс и перехода из стратосферы.

Озон обладает окислительными способностями, поэтому в загрязненном воздухе городов его концентрации ниже, чем в воздухе сельской местности. В связи с этим озон считался показателем чистоты воздуха. Однако в последние годы установлено, что озон образуется в результате фотохимических реакций при формировании смога, поэтому обнаружение озона в атмосферном воздухе крупных городов считают показателем его загрязнения.

**Азот**. Наряду с кислородом и озоном в состав атмосферного воздуха входит азот, который по количественному содержанию является наиболее существенной составной частью атмосферного воздуха.

Азот принадлежит к инертным газам, он не поддерживает дыхание и горение. В атмосфере азота жизнь невозможна. В природе происходит его круговорот.

Азот воздуха усваивается некоторыми видами бактерий почвы, а также сине-зелеными водорослями. Азот воздуха под влиянием электрических разрядов превращается в окислы, которые, вымываясь из атмосферы осадками, обогащают почву солями азотистой и азотной кислот. Под влиянием почвенных бактерий соли азотистой кислоты превращаются в соли азотной кислоты, ко-

торые в свою очередь усваиваются растениями и служат для синтеза белка. Установлено, что 95% атмосферного азота ассимилируется живыми организмами и лишь 5% связывается в результате физических процессов в природе. Следовательно, основная масса связанного азота имеет биогенное происхождение. Наряду с усвоением азота происходит его выделение в атмосферу. Свободный азот образуется при горении древесины, угля, нефти, небольшое количество свободного азота выделяется при разложении органических соединений микроорганизмами-денитрификаторами. Таким образом, в природе идет непрерывный круговорот азота, в результате чего азот атмосферы превращается в органические соединения. При разложении этих соединений азот восстанавливается и поступает в атмосферу, а затем его вновь связывают биологические объекты.

Азот является разбавителем кислорода, так как дыхание чистым кислородом приводит к необратимым изменениям в организме. При изучении действия на организм различных концентраций азота отмечено, что его повышенное содержание во вдыхаемом воздухе способствует наступлению гипоксии и асфиксии вследствие снижения парциального давления кислорода. При увеличении содержания азота до 93% наступает смерть. Наиболее выраженные неблагоприятные свойства азот проявляет в условиях повышенного давления, что связано с его наркотическим действием. Известна также роль азота в происхождении кессонной болезни.

Кроме азота, к инертным газам относятся аргон, неон, гелий, криптон и ксенон. В химическом отношении эти газы инертны, в жидкостях организма растворяются в зависимости от парциального давления. Абсолютное количество этих газов в крови и тканях организма ничтожно, действие инертных газов может быть наркотическим. Однако наркотическое действие возможно при очень высоком парциальном давлении этих газов, что в обычной жизни не встречается. Среди инертных газов особое место занимают радон, актинон и торон — продукты распада естественных радиоактивных элементов радия, тория, актиния. В химическом отношении эти газы инертны, а их опасное воздействие на организм связано с их радиоактивностью. В природных условиях они определяют естественную радиоактивность атмосферы. В производственных условиях эти газы считаются профессиональной вредностью, требуют соответствующей защиты персонала и контроля за уровнем облучения. С этим связано нормирование условий труда медицинского персонала в отделениях радоновых ванн.

**Углекислый газ**. Углекислый газ, или диоксид углерода, в природе находится в свободном и связанном состоянии. До 70% углекислого газа растворено в воде морей и океанов, в состав некоторых минеральных соединений (известняков и доломитов) входит около 22% общего количества диоксида углерода. Остальное количество приходится на животный и растительный мир (каменный уголь, нефть и гумус). В природе происходят непрерывные процессы выделения и поглощения диоксида углерода. В атмосферу он выделяется в результате дыхания человека и животных, а также горения, гниения, брожения. Кроме того, диоксид углерода образуется при промышленном обжиге известняков и доломитов, возможно его выделение с вулканическими газами. Наряду с процессами образования в природе идут процессы ассимиляции диоксида

углерода — активное поглощение растениями в процессе фотосинтеза. Из воздуха диоксид углерода вымывается осадками.

Важную роль в поддержании постоянной концентрации диоксида углерода в атмосферном воздухе играет его выделение с поверхности морей и океанов. Диоксид углерода, растворенный в воде морей и океанов, находится в динамическом равновесии с диоксидом углерода воздуха и при повышении парциального давления в воздухе растворяется в воде, а при понижении парциального давления выделяется в атмосферу. Процессы образования и ассимиляции взаимосвязаны, благодаря этому содержание диоксида углерода в атмосферном воздухе относительно постоянно и составляет 0,03%. За последнее время концентрация диоксида углерода в воздухе промышленных городов увеличивается в результате интенсивного загрязнения воздуха продуктами сгорания топлива. Среднегодовое содержание диоксида углерода в городском воздухе может быть выше, чем в чистой атмосфере, и составляет 0,037%. В литературе обсуждается вопрос о роли диоксида углерода в создании «парникового эффекта», приводящего к повышению температуры приземного слоя воздуха.

Диоксид углерода является физиологическим возбудителем дыхательного центра. Его парциальное давление в крови обеспечивается регулированием кислотно-щелочного равновесия. В организме он находится в связанном состоянии в виде двууглекислых солей натрия в плазме и эритроцитах крови. При вдыхании больших концентраций диоксида углерода нарушаются окислительно-восстановительные процессы. Чем больше диоксида углерода во вдыхаемом воздухе, тем меньше его может выделить организм. Накопление диоксида углерода в крови и тканях ведет к развитию тканевой аноксии. При увеличении содержания диоксида углерода во вдыхаемом воздухе до 4% отмечаются головная боль, шум в ушах, сердцебиение, возбужденное состояние, при 8% возникает тяжелое отравление и наступает смерть. По содержанию диоксида углерода судят о чистоте воздуха в жилых и общественных зданиях, значительное накопление этого соединения в воздухе закрытых помещений указывает на санитарное неблагополучие помещения (скученность людей, плохая вентиляция).

В обычных условиях при естественной вентиляции помещения и инфильтрации наружного воздуха через поры строительных материалов содержание диоксида углерода в воздухе жилых помещений не превышает 0,2%. В этих концентрациях диоксид углерода не токсичен для человека, но пребывание в такой атмосфере приводит к ухудшению самочувствия и снижению работоспособности. Это объясняется тем, что параллельно с увеличением концентрации диоксида углерода ухудшаются другие свойства воздуха: повышаются температура и влажность, появляются токсичные газообразные продукты жизнедеятельности человека (меркаптан, индол, сероводород, аммиак), увеличивается содержание пыли и микроорганизмов.

Работы А.А. Минха показали, что с увеличением содержания диоксида углерода в воздухе и ухудшением микроклимата в жилых и общественных зданиях изменяется ионизационный режим воздуха, а именно увеличивается число тяжелых и уменьшается количество легких ионов, что объясняется поглощением легких ионов в процессе дыхания и контакта с кожей и адсорбцией одежды, а также поступлением тяжелых ионов с выдыхаемым воздухом. Следовательно, с нарастанием концентрации диоксида углерода ухудшается все

другие свойства воздуха. Из всех показателей, связанных с ухудшением разнообразных свойств воздуха, диоксид углерода определить наиболее легко, поэтому при оценке состояния воздушной среды помещений учитывают концентрацию диоксида углерода. ПДК диоксида углерода в воздухе лечебных учреждений равна 0,07%, в воздухе жилых и общественных зданий — 0,1%. Последняя величина принята в качестве расчетной при определении эффективности вентиляции жилых и общественных зданий.

## Другие составные части воздуха и естественные примеси

Кроме основных составных частей — кислорода, азота, диоксида углерода, в атмосферном воздухе содержатся водород, метан, закись азота, аммиак, сероводород. Эти газы являются результатом естественных процессов, происходящих на поверхности земли и в атмосфере.

Водород образуется в высоких слоях атмосферы в результате фотохимического разложения молекул воды на кислород и водород.

Водород не поддерживает дыхания, в свободном состоянии он не усваивается и не выделяется живыми организмами. Кроме водорода, в атмосферном воздухе содержится незначительное количество метана, концентрация которого не превышает 0,00022%. Метан выделяется при анаэробном гниении органических соединений в качестве составной части природного газа. Метан не поддерживает дыхания, при накоплении его в воздухе в больших концентрациях возможна смерть от асфиксии.

Небольшие количества аммиака в атмосферном воздухе объясняются разложением органических веществ. Его концентрация зависит от степени загрязнения данной территории нечистотами и органическими выбросами. Зимой вследствие замедления процессов гниения концентрация аммиака несколько ниже, чем летом. В чистом воздухе, вдали от населенных мест концентрации аммиака в воздухе не превышают 0,003—0,005 мг/м$^3$. В воздухе населенных пунктов, особенно в загрязненных кварталах, аммиака может быть во много раз больше. При анаэробных процессах разложения серосодержащих органических веществ возможно образование сероводорода, который уже в малых концентрациях придает воздуху неприятный запах. В атмосферном воздухе в небольших концентрациях могут находиться йод и перекись водорода. Йод попадает в атмосферный воздух из-за мельчайших капелек морской воды и морских водорослей. В европейской части западные ветры более богаты йодом, чем восточные, которые дуют с суши.

Перекись водорода образуется из-за взаимодействия ультрафиолетовых лучей с молекулами воздуха и вместе с озоном способствует окислению органических веществ в атмосфере.

**Водяные пары.** В атмосферном воздухе постоянно присутствуют водяные пары. Основная масса водяных паров сосредоточена в тропосфере, с подъемом на высоту количество водяных паров уменьшается. Абсолютное содержание водяных паров в атмосфере зависит от времени года и широты местности. Влажность воздуха повышается с приближением к экватору и уменьшается к полюсам. Из водяных паров воздуха формируются облака, туманы, метеорные

зоды, дающие начало текучим водам, питающим открытые и закрытые водо-
источники.

Количество осадков, выпадающих в течение года, является одним из факто-
ров формирования климата, растительности, эрозивной деятельности почвы
данной местности.

Благодаря круговороту воды в природе поддерживается баланс воды. Вода
поступает в атмосферу в виде водяных паров при испарении с поверхностей
морей и суши, ее выделяют человек и животные, растительный покров, вода
образуется при разложении органических веществ. Метеорные воды в виде
дождя, снега выпадают из атмосферы на поверхность земли и идут на питание
растений, животных, человека, поступают в водоемы, насыщают почвенный
покров и т. д. Испаряясь, вода вновь поступает в атмосферу и круговорот воды
продолжается.

Вещества, взвешенные в атмосферном воздухе, представлены пылью есте-
ственного и искусственного происхождения.

Пыль бывает космическая, вулканическая, наземная, морская пыль и пыль
лесных пожаров. Концентрации пыли вариабельны и зависят от многих причин.

Космическая пыль образуется в мировом пространстве в результате сгора-
ния метеоритов. Она мелкодисперсна, медленно оседает на почву, ее концен-
трации ничтожны.

Вулканическая пыль может распространяться на большие расстояния, дол-
го удерживаться во взвешенном состоянии, что может привести к интенсив-
ному запылению атмосферы больших регионов земного шара. Сильные извер-
жения вулканов бывают нечасто, поэтому вулканическая пыль не представля-
ет серьезной угрозы для атмосферного воздуха населенных мест.

Морская пыль представлена кристаллами соли, которые образуются при
испарении капель воды, эта пыль имеет ограниченное географическое рас-
пространение.

Большую загрязненность воздуха дает пыль наземная, состоящая из пыли
почвенной и растительной. Загрязнение воздуха почвенной пылью актуально
для населенных пунктов, расположенных в зонах действия суховеев в пустын-
ных или полупустынных местностях. Почвенная пыль этих районов на 70—
80% состоит из минеральных соединений с высоким содержанием свободной
двуокиси кремния, но в крупных городах при высокой степени благоустрой-
ства (асфальтовые покрытия, озеленение и механизированная уборка улиц)
почвенная пыль не вносит существенного вклада в загрязнение атмосферного
воздуха.

В атмосферном воздухе постоянно присутствуют пыльца растений, споры
грибов, бактерий. Такая пыль может быть причиной аллергических заболева-
ний. В период цветения растений учащаются случаи аллергических ринитов.

Большую роль в освобождении атмосферы от взвешенных веществ играют
естественные процессы самоочищения, в частности разбавление загрязнений
конвекционными токами воздуха у поверхности земли. Циклоническая дея-
тельность тропосферы, ее большой объем создают благоприятные условия для
перемешивания воздушных масс и снижения концентраций взвешенных ве-
ществ. Существенным элементом самоочищения атмосферы является выпаде-
ние из воздуха крупных частиц пыли и сажи. С подъемом на высоту количе-

ство пыли уменьшается, и на высоте 7—8 км от поверхности земли пыль земного происхождения отсутствует. В процессах самоочищения участвуют и атмосферные осадки. С увеличением количества осадков увеличивается количество осевшей сажи и пыли. На концентрации пыли в атмосферном воздухе влияют метеорологические процессы, условия и характер выбросов, дисперсность пылевого аэрозоля. Крупнодисперсная пыль с частицами диаметром более 10 мкм быстро выпадает, мелкодисперсная пыль с частицами диаметром менее 0,1 мкм практически не выпадает, остается во взвешенном состоянии. Дисперсность пыли определяет ее устойчивость в воздухе, физико-химическую активность, адсорбционную способность, способность диффундировать или задерживаться защитными мембранами.

Однако естественное загрязнение атмосферного воздуха незначительно по сравнению с его искусственным загрязнением, которое с каждым годом увеличивается. Под атмосферными загрязнениями мы понимаем примеси к атмосферному воздуху, которые образуются не в результате стихийных природных процессов, а вследствие деятельности человека. Научно-техническая революция привела к увеличению и изменению промышленности. Если в начале XX века в промышленности использовались 19 природных элементов, то в 1970 г. — более 100 элементов. Многие из них высокотоксичны, оказывают гонадотоксическое, эмбриотоксическое и канцерогенное действие. За последние годы появились технологические процессы, использующие органический синтез, продукты которого с выбросами поступают в окружающую среду. Интенсификация производства привела к увеличению плотности загрязнителей на 1 м$^2$ площади и 1 м$^3$ воздуха. Это приводит к качественному и количественному изменению загрязнения атмосферного воздуха.

Основными токсичными веществами, которые постоянно обнаруживаются в атмосферном воздухе промышленных городов, являются также оксиды серы, азота, углерода, оксиданты и пыль разного состава. Кроме указанных соединений, в атмосферном воздухе имеются высокотоксичные соединения, образующиеся в результате химической или фотохимической трансформации токсичных веществ. На процессы окисления влияют ультрафиолетовые лучи, присутствие озона, влажность воздуха. Например, сернистый газ окисляется в триоксид серы, который с влагой воздуха образует аэрозоль серной кислоты. Накопление серной кислоты в атмосфере приводит к выпадению кислотных дождей, особенно в промышленных районах.

Разложение диоксидов азота под влиянием ультрафиолетовых лучей на оксид азота и атомарный кислород влечет за собой образование свободных радикалов озона. Оксиды азота и углеводороды связываются с молекулярным кислородом и образуют оксиданты. Окисление углеводородов олефинового ряда (кептан, гексан, гексен) приводит к образованию высокотоксичных соединений пероксиацетилнитрона (ПАН) и пероксибензоилнитрата. Эти вещества в сочетании с оксидами азота участвуют в формировании фотохимического смога.

В загрязнении атмосферного воздуха городов участвуют выбросы промышленных предприятий и работающего автотранспорта. Почва, жилище и выделения человека занимают незначительное место среди факторов, влияющих на загрязнение воздуха города. Существенным источником загрязнения воздушной среды городов остается промышленность, которая сжигает большое

количество топлива. Ведущее место в загрязнении атмосферного воздуха сохраняют крупные теплоэлектростанции и электростанции, работающие на низкосортном пылевидном топливе. Их выбросы составляют до 27% всех выбросов в атмосферу. По объему выбросов далее следуют предприятия черной и цветной металлургии (24 и 10% всех выбросов). В результате сжигания топлива в воздух выбрасываются летучая зола, сажа, разнообразные газообразные продукты. Летучая зола содержит кремний, кальций, магний, алюминий, железо, калий, титан, серу. Каменноугольный дым содержит, кроме сажи, смолистые вещества, в частности канцерогенный 3, 4-бенз(а)пирен. Из газообразных продуктов, образующихся в результате сгорания каменного угля, наибольшая доля приходится на сернистый газ. Его количество в значительной мере определяется серосодержащими примесями в каменном угле. Выбросы сернистого газа в атмосферный воздух промышленных городов нарастают из года в год. Многие производственные процессы, особенно добывающей и обрабатывающей промышленности, связаны с выбросом в атмосферный воздух различных газообразных и твердых токсичных веществ. Так, предприятия черной и цветной металлургии выбрасывают в атмосферу пыль меди, оксиды железа, свинца и множество разнообразных микроэлементов (табл. 4.5).

Сероводород и меркаптан присутствуют в выбросах предприятий, перерабатывающих многосернистую нефть; хлор, оксиды азота, сероуглерод дают ряд отраслей химической промышленности. На долю автотранспорта приходится более 70% всей суммы загрязнителей воздушной среды городов. Выхлопные газы автотранспорта содержат оксид углерода, озон, оксиданты как продукт трансформации оксидов азота, углеводороды, свинец, сажу. Большое значение имеют тип двигателя, режим его работы, техническое состояние, скорость и интенсивность движения транспорта. С целью уменьшения загрязнения атмосферного воздуха предлагают перевод автопарка на газ, использование нетоксичных антидетонаторов, различных присадок к топливу, изменение системы зажигания. Кроме того, концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе крупных городов зависят от интенсивности движения, ширины улиц, озеленения, планировки города и т. д. Наиболее высокие ее концентрации отмечаются при автомобильных пробках. На тихих улицах содержание

**Таблица 4.5.** Территории, на которых наблюдается устойчивое ухудшение загрязнения воздуха

| Субъект Российской Федерации | Отношение доли проб, не отвечающих гигиеническим нормативам, к доле неудовлетворительных проб, зарегистрированных в 1995 г. | | |
|---|---|---|---|
| | 1995 г. | 1996 г. | 1997 г. |
| Липецкая область | 1,0 | 1,01 | 1,08 |
| Красноярский край | 1,0 | 1,09 | 1,12 |
| Санкт-Петербург | 1,0 | 1,01 | 1,12 |
| Смоленская область | 1,0 | 1,05 | 1,30 |
| Кабардино-Балкарская Республика | 1,0 | 1,30 | 1,35 |
| Ханты-Мансийский автономный округ | 1,0 | 2,50 | 2,91 |
| Мурманская область | 1,0 | 2,03 | 3,23 |

**Таблица 4.6.** Территории, на которых наблюдается устойчивое улучшение состояния атмосферного воздуха

| Субъект Российской Федерации | Отношение доли проб, не отвечающих гигиеническим нормативам, к доле неудовлетворительных проб, зарегистрированных в 1995 г. | | |
|---|---|---|---|
| | 1995 г. | 1996 г. | 1997 г. |
| Республика Мордовия | 1,0 | 0,71 | 0,05 |
| Читинская область | 1,0 | 0,15 | 0,10 |
| Республика Северная Осетия | 1,0 | 0,66 | 0,10 |
| Астраханская область | 1,0 | 0,40 | 0,20 |
| Коми-Пермяцкий автономный округ | 1,0 | 0,78 | 0,23 |
| Ярославская область | 1,0 | 0,39 | 0,29 |
| Ставропольский край | 1,0 | 0,52 | 0,30 |
| Псковская область | 1,0 | 0,55 | 0,33 |
| Краснодарский край | 1,0 | 0,51 | 0,35 |
| Самарская область | 1,0 | 0,62 | 0,38 |

оксидов углерода в воздухе в 5–10 раз ниже, чем в воздухе оживленных автомагистралей. Из года в год увеличиваются выбросы в атмосферный воздух железнодорожного и морского транспорта. Снижение этого загрязнения возможно с переводом транспорта на электрическую тягу (табл. 4.6).

## Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения и санитарные условия жизни в городах

Загрязнение атмосферного воздуха промышленных городов оказывает многообразное вредное воздействие; отравление населения токсичными веществами приводит к ухудшению здоровья и снижению работоспособности, способствует ухудшению санитарных условий жизни населения, а также приносит экономический ущерб в результате потери ценного сырья в виде отходов. Малые концентрации токсичных веществ атмосферного воздуха способствуют развитию у населения хронических отравлений. Симптомы отравления часто бывают маловыраженными, субъективные жалобы неопределенны. Часто хроническое воздействие токсичного вещества приводит к снижению защитных сил организма, что проявляется в повышении общей заболеваемости либо в понижении работоспособности. В связи с загрязнением атмосферного воздуха возрастает частота хронических неспецифических заболеваний бронхолегочной системы, становятся более тяжелыми сердечно-сосудистые заболевания. Под влиянием окиси углерода развивается более выраженный и ранний атеросклероз, изменяется сердечная проводимость. Действие пыли атмосферного воздуха на население менее выражено, чем действие пыли на рабочих промышленных предприятий, из-за меньшей концентрации и быстрого разбавления в атмосфере. Однако отмечены случаи развития у населения, проживающего в районах с сильным запылением атмосферного воздуха выбросами ТЭЦ, рабо-

Таблица 4.7. Ориентировочная численность населения, проживающего на территориях с повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха некоторыми вредными веществами

| Название вещества | Население, млн человек | Название вещества | Население, млн человек | Название вещества | Население, млн человек |
|---|---|---|---|---|---|
| Взвешенные вещества | 15,2 | Сероуглерод | 5,1 | Бензол | 2,6 |
| Бенз(а)пирен | 13,9 | Формальдегид | 4,9 | Свинец | 2,4 |
| Фенол | 10,4 | Оксид углерода | 4,7 | Оксид азота | 1,5 |
| Диоксид азота | 5,3 | Аммиак | 3,7 | Сероводород | 1,4 |
| Водород фтористый | 5,3 | Стирол | 3,6 | | |

тающих на многозольном топливе, начальных пневмокониотических изменений в легких. Наиболее выраженные изменения отмечены у детей, стариков, лиц с хроническими заболеваниями бронхолегочной системы. Загрязнение атмосферного воздуха крупнодисперсной пылью способствует глазному травматизму, обращаемость населения за медицинской помощью по поводу инородных тел глаз в промышленных районах в 3–4 раза выше, чем в пригороде. Население, проживающее в районах с сильным загрязнением атмосферного воздуха, в 3–5 раз чаще болеет бронхитом, пневмонией, ангиной, чем население чистых районов. История гигиены знает множество случаев массовых отравлений населения в результате загрязнения атмосферного воздуха (табл. 4.7).

В декабре 1930 г. в Бельгии, в долине реки Маас, в течение 5 дней установилась погода с высоким барометрическим давлением, туманом и слабым ветром. В долине была температурная инверсия, т. е. температура верхних слоев воздуха превышала температуру приземных слоев, что ухудшало условия вертикальных конвекционных токов и не способствовало перемешиванию воздуха. Жители долины ощущали резкий запах сернистого газа. Появились жалобы на нарушение функции верхних дыхательных путей и легких. За 5 дней переболело несколько сотен человек, из них 60 человек умерли. Особенно пострадали лица, имеющие хронические заболевания сердца и легких. При вскрытии трупов погибших отмечали геморрагические и некротические очаги на слизистых оболочках бронхов и в тканях легких, характерные для отравления сернистым газом. Эта катастрофа не была следствием аварии на заводах. Заводы работали обычным образом и выбрасывали в воздух те же количества сернистого газа, что и прежде. Причиной отравления населения стал токсичный туман, который во влажную безветренную погоду способствовал накоплению в воздухе сернистого газа и аэрозоля серной кислоты.

Этот случай не единственный. В 1948 г. в г. Донора в США также произошло массовое отравление населения сернистым газом. Жалобы были те же, что у жителей долины Маас. За 5 дней тумана переболело 42% населения, из них умерло 20 человек. На вскрытии обнаружены геморрагические и некротические очаги в бронхах с явлениями отека легких. В 1952 г. в Лондоне повторилась катастрофа, происшедшая там же 70 лет назад. С 5 по 9 декабря стоял густой туман, и высокая влажность и безветрие способствовали превращению сернистого газа в аэрозоль серной кислоты. За это время умерло 2500 человек,

хотя в предыдущие дни смертность не превышала 100 человек в неделю. Особенно увеличилась смертность среди пожилых людей и детей.

В последнее время периодически отмечаются случаи появления раздражающих туманов, которые содержат комплексы органических соединений серы.

Известны подъемы заболеваемости населения, связанные с кратковременным увеличением концентраций токсичных веществ в воздухе. Описаны вспышки бронхиальной астмы у лиц, ранее не болевших, связанные с отравлениями выбросами нефтеперерабатывающих заводов или продуктами сжигания мусора. Отмечены аллергические реакции у населения в зоне выбросов заводов микробиологической промышленности. Постоянное воздействие оксида углерода особенно сказывается на состоянии здоровья милиционеров-регулировщиков, находящихся на оживленных автомагистралях, в местах скопления автотранспорта. В результате длительного вдыхания воздуха с повышенным содержанием оксида углерода у регулировщиков уличного движения развивалось хроническое отравление с увеличением количества карбоксигемоглобина в крови, жалобами на головную боль, головокружение, расстройство сна, сердцебиение и раздражительность. Накопление в крови до 7—9% карбоксигемоглобина у водителей обусловливает замедление психомоторных реакций, снижение цветоощущения, что способствует дорожным авариям. Начальные изменения поведенческих реакций отмечаются у людей при 2,5% карбоксигемоглобина в крови, а увеличение концентрации до 5% провоцирует приступы стенокардии у больных. Уровень карбоксигемоглобина в крови не должен превышать 2%.

Неблагоприятное действие на организм загрязнителей атмосферного воздуха проявляется также в накоплении некоторых веществ (свинец, кадмий и др.) в костях и тканях организма, что может привести к развитию хронических отравлений у населения, проживающего вблизи источников выброса в атмосферу этих соединений. Экспериментально доказано накопление свинца в костях мышей, которые дышали атмосферным воздухом, загрязненным выбросами заводов цветной металлургии. Установлена связь между концентрациями свинца в воздухе и количеством свинца, накопленного в костях животных.

Длительное действие малых концентраций токсичных веществ может провоцировать обострения хронических заболеваний бронхолегочной системы, укорачивать ремиссии, повышать частоту осложнений. Все больше случаев специфических заболеваний, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, отмечается у населения, не имеющего профессионального контакта с конкретным токсичным веществом. Это касается фтора, бериллия, кадмия, марганца, асбеста.

Загрязнение атмосферного воздуха способствует снижению иммунобиологической резистентности организма, ухудшению показателей физического развития детей, повышению общей заболеваемости населения.

В настоящее время нельзя не считаться с вредным действием канцерогенных веществ окружающей среды на организм человека. Если в 1940 г. рак бронхолегочной системы занимал 12-е место среди всех форм рака, то в 1960 г. — уже 5-е место, а в 1980 г. — 2-е место. Это связывают с увеличением содержания в воздухе городов канцерогенов и коканцерогенов.

Развитие рака бронхолегочной системы связывают и с табакокурением. Подсчитано, что при выкуривании 40 сигарет в день человек вдыхает около 150 мг бензпирена дополнительно к бензпирену атмосферного происхождения.

## Влияние загрязнения атмосферного воздуха на санитарные условия жизни населения

Загрязнение атмосферного воздуха ухудшает санитарные условия жизни населения, что проявляется в снижении прозрачности атмосферы, уменьшении естественной освещенности, туманообразовании. Частота туманов в крупных промышленных городах увеличивается из года в год. Туманообразование связано с конденсацией паров влаги на взвешенных частицах пыли с формированием устойчивой пылегазовой смеси. Такие туманы длительно сохраняются, способствуют ухудшению здоровья и работоспособности населения, увеличению числа уличных травм, угнетают самочувствие людей.

Климатологи отмечают, что в связи с увеличением количества взвешенных частиц в воздухе городов облачность повышается на 5–10%, туманообразование летом увеличивается на 30%, а число дней с осадками на 5–10 больше, чем в сельской местности. Туманообразование ведет к уменьшению естественной освещенности до 40–50%, что требует дополнительных расходов на освещение улиц. Запыленность воздуха снижает солнечную радиацию на 15–20%, причем ультрафиолетовая радиация летом снижается на 5%, зимой — на 30%, а в условиях тумана эти потери достигают 90%. Атмосферные загрязнения неблагоприятно воздействуют и на растительность. Наиболее вредны пыль, диоксид углерода и сернистый газ. Они вызывают нарушение процессов жизнедеятельности растений и в конечном итоге их гибель. В связи с большой адсорбирующей поверхностью и медленной сменой хвои токсическому воздействию наиболее подвержены ель и сосна. Плодовые деревья также малоустойчивы в городской среде. Лиственные деревья легче переносят влияние токсических агентов атмосферного воздуха.

Вокруг промышленных предприятий, выделяющих вредные выбросы в атмосферу, растительность намного беднее, чем в районах с незагрязненным воздухом. Часто вредное влияния выбросов на растительность сказывается на значительном расстоянии от завода. С гибелью зеленых насаждений перестает действовать фильтр, очищающий воздух, так как на листьях и стволах осаждаются взвешенные частицы и газообразные примеси. Снижается роль зеленых насаждений как источника кислорода и фитонцидов, ослабляется их ветрозащитное действие. В пригородных хозяйствах крупных промышленных центров урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность животноводства снижены.

Гибель растений приносит ощутимый экономический ущерб, он усугубляется потерей с выбросами ценных веществ, разрушением бетонных конструкций, ускорением коррозии металлических покрытий и ограждений. Загрязнение воздуха оказывает неблагоприятное эстетическое воздействие, население жалуется на быстрое загрязнение стекол, мебели, разрушение занавесок, гибель комнатных растений, неприятные запахи, невозможность проветривания жилищ и т. д. Таким образом, загрязнение атмосферного воздуха стало проблемой века, и только проведение квалифицированных санитарно-гигиенических и законодательных мероприятий сможет освободить человечество от вредного воздействия загрязнения атмосферного воздуха.

## Гигиеническая характеристика воздушной среды закрытых помещений

Как указывалось выше, с гигиенической точки зрения выделяют воздушную среду промышленных помещений, жилых и общественных зданий. Состояние воздушной среды промышленных помещений в значительной мере определяется технологическим процессом, который может способствовать не только изменению параметров микроклимата, но и выделению в воздух различных вредных веществ и пыли. Концентрации токсичных веществ в воздухе цехов определяются технологическим процессом (химические реакции, дробление, плавка, механические процессы и т. д.), химическим составом и агрегатным состоянием сырья, промежуточных и конечных продуктов, герметизацией оборудования, аппаратурным оформлением цехов, автоматизацией технологического процесса, вентиляцией и эффективностью удаления вредных выбросов из технологического оборудования и воздуха цеха и т. д. При неблагоприятных сочетаниях указанных факторов концентрации пыли и газообразных токсичных веществ могут превышать ПДК и привести к формированию у рабочих заболеваний профессиональной этиологии. Причины их возникновения и способы профилактики являются предметом специальной гигиенической дисциплины — гигиены труда. Химический состав воздушной среды жилых и общественных зданий определяется составом атмосферного воздуха и специфическими загрязнителями. Это загрязнители антропогенного происхождения, т. е. газообразные продукты жизнедеятельности человека (диоксид углерода, аммиак и аммонийные соединения, сероводород, индол, скатол, летучие жирные кислоты и т. д.), токсичные вещества, выделяемые в воздух из полимерных строительных и отделочных материалов (фенол, формальдегид, трибутилфосфат и т. д.), загрязнители, связанные с хозяйственно-бытовым процессом (сжигание газа, стирка, приготовление пищи). В конечном виде состояние воздушной среды в помещении определяется степенью коммунального благоустройства, санитарным состоянием помещения, эффективностью вентиляции, плотностью заселения и т. д. Основной вклад в загрязнение воздуха жилых и общественных зданий вносят антропогенные загрязнители. Еще М. Петтенкофер предложил в качестве критерия чистоты воздуха этих помещений концентрацию диоксида углерода, равную 0,1%. Однако в настоящий момент этот показатель не считают полностью адекватным, так как загрязнители полимерного происхождения могут накапливаться в значительных концентрациях даже при допустимом уровне диоксида углерода, т. е. нет параллелизма в накоплении диоксида углерода и загрязнителей полимерного происхождения.

Следовательно, для оценки состояния воздушной среды помещений, кроме диоксида углерода, необходимо определять содержание в воздухе аммиака и аммонийных соединений. Суммарная оценка органического загрязнения определяется величиной окисляемости воздуха. Необходимо также учитывать содержание в воздухе веществ полимерного происхождения и сопоставлять их с соответствующими ПДК, так как продукты, выделяемые полимерами, в большинстве случаев токсичны для человека. При санитарной оценке воздушной среды жилых и общественных зданий учитывают объемы вентиляции и вели-

чину воздушного куба на 1 человека, источники загрязнения воздуха, количественные и качественные характеристики загрязнителей.

Эти вопросы входят в круг обязанностей санитарных врачей, специалистов по коммунальной гигиене.

## Солнечная радиация и ее гигиеническое значение

С физической точки зрения солнечная энергия представляет собой поток электромагнитных излучений с различной длиной волны. Спектральный состав солнца колеблется в широком диапазоне от длинных волн до волн исчезающе малой величины. Из-за поглощения, отражения и рассеяния лучистой энергии в мировом пространстве на поверхности земли солнечный спектр ограничен, особенно в коротковолновой части.

Если на границе земной атмосферы ультрафиолетовая часть солнечного спектра составляет 5%, видимая часть — 52% и инфракрасная часть — 43%, то у поверхности земли ультрафиолетовая часть составляет 1%, видимая — 40% и инфракрасная часть солнечного спектра — 59%.

У поверхности земли солнечная радиация всегда меньше, чем солнечная постоянная у границы тропосферы. Это объясняется как различной высотой стояния солнца над горизонтом, так и различной чистотой атмосферного воздуха, большим разнообразием погодных условий, облаками, осадками и т. д. При подъеме на высоту масса атмосферы, проходимой солнечными лучами, уменьшается, поэтому увеличивается интенсивность солнечной радиации.

Например, на высоте 1000 м интенсивность солнечной радиации составляет 1,17 кал/(см$^2$·мин); на высоте 2000 м она увеличится до 1,26 кал/(см$^2$·мин), на высоте 3000 м — до 1,38 кал/(см$^2$·мин). В зависимости от высоты стояния солнца над горизонтом изменяется отношение прямой солнечной радиации к рассеянной, что имеет существенное значение в оценке биологического действия солнечной радиации. Например, при высоте стояния солнца над горизонтом 40° это отношение составляет 47,6%, а при высоте стояния солнца 60° оно увеличивается до 85%.

Солнечная радиация является мощным лечебным и профилактическим фактором, она влияет на все физиологические процессы в организме, изменяя обмен веществ, общий тонус и работоспособность.

Наиболее биологически активна ультрафиолетовая часть солнечного спектра, которая у поверхности земли представлена потоком волн в диапазоне от 290 до 400 мкм.

Интенсивность ультрафиолетовой радиации у поверхности земли не всегда постоянна и зависит от широты местности, времени года, погоды и прозрачности атмосферы. При облачной погоде интенсивность ультрафиолетовой радиации у поверхности земли может снижаться до 80%, запыленность атмосферного воздуха делает эту потерю равной 11–50%.

Ультрафиолетовые лучи, попадая на кожу, не только вызывают сдвиги в коллоидном состоянии клеточных и тканевых белков кожи, но и рефлекторным путем влияют на весь организм.

Под воздействием ультрафиолетовых лучей в организме образуются биологически активные вещества, стимулирующие многие физиологические системы организма.

Подобные биологически активные вещества появляются через некоторое время после облучения, что говорит о фотохимическом действии ультрафиолетовых лучей. Являясь неспецифическим стимулятором физиологических функций, ультрафиолетовые лучи благоприятно влияют на белковый, жировой, минеральный обмен, иммунную систему, оказывая общеоздоровительное и тонизирующее действие.

Кроме общебиологического влияния на все системы и органы, ультрафиолетовая радиация оказывает специфическое действие, свойственное определенному диапазону волн. Известно, что ультрафиолетовая радиация с диапазоном волн от 400 до 320 мкм оказывает эритемно-загарное действие, с диапазоном волн от 320 до 275 мкм — антирахитическое и слабое бактерицидное, а коротковолновая ультрафиолетовая радиация с диапазоном волн от 275 до 180 мкм повреждает биологическую ткань. На поверхности земли биологические объекты не подвергаются губительному действию коротковолновой ультрафиолетовой радиации, так как в верхних слоях атмосферы происходят рассеяние и поглощение волн с длиной волны менее 290 мкм. На поверхности земли зарегистрированы наиболее короткие из всего спектра ультрафиолетовой радиации волны в диапазоне от 290 до 291 мкм. У поверхности земли наибольшую часть составляет ультрафиолетовая радиация эритемно-загарного действия. Ультрафиолетовая эритема имеет ряд отличий от инфракрасной эритемы. Так, ультрафиолетовой эритеме свойственны строго очерченные контуры, ограничивающие участок воздействия ультрафиолетовых лучей, она возникает через некоторое время после облучения и, как правило, переходит в загар. Инфракрасная эритема возникает тотчас после теплового воздействия, имеет размытые края и не переходит в загар. В настоящее время имеются факты, свидетельствующие о значительной роли центральной нервной системы в развитии ультрафиолетовой эритемы. Так, при нарушении проводимости периферических нервов или после введения новокаина эритема на данном участке кожи слабая или совсем отсутствует.

Ультрафиолетовая радиация в диапазоне волн от 320 до 275 мкм оказывает специфическое антирахитическое действие, что проявляется в фотохимических реакциях ультрафиолетовой радиации этого диапазона в синтезе витамина D. При недостаточном облучении ультрафиолетовыми лучами антирахитического спектра страдают фосфорно-кальциевый обмен, нервная система, паренхиматозные органы и системы кроветворения, снижаются окислительно-восстановительные процессы, нарушается стойкость капилляров, снижается работоспособность и сопротивляемость простудным заболеваниям. У детей возникает рахит с определенными клиническими симптомами. У взрослых нарушение фосфорно-кальциевого обмена на почве гиповитаминоза D проявляется в плохом срастании костей при переломах, ослаблении связочного аппарата суставов, в быстром разрушении эмали зубов. Как указывалось выше, ультрафиолетовая радиация антирахитического спектра относится к коротковолновой радиации, поэтому легко поглощается и рассеивается в запыленном атмосферном воздухе.

В связи с этим жители промышленных городов, где атмосферный воздух загрязнен различными выбросами, испытывают «ультрафиолетовое голодание». Недостаточность естественного ультрафиолетового излучения испытывают также жители дальнего Севера, рабочие угольной и горнорудной промышленности, лица, работающие в темных помещениях, и т. д. Для восполнения естественного солнечного облучения эти контингенты людей дополнительно облучают искусственными источниками ультрафиолетовой радиации либо в специальных фотариях, либо путем комбинации осветительных ламп с лампами, дающими излучение в спектре, близком к естественному ультрафиолетовому излучению. Наиболее перспективно и практически реально обогащение светового потока осветительных установок эритемной составляющей.

Многочисленные исследования по профилактическому облучению населения Крайнего Севера, подземных рабочих угольной и горнорудной промышленности, рабочих темных цехов и других контингентов говорят о благотворном влиянии искусственного ультрафиолетового облучения на ряд физиологических функций организма и работоспособность. Профилактическое облучение ультрафиолетовыми лучами улучшает самочувствие, повышает сопротивляемость простудным и инфекционным заболеваниям, увеличивает работоспособность. Недостаточность ультрафиолетовой радиации неблагоприятно действует не только на здоровье человека, но и на процессы фотосинтеза у растений. У злаковых это приводит к ухудшению химического состава зерен с уменьшением содержания белка и увеличением количества углеводов.

Ультрафиолетовые лучи дают бактерицидный эффект. Под влиянием естественного ультрафиолетового облучения бактерицидного спектра происходит санация воздушной среды, воды, почвы. Бактерицидным свойством обладают лучи с длиной волны от 180—275 мкм. Слабое бактерицидное действие оказывает солнечная радиация в диапазоне волн от 200 до 310 мкм. Бактерицидное действие ультрафиолетовых лучей, доходящих до поверхности земли, снижается, так как диапазон этих волн ограничен 290—291 мкм.

Для использования бактерицидного эффекта ультрафиолетовой радиации имеются специальные лампы, дающие лучи бактерицидного спектра, как правило, с меньшей длиной волны, чем в естественном солнечном спектре. Таким образом проводится санация воздушной среды в операционных, микробиологических боксах, помещениях для приготовления стерильных лекарств, сред и т. д. С помощью бактерицидных ламп возможно обеззараживание молока, дрожжей, безалкогольных напитков, что увеличивает сроки их хранения.

Бактерицидное действие искусственного ультрафиолетового излучения используется для обеззараживания питьевой воды. При этом не изменяются органолептические свойства воды, в воду не вносятся посторонние химические вещества.

Однако действие ультрафиолетовых лучей на организм и окружающую среду не только благоприятно. Интенсивное солнечное облучение приводит к развитию выраженной эритемы с отеком кожи и ухудшением состояния здоровья.

При воздействии ультрафиолетовых лучей возникает поражение глаз — фотофтальмия с гиперемией конъюнктивы, блефароспазмом, слезотечением и светобоязнью. Подобные поражения встречаются при отражении лучей солнца от поверхности снега в арктических и высокогорных районах («снеговая слепота»).

В литературе описаны случаи фотосенсибилизирующего действия ультрафиолетовых лучей у особо чувствительных к ультрафиолетовым лучам людей при работе с каменноугольным пеком. Повышенная чувствительность к ультрафиолетовым лучам наблюдается и у больных со свинцовой интоксикацией, у детей, перенесших корь, и т. д.

За последние годы в литературе обсуждается вопрос о частоте возникновения рака кожи у лиц, постоянно подвергающихся интенсивному солнечному облучению. Приводятся сведения о большей частоте рака кожи у населения южных районов по сравнению с распространенностью рака кожи в северных районах. Например, случаи рака у виноградарей Бордо с преимущественным поражением кожи рук и лица связывают с постоянным и интенсивным солнечным облучением открытых частей тела. Были попытки изучить влияние интенсивного ультрафиолетового облучения на частоту возникновения рака кожи в эксперименте.

Длинноволновая часть солнечного спектра представлена инфракрасными лучами. По биологической активности инфракрасные лучи делятся на коротковолновые с диапазоном волн от 760 до 1400 мкм и длинноволновые с диапазоном волн от 1500 до 25 000 мкм. Инфракрасное излучение оказывает на организм тепловое воздействие, которое в значительной мере определяется поглощением лучей кожей. Чем меньше длина волны, тем больше излучение проникает в ткани, но субъективное ощущение тепла и жжения меньше. Для лечения некоторых воспалительных заболеваний используется коротковолновое инфракрасное излучение, которое дает прогревание глубоких тканей без субъективного ощущения жжения кожи. Напротив, длинноволновая инфракрасная радиация поглощается поверхностными слоями кожи, где сосредоточены терморецепторы, чувство жжения при этом выражено. Наиболее выражено неблагоприятное воздействие инфракрасной радиации в производственных условиях, где мощность излучения может во много раз превышать естественную. У рабочих горячих цехов, стеклодувов и представителей других профессий, имеющих контакт с мощными потоками инфракрасной радиации, понижается электрическая чувствительность глаза, увеличивается скрытый период зрительной реакции, ослабляется условно-рефлекторная реакция сосудов. Инфракрасные лучи при длительном воздействии вызывают изменения глаз. Инфракрасная радиация с длиной волны 1500—1700 мкм достигает роговицы и передней глазной камеры, лучи с длиной волны 1300 мкм проникают до хрусталика. В тяжелых случаях возможно развитие катаракты.

Понятно, что все неблагоприятные воздействия возможны лишь при отсутствии надлежащих мер защиты и профилактических мероприятий. Одна из важных задач санитарного врача заключается в своевременном предупреждении заболеваний, связанных с неблагоприятным воздействием инфракрасной радиации.

Кроме лучей ультрафиолетового и инфракрасного спектра, солнце дает мощный поток видимого света. Видимая часть солнечного спектра занимает диапазон от 400 до 760 мкм.

Дневная освещенность на открытой площадке зависит от погоды, поверхности почвы, высоты стояния солнца над горизонтом. Средняя освещенность по месяцам в средней полосе России колеблется в широких пределах — от 65 000 лк в августе до 1000 лк и менее в январе.

Запыленность воздуха заметно влияет на дневную освещенность. В крупных промышленных городах естественная освещенность на 30–40% меньше, чем в районах с относительно чистым атмосферным воздухом. Минимальная освещенность наблюдается и ночью. В безлунную ночь освещенность создается светом звезд, рассеянным свечением атмосферы и собственным свечением ночного неба. Небольшой вклад в общую освещенность вносит свет, отраженный от светлых земных объектов.

Видимый свет оказывает общебиологическое действие. Это проявляется не только в специфическом влиянии на функции зрения, но и в определенном воздействии на функциональное состояние центральной нервной системы и через нее на все органы и системы организма. Организм реагирует не только на ту или иную освещенность, но и на весь спектр солнечного света. Оптимальные условия для зрительного аппарата создают волны зеленой и желтой зоны спектра.

Многочисленными физиологическими работами отечественных ученых (Н.Г. Введенский, В.М. Бехтерев, Н.Ф. Галанин, С.В. Кравков) показано благоприятное влияние на нервно-мышечную возбудимость и психическое состояние красно-желтого света и угнетающее действие сине-фиолетовых лучей. Особое гигиеническое значение света заключается в его влиянии на функции зрения.

Основные функции зрения — острота зрения (способность глаза различать две точки как изолированные при максимально малом расстоянии между ними), контрастная чувствительность (способность различать степень яркости), быстрота различения (минимальное время установления величины и формы детали), устойчивость ясного видения (время ясного видения предмета).

Физиологический уровень зрения в известных пределах индивидуален, но всегда зависит от освещенности, цвета фона и детали, величины рабочих деталей и т. д.

При низкой освещенности быстро наступает зрительное утомление, снижается работоспособность. Например, при зрительной работе в течение 3 ч при освещенности 30–50 лк устойчивость ясного видения снижается на 37%, а при освещенности 100–200 лк она снижается только на 10–15%. Гигиеническое нормирование освещенности рабочих мест устанавливается в соответствии с физиологическими особенностями зрительных функций. Создание достаточной естественной освещенности в помещениях имеет большое гигиеническое значение.

Естественное освещение помещений возможно не только от прямого солнечного облучения, но и от рассеянного и отраженного света от небосвода и земной поверхности.

Естественная освещенность помещений зависит от ориентации светопроемов по странам света. Ориентация окон на южные румбы способствует более длительной инсоляции помещений, чем ориентация на северные румбы. При восточной ориентации окон прямые солнечные лучи проникают в помещение в утренние часы, при западной ориентации инсоляция возможна во второй половине дня.

На интенсивность солнечного освещения помещений влияет также затемнение близлежащими зданиями или зелеными насаждениями. Если в окно не

виден небосвод, то в помещение не проникают прямые солнечные лучи, освещение обеспечивается только рассеянными лучами, что ухудшает санитарную характеристику помещения.

При южной ориентации помещений солнечная радиация внутри помещения составляет 25% наружной, при других ориентациях она уменьшается до 16%.

На подоконнике при открытом окне интенсивность ультрафиолетового облучения составляет 50% общего количества ультрафиолетовых лучей на улице; в комнате на расстоянии 1 м от окна ультрафиолетовое облучение уменьшается еще на 25—20% и на расстоянии 2 м оно не превышает 2—3% ультрафиолетовых лучей на улице.

Плотная застройка квартала, близкое расположение домов приводит к еще большей потере солнечной радиации, в том числе и ее ультрафиолетовой части. Больше всего затеняются помещения, расположенные в нижних этажах, и в меньшей степени — помещения верхних этажей. На освещенность естественным светом влияют некоторые строительно-архитектурные факторы — конструкция светопроемов, затеняющие строительно-архитектурные детали, окраска стен здания и т. д. Большое значение имеет чистота стекол. Загрязненные стекла, особенно при двойном остеклении, снижают естественную освещенность до 50—70%.

Современное градостроительство учитывает эти факторы. Большие светопроемы, отсутствие затеняющих деталей, светлая окраска домов создают благоприятные условия для хорошей естественной освещенности жилых помещений.

# ГЛАВА 5

# ГИГИЕНА ВОДЫ. ВОДОСНАБЖЕНИЕ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

Вода является одним из самых важных элементов окружающей среды, она необходима для жизни человека, животных и растений (рис. 5.1). Вода нужна организму больше, чем все остальное, за исключением кислорода. Без пищи человек может прожить более месяца, а без воды — лишь несколько дней. Обезвоживание ведет к необратимым последствиям и гибели организма.

Все водные запасы на Земле объединяются понятием «гидросфера». Под гидросферой подразумевается комплекс водных объектов, включающий океаны, моря, реки, озера, водохранилища, болота, подземные воды, ледники, снежный покров и капельно-жидкую воду в атмосфере. Гидросфера имеет огромное значение для жизни и здоровья человечества. Она регулирует климат планеты, обеспечивает хозяйственную и промышленную деятельность людей, являясь ее условием и объектом, входит в состав всех живых организмов, населяющих землю, в том числе и в состав тела человека, выполняя в нем роль структурного компонента, растворителя и переносчика питательных веществ, вода участвует в биохимических процессах, регулирует теплообмен с окружающей средой.

Основными проблемами гигиены, связанными с гидросферой планеты, являются условия обеспеченности населения водой, ее качество и возможности его повышения. До недавнего времени эти проблемы не стояли столь остро в связи с относительной чистотой природных водоисточников и их достаточным количеством, а в последние десятилетия ситуация резко изменилась. Огромная концентрация городского населения, резкое увеличение промышленных, транспортных, сельскохозяйственных, энергетических и других антропогенных выбросов привели к нарушению качества воды, появлению в водоисточниках не свойственных природной среде химических, радиоактивных и биологических агентов (табл. 5.1, 5.2). Все это делает эффективное водоснабжение населения ведущей проблемой современной гигиены.

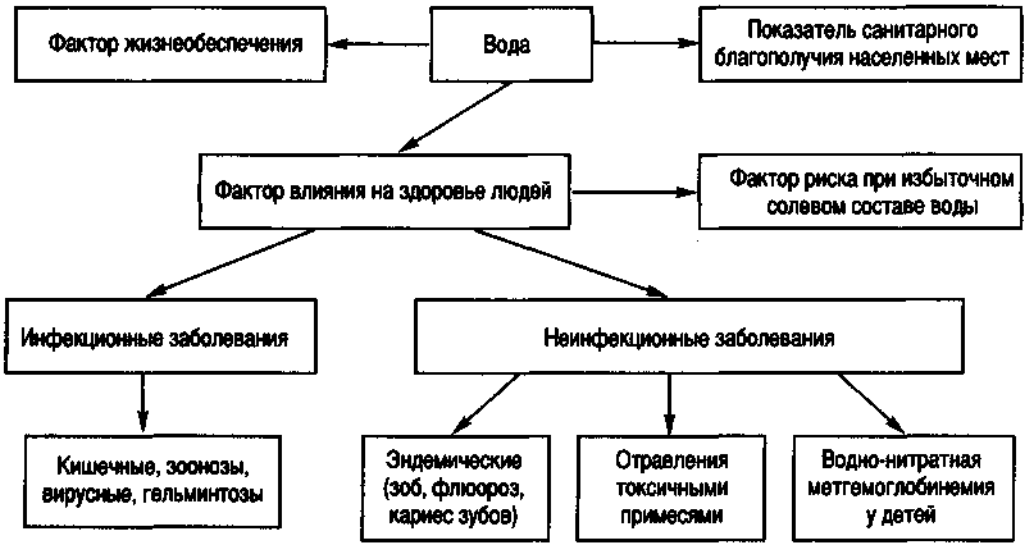



**Рис. 5.1.** Вода как фактор здоровья.

**Таблица 5.1.** Пробы, не отвечающие гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, из источников централизованного водоснабжения (в процентах)

| Административная территория | 1995 г. | 1996 г. | 1997 г. |
|---|---|---|---|
| ***Городские поселения*** | | | |
| Российская Федерация | 30,30 | 29,51 | 29,44 |
| Курганская область | 84,17 | 86,89 | 73,63 |
| Республика Мордовия | 51,99 | 65,40 | 65,66 |
| Костромская область | 55,66 | 46,50 | 60,04 |
| Архангельская область | 61,81 | 66,79 | 60,02 |
| Владимирская область | 47,72 | 50,08 | 54,05 |
| Тюменская область | 60,08 | 44,06 | 50,95 |
| Тульская область | 60,27 | 48,25 | 49,89 |
| Новосибирская область | 51,42 | 59,67 | 48,70 |
| ***Сельские поселения*** | | | |
| Российская Федерация | 26,71 | 28,35 | 28,53 |
| Кемеровская область | 53,67 | 55,23 | 56,35 |
| Тюменская область | 71,09 | 60,57 | 52,12 |
| Владимирская область | 39,62 | 44,00 | 49,07 |
| Ярославская область | 75,78 | 46,39 | 46,64 |

**Таблица 5.2.** Пробы воды из водопроводной сети, не отвечающие гигиеническим нормативам (в процентах)

| Территории | 1994 г. | 1995 г. | 1996 г. | 1997 г. |
|---|---|---|---|---|
| *По санитарно-химическим показателям* | | | | |
| Российская Федерация | 22,53 | 20,94 | 19,58 | 20,05 |
| Республика Калмыкия | 71,24 | 76,5 | 78,42 | 84,78 |
| Томская область | 59,62 | 53,61 | 58,00 | 51,75 |
| Архангельская область | 54,58 | 55,11 | 55,28 | 52,79 |
| Амурская область | 56,94 | 46,8 | 53,66 | 34,97 |
| Курганская область | 49,05 | 52,68 | 52,44 | 44,93 |
| Республика Карелия | 50,42 | 60,85 | 50,36 | 50,60 |
| Карачаево-Черкесская Республика | 40,56 | 41,74 | 46,54 | 42,76 |
| Чукотский автономный округ | 57,54 | 35,86 | 41,55 | 51,56 |
| Республика Коми | 43,94 | 37 | 37,93 | 36,69 |
| Костромская область | 42,35 | 39,2 | 35,23 | 39,43 |
| Смоленская область | 25,46 | 25,36 | 32,21 | 26,61 |
| Омская область | 35,21 | 33,3 | 28,28 | 29,52 |
| Новгородская область | 35,51 | 22,99 | 16,50 | 25,31 |
| Республика Ингушетия | – | 15,81 | 5,56 | 30,62 |
| *По микробиологическим показателям* | | | | |
| Российская Федерация | 11,44 | 10,89 | 10,16 | 10,34 |
| Республика Ингушетия | – | 40,4 | 10,98 | 44,52 |
| Карачаево-Черкесская Республика | 42,75 | 44,01 | 47,53 | 36,94 |
| Республика Калмыкия | 41,13 | 31,8 | 46,39 | 29,62 |
| Архангельская область | 20,07 | 20,23 | 17,22 | 21,40 |
| Омская область | 24,8 | 22,45 | 19,69 | 20,70 |
| Смоленская область | 23,88 | 23,35 | 21,35 | 20,50 |
| Республика Карелия | 16,73 | 15,97 | 18,62 | 17,25 |
| Чукотский автономный округ | 9,39 | 11,77 | 17,32 | 16,27 |
| Костромская область | 14,38 | 16,17 | 16,84 | 15,13 |
| Амурская область | 15,91 | 12,37 | 9,41 | 14,32 |
| Курганская область | 16,29 | 14,68 | 9,62 | 12,73 |
| Томская область | 9,19 | 7,68 | 7,60 | 8,04 |
| Республика Коми | 4,74 | 6,26 | 4,78 | 6,47 |

## начение воды для человека

огласно теории известного российского ученого А.И. Опарина жизнь на пла-те возникла в водной среде. Без воды жизнь немыслима: все биохимические акции и физиологические процессы как в растениях, так и у животных орга-измов, в том числе и у человека, осуществляются при участии воды.

Физиологическое значение воды для человека состоит в том, что вода вхо-т в состав всех биологических тканей. Как показали ученые, вода составляет имерно 60–70% массы тела, а потеря 20–22% жидкости приводит к смерти.

Вода содержится не только в жидких средах, но и в плотных образованиях организма. Процентное количество воды в различных тканях и органах можно представить следующим образом: зубная эмаль — 0,2, кости — 22, жировая ткань — 30, белое вещество мозга — 70, печень — 70, скелетные мышцы — 76, мышца сердца — 79, почки — 83, серое вещество мозга — 86, стекловидное тело — 99.

Живой клетке вода требуется для сохранения структуры и нормального функционирования. Считается, что вода выполняет некоторую общерегуляторную функцию на клеточном уровне с воздействием практически на все структуры клетки. Вода не только участвует в организации пространственной структуры биологических мембран, но и активно влияет на происходящие в них процессы. Физико-химическая структура воды изучена недостаточно. Ученые предполагают, что талая вода обладает особой «льдоподобной» структурой, которая соответствует структуре воды внутри клеток и является, образно говоря, «матрицей жизни». Нарушение этой структуры приводит к повышению проницаемости клеточной мембраны. Установлено, что старение организма связано со способностью тканей удерживать воду. С возрастом ее количество в организме уменьшается. Наблюдения показали, что полив сельскохозяйственных растений талой водой приводит к повышению урожайности на 20%.

Известно, что вода — универсальный растворитель. Вследствие полярности молекул она обладает наибольшей способностью ослаблять связи между частицами, молекулами и ионами многих веществ. Это имеет значение для солевого обмена организма. Всасывание солей в кишечнике возможно благодаря тому, что они растворены в воде. Поступая в кровь, соли влияют на важнейшую биологическую константу организма — осмотическое давление крови. Вода снижает осмотическое давление, а соли его повышают. Вода выступает как основа кислотно-щелочного равновесия в организме — важнейшего фактора, определяющего скорость и направление многих биохимических реакций в тканях и органах, так как в воде соли, кислоты и щелочи не только растворяются, но и диссоциируют. Вода участвует во многих химических реакциях в организме.

Вода служит основной составной частью крови, секретов и экскретов организма. В связи с этим важной функцией воды в организме является транспорт в организм многих солей, микроэлементов и питательных веществ, например углеводов и витаминов. Одновременно вода участвует в выведении шлаков и токсичных веществ с потом, мочой, слюной.

Велика роль воды и в терморегуляции организма. Вода непрерывно выделяется через почки, легкие, кишечник, кожу, при этом организм отдает в окружающую среду значительное количество тепла. Так, при испарении пота человек теряет около 30% тепловой энергии. Существует и контактный путь отдачи тепла при купании в открытых водоемах.

При определении оптимального питьевого режима человека нужно помнить, что одним из механизмов саморегуляции питьевого режима является жажда. Возникновение жажды связано с водно-электролитным балансом в организме и обусловлено нарушением осмотического давления. Изменение водно-электролитного баланса нарушает проницаемость клеточных мембран и изменяет перемещение через них растворенных в воде веществ. Появление жажды слу-

жит первым сигналом сдвига водно-электролитного баланса в сторону увеличения концентрации солей в тканях и запуска механизма саморегуляции осмотического давления. Сдвиги осмотического давления компенсируются деятельностью почек, легких, кожи, эндокринной системы, водно-электролитными депо печени, мышц и других органов. Однако регулирующая роль в нормализации водно-электролитного баланса принадлежит нервной системе, которая активизирует или подавляет все эти процессы, получая сигналы от осморецепторов, находящихся в тканях и стенках сосудов.

Механизм формирования жажды имеет одну особенность. Ученые показали, что субъективное ощущение жажды включается очень быстро и долго сохраняется, особенно при избыточном потреблении солей, что как бы защищает человека от опасного для жизни недостатка воды. Излишнее содержание жидкости в организме не вызывает заметных субъективных ощущений. В связи с этим перегрузка жидкостью может привести к нарушению механизмов саморегуляции.

В обычных условиях количество выпиваемой жидкости не должно превышать 1–1,5 л/сут. Дополнительно с продуктами питания поступает 1–1,2 л воды. Кроме того, в результате окисления пищевых веществ образуется до 0,5 л воды. Таким образом, при номинальной физической нагрузке и в благоприятных климатических условиях организму человека требуется около 3 л воды. Однако в жарком климате и при тяжелых физических нагрузках потеря воды из-за усиленного потоотделения может возрасти до 10 и даже 12 л/сут. Наряду с обезвоживанием в подобной ситуации особо опасно выведение из организма больших количеств солей калия и натрия, что может повлечь за собой выраженные изменения водно-электролитного баланса, нарушение мембранных процессов и как следствие судорожную болезнь и необратимые изменения в сердечной мышце и других органах. Профилактика таких неблагоприятных явлений состоит в достаточном, соответствующем потерям дробном приеме жидкости, поваренной соли и препаратов калия.

Наряду с обеспечением физиологических функций организма вода имеет важнейшее гигиеническое значение и рассматривается как ведущий показатель санитарного благополучия населения (табл. 5.3).

Доброкачественная вода необходима человеку для поддержания чистоты тела и закаливания, уборки жилища, приготовления пищи и мытья посуды, стирки белья, поливки улиц и площадей. Много воды расходуется на уход за зелеными насаждениями. Москва расходует более 6 млн м$^3$ водопроводной воды в сутки, что составляет более 700 л на человека. Однако 30–40% поставляемой

**Таблица 5.3.** Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления для населенных пунктов (по С.Н. Черкинскому, 1975)

| Благоустройство районов жилой застройки | Водопотребление на 1 жителя, дм$^3$/сут |
|---|---|
| Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией без ванн | 125–160 |
| То же с ваннами и местными водонагревателями | 160–230 |
| То же с централизованным горячим водоснабжением | 250–350 |

воды используется на технологические нужды. Расход воды на 1 жителя в сутки для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд без учета промышленного потребления составляет в Санкт-Петербурге, Киеве — 400 л, в Тбилиси — 500 л, в Манчестере, Гамбурге, Мюнхене — 200 л, в Глазго, Хельсинки — 250 л. Лишь в Риме водопотребление равно 1000 л на человека в сутки. Это объясняется не столько потреблением воды для личных нужд, сколько множеством декоративных водоемов и фонтанов в городе. Данное обстоятельство лишний раз доказывает серьезное эстетическое значение воды как градообразующего фактора.

Народнохозяйственное значение воды состоит в том, что питьевая вода — это, как правило, не только и не столько природный фактор, сколько продукт производства, в получении которого участвует большая армия инженеров, химиков, биологов, врачей, рабочих. Существуют огромные фабрики питьевой воды — станции очистки. Природная вода становится питьевой лишь после многих этапов превращения — добычи и транспортировки, установления определенного, строго регламентированного государством качества и контроля за этим качеством. В связи с этими операциями цена воды становится довольно внушительной, а количество воды, используемой для промышленных и сельскохозяйственных нужд, постоянно возрастает. Вода является ценнейшим технологическим сырьем. Так, для получения 1 т резины или 1 т алюминия необходимо 1500 м$^3$ пресной воды. При выплавке 1 т стали расходуется около 150 м$^3$ воды, а на производство 1 т синтетического волокна используется 2000 м$^3$ этого ценнейшего продукта.

Велики затраты доброкачественной воды и в сельскохозяйственном производстве. Выращивание 1 т пшеницы требует 1500 м$^3$, а 1 т риса — 4000 м$^3$ пресной воды. Расход воды на производство 1 т мяса достигает 20 000 м$^3$ воды. Количество воды, необходимое естественной флоре и фауне, практически не поддается учету.

Естественные водоемы широко используются в оздоровительных целях для купания, закаливания, занятий спортом. Вместе с тем вода остается и важным лечебным фактором: хороший эффект дают разнообразные физиотерапевтические водные процедуры, а бальнеология использует целебные свойства минеральных вод и грязей.

Исключительно велика роль водного фактора в распространении, различных как инфекционных, так и неинфекционных болезней. Этот вопрос требует наиболее пристального внимания.

## Эпидемиологическое значение воды

Экспертами ВОЗ установлено, что 80% всех болезней в мире связано с неудовлетворительным качеством питьевой воды и нарушениями санитарно-гигиенических норм водоснабжения. Распространенность инфекционных заболеваний, передающихся через воду, несмотря на принимаемые меры, чрезвычайно велика во всем мире. Так, число людей, страдающих малярией, составляет 800 млн, трахомой — 500 млн, шистосомозом — 200 млн, гастроэнтеритами — 400 млн. При этом ежегодно от гастроэнтеритов умирает 4 млн детей и 18 млн взрослых.

В целом от болезней, связанных с водой, страдает половина человечества — около 2 млрд человек. Особенно опасная обстановка складывается в сельских районах, где только треть жителей имеют доступ к безопасным системам водоснабжения и лишь 13% обеспечены канализацией. В самой благоприятной по водоснабжению стране мира — США с 1971 по 1978 г. зарегистрировано 202 эпидемии, охватившие 50 млн человек.

Исторически роль воды в передаче и распространении инфекционных заболеваний была известна еще Гиппократу в IV веке до нашей эры. Однако первое достоверное описание водной эпидемии сделано лишь в XIX веке английским ученым Сноу. Оно касалось эпидемии холеры в Лондоне в 1854 г., когда в течение 15 дней от этого заболевания умерло 457 человек, пользовавшихся водой из одного колодца, в который просачивались нечистоты из выгребной ямы.

Окончательное доказательство эпидемиологической роли воды получил Р. Кох в 1883 г. Изучая вспышку холеры в Индии, он обнаружил возбудителей этой болезни не только в выделениях больных, но и в воде пруда, которым пользовались все заболевшие. Несколько лет спустя Р. Кох выделил вибриона из воды реки Эльбы во время эпидемии холеры, когда одновременно заболело более 17 000 человек, из которых 8605 умерли.

Заболевания, передаваемые через воду, весьма многочисленны. Все их можно разделить на несколько основных групп. В первую очередь это ***кишечные инфекции бактериальной природы***, к которым относятся холера, брюшной тиф, паратифы А и Б, дизентерия, различные энтериты и энтероколиты. Для возникновения этих заболеваний благоприятны неорганизованное водопотребление, недостаточное количество воды, соответствующие природные условия для распространения и выживания в объектах окружающей среды инфекционного начала, технические нарушения на водозаборных, водоочистных сооружениях и водопроводах, несоблюдение элементарных норм личной гигиены. Развитие эпидемий кишечных заболеваний водного происхождения имеет определенные особенности. Вспышки таких инфекций начинаются внезапно, практически одновременно заболевает множество людей, бравших воду из одного зараженного источника. После проведения противоэпидемических мероприятий, направленных на исключение водопользования из зараженного источника, дезинфекции, водоохранных мер, а также лечения больных и ограничения их контактов число заболевших быстро снижается. Однако еще некоторое время заболеваемость остается на относительно невысоком уровне из-за контактного бытового заражения, что на графике эпидемического процесса дает «контактный хвост» (рис. 5.2).

Самым опасным кишечным заболеванием водного происхождения традиционно считается холера. Это заболевание охватывает огромные пространства, поражая население целых стран и материков. В связи с тяжестью клинического течения и тенденцией к пандемическому распространению холера относится к особо опасным инфекциям. Как указывалось, холера была известна еще до нашей эры. Однако первая пандемия началась в 1817 г. в Индии и в связи с развитием торговых связей, религиозных паломничеств и миграции населения быстро распространилась по всему миру, завершившись лишь в 1823 г. Всего за историю наблюдений зарегистрировано 6 пандемий класси-

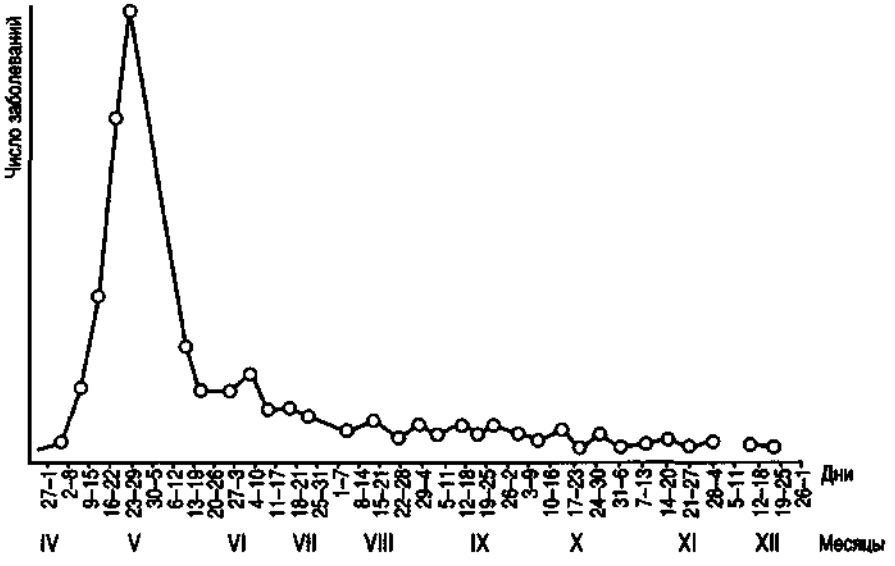



**Рис. 5.2.** Развитие эпидемии брюшного тифа.

ческой азиатской холеры. Последняя из них, длившаяся с 1902 по 1926 г., захватила Азию, Африку и Европу. Эти эпидемии стоили человечеству более 10 млн жизней. С 1961 г. наблюдается активизация эпидемического процесса холеры. Это объясняется распространением с о. Сулавеси заболевания, вызываемого менее патогенным, но более устойчивым вибрионом Эль-Тор.

Родиной и постоянным очагом холеры являются прибрежные районы рек Ганг и Брахмапутра. Однако во время каждой из 6 пандемий эпидемический процесс захватывал и Россию, распространяясь через Афганистан и Иран в Оренбургские степи или в Закавказье, на Черноморское побережье и в Поволжье в глубь страны. Крупные водные вспышки холеры были в Санкт-Петербурге в 1908–1909 и в 1918 г., когда загрязненная вода из Невы попала в водопроводную сеть и было нарушено хлорирование воды. В последние годы в России отмечаются лишь единичные «завозные» случаи холеры.

Высокая заболеваемость и смертность свойственны также брюшному тифу и паратифам А и В. Возбудителями этих заболеваний являются микробы рода сальмонелл семейства кишечных бактерий, которые очень устойчивы к внешним воздействиям. Гибель микроорганизмов ускоряется с повышением температуры окружающей среды. Так, в холодной чистой воде возбудители тифа сохраняются до 1,5 лет, выдерживают замораживание в течение нескольких месяцев и могут перезимовывать во льду. В водопроводной воде они жизнеспособны до 3 мес, а в воде открытых водоемов — до 12 дней (табл. 5.4).

Водные эпидемии тифо-паратифозных заболеваний могут охватывать различные группы населения в зависимости от мощности источника водоснабжения. Использование инфицированной воды из арыков, прудов, колодцев приводит к заболеванию десятков, а иногда сотен человек. Однако если загрязнены реки и водохранилища или питьевая вода центрального водопровода, то эпидемия брюшного тифа может охватывать тысячи и десятки тысяч человек.

Таблица 5.4. Сроки выживания (в днях) микроорганизмов в воде (по Н.Ф. Милявской, 1979)

| Микроорганизмы | Вода | | | |
|---|---|---|---|---|
| | стерилизованная | водопроводная | колодезная | речная |
| Кишечная палочка | 8–365 | 2–262 | Данных нет | 21–183 |
| Возбудитель брюшного тифа | 6–365 | 2–93 | 1,5–107 | 4–183 |
| Возбудитель паратифа В | 39–167 | 27–97 | Данных нет | Данных нет |
| Возбудитель дизентерии | 2–72 | 15–27 | Данных нет | 12–92 |
| Холерный вибрион | 3–392 | 4–28 | 1–92 | 0,5–92 |
| Лептоспиры | 16 | Данных нет | 7–75 | до 150 |
| Возбудитель туляремии | 3–15 | до –92 | 12–60 | 7–91 |

Одной из самых крупных острых эпидемий брюшного тифа была эпидемия водного происхождения в Барселоне в 1914 г., когда одновременно заболело 18 500 человек, из которых 1847 умерли. Тяжелая эпидемия отмечена в 1926 г. в Ганновере, где в водопроводную воду попала загрязненная речная вода. В результате брюшным тифом заболело 2500 человек, из которых более 10% умерли.

В России эпидемии брюшного тифа в разные годы также охватывали значительную часть населения. Печальное первенство в этом отношении принадлежало Санкт-Петербургу, где при использовании загрязненной воды из-за нарушений водопроводной сети еще в начале XX века ежегодно умирало около 1000 человек. По мере устранения дефектов водоснабжения началось быстрое снижение заболеваемости. Классической по развитию эпидемического процесса признана эпидемия брюшного тифа в Ростове-на-Дону в 1926 г., где в результате подсоса сточных вод из нарушенной канализации в водопроводную сеть одновременно заболело около 3000 человек. После ликвидации аварийной ситуации еще несколько месяцев отмечались отдельные контактные случаи брюшного тифа. Следует отметить, что заболевания паратифами в качестве самостоятельных инфекций встречаются крайне редко. Они, как правило, сопровождают вспышки брюшного тифа. Подобная картина отмечена и в Ростове-на-Дону.

Активно проводимые после второй мировой войны противоэпидемические мероприятия резко снизили уровень тифо-паратифозных заболеваний. Однако и в современных условиях отмечаются отдельные вспышки брюшного тифа. Примером является эпидемия в швейцарском городе Церматте в 1963 г., которая охватила более 400 человек. Причиной послужил смыв нечистот из выгребной уборной в реку, которую использовали для водоснабжения.

До настоящего времени определенное значение имеет водный путь передачи дизентерии, хотя он значительно менее важен, чем пищевой или контактно-бытовой. Дизентерия — острое инфекционное заболевание, вызываемое микроорганизмами из рода шигелл и проявляющееся поражением толстой кишки и общей интоксикацией организма. Историческое название заболевания (греч. «расстройство кишечника») принадлежит Гиппократу (460–377 гг. до н. э.). Однако и в настоящее время, по данным ВОЗ, в десятках стран мира ежегодно болеет дизентерией более 150 000 человек. С начала 60-х годов XX века

первое место по распространению в развитых странах, в том числе в Северной Америке и Европе, заняла дизентерия Зонне. В большинстве стран Африки, Азии и Латинской Америки преобладает дизентерия, вызванная шигеллами Флекснера. В отдельных африканских странах встречаются заболевания, вызванные возбудителем Григорьева–Шига.

В некоторых случаях питьевая вода участвует в передаче колиэнтеритов — заболеваний, вызываемых энтеропатогенными кишечными палочками. Вспышки этих заболеваний характерны для детей раннего возраста, находящихся в замкнутых коллективах (дома ребенка, ясли, детские сады), где не соблюдаются элементарные правила личной гигиены.

Многие ***вирусные заболевания*** распространяются водным путем. Это инфекционный гепатит (болезнь Боткина), полиомиелит, аденовирусные и энтеровирусные инфекции. Наибольшее значение водный путь передачи имеет для инфекционного гепатита, вызываемого вирусом типа А, который, в отличие от сывороточного гепатита, вызываемого вирусом типа В и передаваемого парентерально, носит также название эпидемического (табл. 5.5). Инфекционный гепатит сопровождается выраженной интоксикацией с преимущественным поражением печени. Вирус гепатита более устойчив к воздействию факторов окружающей среды, чем возбудители бактериальных кишечных инфекций. Вирус сохраняет патогенность после замораживания в течение 2 лет, резистентен к большинству дезинфицирующих средств и при кипячении погибает лишь через 30–60 мин. В связи с этим стандартные способы очистки и обеззараживания воды не всегда достаточно эффективны против вируса гепатита, а колибактериальные показатели могут не отражать реального загрязнения вирусами. Показательный случай эпидемии инфекционного гепатита водного происхождения отмечен в Индии в г. Дели в 1955–1956 гг., где число заболев-

**Таблица 5.5**. Заболеваемость вирусным гепатитом А (1996)

| Субъекты Российской Федерации | Заболеваемость на 100 000 населения |
|---|---|
| Российская Федерация | 97,7 |
| Республика Тува | 261,9 |
| Еврейская автономная область | 254,4 |
| Сахалинская область | 184,0 |
| Свердловская область | 164,3 |
| Новосибирская область | 160,2 |
| Кемеровская область | 159,3 |
| Ханты-Мансийский автономный округ | 156,7 |
| Пермская область | 154,7 |
| Курганская область | 147,4 |
| Республика Бурятия | 146,2 |
| Иркутская область | 145,7 |
| Хабаровский край | 143,3 |
| Воронежская область | 133,9 |
| Ленинградская область | 132,2 |

ших превысило 28 000 человек. Причиной явились авария на канализационных и очистных сооружениях и загрязнение реки Джамны сточными водами, содержащими вирусную инфекцию. Несмотря на довольно благополучные колибактериальные показатели, вспышка инфекционного гепатита была обширной и длительной.

Вспышки эпидемического гепатита чаще бывают в тех населенных пунктах, где в хозяйственно-бытовых целях используются мелкие поверхностные источники, а дезинфекции воды не уделяется должного внимания. Напротив, эпидемическая опасность резко снижается при централизованном водоснабжении со строгим соблюдением режима очистки воды, а также при использовании подземных межпластовых вод.

Достаточно актуален водный путь передачи такого опасного заболевания, как полиомиелит. Водные вспышки полиомиелита отмечены во многих странах мира. Следует также иметь в виду, что водным путем могут распространяться энтеровирусы и аденовирусы, вызывая у человека тяжелые поражения кишечника, центральной нервной системы, кожи и слизистых оболочек. Профилактика вирусных заболеваний осложняется отсутствием достаточно надежных способов выделения вирусов из различных сред биосферы.

В странах с жарким климатом встречаются заболевания, относящиеся к ***лептоспирозам***. Это болезнь Вейля–Васильева (иктеро-геморрагический лептоспироз) и водная лихорадка (безжелтушный лептоспироз). Носителями инфекции чаще всего являются грызуны, иногда крупный рогатый скот, свиньи. Человек заражается через воду непроточных водоемов (озер, прудов, болот) и грунтовых колодцев, загрязненную выделениями животных. Возбудители инфекции поступают в организм через желудочно-кишечный тракт, а также при купании через слизистые оболочки губ, рта, носа и поврежденную кожу.

Водный путь распространения имеют некоторые виды ***бактериальных зоонозных инфекций***. Источниками возбудителей могут быть грызуны (туляремия) или крупный рогатый скот (бруцеллез, сибирская язва). Возбудитель может поступать в организм как через желудочно-кишечный тракт, так и через кожу. По данным ряда авторов, возможна передача через воду возбудителей ***туберкулеза***, хотя водный путь заражения не считают основным для данной инфекции. Наиболее массивное поступление туберкулезных бактерий в водоемы связано со сбросом неочищенных сточных вод туберкулезных больниц.

***Протозойные инвазии***, т. е. заболевания, вызванные простейшими, встречаются в основном в жарком климате стран Азии и Африки. Выраженные формы заболеваний проявляются относительно редко, хотя носительство в зависимости от санитарного благополучия может превышать 15%. Это амебиаз или амебная дизентерия, вызываемая *Entamoeba histolytica*, балантидиаз, вызываемый инфузорией *Balantidium coli*, и лямблиоз, причиной которого служит жгутиконосец *Lamblia intestinalis*. Амебиаз и балантидиаз развиваются как острые заболевания, переходящие в хроническую форму, сопровождающиеся диареей, при поступлении простейших с питьевой водой и внедрении их в слизистую оболочку толстой кишки. Иногда заболевания становятся затяжными, рецидивирующими. Лямблии не вызывают нарушения слизистой оболочки кишечника, поэтому заболевание не имеет четкой клинической картины. Отмечаются боли в животе и диспепсические расстройства, но чаще лямблиоз

остается бессимптомным. Носительство лямблий среди населения весьма велико и в среднем составляет около 15%, а в детских коллективах с неблагоприятными гигиеническими условиями превышает 30–40%.

Еще одной группой широко распространенных заболеваний, передающихся через воду, являются ***глистные инвазии***. Все глистные заболевания можно разделить на геогельминтозы и биогельминтозы (рис. 5.3). Возбудители геогельминтозов развиваются и распространяются без участия промежуточных хозяев. Факторами передачи служат вода, почва, различные предметы, загрязненные яйцами или личинками гельминтов. Наиболее известные представители этой группы — аскариды. Хотя вода не является ведущим путем распространения аскаридоза, развитие заболевания возможно при употреблении воды, содержащей яйца гельминта. Для развития анкилостомидозов и стронгилоидоза необходим жаркий влажный климат, что определяет их природную очаговость в странах Азии и Африки. Кроме наземных очагов, могут формироваться подземные очаги анкилостомидозов в шахтах при постоянной температуре и высокой влажности. Из почвенной влаги личинки анкилостомид через неповрежденную кожу поступают в кровяное русло, легкие, затем заглатываются и паразитируют в тонкой кишке, травмируя ее и вызывая кровотечения и железодефицитную анемию. При подобном пути миграции личинки стронгилоид располагаются как в верхних отделах тонкой кишки, так и в желчных и панкреатических протоках.

Возбудители биогельминтозов в организме основного хозяина достигают половой зрелости, а в организме промежуточных и дополнительных хозяев паразитируют их личинки. К этой группе гельминтозов следует отнести широко распространенные глистные заболевания тениаринхоз (бычий цепень), тениоз (свиной цепень), описторхоз и трематодозы. Вода практически не является источником паразитов. Однако их промежуточные личиночные стадии разви-

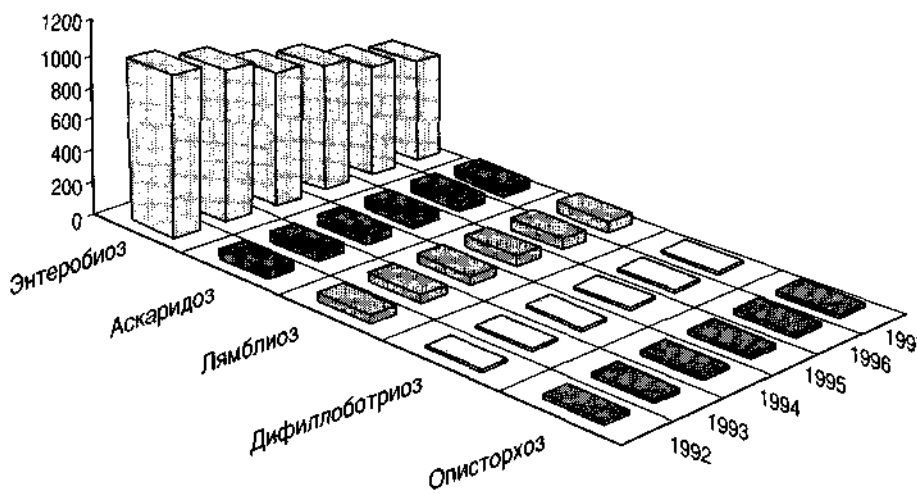



**Рис. 5.3.** Динамика показателей наиболее часто встречающихся паразитарных заболеваний (на 100 000 населения).

ваются в организме моллюсков, ракообразных и рыб, употребление которых в пищу приводит к развитию гельминтозов.

Среди биогельминтозов следует отметить группу шистосомозов и дракункулез (ришту). Возбудителями нескольких видов шистосомозов являются трематоды семейства шистосом. Шистосомозы широко распространены в основном в странах Азии, Африки и Латинской Америки с субтропическим и тропическим климатом, где этими заболеваниями страдают несколько десятков миллионов человек. Загрязнение водоемов происходит при попадании фекалий и мочи больного человека, личинка проникает в организм промежуточного хозяина — моллюска. В последующем личинка трематоды проникает в организм человека через неповрежденную кожу и слизистые оболочки при работе на заливных рисовых полях, при купании и употреблении воды из загрязненных водоемов. Шистосома циркулирует в крови, вызывая тяжелые поражения толстой кишки, мочеполовой системы, а иногда центральной нервной системы и печени. Заболевания сопровождаются выраженной сенсибилизацией организма.

Шистосомозный дерматит (зуд купальщика) встречается повсеместно. В последнее время в связи с купанием в застойных и малопроточных, загрязненных фекалиями водоемах отмечены случаи такого дерматита и в городах России, особенно у детей. Основным хозяином, в организме которого шистосомы данного вида достигают половой зрелости, являются домашние и дикие утки. Промежуточным хозяином служит пресноводный моллюск. Личинки шистосомы, освобождаясь из моллюска, внедряются в эпидермис человека при купании, вызывают сильный зуд, отечность и высыпания. Особенно тяжело протекают повторные случаи заражения в связи с выраженной сенсибилизацией организма. Однако полного цикла развития в организме человека гельминт не проходит и погибает, поэтому длительность заболевания составляет от нескольких часов до 2 нед.

Основные очаги дракункулеза (ришты) отмечены в странах Африки и Азии, особенно в Индии. Источник заболевания — больной человек. Промежуточным хозяином является микроскопический пресноводный рачок-циклоп. Заражение происходит при использовании для питья или купания воды, содержащей циклопов. Личинки внедряются через неповрежденную кожу и слизистые оболочки человека и мигрируют по лимфатической системе в подкожную клетчатку. Взрослая особь может достигать 120 см в длину и находиться в организме человека до 14 мес. Заболевание сопровождается отечностью, зудом, нагноением кожи и высокой сенсибилизацией организма. В соответствии с циклом развития гельминта в организме человека заболевание может продолжаться более года. На территории бывшего СССР в Старой Бухаре последние очаги дракункулеза ликвидированы в 1932 г.

Филяриатозы — трансмиссивные гельминтозы, передающиеся через укусы комаров родов *Culex*, *Aedes*, *Anopheles*. Распространены в странах Африки, Азии, Австралии и Южной и Центральной Америки. По данным ВОЗ, число больных филяриатозами во всем мире превышает 100 млн. Источником инфекции служат больные люди. Филярии паразитируют в лимфатической системе, кровеносных сосудах и внутренних органах. Филяриатозы вызывают воспалительные явления, лихорадку, отечность, застой лимфы, что в запущенных случаях приводит к слоновости ног, лица, половых органов и к сепсису.

Следует отметить также, что в некоторых случаях, например при купании в загрязненных прудах, при антисанитарной обстановке в банях вода может стать путем передачи трахомы, чесотки, грибковых и других заболеваний.

## Запасы воды на Земле и пути уменьшения «водного голода»

Как уже отмечалось, вода является одним из наиболее распространенных природных соединений. Все водные запасы на Земле можно разделить на жидкую (соленую и пресную), твердую (пресную) и газообразную (пресную) воду (табл. 5.6). Общий объем воды составляет около 1,5 млрд км$^3$. При этом 93,96% воды сосредоточено в морях и океанах. Большое содержание солей (до 35 г/л) делает эту воду непригодной для хозяйственно-бытовых нужд и питья. Пресные воды составляют менее 6% всех водных ресурсов на Земле. Ученые подсчитали, что мировой запас пресной воды приблизительно равен 30,3 млн км$^3$. На территории бывшего СССР содержится около 69 000 км$^3$ пресной воды. Однако большая часть мировых запасов пресной воды сосредоточена в ледниках Антарктиды, Гренландии, Арктики и в других зонах вечной мерзлоты, что делает ее малодоступной. Считается, что реально для питьевых целей можно использовать лишь 0,2–0,3% всей воды на Земле. Несмотря на относительно большие мировые запасы пресной воды, на XXXV Сессии Генеральной ассамблеи ООН было отмечено, что более 1 млрд человек испытывают острый дефицит доброкачественной воды для питьевых и хозяйственно-бытовых целей.

Общий годовой сток всех рек Земли достигает почти 40 000 км$^3$, что вполне покрывает потребности человека в пресной воде. Однако в последние десятилетия многие регионы мира, особенно густонаселенные и промышленно развитые, испытывают острый недостаток питьевой воды. Первая причина нехватки воды заключается в том, что источники воды, пригодной для питья, распределены крайне неравномерно как в целом на Земле, так и в отдельных

**Таблица 5.6**. Структура гидросферы

| Части гидросферы | Вода, % |
|---|---|
| Мировой океан | 93,96 |
| Подземные воды | 4,12 |
| Зоны активного водообмена | 0,27 |
| Ледники | 1,65 |
| Озера* | 0,019 |
| Почвенная влага** | 0,006 |
| Пары атмосферы | 0,001 |
| Речные воды | 0,0001 |

* В том числе 5000 км$^3$ — воды водохранилищ.

** В том числе около 2000 км$^3$ оросительных вод.

странах. Так, например, в бывшем СССР 80% пресной воды сосредоточено в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке и Европейском Севере, где проживает лишь 30% населения страны и менее сконцентрированы промышленность и сельское хозяйство. Уже сейчас в этих районах потребляется 2/3 воды всех пресных источников. В мире существуют зоны избыточного увлажнения, в которых количество выпадающих в год осадков превышает количество испаряющейся воды. К ним, в частности, относятся некоторые регионы России, США, Канады, тропической зоны Азии, Америки, Африки. Однако около 60% суши представлено аридными и полуаридными зонами, где за год осадков выпадает меньше, чем испаряется. На этих территориях в Ираке, Пакистане, Кувейте и других странах, в том числе в среднеазиатских бывших республиках СССР, проживает более 200 млн человек.

При прочих равных условиях недостаток воды ощущается прежде всего в крупных городах, в местностях с развитой промышленностью и сельским хозяйством, использующим орошаемые земли. Неумеренное потребление подземных вод без учета гидрогеологических особенностей местности может приводить к неблагоприятным последствиям (М.П. Захарченко, Е.И. Гончарук и др., 1993). Так, в 1981 г. в Нью-Йорке было объявлено чрезвычайное положение в связи с израсходованием водных ресурсов; в некоторых местах штата Аризона в земле образовались трещины и провалы глубиной до 8 м вследствие откачивания грунтовой воды для полива плантаций; в штате Джорджия на расстоянии до 80 км от побережья Атлантического океана произошло засоление грунтовых вод, обусловленное их откачиванием и инфильтрацией океанской воды; уровень грунтовых вод в районе Кельна (ФРГ) в результате их изъятия промышленными предприятиями понизился от 4 до 10 м, а в районе Мангейма и Людвигсгафена — до 15 м. Город Мехико опускается ежегодно на 14 см из-за откачивания подземной воды.

На некоторых территориях бывшего СССР также отмечается дефицит воды для хозяйственно-бытовых и сельскохозяйственных целей, хотя по водообеспеченности Советский Союз занимал одно из ведущих мест в мире. Обеспеченность водой на 1 человека в год в СССР составляла более 19 000 м$^3$, что вдвое превышает среднюю на планете. В России недостаток воды отмечается в Нижнем Поволжье, Калмыкии, Ставропольском крае.

Водопотребление в развитых странах постоянно увеличивается и приближается к величине всего ресурса пресных вод. В России это особенно заметно на юге Европейской части, где уже сейчас потребление воды превысило 2/3 всего стока рек и крайне неблагоприятно отразилось на водном балансе Каспийского моря.

Вторая важнейшая причина нехватки пресной воды носит антропогенный характер. Это не абсолютное уменьшение количества воды, а снижение ее качества в результате загрязнения микроорганизмами и химическими веществами при поступлении в водоемы хозяйственно-фекальных, промышленных и сельскохозяйственных сточных вод. Согласно докладам ООН ежегодно в мире синтезируется около 1 млн новых химических соединений, из них более 15 000 весьма токсичны. В целом до 80% всех химических соединений постепенно поступают в окружающую среду, в том числе и в природные водоемы. В мире ежегодно в общей сложности выбрасывается порядка 420 км$^3$ сточных вод, что

способно привести к загрязнению до 7000 км$^3$ природных вод. Это в 1,5 раза больше всего стока рек бывшего Советского Союза, который составлял 4700 км$^3$.

В связи с сокращением запасов пресной воды на Земле и снижением качества природных вод перед человечеством возникает проблема «водного голода». Это требует интенсивных поисков новых научных решений, направленных на обеспечение доброкачественной водой населения, промышленности и сельского хозяйства.

Для уменьшения «водного голода» можно выделить два основных тесно взаимосвязанных направления мероприятий. К первому направлению следует отнести сохранение качества природных вод, в первую очередь эффективную очистку хозяйственно-бытовых сточных вод перед сбросом в водоемы. Однако не менее важно загрязнение окружающей среды промышленными сточными водами. В этой области решение видится в разработке и совершенствовании способов очистки сточных вод промышленных объектов, применении «оборотного водоснабжения», т. е. многократного повторного использования очищаемой воды в технологических целях. В последующем возможно применение «сухих технологий», не требующих воды и, следовательно, не приводящих к загрязнению водоемов.

Второе направление борьбы с «водным голодом» предусматривает рациональное использование и увеличение естественных запасов воды. Это строгая экономия питьевой воды как для бытовых, так и для производственных нужд, и постоянная борьба с потерями этого ценнейшего и дорогостоящего продукта, в том числе и экономическими методами. Повысить водообеспечение населения можно путем создания искусственных водохранилищ, аккумулирующих запасы пресной воды. Строительство водохранилищ одновременно решает и другие важные народнохозяйственные вопросы — энергетические, транспортные, промышленные, сельскохозяйственные, гигиенические, эстетические. В настоящее время на Волге, Ангаре, Иртыше и других больших реках созданы десятки крупных водохранилищ, которые помогают и в обеспечении электроэнергией. На Братском водохранилище на Ангаре объемом 169,4 км$^3$ построена гидроэлектростанция мощностью около 4100 МВт.

В последние годы разрабатываются также методы накапливания запасов пресных вод в подземных водоносных горизонтах от поверхностных стоков, в том числе паводковых вод. Толща земли, через которую проходят поверхностные воды, играет роль фильтра, что позволяет в значительной степени повысить качество поверхностных вод при их превращении в подземные. Одновременно в некоторых регионах засоленные грунтовые воды будут разбавляться маломинерализованными, профильтрованными через почву поверхностными стоками.

Одной из гипотетических возможностей получения больших количеств пресной воды является растопление вечных льдов Арктики, а также айсбергов. Однако это создает ряд сложнейших энергетических, экономических, технических и экологических проблем, в частности, вероятно значительное повышение уровня мирового океана.

Наконец, практически неисчерпаемым резервом остаются соленые воды морей и океанов, которые можно подвергать опреснению.

## Виды источников водоснабжения и их санитарно-гигиеническая характеристика

Все источники воды с гигиенической точки зрения, а также по происхождению и локализации можно разделить на 3 группы: подземные, поверхностные и атмосферные (рис. 5.4).

Подземные воды формируются в результате фильтрации через почву атмосферных осадков и поверхностных вод. По глубине залегания и расположению по отношению к земным слоям все подземные воды делятся на верхнюю, среднюю и нижнюю зоны. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения чаще всего используют воды верхней зоны, глубина расположения которых достигает 1000, а иногда 2000 м. Так, в тундре в холодном климатическом поясе верхняя зона имеет глубину от 2 до 10 м. Инфильтрация талых снеговых вод делает минерализацию подземных вод очень низкой (100–150 мг/л). В умеренном климатическом районе от границы тундр до Нижнего Поволжья глубина залегания подземных вод верхней зоны увеличивается и достигает 20–60 м. Одновременно возрастает и минерализация воды, которая колеблется в пределах от 100 до 1000 мг/л. Еще южнее, в теплом и жарком климатических районах, продолжают увеличиваться глубина залегания подземных вод верхней зоны и их минерализация. Так, на юге Европейской части России, в Беларуси, на Украине, а также в Средней Азии нижняя граница верхней зоны достигает 300 м и более, а засоленность составляет несколько граммов на литр воды с преобладанием хлоридов и сульфатов. Таким образом, при продвижении с севера на юг прослеживаются закономерное повышение минерализации подземных вод и увеличение глубины их залегания.

Еще одна закономерность, которую следует отметить при характеристике самоочищения подземных вод, это повышение загрязнения воды микроорганизмами, органическими веществами и токсичными примесями по мере уменьшения глубины ее залегания. Данное обстоятельство обусловлено большим

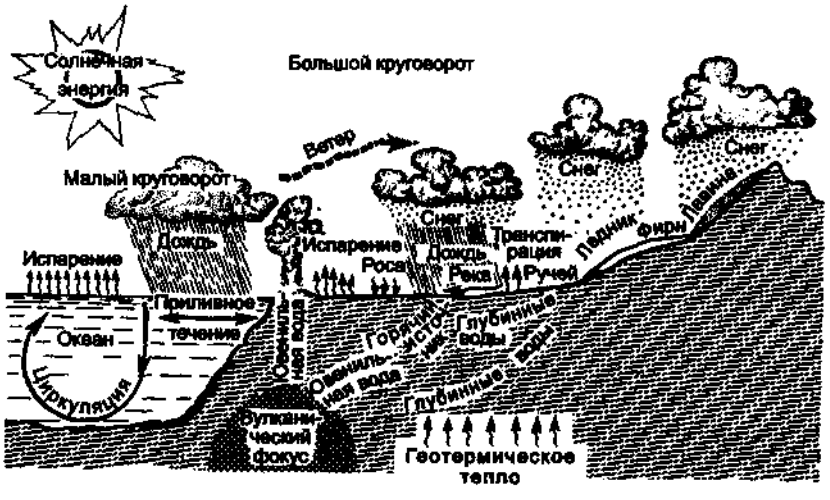



**Рис. 5.4.** Круговорот воды в природе.

загрязнением поверхностных стоков и верхних слоев почвы. При проникновении поверхностных вод через слой почвы происходят их постепенная фильтрация, адсорбция микроорганизмов и органических веществ на почвенных структурах, а затем окисление органических остатков с участием аэробных микроорганизмов. На заключительном этапе минерализации происходит биохимическое окисление органических азотистых соединений до солей аммония и далее с участием аэробных бактерий рода *B. nitrosomonas* и *B. nitrobacter* соответственно до нитритов и нитратов. Этот процесс носит название нитрификации. Эффективность самоочищения воды в почве зависит от вида, структуры и толщины почвы, ее инсоляции, аэрирования, температуры и ряда других физико-химических и микробиологических характеристик. Ученые показали, что на полях фильтрации слой почвы 4 м задерживает до 90% микроорганизмов, а на глубине 6 м от поверхности неповрежденного грунта микроорганизмы в воде отсутствуют. Длительность фильтрации через такой слой почвы достигает 100 сут.

Качество подземных природных вод в значительной степени определяется строением земной коры. Верхний слой представлен почвой, содержащей большое количество микроорганизмов и перегнивающих органических веществ животного и растительного происхождения, т. е. гумусом. По мере углубления в грунте возрастает количество песчаных, каменистых и глинистых структур, уменьшается содержание органических веществ. Этот слой водопроницаем, но под ним расположен первый водоупорный пласт, состоящий из глины, гранита или других водонепроницаемых образований. Под первым водоупорным слоем чередуются водоносные горизонты, где носителями воды служат песок, трещиноватые породы, разделенные водоупорными слоями. Подземные воды каждого водоносного горизонта имеют свои особенности.

Наиболее близко к поверхности земли находятся почвенные воды. Они формируются из поверхностных стоков и отражают органический и минеральный состав верхнего почвенного слоя. Так, торфянистые и болотистые почвы насыщают воду органическими веществами растительного происхождения, а из черноземных и особенно солончаковых почв в воду вымывается много минеральных веществ. Почвенная влага содержит множество микроорганизмов, в том числе патогенных. Почвенные воды могут находиться в различном агрегатном состоянии, они представлены гигроскопической, пленочной, капиллярной и свободной формами. Почвенные воды неприемлемы в качестве источника водоснабжения в связи с высоким микробным, органическим и минеральным загрязнением, но играют важнейшую роль в поддержании влажности почвы, нормальном функционировании почвенных биоценозов. Эти воды используются растительными и животными организмами.

Почвенные воды, находящиеся в свободном состоянии, под действием гравитационных сил проникают до первого водоупорного слоя. Происходит их фильтрация и формируются грунтовые воды, лежащие на первом водонепроницаемом пласте земной коры. Одновременно происходит горизонтальное перемещение грунтовых вод в соответствии с уклоном водоупорного слоя, что дополнительно способствует самоочищению воды. Грунтовым водам свойственна высокая минерализация, отражающая химический состав местного грунта. Они практически не содержат микроорганизмов, имеют низкую температуру

и приятный вкус. В некоторых случаях при малой толщине слоя грунта, а также при его механическом нарушении достаточного самоочищения грунтовых вод не происходит, и такая вода непригодна для питья. Однако в большинстве случаев именно грунтовые воды служат источниками водоснабжения в сельской местности и при правильном оборудовании шахтных колодцев вполне отвечают санитарным требованиям.

В почвенном слое над первым водоносным горизонтом могут находиться элементы водоупорного слоя в виде линз. Они имеют разные размеры, иногда довольно крупные. На них скапливаются свободные гравитационные воды. Это разновидность грунтовых вод — верховодка. Однако из-за недостаточной толщины фильтрующего грунтового слоя эти воды, как правило, сильно загрязнены органическими веществами. Микробиологические, органические и органолептические характеристики не позволяют использовать эти воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Наиболее стабильны и надежны в санитарно-эпидемиологическом отношении межпластовые воды, располагающиеся между водонепроницаемыми пластами ниже первого водоупорного слоя. Толщина водоносных горизонтов межпластовых вод может составлять несколько десятков метров. Носителями воды в водоносном горизонте служат песок, трещиноватые породы (известняк и др.), гравий. В некоторых случаях водоносные горизонты представлены пустотами, заполненными водой, т. е. они имеют вид подземных озер и рек. Этим объясняется осадка грунта при неумеренном откачивании межпластовых вод. Водоупорные слои могут распространяться на десятки и даже сотни километров, поэтому воды водоносных горизонтов формируются и проходят самоочищение, преодолевая огромные пространства. Межпластовым водам свойственны малое аэрирование и слабое развитие биологических процессов и форм жизни, стабильный химический состав и при этом более высокая минерализация, чем у грунтовых вод, содержание необходимых для человека макро- и микроэлементов (кальций, магний, йод, фтор), низкая стабильная температура, хорошие органолептические свойства. Межпластовые воды обычно доброкачественные и могут употребляться для питья без дополнительной обработки.

Особое место среди межпластовых вод занимают артезианские воды, которые, обладая всеми благоприятными свойствами подземных вод, находятся под повышенным давлением. Образование напорных вод объясняется особенностями географических и геологических структур на обширных территориях (возвышенности, впадины, уклоны водоупорного слоя), обеспечивающих гидростатический напор воды, что при бурении скважин проявляется фонтанированием. Свойства артезианских вод в бактериальном смысле надежны и благоприятны, что обусловлено повышенным давлением и соответственно отсутствием возможности подсоса воды из загрязненных водоносных горизонтов.

Гидрогеологическое строение грунта в горной и холмистой местности, а также при наличии оврагов, балок и русел ручьев и рек имеет особенности. В указанных случаях возможно естественное нарушение водоупорных слоев и истечение подземных (грунтовых и межпластовых) вод в виде родников и ключей. Вода таких источников, как правило, доброкачественная, но необходимо правильное санитарно-техническое оборудование (каптирование) родников, исключающее биогенное загрязнение воды.

Средний пояс подземных вод расположен на глубине нескольких сотен, а иногда и тысяч метров. В этом бассейне присутствуют солоноватые и соленые гидрокарбонатные, сульфатно-хлоридные, сероводородные, железистые, кальциево-магниевые и другие минеральные воды. В отдельных регионах эти воды могут быть термальными, т. е. иметь температуру, доходящую до 100 °С, и находиться в паровоздушном состоянии. Эти воды имеют минимальный контакт с вышележащими водоносными горизонтами и окружающей средой, находятся в замкнутом пространстве и используются в основном с бальнеологическими целями. В отдельных специальных случаях геотермальные воды применяют в качестве теплоносителя для отопления жилых зданий, тепличных хозяйств, а также при получении электроэнергии. Так, в нашей стране в г. Махачкале геотермальные воды используются для горячего водоснабжения жилых домов. Подобное применение геотермальные воды нашли и в других странах, например в Исландии. На Камчатке в 1966 г. пущена в строй Пужетская геотермальная электростанция мощностью 5 МВт.

Нижняя зона подземных вод залегает на глубине нескольких километров. Эти воды полностью изолированы от окружающей среды и имеют стабильный химический состав, который может меняться лишь на протяжении геологических отрезков времени. Эти высокоминерализованные воды содержат большое количество хлоридов, натрия, кальция, йода, брома, сероводорода, редких элементов. Контакт человека с этими водами происходит при бурении глубинных нефтяных скважин, когда воды поднимаются на поверхность как сопутствующий продукт. Воды нижнего пояса используются в качестве сырья для добычи присутствующих в них минеральных веществ.

К поверхностным источникам относятся воды рек, озер, искусственных водохранилищ, ручьев, болот, а также морей и океанов. Каждый из этих водоисточников имеет свои особенности. Они различаются содержанием микроорганизмов, органических и минеральных веществ, способностью к самоочищению, обновлению водных ресурсов, физическими свойствами воды. Все поверхностные воды можно разделить на пресные и соленые.

Наиболее часто для водоснабжения используются реки. Речные воды обладают наибольшими способностями к самоочищению, возобновлению стока, высоким дебитом, стабильностью естественного минерального состава. Вместе с тем они наиболее загрязняются антропогенными примесями, так как реки чаще всего используются для сброса хозяйственно-фекальных и техногенных сточных вод, обильно загрязняются сельскохозяйственными стоками (табл. 5.7, 5.8). В больших количествах в них поступают паводковые и ливневые воды. Еще одним недостатком рек как источников водоснабжения, особенно в аридных зонах, является уменьшение количества воды и даже пересыхание в жаркий период года.

К более стабильным источникам водоснабжения относятся искусственно создаваемые водохранилища на крупных и средних реках, имеющие большой дебит. Однако с резким замедлением движения воды в искусственных водоемах снижается водообмен, что способствует накоплению и осаждению органических веществ, развитию анаэробной микрофлоры, цветению воды, образованию донных отложений, ила. Подобными недостатками обладают и естественные озера, вода которых еще больше подвержена нарушению естественных

Таблица 5.7. Качество воды открытых водоемов субъектов Российской Федерации по санитарно-химическим показателям

| Административная территория | Пробы воды, не отвечающие нормативам, в водоемах I категории, % | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1994 г. | 1995 г. | 1996 г. | 1997 г. |
| Российская Федерация | 32,19 | 29,83 | 24,30 | 25,67 |
| Архангельская область | 73,88 | 76,75 | 90,15 | 84,97 |
| Самарская область | 40,85 | 56,81 | 35,85 | 66,26 |
| Владимирская область | 47,93 | 55,5 | 55,93 | 62,50 |
| Пензенская область | 40,85 | 44,08 | 63,55 | 51,27 |
| Алтайский край | 32,35 | 24,05 | 34,19 | 48,57 |
| Свердловская область | 37,61 | 26,09 | 26,36 | 33,99 |

Таблица 5.8. Качество воды открытых водоемов субъектов Российской Федерации по микробиологическим показателям

| Административная территория | Пробы воды, не отвечающие нормативам, в водоемах I категории, % | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1994 г. | 1995 г. | 1996 г. | 1997 г. |
| Российская Федерация | 22,01 | 26,64 | 22,43 | 22,57 |
| Рязанская область | 45,42 | 43,16 | 49,40 | 47,08 |
| Ярославская область | 39,62 | 43,16 | 49,40 | 47,08 |
| Кемеровская область | 45,77 | 69,4 | 43,98 | 46,72 |
| Республика Татарстан | 4,43 | 15,97 | 8,74 | 43,37 |
| Ставропольский край | 27,90 | 21,23 | 39,31 | 38,16 |

биоценозов, накоплению органических веществ и гнилостных микроорганизмов, развитию бентоса, особенно при массивном заборе питьевой воды и сбросе сточных вод. Поверхностные и подземные источники, питающие озера, не справляются с поддержанием дебита. Это приводит к обмелению озер, что в свою очередь в южных регионах влечет за собой засоление, а в северных — заболоченность.

Высокое загрязнение поверхностных источников микроорганизмами и органическими веществами позволяет использовать воду из них для хозяйственно-питьевых целей лишь после соответствующей обработки. Очистка воды осуществляется в несколько этапов. Сначала производится механическая фильтрация, затем освобождение от взвешенных веществ методом коагуляции (осветление) и в заключение воду обеззараживают хлорированием, озонированием и другими методами. После контроля за соответствием качества санитарным требованиям вода подается потребителю.

Как указывалось, перспективным и практически неограниченным источником воды остаются моря и океаны. Однако морская вода в натуральном виде неприемлема для питья в связи с высокой засоленностью. Наибольшая соленость вод отмечается в тропических широтах мирового океана, где она достигает 35–37 г/л. Меньше минерализованы воды морей и озер, не имеющих контакта с мировым океаном или соединяющихся с ним узкими проливами

и подпитываемых мощными речными стоками. Так, например, в заливах Балтийского моря минерализация воды равна 10—20 г/л, в Каспийском — около 10 г/л, а в Черном — 17—18 г/л. Основную массу растворенных веществ составляют хлориды и сульфаты кальция, калия и натрия. Кроме солей, в морской воде содержится ряд микроэлементов: йод, фтор, бром, железо, марганец, медь, ванадий, молибден, никель, серебро и другие. Моря, как и другие поверхностные водоемы, имеют высокий уровень микробного и органического загрязнения, особенно в прибрежной зоне.

Наряду с обеззараживанием морскую воду необходимо подвергать опреснению. Использование опресненной морской воды для хозяйственно-питьевых целей перспективно в первую очередь в южных аридных районах. В настоящее время на территории бывшего СССР эксплуатируется более 200 промышленных опреснительных установок, в основном дистилляционных и электродиализных. Имеется тридцатилетний опыт использования для хозяйственно-питьевых целей опресненной методом дистилляции морской воды в г. Актау (бывший г. Шевченко) на полуострове Мангышлак в Казахстане на берегу Каспийского моря. Здесь был построен завод по опреснению морской воды на базе атомной электростанции, который производит 120 000 м$^3$ пресной воды в сутки. Дистиллят смешивается с высокоминерализованной артезианской водой, благодаря чему получаемая вода по основным параметрам соответствует питьевой.

Обследование населения города общей численностью более 110 000 показало, что в основном функции организма не имели заметных отклонений от физиологических параметров. Вместе с тем А.И. Эльпинер, А.И. Бокина, Ю.А. Рахманин в отдельных случаях выявляли гипацидные состояния желудка и напряжение регуляции водно-электролитного обмена. Минерализация опресненной морской воды не должна быть ниже 100 мг/л. Недостатком метода дистилляции является возможность возгонки и поступления в дистиллят некоторых органических соединений.

Второй метод опреснения — электродиализ через мембранные фильтры. По данным исследователей, его эффективность во многом зависит от типа и качества применяемых установок и мембран. Этот метод требует доочистки и обеззараживания воды. Существенным недостатком электродиализа является значительное повышение содержания бора и брома в опресненной воде при одновременном снижении на 30—40% содержания таких физиологически активных микроэлементов, как фтор и йод.

Опреснение методами ионного обмена, обратного осмоса и вымораживания находится пока на стадии опытных разработок и не нашло широкого применения в народном хозяйстве.

Для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения могут использоваться и атмосферные осадки в виде дождя и снега. Чаще такое применение осадки находят в засушливых южных районах, в арктической зоне, а также в экстремальных ситуациях. Дождевые и снеговые воды мягкие, маломинерализованные. Однако высокий уровень загрязнения атмосферы в современных условиях, особенно в развитых промышленных регионах, позволяет сделать вывод о большом загрязнении осадков растворимыми токсичными веществами, твердыми аэрозолями и микроорганизмами. Установлено, что 1 л дождевой воды

омывает 325 000 дм$^3$ атмосферного воздуха. Выпадающие осадки содержат ионы серной и азотной кислот, углекислоту, канцерогенные и радиоактивные примеси. Известны случаи кислотных дождей не только в США, странах Западной Европы, но и в считающихся экологически чистыми Норвегии и Швеции. Закисление воды в водоемах Норвегии привело к гибели форели в 500 озерах. В связи с аварией на Чернобыльской АЭС в последнее десятилетие радиоактивные осадки регистрировались на Украине, в Беларуси, России, странах Западной Европы. Подсчитано, что в дождливые дни на поверхность Земли выпадает радиоактивных веществ в 9 раз больше, чем в сухую погоду. Таким образом, воду атмосферных осадков нельзя считать чистой. Ее следует подвергать специальной обработке.

## Источники загрязнения, санитарное состояние и охрана водоемов

Для снабжения питьевой водой используются как подземные, так и поверхностные источники. Безусловно, вода подземных, особенно межпластовых, источников чище, чем поверхностных. Подземные источники более стабильны, надежны и безопасны по микробиологическим, органолептическим и токсикологическим показателям. Однако количество подземных вод ограниченно. Их непомерное откачивание может привести к тяжелым гидрогеологическим и экологическим последствиям. В связи с этим во многих странах мира широко используются поверхностные воды. Так, в нашей стране из поверхностных источников осуществляется водоснабжение 38% городов, а в США более чем для половины населения источниками водоснабжения служат поверхностные водоемы. К сожалению, при современном росте городов, развитии промышленности, сельского хозяйства и транспорта одновременно увеличивается количество отходов, загрязняющих окружающую среду, в том числе и водоемы. Наиболее сильно при этом страдают поверхностные источники. При неправильном отношении к целостности грунта и водоупорных земных пород без учета геологического строения земной коры возможно загрязнение и подземных источников. Первой задачей охраны водоемов является выяснение причин и источников их загрязнения.

Природные воды загрязняют в первую очередь бытовые хозяйственно-фекальные сточные воды (рис. 5.5). Они образуются в результате гигиенических процедур и хозяйственной деятельности человека, в них 60% всех загрязнений составляют органические вещества. Кроме того, хозяйственно-фекальные сточные воды содержат огромное количество (до нескольких миллионов в 1 мл) как непатогенных, так и патогенных микроорганизмов и жизнеспособных яиц гельминтов. В эпидемиологическом отношении весьма опасны сточные воды инфекционных больниц, которые часто не подвергаются специальной обработке перед сбросом в общую канализацию. Естественно, что хозяйственно-фекальные воды перед спуском в водоем должны проходить полную биологическую очистку, в основе которой лежат процессы аэробного биохимического окисления и обеззараживания. Одновременно в бытовых сточных водах, особенно в последние годы, содержится большое количество поверхностно-ак-

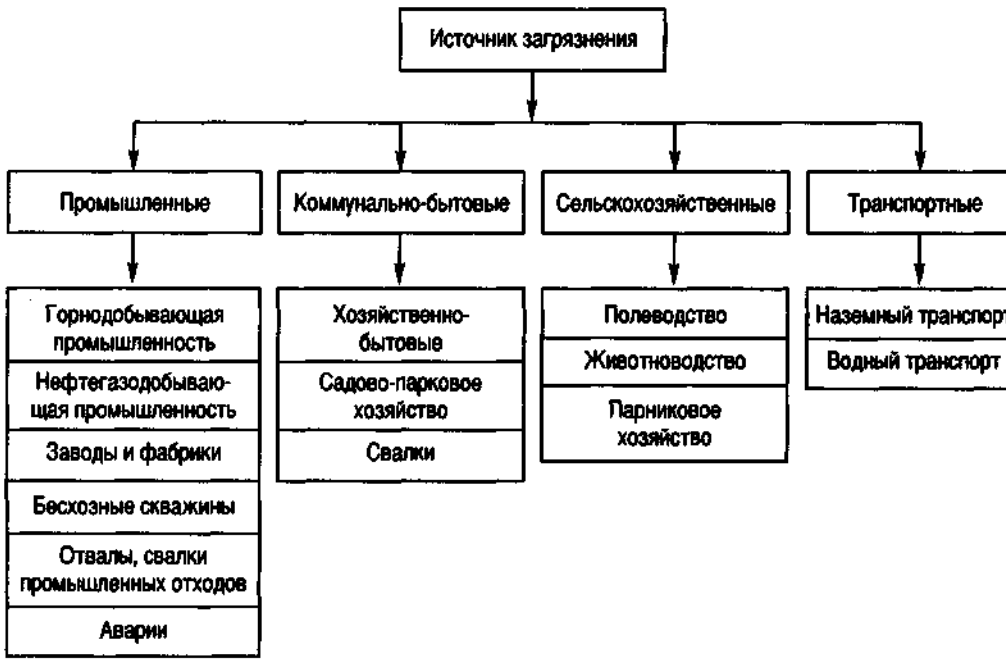



**Рис. 5.5.** Основные источники загрязнения водоемов.

тивных веществ, прежде всего синтетических моющих средств, которые не устраняет механическая и биологическая очистка. Они очень стойкие и долго не распадаются в природных водоемах.

Сброс неочищенных хозяйственно-фекальных сточных вод во всех странах мира создает напряженную эпидемиологическую ситуацию. Так, в бывшем СССР в конце 80-х годов в водоемы спускалось ежегодно 170 км$^3$ сточных вод, в том числе 20,6 км$^3$ неочищенных, из которых 9,2 км$^3$ составляли хозяйственно-фекальные стоки. ВОЗ сообщает о постоянном загрязнении важнейших водоемов Европы, США и других регионов разнообразными веществами, в том числе и бытовыми отходами, причем не только в промышленно развитых, но и в развивающихся странах. Среди причин этого явления следует отметить, с одной стороны, быстрый рост городов и развитие промышленности, а с другой — пренебрежение вопросами очистки сточных вод и охраны водоемов. В некоторых странах третьего мира санитарные требования к сточным водам очень низки или вовсе отсутствуют. Даже в таких крупных городах Бразилии, как Рио-де-Жанейро и Сан-Паулу, не проводится достаточная очистка хозяйственно-фекальных сточных вод.

Вторым источником загрязнения водоемов являются промышленные стоки. Они оказывают выраженное негативное влияние на состояние природных вод и играют ведущую роль в ухудшении состояния водоемов. Это подтверждается множеством примеров мировой санитарной практики.

Так, в реки Великобритании со сточными водами ежегодно сбрасывается 40—50 млн т загрязняющих веществ, прежде всего промышленного происхож-

дения. В результате этого процесса вода малых и средних рек к устьям приближается по качеству к разбавленным сточным водам.

В Японии с промышленными стоками в водоемы поступают в больших количествах токсичные соединения ртути, меди, цинка, кадмия, что приводит к заболеваниям людей, потребляющих эту воду.

В Финляндии 90% всех органических соединений поступает в окружающую среду со сточными водами лесохимической промышленности, водоисточники загрязняют также стоки кожевенной, текстильной и химической промышленности.

Происходит выраженное загрязнение водоемов промышленными сточными водами вблизи крупных городов США. Как подсчитали ученые, ежеминутно со сточными водами в реки США сбрасывается около 1 т загрязнений. При этом в реки, снабжающие водой такие крупные города, как Лос-Анджелес, Санта-Ана, Сан-Диего, сточных вод сбрасывают в десятки раз больше, чем сток этих рек.

Промышленные сточные воды формируются в результате использования воды для технологических целей, поэтому их состав полностью определяется конкретным производственным процессом. Существует более 140 видов технологических процессов, каждый из которых определяет специфический состав сточных вод. В промышленных стоках присутствуют самые разнообразные токсичные вещества — фенолы, цианиды, соединения мышьяка, меди, свинца, ртути, кадмия, полициклические углеводороды, пестициды, технические масла, а также радионуклиды, создающие угрозу отравления водных организмов, людей и домашних животных. Наиболее стабильные радионуклиды и химические вещества, например пестициды, соединения тяжелых металлов, могут распространяться по биологическим цепочкам (вода — моллюски — рыбы — человек; вода — растения — животные — человек), кумулировать и достигать высоких концентраций в продуктах питания.

Опасность промышленных сточных вод усугубляется также тем, что, помимо токсического действия, присутствующие в них вещества могут давать отдаленные эффекты — канцерогенные, мутагенные, аллергенные, гонадотоксические и эмбриотропные.

В сточных водах мясокомбинатов, кожевенных заводов, сахарных и других предприятий пищевой промышленности содержится много органических веществ животного и растительного происхождения и микроорганизмов. Высокую опасность в этом отношении представляют сточные воды предприятий микробиологической промышленности и инфекционных больниц. В загрязненных водоемах возможны интенсивное развитие фитопланктона, ухудшение органолептических свойств воды, снижение содержания кислорода, окислительной способности и, как следствие, нарушение естественных биоценозов и загнивание воды.

С точки зрения избыточного развития фитопланктона неблагоприятно поступление в водоемы так называемых термальных вод электростанций, в том числе атомных. Поступление таких стоков способствует бурному развитию микроорганизмов, цветению и загниванию воды водоемов даже в тех климатических районах, где обычно этих явлений не наблюдается.

Еще одним важным источником загрязнения природных вод служит воздушная среда, особенно в промышленно развитых странах и крупных городах.

Так, кислотные дожди представляют угрозу для водоемов 22 штатов США, расположенных восточнее реки Миссисипи. В штате Нью-Йорк значительное число озер и прудов непригодны для разведения рыбы из-за высокой кислотности воды, вызванной осадками. Из 850 озер 212 имели критический уровень pH, а 381 приближалось к этому уровню. Отмечаются случаи и кислотного снега, таяние которого еще больше нарушает экологию водоемов, так как он меньше поглощается почвой.

Загрязнение водоемов в результате осадков стало международной проблемой в связи с тем, что токсичные и радиоактивные вещества распространяются в верхних слоях атмосферы со скоростью более 100 км/ч и за короткое время преодолевают тысячи километров. Есть наблюдения, что после испытания в атмосфере ядерной бомбы Китайской Народной Республикой в октябре 1980 г. радионуклиды в реках ФРГ были обнаружены уже в декабре того же года, а максимум загрязнения водоемов пришелся на 1981 г. Известны случаи, когда радиоактивные осадки выпадали в Крыму и Ленинграде после испытания ядерного оружия в Неваде и Сахаре.

Загрязнение крупных рек и других водоисточников, а также прибрежных вод морей и океанов в значительной мере определяется судоходством. В водоемы поступают хозяйственно-фекальные сточные воды, как правило, неочищенные, с судов, не оборудованных биотуалетами, а также горюче-смазочные материалы. Исследования показывают, что угрожающим становится загрязнение Балтийского, Черного и Средиземного морей. Опасение вызывает высокий уровень загрязнения в результате судоходства прибрежных вод таких всемирно известных курортов, как Паланга, Сочи и др. Еще больше загрязняются воды в акватории портовых городов.

Высокую опасность в отношении загрязнения воды водоемов, равно как и других сред биосферы, создают аварийные ситуации на предприятиях промышленности, энергетики и на водном транспорте, когда практически одномоментно в водоемы поступает огромное количество химических или радиоактивных веществ. В последние десятилетия были многочисленные аварии на танкерах с выбросом в моря и океаны десятков и даже сотен тысяч тонн горюче-смазочных материалов и нефти-сырца, которые надолго нарушают флору и фауну водных объектов, значительно ухудшают условия жизни населения, особенно в курортных зонах, и, конечно, наносят значительный экономический ущерб. Примером аварийного загрязнения водоемов является также поступление радиоактивных веществ в реку Припять, а затем в Днепр и в Черное море после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г.

Большое количество взвешенных органических веществ, минеральных примесей и горюче-смазочных материалов поступает в водоемы с ливневыми стоками и особенно с водами ливневой канализации в крупных городах в весенний паводковый период. Воды ливневой канализации, как правило, не подвергаются биологической очистке и обеззараживанию.

Сточные воды сельскохозяйственного производства можно разделить на два основных вида. К первому относятся стоки с полей, содержащие химические вещества в виде минеральных удобрений и ядохимикатов, а также органические соединения, микроорганизмы и гельминты, источником которых являются продукты гниения навоза. Указанные компоненты могут не только смываться

в открытые водоемы при обильных осадках, но и проникать в грунтовые воды при их запахивании в почву. Второй вид загрязнений сельскохозяйственного происхождения — жидкие отходы животноводства и птицеводства. В них много органических веществ и микроорганизмов, в том числе условно-патогенных и патогенных. В странах с развитым животноводством общее количество таких сточных вод довольно велико. По сведениям ВОЗ, их объем в США превышает количество хозяйственно-фекальных сточных вод, связанных с жизнедеятельностью населения, в 5—10 раз. Необходим полный комплекс механической обработки, биологической очистки и обеззараживания этих стоков.

Нередко источниками загрязнения поверхностных водоемов и подземных грунтовых вод становятся свалки бытового и промышленного мусора, особенно несанкционированные, которые появляются стихийно и располагаются без учета особенностей подстилающей земной поверхности. Рыхлость грунта и высокое стояние грунтовых вод способствуют загрязнению первого водоносного горизонта. По официальным данным, в США функционируют около 5000 специально оборудованных усовершенствованных свалок-полигонов и более 30 000 несанкционированных свалок. На одной из свалок в штате Теннесси в 80-е годы утилизировались промышленные отходы, содержащие пестициды и другие высокоопасные вещества, причем гепатотоксические соединения проникали в грунтовые воды. Содержание четыреххлористого углерода в них достигало 18,7 мг/л, что послужило причиной нарушения функции печени у местного населения, использующего для питья воду из грунтовых колодцев.

Еще одним возможным путем загрязнения подземных источников является сброс сточных вод в глубокие подземные горизонты через поглощающие колодцы и скважины. Некоторые исследователи из Агентства охраны окружающей среды США (P.D. Hill, 1983) считают этот метод утилизации промышленных отходов надежным и перспективным. С начала 50-х годов он находит все более широкое применение во многих странах. В настоящее время в США функционируют 250 скважин, в которые сбрасывают отходы, содержащие около 150 различных токсичных соединений. Этим способом утилизируется 11% всех вредных отходов в стране. В России этот метод используется с 1956 г., когда впервые на нефтепромыслах Башкирии началась закачка сточных вод в глубокие поглощающие горизонты. В настоящее время в скважины глубиной до 3700 м во многих регионах, в том числе на Крайнем Севере, закачиваются промышленные стоки, содержащие щелочи, кислоты, хроматы, нитраты, сульфаты, фосфаты, а также радиоактивные вещества. Однако отечественные ученые считают этот метод вынужденным, не решающим принципиальных задач обезвреживания токсичных отходов, угрожающим безопасности природных вод и здоровью населения. Недостаточная изученность данного способа чревата необратимым загрязнением высококачественных вод обширных водоносных горизонтов.

Таким образом, в современных условиях идет массированное загрязнение как поверхностных, так и подземных вод от различных источников. В нашей стране наибольшее количество сточных вод (около 56% всех стоков) образуется в угольной промышленности. Значительный вклад вносят жилищно-коммунальное хозяйство (12%), химическая, газовая и нефтехимическая промышленность (8%). В сельском хозяйстве около 29% сточных вод сбрасывается в во-

доемы без очистки, в жилищно-коммунальном секторе — 16%, в химической, газовой и нефтехимической промышленности — 15%, в угольной промышленности этот показатель достигает 12%.

Ученые всего мира считают состояние многих пресных водоемов и морей критическим с точки зрения возможности хозяйственно-питьевого использования и экологии. В значительной степени это относится к крупным рекам Западной Европы, Северной Америки, Азии. Типичным примером опасного загрязнения химическими веществами является крупнейшая водная артерия Европы — Рейн. По мнению специалистов, в ближайшее время в Рейне погибнут рыба и все живые организмы. В результате сброса сточных вод химической промышленности вода Рейна содержит красители, моющие средства, растворители, около 50 хлорорганических соединений. С водами Рейна в Северное море ежегодно поступают сотни тонн свинца, железа, мышьяка, кадмия, ртути, нефтепродуктов. Это дало основание газете «Frankfurter Rundschau» с горькой иронией писать, что в воде Рейна, ранее богатой рыбой ценных пород, теперь можно проявлять фотопленку. В 1973 г. был опубликован специальный международный меморандум, в котором не только дана оценка опасному загрязнению Рейна, но и поставлены задачи по ограничению загрязнения реки, контролю за концентрациями токсичных веществ в воде и надзору за сбросом сточных вод.

В Великобритании главной проблемой является загрязнение многих рек нефтью и фенолами. Реки имеют значительную примесь сточных вод. Так, вода Темзы на 14% состоит из сточных вод.

В США сильное загрязнение наблюдается в системе Великих озер. В них обнаружены кадмий, хром, свинец, марганец, железо, пестициды. Количество кишечных палочек достигает 40 млн в 1 л воды. В озеро Мичиган со сточными водами поступает до 10 т свинца в год. Значительное химическое загрязнение отмечено в водоемах юго-восточной и юго-западной частей США. Об опасном для здоровья уровне химического загрязнения реки Потомак, откуда берут воду для столицы США Вашингтона, сообщается даже в памятке для туристов.

Не являются исключением реки и озера России. Северная Двина, Волга, Дон, а также сибирские реки Иртыш, Обь, Ангара, Енисей и их притоки содержат много химических соединений, что обусловлено сбросом сточных вод индустриальными гигантами черной и цветной металлургии, химической и нефтехимической промышленности. Даже на берегах уникального озера Байкал построен целлюлозно-бумажный комбинат, сточные воды которого при поступлении в Байкал могут привести к необратимым экологическим последствиям.

Опасные уровни загрязнения обнаруживаются не только в пресных водоемах, но и в морях и океанах. Химическому и бактериальному загрязнению подвержены прибрежная зона Балтийского и Черного морей. Интенсивно загрязняются и другие моря Европы, а также акватории Азиатского, Африканского и Американского континентов. Одним из самых загрязненных в мире считается Средиземное море. Подсчитано, что если в воды мирового океана ежегодно поступает до 10 млн т нефти и нефтепродуктов, то из них от 520 000 до 4 млн т сбрасывается в Средиземное море. Причинами служат выброс балластных вод, нефтедобыча в море, аварии на танкерах, разрывы нефтепроводов, сброс промышленных сточных вод. Потери нефти в мире составляют около

1,8% ее общей добычи. В сточных водах, сбрасываемых в Средиземное море, обнаружены значительные количества соединений ртути, свинца, серебра, кобальта, хрома, цинка, меди, никеля, а также пестициды и поверхностно-активные вещества. Последние способствуют выживанию патогенной кишечной микрофлоры в воде морей и океанов.

Исследования, проведенные в прибрежной акватории курортных зон нашей страны, показали высокое бактериальное загрязнение воды. В районе сброса сточных вод индекс кишечной палочки достигал 1 млн/л. Выявлялись сальмонеллы и энтерококки, а в отдельных случаях вибрионы.

Подобное состояние морей не только препятствует культурно-бытовому использованию прибрежной зоны, но и влечет за собой нарушение рыбных ресурсов, большие экономические потери и приводит к критической экологической и эпидемиологической ситуации.

Интенсивность и уровень современного загрязнения природных вод требуют охраны водных источников, прежде всего законодательными и административными мерами. Это разработка гигиенических нормативов токсичных веществ и строгий контроль за соблюдением их ПДК в воде водоемов, осуществляемый органами госсанэпиднадзора. В соответствии с современными требованиями проводится контроль содержания более 1000 токсичных агентов — солей тяжелых металлов, полициклических углеводородов, пестицидов и др. Санитарное законодательство одновременно учитывает бактериальный состав и физические свойства воды. Многие ученые-гигиенисты считают обоснованными нормирование и контроль загрязнений не только в воде водоемов, но и в сточных водах. Однако эти предложения в санитарное законодательство пока не вошли.

Наряду с законодательными и административными мерами необходимы строгие требования к обработке и сбросу в водоемы городских хозяйственно-фекальных сточных вод. Бытовые стоки должны проходить полную обработку – механическую фильтрацию, биологическую очистку и при необходимости обеззараживание препаратами, выделяющими свободный хлор, в первую очередь хлорной известью. Кроме того, при сбросе в водоемы обработанных стоков следует учитывать сезонный дебит водоема и его способность к самоочищению. В отдельных случаях практикуется аккумулирование наиболее загрязненных сточных вод в накопителях и опорожнение их во время паводка для максимального разбавления.

Особый подход требуется к охране водоемов от промышленных сточных вод. Строительную площадку для промышленного объекта нужно выбирать так, чтобы грунт мог защитить подземные воды от загрязнения. Территория предприятия должна допускать строительство очистных сооружений, без ввода таких сооружений в эксплуатацию объект не может быть принят органами Госсанэпиднадзора.

Решающим условием экологической безопасности промышленного предприятия является его технологическое совершенство. Процесс производства должен быть современным, эффективным и при этом обеспечивать снижение потерь сырья и уменьшение загрязнения сточных вод или их полную ликвидацию. В этом направлении приоритет отдается безотходным технологиям и оборотному водоснабжению. Повторное использование слабо загрязненных

или достаточно очищенных сточных вод широко применяется в металлургической, угледобывающей промышленности и других отраслях производства. При получении синтетических волокон использование оборотной воды достигает 80–85%. Примерами эффективного оборотного водоснабжения в нашей стране могут служить Кременчугский завод транспортного машиностроения и Кировоградский медеплавильный завод, где оборот воды составляет 99%. На Первомайском химическом комбинате эффективность использования воды достигает 100%, т. е. сброс сточных вод практически исключен.

Как бы ни складывалась последующая судьба промышленных сточных вод, решающая роль в предотвращении загрязнения окружающей среды принадлежит их химической очистке. Сложность обработки этого вида сточных вод объясняется особенностями технологических процессов и содержащихся в них химических агентов, а следовательно, специфичностью способов очистки в каждом конкретном случае. Тем не менее можно выделить наиболее часто встречающиеся принципы химической очистки промышленных стоков — нейтрализацию, сорбцию, экстракцию, восстановление, окисление, диазотирование, ионообменные процессы и др. В последние годы разработаны и внедряются методы электрохимического окисления и восстановления, а также эффективные методы электрокоагуляции и электрофлотации для разрушения эмульсий, содержащих жиры. В некоторых случаях для обезвреживания особо токсичных веществ (цианиды, акрилонитрил и некоторые другие) в качестве сильного окислителя используется озон, обладающий также способностью обесцвечивать сточные воды. Тем не менее до настоящего времени наиболее распространены биологическая очистка и хлорирование, которые можно осуществлять после сброса предварительно обработанных промышленных сточных вод в городскую канализацию в общей массе хозяйственно-бытовых стоков. Однако хлорирование насыщенных химическими веществами сточных вод имеет существенный недостаток. В воде могут образовываться новые более токсичные органические соединения, например хлорфенолы, придающие воде неприятный и стойкий «больничный» запах.

В заключение следует отметить, что некоторые ученые рекомендуют использовать высокоочищенные сточные воды в сельском хозяйстве для полива растений, а очищенные хозяйственно-бытовые стоки в промышленности в качестве технической воды. После научной проработки этот метод использования сточных вод может стать весьма перспективным.

## Основные принципы выбора источника хозяйственно-питьевого водоснабжения

Выбрать источник водоснабжения населенного пункта непросто. В каждом конкретном случае нужно учитывать в первую очередь санитарную надежность потенциального источника. Приоритет принадлежит межпластовым артезианским водам с наиболее высокими и стабильными санитарными показателями. Глубокое залегание водоносных горизонтов и повышенное давление практически гарантируют эпидемическую безопасность артезианских

источников. При отсутствии артезианских вод вторыми по санитарной надежности являются межпластовые безнапорные воды. Их микробиологическая характеристика и природный химический состав близки к показателям артезианских вод, но опасность может возникнуть при интенсивном откачивании воды и подсосе загрязнений из других водоносных горизонтов, особенно если в водоупорных слоях есть включения трещиноватых пород.

Третьими по санитарной надежности считаются грунтовые воды первого водоносного горизонта. Однако ввиду отсутствия верхнего водонепроницаемого слоя воды этих источников могут значительно уступать по качеству межпластовым, из-за чего их чаще используют для децентрализованного водоснабжения небольших, преимущественно сельских, населенных пунктов.

Наконец, при невозможности использования для хозяйственно-питьевых целей подземных вод следует ориентироваться на поверхностные источники — реки, водохранилища, каналы, озера. Их вода во всех случаях требует специальной обработки, в первую очередь обеззараживания. Однако у поверхностных источников есть и неоспоримое преимущество по сравнению с подземными — несравнимо более высокий дебит. Так, если в среднем грунтовый колодец может обеспечить 1,5–6,5 м$^3$/сут, артезианская скважина — 3–5 л/с, то дебит крупных рек составляет сотни и тысячи кубических метров воды в секунду. Даже малые реки в самый сухой летний период — межень могут обеспечить воды 3–5 м$^3$/с, т. е. их дебит в несколько тысяч раз превышает дебит артезианских источников. В настоящее время большинство крупных городов России, в том числе Москва, Санкт-Петербург, Тверь, Ярославль, Нижний Новгород, Самара, Астрахань, Ростов-на-Дону, Омск, Новосибирск, получают питьевую воду в основном из поверхностных источников.

При выборе не только вида, но и конкретного водоисточника обязательно учитывают гидрогеологические особенности местности и источники пополнения водоемов, исследуют эпидемиологическую и эпизоотологическую ситуацию в районе, учитывают возможные как биогенные, так и техногенные источники загрязнения водоемов, оценивают степень урбанизации, развитие промышленности и сельского хозяйства региона, величину и расположение населенных пунктов по отношению к водозабору. Одновременно рассчитывается экономическая целесообразность использования того или иного источника. Все параметры санитарно-эпидемиологической эффективности водоисточников определяют по результатам многократных анализов воды в разное время года.

Важнейшим общим требованием к любому источнику централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения является принципиальная возможность доведения показателей воды с помощью стандартных схем и методов обработки, используемых на очистных сооружениях, до критериев, предъявляемых к питьевой воде. В соответствии с ГОСТ 27.61—84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические и технические требования и правила выбора» все подземные и поверхностные источники по степени загрязнения делятся на 3 класса (табл. 5.9). С увеличением класса повышаются показатели загрязнения воды, поэтому чем выше класс водоисточника, тем более развернутая и эффективная схема очистки требуется для повышения качества воды. Лишь вода подземных источников 1-го класса не требует очистки, так как изначально соответствует по качеству питьевой. Вода

**Таблица 5.9.** Показатели качества источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (из ГОСТа 27.61-84)

| Определяемые показатели | Показатели качества воды по классам | | |
|---|---|---|---|
| | 1-й | 2-й | 3-й |
| *I. Подземные источники водоснабжения* | | | |
| Мутность, мг/дм$^3$, не более | 1,5 | 1,5 | 10 |
| Цветность, градусы, не более | 20 | 20 | 50 |
| Водородный показатель (pH) | 6–9 | 6–9 | 6–9 |
| Железо (Fe), мг/дм$^3$, не более | 0,3 | 10 | 20 |
| Марганец (Mn), мг/дм$^3$, не более | 0,1 | 1 | 2 |
| Сероводород ($H_2S$), мг/дм$^3$, не более | Отсутствие | 3 | 10 |
| Фтор (F), мг/дм$^3$, не более | 1,5–0,7* | 1,5–0,7* | 5 |
| Окисляемость перманганатная, мг/дм$^3$ по кислороду, не более | 2 | 5 | 15 |
| Число бактерий группы кишечной палочки (БГКП) в 1 дм$^3$, не более | 3 | 100 | 1000 |
| *II. Поверхностные источники водоснабжения* | | | |
| Мутность, мг/дм$^3$, не более | 20 | 1500 | 10 000 |
| Цветность, градусы, не более | 35 | 120 | 200 |
| Запах при 20 и 60 °С, баллы, не более | 2 | 3 | 4 |
| Водородный показатель (pH) | 6,5–8,5 | 6,5–8,5 | 6,5–8,5 |
| Железо (Fe), мг/дм$^3$, не более | 1 | 3 | 5 |
| Марганец (Mn), мг/дм$^3$, не более | 0,1 | 1,0 | 2,0 |
| Фитопланктон, мг/дм$^3$, не более | 1 | 5 | 50 |
| Клостридии в 1 см$^3$, не более | 1000 | 100 000 | 100 000 |
| Окисляемость перманганатная, мг по кислороду/дм$^3$, не более | 7 | 15 | 20 |
| БПК полное, мг по кислороду/дм$^3$, не более | 3 | 5 | 7 |
| Число лактозоположительных кишечных палочек (ЛКП) в 1 дм$^3$ воды, не более | 1000 | 10 000 | 50 000 |

* В зависимости от климатического района.

водоисточников остальных классов требует в зависимости от степени загрязнения обработки коагулированием, обеззараживанием, отстаиванием, фильтрацией, а наиболее загрязненная — микрофильтрацией, окислительными, сорбционными и другими более эффективными методами.

Однако существуют показатели, общие для воды водоемов всех классов, а также и для питьевой воды. Это, например, сухой остаток (не более 1000 мг/дм$^3$), хлориды (не более 350 мг/дм$^3$), сульфаты (не более 500 мг/дм$^3$) и многочисленные химические вещества, нормируемые по санитарно-токсикологическому критерию вредности, концентрации которых не должны превышать ПДК для воды водоемов. Это обстоятельство обусловлено тем, что стандартные методы повышения качества воды на очистных сооружениях либо вообще не уменьшают, либо незначительно снижают концентрации растворенных в воде

химических веществ. В связи с этим при выборе водоисточника на такие соединения следует обращать особое внимание.

Одним из косвенных показателей загрязнения воды открытых водоемов является сапробность. Все организмы, обитающие в водоемах, делятся на полисапробные, альфа- и бета-мезосапробные и олигосапробные.

Сапробность — это комплекс морфофизиологических свойств организмов, позволяющих им функционировать и развиваться в водной среде той или иной степени загрязнения. Исходя из свойств обитателей водоемов водные источники можно разделить на полисапробную, альфа-мезосапробную, бета-мезосапробную и олигосапробную зоны. В воде первой зоны большое органическое загрязнение, малое содержание или отсутствие кислорода, есть продукты распада белков (сульфаты, фосфаты, сероводород, аммиак и др.). В воде этой зоны много гетеротрофных анаэробных микроорганизмов, сапрофитных и нитчатых бактерий (несколько миллионов в 1 $см^3$ воды). Вода таких водоемов может загнивать.

В воде альфа-мезосапробной зоны уже происходят аэробные процессы окисления органических веществ. Появляются соли аммония, свидетельствующие о начальных стадиях аэробного распада белка. Наряду с анаэробными организмами появляются сине-зеленые водоросли и другая аэробная флора и фауна. Однако такие воды еще не способны к заметному самоочищению.

В бета-мезосапробной зоне кислорода значительно больше, процессы аэробного окисления более выражены. Появляются инфузории, ракообразные, рыбы. Число бактерий уменьшается и составляет несколько десятков тысяч в 1 $см^3$. Вода этой зоны способна к постепенному аэробному самоочищению.

Олигосапробная зона — зона чистой воды и аэробных биоценозов. Здесь развиваются аутотрофные микроорганизмы, присутствуют продукты полного окисления белков — нитраты, практически нет углекислоты и сероводорода. В воде олигосапробной зоны можно определить в основном аэробные микроорганизмы многих видов в количестве нескольких сотен в 1 $см^3$. В большом количестве выявляются олигосапробы — цветковые растения и водоросли, высшие ракообразные и рыбы (речной рак, стерлядь, лосось, осетровые). Водоемы полностью самоочищаемы.

Изучение обитателей водной среды позволяет косвенно оценить санитарное состояние водоисточника и наряду с микробиологическими, химическими и органолептическими критериями использовать показатель сапробности для определения пригодности водоема для хозяйственно-питьевого использования.

При организации водоснабжения населения немаловажно, где брать воду из водоисточника.

Если для подземных источников это определяется гидрогеологической характеристикой местности и санитарно-экономическими возможностями, то для открытых источников место водозабора для хозяйственно-питьевых целей должно отвечать ряду жестких санитарных требований. В месте водозабора не должно быть опасных загрязнителей. Наряду с достаточным количеством забираемой воды важно обеспечить сохранность и защиту водозаборных сооружений. Важно, чтобы водозабор по течению был выше городских стоков, активно загрязняющих воду, а также выше притоков реки и оврагов, по которым в реку могут поступать загрязненные стоки. Водозабор следует осуществлять

со значительной глубины, что предотвращает поступление в систему очистки цветущей воды.

Безопасность водозабора обеспечивается комплексом административных и санитарно-гигиенических мероприятий, в первую очередь зонированием территории водозабора.

Для подземных источников предусматриваются два пояса санитарной охраны. Первый пояс (зона строгого режима) обеспечивает непосредственно безопасность скважины, поэтому его территория огораживается, охраняется и благоустраивается. Его границы находятся на расстоянии не менее 30 м от водозабора для надежно защищенных подземных горизонтов и не менее 50 м для водоносных горизонтов, не имеющих сплошного водоупорного перекрытия. Границы второго пояса (зоны ограничений) выбирают индивидуально в зависимости от инфильтрационных и самоочищающих способностей почвы. Так, размеры второго пояса для межпластовых источников устанавливаются с учетом времени фильтрации воды и отмирания кишечных палочек и энтеровирусов. Это время составляет около 100 сут. Конкретные размеры рассчитывают по специальным формулам и таблицам. В любом случае в границах второго пояса запрещены или строго ограничены строительство, сельскохозяйственные работы, проживание людей.

Охране поверхностных источников водоснабжения уделяется особое внимание. Зоны санитарной охраны представлены тремя поясами.

Первый пояс строгого режима включает участок источника в месте водозабора и территорию, на которой находятся головные сооружения, предназначенные для подъема, очистки и перекачки воды. На реке границы этого пояса составляют вверх по течению не менее 200 м, вниз по течению не менее 100 м, в стороны от реки не менее 100 м от водозабора; на водохранилище или озере — не менее 100 м во все стороны от водозабора. Территория тщательно охраняется.

Второй пояс, или зона ограничений, включает территорию, окружающую водоем и его притоки. Зона распространяется в основном вверх по течению реки. Научное обоснование размеров зоны связано с расстоянием течения реки, на котором самоочищение воды происходит в полной мере. Обычно размеры второго пояса составляют 20—60 км вверх по течению не менее 250 м вниз по течению реки. На этой территории ограничены строительство, проживание людей, промышленная и сельскохозяйственная деятельность.

Третий пояс, или зона наблюдений, конкретных границ не имеет. Это территория водосбора водоема, на котором оборудованы водозаборные сооружения. Границы третьего пояса могут составлять десятки и сотни километров. Основная задача в этой зоне — тщательное наблюдение за эпидемиологической обстановкой и проведение противоэпидемических мероприятий.

## Гигиенические требования к качеству питьевой воды

Качество питьевой воды служит основой эпидемической безопасности и здоровья населения. Доброкачественная по химическим, микробиологическим, органолептическим и эстетическим свойствам вода является показателем высокого санитарного благополучия и жизненного уровня населения, обеспе-

ченного централизованным водоснабжением. В развитых странах качеству питьевой воды государство и органы здравоохранения уделяют особое внимание.

В нашей стране временные нормативы качества питьевой воды, подаваемой централизованными системами водоснабжения, были впервые разработаны в 1937 г. В 1945 г. утвержден первый Государственный стандарт на питьевую воду, который перерабатывался и усовершенствовался в 1954, 1973 и 1982 г. В 1996 г. в Российской Федерации приняты действующие в настоящее время первые Санитарные правила и нормы — СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», учитывающие современное санитарно-эпидемическое состояние окружающей среды, высокие требования к качеству питьевой воды и контролю за ним. В этих санитарных правилах учтен богатый опыт многолетнего использования отечественного ГОСТа 2874-82 «Вода питьевая» и европейских рекомендаций ВОЗ «Руководство по контролю качества питьевой воды», изданных в Женеве в 1994 г.

Санитарные правила применяются в отношении воды, подаваемой централизованными системами водоснабжения и предназначенной для потребления населением в питьевых и бытовых целях, для использования в процессах переработки продовольственного сырья и производства пищевых продуктов, их хранения и торговли, а также для производства продукции, требующей применения воды питьевого качества.

Гигиенические требования к качеству питьевой воды, производимой автономными системами водоснабжения, индивидуальными устройствами для приготовления воды, а также реализуемой населению в бутылях или контейнерах, устанавливаются специальными санитарными правилами и нормами.

В санитарных правилах наряду с областью применения представлены показатели качества питьевой воды, а также требования к контролю за качеством, включающие необходимое число проб, место и время их взятия, ответственность должностных лиц.

В соответствии с гигиеническими требованиями питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам перед ее поступлением в распределительную сеть, а также в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети. В отечественные требования к питьевой воде впервые введены паразитологические, радиационные и некоторые химические и микробиологические показатели.

Безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении определяется ее соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям, представленным в табл. 5.10.

При обнаружении в пробе питьевой воды колиформных бактерий или колифагов их определяют в повторно взятых пробах воды. Одновременно определяют содержание хлоридов, аммонийного азота, нитритов и нитратов.

При обнаружении в повторно взятых пробах воды более 2 общих колиформных бактерий в 100 мл, термотолерантных колиформных бактерий и колифагов пробы воды исследуют на патогенные бактерии кишечной группы и энтеровирусы. Такие же исследования проводятся по эпидемиологическим показаниям по решению центра госсанэпиднадзора.

**Таблица 5.10**. Нормативы питьевой воды по микробиологическим и паразитологическим показателям

| Показатели | Единицы измерения | Нормативы |
|---|---|---|
| Термотолерантные колиформные бактерии | Число бактерий в 100 мл* | Отсутствие |
| Общие колиформные бактерии** | Число бактерий в 100 мл* | Отсутствие |
| Общее микробное число** | Число образующих колонии бактерий в 1 мл | Не более 50 |
| Колифаги*** | Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл | Отсутствие |
| Споры сульфитредуцирующих клостридий (при оценке эффективности технологии обработки воды) | Число спор в 20 мл | Отсутствие |
| Цисты лямблий*** | Число цист в 50 л | Отсутствие |

* Троекратное исследование по 100 мл отобранной пробы воды.

** Превышение норматива не допускается в 95% проб, отбираемых в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети в течение 12 мес, при количестве исследуемых проб не менее 100 за год.

*** Определение проводится только в системах водоснабжения из поверхностных источников перед подачей воды в распределительную сеть.

Безопасность питьевой воды по химическому составу определяется по обобщенным показателям, по содержанию вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Российской Федерации, а также веществ антропогенного происхождения, получивших глобальное распространение (табл. 5.11). К этой группе относятся 22 неорганических и 3 органических вещества. Из них по органолептическому признаку вредности

**Таблица 5.11**. Безопасность питьевой воды по обобщенным и химическим показателям

| Показатели | Единицы измерения | ПДК | Показатель вредности* | Класс опасности |
|---|---|---|---|---|
| ***Обобщенные показатели*** | | | | |
| Водородный показатель | pH | 6–9 | | |
| Общая минерализация (сухой остаток) | мг/л | 1000 (1500)** | | |
| Жесткость общая | ммоль/л | 7,0 (10)** | | |
| Окисляемость перманганатная по кислороду | мг/л | 5,0 | | |
| Нефтепродукты суммарно | мг/л | 0,1 | | |
| Поверхностно-активные вещества, анионоактивные | мг/л | 0,5 | | |
| Фенольный индекс | мг/л | 0,25 | | |
| ***Неорганические вещества*** | | | | |
| Алюминий ($Al^{3+}$) | мг/л | 0,5 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| Барий ($Ba^{2+}$) | мг/л | 0,1 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| Бериллий ($Be^{2+}$) | мг/л | 0,002 | Санитарно-токсикологический | 1-й |

Таблица 5.11. *Окончание*

| Показатели | Единицы измерения | ПДК | Показатель вредности* | Класс опасности |
|---|---|---|---|---|
| Бор (B, суммарно) | мг/л | 0,5 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| Железо (Fe, суммарно) | мг/л | 0,3 (1,0)** | Органолептический | 3-й |
| Кадмий (Cd, суммарно) | мг/л | 0,001 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| Марганец (Mn, суммарно) | мг/л | 0,1 (0,5)** | Органолептический | 3-й |
| Медь (Cu, суммарно) | мг/л | 1,0 | Органолептический | 3-й |
| Молибден (Mo, суммарно) | мг/л | 0,25 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| Мышьяк (As, суммарно) | мг/л | 0,05 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| Никель (Ni, суммарно) | мг/л | 0,1 | Санитарно-токсикологический | 3-й |
| Нитраты (по $NO^{3-}$) | мг/л | 45 | Санитарно-токсикологический | 3-й |
| Ртуть (Hg, суммарно) | мг/л | 0,0005 | Санитарно-токсикологический | 1-й |
| Свинец (Pb, суммарно) | мг/л | 0,03 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| Селен (Se, суммарно) | мг/л | 0,01 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| Стронций ($Sr^{2+}$) | мг/л | 7,0 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| Сульфаты ($SO_4^{2-}$) | мг/л | 500 | Органолептический | 4-й |
| Фториды ($F^-$) для климатических районов | | | | |
| I и II | мг/л | 1,5 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| III | мг/л | 1,2 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| Хлориды ($Cl^-$) | мг/л | 350 | Органолептический | 4-й |
| Хром ($Cr^{6+}$) | мг/л | 0,05 | Санитарно-токсикологический | 3-й |
| Цианиды ($CN^-$) | мг/л | 0,035 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| Цинк ($Zn^{2+}$) | мг/л | 5,0 | Органолептический | 3-й |
| ***Органические вещества*** | | | | |
| γ-ГХЦГ (линдан) | мг/л | 0,002*** | Санитарно-токсикологический | 1-й |
| ДДТ (сумма изомеров) | мг/л | 0,002*** | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| 2,4-Д | мг/л | 0,03*** | Санитарно-токсикологический | 2-й |

* Лимитирующий признак вредности вещества, по которому установлен норматив.

** Величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению главного государственного санитарного врача по соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки.

*** Нормативы приняты в соответствии с рекомендациями ВОЗ.

**Таблица 5.12.** Безопасность питьевой воды по содержанию вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки

| Показатели | Единицы измерения | ПДК | Показатель вредности* | Класс опасности |
|---|---|---|---|---|
| Хлор* | | | | |
| остаточный свободный | мг/л | В пределах 0,3–0,5 | Органолептический | 3-й |
| остаточный связанный | мг/л | В пределах 0,8–1,2 | Органолептический | 3-й |
| Хлороформ (при хлорировании воды) | мг/л | 0,22 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| Озон остаточный | мг/л | 0,3 | Органолептический | |
| Формальдегид (при озонировании воды) | мг/л | 0,05 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| Полиакриламид | мг/л | 2,0 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| Активированная кремнекислота (по Si) | мг/л | 10 | Санитарно-токсикологический | 2-й |
| Полифосфаты (по $PO_4^{3-}$) | мг/л | 3,5 | Органолептический | 3-й |
| Остаточные количества алюминий- и железосодержащих коагулянтов | мг/л | См. табл. 5.11 | | |

* При обеззараживании воды свободным хлором время его контакта с водой должно составлять не менее 30 мин, связанным хлором — не менее 60 мин. Контроль за содержанием остаточного хлора производится перед подачей воды в распределительную сеть.

нормируется 6, а по санитарно-токсикологическому — 20 соединений, по содержанию вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения (табл. 5.12), по содержанию вредных неорганических и органических химических веществ, поступающих в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека.

К последней группе относится более 1200 химических соединений. При обнаружении в питьевой воде нескольких токсичных веществ, относящихся к 1-му и 2-му классам опасности и нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку вредности, сумма отношений обнаруженных концентраций каждого из них в воде к ПДК не должна быть больше 1. Расчет ведется по формуле:

$$\frac{C_1\text{факт}}{C_1\text{доп}} + \frac{C_2\text{факт}}{C_2\text{доп}} + \ldots + \frac{C_n\text{факт}}{C_n\text{доп}} \leq 1,$$

где $C_1$, $C_2$, ... $C_n$ — концентрации индивидуальных химических веществ 1-го и 2-го классов опасности фактическая (факт) и допустимая (доп).

При одновременном присутствии в воде свободного и связанного хлора их общая концентрация не должна превышать 1,2 мг/л.

В отдельных случаях по согласованию с центром Госсанэпиднадзора может быть допущена повышенная концентрация хлора в питьевой воде.

Питьевая вода должна обладать благоприятными органолептическими свойствами, которые определяются нормативами по запаху, привкусу, цветности и

**Таблица 5.13.** Требования к органолептическим свойствам питьевой воды

| Показатель | Единицы измерения | Нормативы, не более |
|---|---|---|
| Запах | Баллы | 2 |
| Привкус | Баллы | 2 |
| Цветность | Градусы | 20 (35) |
| Мутность | ЕМФ (единицы мутности по формазину) или мг/л (по каолину) | 1,5 (2) |

Примечание. Величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению главного государственного санитарного врача по соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки.

мутности (табл. 5.13), а также по содержанию веществ, влияющих на органолептические свойства воды, приведенных в табл. 5.11 и 5.12. Не допускается присутствие в питьевой воде различимых невооруженным глазом водных организмов и поверхностной пленки.

Впервые в Санитарных правилах по питьевой воде определена радиационная безопасность, которая обусловливается ее соответствием нормативам по показателям общей альфа- и бета-активности. Общая альфа-радиоактивность не должна превышать 0,1 Бк/л, а общая бета-радиоактивность — 1,0 Бк/л воды. Идентификация присутствующих в воде радионуклидов и измерение их индивидуальных концентраций проводится при превышении нормативов общей активности.

Санитарные правила регламентируют также методы контроля за качеством воды. Предусмотрены отбор и анализ проб воды из водоемов в местах водозабора, исследование проб воды после очистки перед поступлением в распределительную сеть, а также в местах водопотребления. Число проб увеличивается при использовании поверхностных источников водоснабжения. Число исследований определяется также численностью населения, использующего воду данного источника. В некоторых случаях число проб из водоисточника для органолептических, химических, микробиологических и паразитологических исследований может достигать нескольких тысяч в год.

Отдельно следует рассмотреть требования к питьевой воде в условиях местного нецентрализованного водоснабжения, поскольку централизованная система водоснабжения пока не стала основной для большинства сельских населенных мест России.

Под нецентрализованным водоснабжением понимается использование жителями населенных мест подземных источников водоснабжения для удовлетворения питьевых и хозяйственных нужд при помощи водозаборных устройств без разводящей сети. Источниками нецентрализованного водоснабжения являются подземные воды, которые разбирает население через шахтные и трубчатые колодцы, каптажи родников для общественного и индивидуального пользования. Колодцы и родники питаются, как правило, грунтовыми водами, расположенными на первом водоупорном слое, и вода из этих источников используется без какой-либо дополнительной обработки. Конечно, грунтовые воды не всегда могут быть такого качества, как межпластовые воды или пить-

евая вода при централизованном водоснабжении. В частности, это относится к органолептическим и микробиологическим свойствам воды местных источников водоснабжения, к которым предъявляются несколько менее жесткие требования, нежели к этим же показателям для питьевой воды при централизованном водоснабжении. Однако питьевая вода должна быть безусловно эпидемически безопасной и химически безвредной.

В Российской Федерации действуют СанПиН 2.1.4.544-96 «Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников». Вода нецентрализованного водоснабжения по составу и свойствам должна соответствовать следующим нормативам: запах — не более 2–3 баллов; привкус — не более 2–3 баллов; цветность — не более 30 °; прозрачность — не менее 30 см по шрифту; мутность — не более 2 мг/л; нитраты ($NO_3$) — не более 45 мг/л; коли-индекс — не более 10. Содержание химических веществ не должно превышать ПДК.

В зависимости от местных природных и санитарных условий, а также от эпидемической обстановки в населенном месте перечень контролируемых показателей качества воды расширяется по постановлению органов и учреждений Госсанэпиднадзора Российской Федерации.

Ответственность за санитарное состояние территории, качество и безопасность воды несут местные органы самоуправления или садово-огороднические товарищества, в ведении которых находятся водозаборные устройства и сооружения общественного пользования. Плановый или выборочный контроль за качеством воды колодцев и каптажей общественного пользования осуществляют центры госсанэпиднадзора.

## Гигиеническая характеристика систем хозяйственно-питьевого водоснабжения. Методы повышения качества воды

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения может быть централизованной и нецентрализованной (местной). Наиболее благоприятна для крупных и средних населенных мест централизованная система водоснабжения, которая предполагает доставку воды по трубопроводам каждому потребителю. Однако значительное число сельских населенных пунктов России использует местное водоснабжение, при котором вода из подземных источников забирается потребителем непосредственно в месте ее добычи без разводящей сети.

### Гигиеническая характеристика централизованного водоснабжения из подземных источников

Централизованное водоснабжение из подземных источников можно считать оптимальным для поселков и небольших городов. При ограниченном дебите подземных водоисточников вода отличается высоким качеством и постоянством состава, что не требует дорогостоящего оборудования для очистки. В ряде

случаев подземные источники используются и для централизованного водоснабжения крупных городов в качестве дополнительных или резервных.

При выборе подземного источника следует отдавать предпочтение глубоким межпластовым водам, которые наиболее надежны в химическом и эпидемиологическом отношении. Чем глубже залегание водоносного горизонта, чем надежнее водоупорные перекрытия и чем дальше от места водозабора они выходят на поверхность, тем надежнее и стабильнее санитарные показатели воды. В такой ситуации решающим становится защита скважины от возможных поверхностных загрязнений.

Подземные воды берут горизонтальным и вертикальным способом. Горизонтальный способ водозабора применяется, как правило, при выходе мелко залегающих водоносных горизонтов, в том числе грунтовых вод, на поверхность на склонах оврагов и берегах рек. Санитарная надежность таких вод не всегда достаточна, поэтому для централизованного водоснабжения этот способ вододобычи используется редко.

Наиболее эффективны и часто применяются глубокие вертикальные буровые скважины глубиной до нескольких сотен метров, достигающие любого водоносного горизонта. При бурении стенки скважины плотно укрепляются металлическими обсадными трубами по телескопическому принципу. Нижний конец трубы имеет перфорированные стенки для фильтрации воды, поступающей из водоносного слоя, от механических примесей.

Если подобная скважина питается напорными водами, то ее называют артезианской. Для добычи воды из водоносных горизонтов, не имеющих повышенного давления, используют поршневые или центробежные насосы первого подъема. Вода подается для хранения в резервуары, из которых насосная станция второго подъема перекачивает воду в водопроводную сеть. Соединения между звеньями указанной цепи должны быть обязательно герметичными. С целью защиты устья скважины от поверхностного загрязнения площадку вокруг верхней части обсадной трубы, выступающей над поверхностью земли на 0,5 м, асфальтируют с уклоном от скважины.

Несмотря на то что чаще всего подземные воды, выбираемые для водоснабжения, удовлетворяют бактериологическим требованиям к питьевой воде, в отдельных случаях приходится проводить дополнительное обеззараживание хлорированием. Причинами этого могут служить плохая герметизация оголовка скважины, недостаточно надежная изоляция водоносных горизонтов между собой и от поверхностных водоемов, эпизодическое ухудшение микробного состава воды, паводок, осложнение эпидемической обстановки и др. Ввиду относительно небольшого содержания в добываемой воде органических веществ и механических примесей коагуляция не проводится, а для дезинфекции используют малые дозы хлора с остаточным хлором в питьевой воде на уровне 0,3—0,5 мг/л. Газообразный хлор или хлорную известь подают в таких случаях либо в заборный узел насосов первого подъема, либо в резервуар хранения воды, что позволяет обеспечить достаточную экспозицию до поступления питьевой воды потребителю.

## Централизованное водоснабжение из поверхностных источников

Водопровод для обеспечения населения водой из поверхностных водоемов — сложная многоступенчатая конструкция. Он включает в себя головные сооружения и распределительную сеть.

В состав головных сооружений входят водозаборный узел, насосные станции и устройства очистки воды. В зависимости от особенностей водоема и гидрогеологических условий водозабор может осуществляться различными способами. Так, в русловые водоприемники вода поступает либо самотеком, либо по всасывающим трубам с помощью насосов. В береговые колодцы вода поступает непосредственно, фильтруясь через толщу грунта. Вода из реки может также накапливаться в искусственных заливах — ковшах, вход в которые направлен или против течения, или по течению реки. Во всех случаях функции водоприемников состоят в накоплении достаточного количества воды, ее фильтрации от грубых механических примесей и отстаивании.

Далее вода из водоприемников насосами первого подъема подается на очистные сооружения. После очистки и обеззараживания питьевую воду перекачивают насосы второго подъема в водопроводную сеть населенного пункта.

## Принципы и методы повышения качества воды

Повышение качества воды из поверхностных водоемов осуществляется в двух основных направлениях.

В соответствии с первым направлением на начальном этапе производится очистка воды от механических, в том числе и микроскопических примесей. Задачей этого этапа является достижение приемлемых органолептических свойств воды и в первую очередь прозрачности, что особенно ценится населением. Этот метод называется осветлением воды и обеспечивается отстаиванием, фильтрацией и коагуляцией. Одновременно с удалением взвешенных неорганических и органических примесей вода в некоторой степени обесцвечивается и дезодорируется. Однако для этих целей при необходимости можно применять и специальные методы очистки и улучшения свойств воды.

Вторым, не менее важным направлением повышения качества воды является обеспечение ее эпидемической безопасности. Для этой цели используют различные методы обеззараживания, чаще хлорирование и реже озонирование. В отдельных случаях вода может подвергаться аммонизации, обработке солями тяжелых металлов, ультрафиолетовому облучению и др.

### Методы очистки воды

Освобождение от механических примесей забираемой из поверхностных источников воды производится в несколько этапов. В самом простом случае при очистке моделируются естественные условия самоочищения подземных вод, когда вода сначала отстаивается, а затем фильтруется через мелкопористый материал.

На первом этапе очистки вода поступает в горизонтальные или вертикальные отстойники. Более распространены горизонтальные отстойники — резервуары прямоугольной формы. Вода в них движется горизонтально по направлению продольной оси. В вертикальных отстойниках — резервуарах цилиндрической или прямоугольной формы с конусообразным дном вода подается через трубу снизу и медленно поднимается вверх. Осаждение взвеси основано на резком замедлении тока воды при переходе из узкой входной трубы в полость отстойника. Так, скорость движения воды в горизонтальных отстойниках составляет 2–4 мм/с, в вертикальных — менее 1 мм/с, а время прохождения воды через отстойник достигает 8 ч. Создаются условия для осаждения взвеси, близкие к таковым в неподвижной воде, когда основным действующим фактором становится собственная тяжесть взвешенных частиц.

На втором этапе вода, освобожденная от крупнодисперсных примесей, подается на медленные фильтры, которые представляют собой емкости, заполненные песком. Профильтрованная вода отводится через дренаж в нижней части емкости. Такой фильтр должен «созреть», т. е. должна образоваться активная биологическая пленка, состоящая из адсорбированных взвешенных частиц, планктона и бактерий в верхней части песчаного слоя. Пленка имеет поры столь малого диаметра, что сама является эффективным фильтром для мелкодисперсных частиц, яиц гельминтов и бактерий. К несомненным достоинствам медленных фильтров относятся равномерная, близкая к естественной, фильтрация, при которой задерживание бактерий достигает 99%, а также простота устройства. Однако фильтрация в таких фильтрах происходит очень медленно и составляет лишь 10 см вод. ст/ч. Кроме того, в такой классической схеме очистки воды не используется коагуляция, в связи с чем в данном виде эта схема в настоящее время почти не применяется.

В современных условиях для ускорения и повышения эффективности выпадения взвеси и коллоидных веществ перед отстаиванием воды производится ее коагуляция. Задача коагуляции состоит в укрупнении коллоидных частиц, более быстром образовании и осаждении хлопьев.

Наиболее распространенный коагулянт сернокислый алюминий в воде гидролизуется и вступает в реакцию с бикарбонатами кальция и магния, определяющими устранимую жесткость и щелочность воды. В результате реакции образуется коллоидный раствор гидрата окиси алюминия, который в дальнейшем коагулирует с образованием хлопьев. Одновременно коагулянт способствует нейтрализации заряда находящихся в воде собственных коллоидных частиц, их агломерации и хлопьеобразованию. Появившиеся крупные хлопья оседают, адсорбируя на своей поверхности мелкодисперсные взвешенные частицы, бактерии и водоросли, что в конечном итоге приводит к эффективному осветлению воды и способствует ее обесцвечиванию.

В некоторых случаях в качестве коагулянта используют сернокислые и хлорные соли железа. Однако в связи с коррозийными свойствами, а также с раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки эти препараты не нашли широкого применения.

Для ускорения и улучшения хлопьеобразования в практике водоснабжения одновременно применяются высокомолекулярные флоккулянты. К ним относятся активированная кремниевая кислота, щелочной крахмал, альгинат нат-

рия и др. Однако наиболее широкое применение у нас в стране получил синтетический нетоксичный препарат полиакриламид (ПАА), чьи флоккулирующие свойства значительно превышают действие других известных веществ.

Очень важным условием эффективной коагуляции воды является правильная схема применения коагулянта. Коагулянт вносят в воду в специальных камерах реакции, расположенных перед отстойниками. Растворение коагулянта и полноценный процесс хлопьеобразования продолжаются 20—45 мин. Чтобы хлопья не оседали и в то же время не разбивались, скорость движения воды должна поддерживаться в камерах реакции в пределах от 0,2 до 0,6 м/с при одновременном перемешивании. «Созревший» раствор подается в отстойники, где крупные хлопья оседают и осветляют воду. Если коагулянт вносить непосредственно в отстойник, то вода успевает пройти более половины его длины, прежде чем образуются хлопья, что существенно снижает эффективность коагуляции. Кроме того, растворившийся, но еще не гидролизовавшийся коагулянт может проходить через фильтры и выпадать в виде хлопьев уже в очищенной воде.

Рассмотренная система очистки воды с медленными фильтрами в настоящее время используется в нашей стране лишь на малых, чаще всего сельских водопроводах. Для городского водоснабжения требуются более мощные и вместе с тем компактные сооружения. Таким требованиям отвечают нашедшие в последние годы широкое применение скорые фильтры. Это бетонные резервуары с двойным дном. Нижнее дно сплошное, а верхнее перфорированное, что обеспечивает дренажные свойства фильтра. На перфорированное дно укладывают поддерживающий слой гравия, а на него — слой промытого речного песка. Вода для фильтрации подается сверху и отводится снизу через дренажное пространство. Фильтры промывают чистой питьевой водой, подаваемой снизу вверх. Производительность обычных скорых фильтров приблизительно в 50 раз выше, чем медленных, и достигает 5 $м^3$/ч, что является несомненным преимуществом. Однако и загрязнение фильтрующего слоя происходит в скорых фильтрах значительно быстрее. Если замена фильтрующего слоя в медленных фильтрах производится 1 раз в 1,5—2 мес, то скорые фильтры приходится промывать 2 раза в сутки. Несколько ниже у скорых фильтров и способность задерживать бактерии, которая составляет 95%. Это объясняется высокой скоростью пропускания воды, а также тем, что полноценная биологическая пленка в песчаном слое образоваться не успевает. Ее роль в скорых фильтрах выполняет слой из не осевших в отстойниках хлопьев флоккулянта.

Еще большей производительностью обладают модернизированные скорые фильтры с двухслойной загрузкой. В них верхний фильтрующий слой представлен антрацитовой крошкой, а нижний — кварцевым песком. Благодаря образованию центров коагуляции на крупных частицах антрацитовой крошки в верхнем слое задерживается значительное количество крупнодисперсной взвеси. Песчаный слой в таких фильтрах меньше забивается коллоидными частицами, что позволяет производить фильтрацию со скоростью 10 м вод. ст./ч с сохранением прежней эффективности адсорбции бактерий.

Академией коммунального хозяйства разработаны новые фильтры АКХ, в которых устранен недостаток односторонней фильтрации обычных фильтров. В фильтрах АКХ вода подается как сверху, так и снизу, а профильтрованную воду отводят из средней части фильтра через специальное дренажное устрой-

ство. Такой принцип фильтрации позволяет повысить производительность очистки воды до 12–15 м$^3$/ч.

Наконец, наиболее удобной и эффективной моделью скорых фильтров следует считать разработанный также Академией коммунального хозяйства контактный осветлитель (КО). В нем максимально используется принцип контактного осветления на крупнозернистом слое. Так же, как и в обычных скорых фильтрах, в КО нижний слой загрузки состоит из гравия, а верхний — из кварцевого песка. Очищаемая вода в фильтрах этой конструкции подается снизу вверх. Однако, в отличие от стандартной двухступенчатой схемы очистки воды с использованием отстойников, раствор коагулянта в КО добавляется непосредственно перед подачей воды в фильтр. За очень короткий промежуток времени происходит контакт коагулянта с коллоидами воды. Дальнейшее осветление осуществляется уже не в свободном объеме, как в отстойниках, а на зернах загрузки. Процесс контактной коагуляции идет быстрее и полнее в результате образования на гравии крупных хлопьев и задержки на них взвеси. Грязеемкость таких фильтров значительно повышена. Скорость фильтрации достигает 5–6 м$^3$/ч, а полный цикл обработки воды составляет около 8 ч. Поскольку одноступенчатая схема полностью заменяет камеры реакции, отстойники и фильтры вместе взятые, метод контактного осветления следует признать наиболее перспективным для водоснабжения крупных населенных пунктов. Такая схема очистки воды широко применяется в настоящее время на самых крупных водопроводах Российской Федерации, в том числе в Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Челябинске, Уфе и др.

Следует отметить, что хотя адсорбция микроорганизмов при осветлении и фильтрации воды весьма велика, полной гарантии эпидемической безопасности такая схема очистки не обеспечивает. В связи с этим после очистки на фильтрах вода проходит обеззараживание.

### Методы обеззараживания воды

Из таких известных методов обеззараживания воды, как хлорирование, озонирование, йодирование, обработка солями тяжелых металлов, ультрафиолетовое облучение, действие ионизирующей радиации, ультразвука, в настоящее время наиболее широко распространено хлорирование. В связи с техническими, экономическими и гигиеническими преимуществами этот метод обеззараживания применяется сейчас повсеместно.

Впервые хлорную известь для очищения воды предложил русский врач П. Карачаров в 1853 г. В 1881 г. Р. Кох показал антисептические свойства хлорной извести. Практически использовал хлорную известь для дезинфекции питьевой воды австрийский ученый Траубе в 1896 г. во время эпидемии в г. Поле. Первое хлорирование питьевой воды в России было проведено С.К. Дзержиговским в 1908 г. в связи с эпидемией холеры. В 1910 г. он применил хлорирование водопроводной воды в Кронштадте. С 1911 г. водопроводная вода хлорируется в Ростове-на-Дону, а с 1912 г. — в Санкт-Петербурге. С этого времени обеззараживание воды препаратами хлора нашло широкое применение на водопроводах всего мира, забирающих воду из поверхностных водоемов или из недостаточно надежных подземных источников.

Для дезинфекции воды используют газообразный хлор или хлорную известь. В московском водопроводе применяется в основном газообразный хлор. В отдельных случаях можно применять и такие хлорсодержащие препараты, как соединения гипохлорита кальция, дихлоризоциануровой кислоты, двуокиси хлора и др.

Молекулярный хлор в воде гидролизуется с образованием хлорноватистой и хлористоводородной кислот. Нестойкая хлорноватистая кислота в свою очередь диссоциирует, в результате чего образуется гипохлоритный ион:

$$Cl_2 + H_2O = HOCl + HCl$$
$$HOCl = H^+ + OCl^-$$

Основное биологическое действие оказывают хлорноватистая кислота и гипохлоритный ион, которые вместе и входят в понятие «активный хлор». В сухой хлорной извести, применяемой в водоснабжении, содержится не менее 25% активного хлора.

Активный хлор легко проникает в бактериальные клетки и инактивирует ферменты, содержащие SH-группы. В первую очередь это относится к дегидрогеназе глюкозы, а также к другим ферментам, обеспечивающим окислительно-восстановительные процессы клетки. Нарушение обмена веществ приводит к гибели бактерий.

Достаточная эффективность хлорирования обеспечивается рядом условий.

Так, вода должна быть предварительно освобождена от взвешенных коллоидных веществ, которые, окутывая бактерии, защищают их от воздействия хлора.

Эффективность обеззараживания зависит от вида микроорганизмов. Наиболее устойчивы в этом отношении спорообразующие микроорганизмы и вирусы. Легче поддаются действию хлора бактерии группы кишечной палочки.

Важно также обеспечить хорошее перемешивание хлора в объеме воды и достаточную длительность его действия. Оптимальным следует считать контакт воды с хлором в теплое время года в течение 30 мин, а в холодное — 60 мин.

Наконец, полное обеззараживание происходит при внесении достаточного количества хлора. Хлор, поступающий в воду, связывается микроорганизмами, органическими веществами и недоокисленными неорганическими соединениями, что составляет хлорпоглощаемость воды. После связывания активного хлора в воде должно остаться некоторое количество свободного остаточного хлора. Обеззараживание воды считается надежным, если остаточный хлор составляет 0,3–0,5 мг/л. Таким образом, необходимая доза хлора представляет собой сумму хлорпоглощаемости воды и остаточного активного хлора. Она определяется опытным путем. При обычном хлорировании хлорпотребность воды относительно невелика и достигает 1–3 мг/л активного хлора.

В отдельных случаях нужны более эффективные методы обеззараживания. Так, при повышенном органическом и бактериальном загрязнении воды водоемов паводковыми и ливневыми стоками применяют двойное хлорирование и суперхлорирование (перехлорирование, гиперхлорирование).

При двойном хлорировании хлор вводят в воду первый раз в смеситель перед отстойниками, что облегчает коагуляцию и подавляет рост бактерий на фильтре. При таком способе второе хлорирование воды после фильтрации значительно эффективнее.

Суперхлорирование отличается от обычного хлорирования тем, что хлор подают в повышенных дозах — 5–10 мг/л и более. Это, несомненно, существенно повышает скорость и надежность обеззараживания. Однако появляются и неблагоприятные последствия: уровень остаточного хлора достигает 1–5 мг/л. Поскольку пороговая концентрация хлора в питьевой воде по органолептическому признаку составляет 0,5 мг/л, такая вода нуждается в дополнительной обработке. Дехлорирование осуществляют химической реакцией с гипосульфитом и сернистым газом или сорбцией активированным углем.

Нередко встречаются случаи загрязнения водоемов промышленными и городскими ливневыми стоками, содержащими соединения фенола. Образовавшиеся при хлорировании такой воды даже малыми дозами хлора хлорфенолы придают питьевой воде неприятный «аптечный» запах, что крайне отрицательно воспринимается населением. Это явление предупреждается предварительным внесением в воду аммиака. Преаммонизация заключается во внесении аммиака или его солей в воду за несколько секунд до подачи хлора. Хлор связывается с аммиаком и образуются хлорамины, оказывающие мощное и длительное обеззараживающее действие.

Перспективным методом обеззараживания воды является озонирование. Сильные окислительные свойства обеспечивает выраженное бактерицидное действие озона.

Необходимо отметить, что метод озонирования имеет определенные преимущества даже перед хлорированием. Озон действует быстрее хлора и при этом не только надежно обеззараживает воду, но одновременно и достаточно эффективно обесцвечивает ее, устраняет запахи и привкусы. Ни сам озон, ни его соединения не обладают ни запахом, ни вкусом. Даже в большом количестве озон в воде нетоксичен, так как в течение нескольких секунд превращается в кислород. Его действие, в отличие от хлора, мало зависит от физических и химических свойств воды. Кроме того, озон не требует сложного оборудования для доставки и хранения, поскольку производится непосредственно на месте газоразрядным методом в озонаторах.

Впервые в России озон был применен для обеззараживания воды на фильтро-озонной станции в Санкт-Петербурге еще в 1911 г. В настоящее время действует ряд крупных водопроводных станций с использованием озонирования во Франции, Швейцарии, США, а также в России (Москва, Ярославль, Челябинск и др.) и на Украине.

Несмотря на явные гигиенические преимущества озонирования воды, метод хлорирования на водопроводных станциях находит гораздо более широкое применение по экономическим причинам.

Эффективно обеззараживают воду тяжелые металлы, в первую очередь серебро. Ионы серебра фиксируются на мембранах бактериальных клеток, нарушая мембранные процессы и вызывая гибель микроорганизмов.

ПДК серебра в питьевой воде составляет 0,05 мг/л. Такие концентрации достаточны для обеззараживания и сохранения питьевой воды и полностью безопасны для человека. Более эффективно и быстро обеззараживание достигается при концентрации электролитического серебра 0,2–0,4 мг/л в прозрачной и бесцветной воде. Эти концентрации надежно устраняют бактерии всей кишечной группы, в том числе холерные вибрионы. Однако перед употреблением такая вода требует десеребрения.

Важным преимуществом дезинфекции воды серебрением является наряду с обеззараживающим консервирующее действие серебра. Вода, обработанная ионным серебром или пропущенная через посеребренный песок, не теряет своих бактерицидных, биохимических и вкусовых свойств в течение многих месяцев. В связи с этим серебрение воды хорошо зарекомендовало себя в длительных экспедициях на морских судах. Однако, несмотря на эффективное олигодинамическое действие серебра, его широкое использование, например на городских водопроводах, экономически нецелесообразно.

Наконец, установлено, что серебряная вода, вопреки распространенному мнению, не обладает целебными свойствами и не может рассматриваться в качестве лечебного или профилактического средства.

Другие реагентные способы обеззараживания воды, например применение соединений йода, марганца, перекиси водорода, не нашли широкого применения в практике водоснабжения и используются в основном для дезинфекции индивидуальных запасов воды в полевых условиях и экстремальных ситуациях.

Отдельно следует охарактеризовать специальные устройства для повышения качества воды в бытовых условиях путем доочистки. К таким устройствам относятся портативные фильтры как зарубежного, так и отечественного производства («Родничок», «Аква», «Кувшинчик» и др.). Они предназначены для уже очищенной воды, которая вызывает определенные сомнения по поводу полной бактериальной надежности и содержания некоторых химических веществ (соединения железа, хлора, тяжелых металлов, пестициды), например в дачных и полевых условиях, в экстремальных ситуациях. Эффективность очистки воды такими фильтрами зависит от ряда конструктивных особенностей. Принципиальное строение подобных фильтров одинаковое: механический фильтр, тонковолокнистый фильтр, активированный уголь-сорбент, хлор- или йодсодержащий реактив для обеззараживания, соединения серебра для повышения надежности обеззараживания и консервации воды. Доочищенная через такие фильтры вода обладает благоприятными органолептическими, химическими и бактериальными свойствами.

Однако несоблюдение некоторых принципов очистки может привести к резкому снижению качества получаемой воды. Это использование чрезмерно загрязненной воды, слишком высокая скорость пропускания воды через устройство, очистка большего количества воды, чем предусмотрено ресурсом фильтра. В этих случаях на фильтре скапливается множество микроорганизмов и отфильтрованного осадка нерастворенных химических веществ, которые могут поступать в профильтрованную воду, делая ее опасной для здоровья.

Наиболее эффективным и распространенным способом физического безреагентного обеззараживания воды является ультрафиолетовое облучение. Впервые в России ультрафиолетовые лучи для стерилизации невской воды были применены в 1911 г. в Санкт-Петербурге. В настоящее время этот способ широко используется на многих водопроводах всего мира. Несомненными достоинствами обеззараживания воды ультрафиолетовыми лучами следует считать быстроту действия, эффективность влияния не только на вегетативные, но и на споровые формы бактерий, а также на яйца гельминтов и вирусы.

Для обеззараживания наиболее благоприятны ультрафиолетовые лучи с длиной волны 200–295 нм и с максимальным бактерицидным действием в преде-

лах длины волны 260 нм. С этой целью при обработке небольших количеств воды обычно применяются аргонно-ртутные лампы низкого давления типа БУВ-30 и БУВ-60П. Такие излучатели используются не только для обеззараживания питьевой воды, но и в аптечных и больничных учреждениях для дезинфекции дистиллированной воды. На крупных водопроводах нашли применение ртутно-кварцевые лампы высокого давления большой мощности типа ПРК и РКС.

Применяемые в практике водоснабжения ультрафиолетовые установки делятся на непогружные и погружные. Непогружные установки типа ОВ-3Н с лампами БУВ имеют малую мощность и предназначены для водопроводов небольших населенных пунктов. Погружные установки типа ОВ-ПК-РКС обладают высокой мощностью (до 3000 м$^3$/ч) и используются на больших водопроводных станциях. Однако их устройство и условия эксплуатации значительно сложнее. Непременными условиями эффективной работы всех ультрафиолетовых установок являются прозрачность и бесцветность, а также тонкий слой обеззараживаемой воды, что допускает глубокое проникновение излучения и надежное обеззараживание и одновременно ограничивает возможности применения этого метода.

Другие известные физические способы обеззараживания воды используются в современных условиях либо для обработки индивидуальных запасов воды (кипячение), либо находятся на стадии экспериментальных разработок (воздействие ультразвука, ионизирующего излучения, радиоволн).

### Специальные методы повышения качества питьевой воды

В отдельных случаях неблагоприятные свойства воды не удается устранить в полной мере при обычной схеме обработки. К ним относятся посторонние запахи и привкусы, растворенный сероводород и другие газы, нарушение минерального состава (высокая общая минерализация, повышенное содержание солей жесткости, железа, марганца, фтора, недостаток фтора), повышенное количество радиоактивных веществ.

Все виды кондиционирования минерального состава воды можно разделить на удаление из воды солей или газов, находящихся в ней в избыточном количестве (умягчение, обессоливание и опреснение, обезжелезивание, дефторирование, дегазация, дезактивация и др.), и добавление минеральных веществ с целью улучшения органолептических и физиологических свойств воды (фторирование, частичная минерализация после опреснения и др.).

Для улучшения состава воды используют физические, химические, электрохимические и комбинированные методы. Так, для снижения жесткости применяют кипячение, реагентные методы, метод ионного обмена. Снижение общей минерализации подземных и морских вод достигается дистилляцией, ионной сорбцией, электролизом, вымораживанием. Удаление соединений железа и сероводорода осуществляется аэрацией с последующей сорбцией на специальном грунте. Подземные воды с избытком фтора подвергают дефторированию осаждением, ионной сорбцией, разбавлением. Дезактивация производится как реагентными и ионообменными методами, так и разбавлением и выдержкой. В воде поверхностных водоемов, горных рек и в талых водах недостаточно содержание фтора. В такие воды вносят фтористый натрий, кремнефтористый натрий, кремнефтористую кислоту и другие фторсодержащие реагенты.

Следует подчеркнуть, что специальные методы кондиционирования воды высокотехнологичны и дороги. Такая обработка воды производится лишь тогда, когда нет возможности использовать для водоснабжения приемлемый источник.

## Гигиенические особенности устройства водопроводной сети

Питьевая вода после очистных сооружений поступает в систему подземных труб, по которым она под повышенным давлением распределяется по всей территории населенного пункта. При среднеэтажной застройке напор в трубах должен быть не ниже 2,5—3 ати, что обеспечивается системой насосов и водонапорных резервуаров и предотвращает загрязнение воды в водопроводной сети в результате подсоса даже при неплотностях в стыках труб.

Водопроводные трубы могут быть выполнены из стали, чугуна, железобетона, керамики, стекла и пластмассы (например, полиэтилена высокого давления). Эти трубы выдерживают давление от 5 ати (бетонные) до 25 ати (стальные).

Водопроводная сеть во избежание замерзания прокладывается на 0,5 м ниже уровня промерзания земли. В различных климатических районах нашей страны глубина заложения труб составляет от 1,25 до 3,8 м.

Водопроводные сети не должны прокладываться по местам действующих и бывших свалок, захоронений, вблизи выгребных ям. В местах пересечения водопроводного и канализационного коллекторов водопроводные трубы следует прокладывать на 0,4 м выше канализационных. Кроме того, водопроводные трубы в этих местах должны быть стальными и на 5—10 м в каждую сторону от пересечения закрыты водонепроницаемым футляром. Канализационные трубы в местах пересечения должны быть из чугуна.

При выборе схемы водопроводной сети предпочтение следует отдавать кольцевой, а не тупиковой схеме. В кольцевой сети не происходит застаивания воды, отложения осадка, меньше развивается железистая микрофлора.

После постройки или ремонта водопровода необходимо провести промывку и дезинфекцию сети. Сначала водные магистрали промывают чистой водой под напором, чтобы очистить ее от механических отложений. Затем схему заполняют раствором хлорной извести с содержанием активного хлора от 40 до 100 мг/л в зависимости от времени контакта (5—24 ч). По окончании дезинфекции водопровод промывают питьевой водой до содержания остаточного хлора 0,3—0,5 мл/л. После этого воду можно подавать потребителю.

## Гигиеническая характеристика нецентрализованного водоснабжения

Как указывалось, большинство сельских населенных пунктов обеспечивается нецентрализованным (децентрализованным, местным) водоснабжением.

Для обеспечения населения доброкачественной водой нужно правильно определить место расположения водозаборных сооружений на основании геологических и гидрогеологических данных, а также результатов санитарного обследования близлежащей территории. Определяют глубину залегания и на-

правление потока грунтовых вод, мощность водоносного пласта, возможность взаимодействия с другими водозаборами, а также с поверхностными водами.

Водозаборные сооружения располагают на незагрязненном участке, не менее чем на 50 м выше по потоку от источников загрязнения (выгребные ямы, места захоронения людей и животных, предприятия, канализационные сооружения). Водозаборные сооружения не устраивают на участках, затапливаемых паводковыми водами, в заболоченных местах, а также ближе 30 м от транспортных магистралей.

Существуют определенные требования к устройству и оборудованию водозаборных сооружений.

Наиболее распространенными водозаборными сооружениями нецентрализованного водоснабжения являются шахтные и трубчатые колодцы, а также каптажи родников (ключей).

Шахтные колодцы предназначены для получения грунтовых вод из первого водоносного горизонта, поэтому их часто называют грунтовыми. Это круглая или квадратная вертикальная шахта. Верх, или оголовок, служит защитой от поверхностного загрязнения колодца и должен выступать над землей на 0,7—0,8 м. Он имеет крышку и сверху закрывается навесом или помещается в будку. По периметру оголовок засыпают слоем плотно утрамбованной глины глубиной 2 м и шириной 1 м, который называется глиняным замком. Поверх глины устраивают отмосток из асфальта, бетона, кирпича или камня с уклоном от колодца. Возле колодца устанавливают скамью для ведер. Колодец должен иметь ограждение.

Стенки шахты колодца выкладывают из бетонных колец, камня, кирпича или сооружают сруб из сухих высококачественных бревен хвойных пород (ель, сосна), а водоприемная часть устраивается в виде шатра из бревен и брусьев водостойких деревьев — лиственницы, ольхи, вяза, дуба. Дно колодца для фильтрации поступающей воды засыпают гравием. Воду поднимают либо насосом, либо вручную с помощью ворота или журавля с прикрепленной к ним общественной бадьей.

Мелкотрубчатые колодцы используют для добычи воды с небольших глубин (до 8 м). Они состоят из оголовка, обсадной трубы, погружаемой в пласт земли, насоса и фильтра. Насосы могут быть ручные поршневые или электрические. Оголовок выступает над отмостками на 1 м, герметично закрыт и снабжен сливной трубой с крючком для подвешивания ведра. Рядом устанавливают скамью для ведер.

Наконец, еще одним видом водозаборных сооружений нецентрализованного водоснабжения являются каптажи родников. Каптажи предназначены для сбора выходящих на поверхность подземных вод и представляют собой камеры различных конструкций. В зависимости от того, нисходящие или восходящие воды поступают в каптаж, каптажные камеры имеют водопроницаемые стену или дно. Остальные конструкции выполняются из водоизолирующих материалов — мятой утрамбованной глины или бетона. Каптажная камера — сложное сооружение, имеющее двери и люки для ревизии и очистки, вентиляционные каналы, отстойник, водозаборную и переливную трубы, снабженные краном и крючком для подвешивания наполняемого ведра. Как и возле колодцев, рядом с каптажем устраивается скамья для ведер. Каптаж также обо-

рудуют отмостками из асфальта, бетона или кирпича с уклоном в сторону водоотводной канавы. Все сооружение помещается в специальный павильон или будку и огораживается.

Важным условием эпидемической безопасности нецентрализованного водоснабжения является соблюдение требований к содержанию и эксплуатации источников. Так, в радиусе ближе 20 м от колодца или каптажа не допускаются мытье машин, стирка белья, водопой животных. Не разрешается брать воду из колодца своим ведром. Дезинфекция колодцев и каптажей должна осуществляться либо по эпидемиологическим показаниям при вспышке кишечных инфекций и загрязнении источника, либо с профилактической целью, например после ремонта, но в любом случае не реже 1 раза в год.

По эпидемиологическим показаниям дезинфекция проводится в 3 этапа. Сначала стенки шахты орошают 5% раствором хлорной извести или 3% раствором двутретьосновной соли гипохлорита кальция, а воду дезинфицируют хлорсодержащими препаратами из расчета 100–150 мг активного хлора на 1 л воды. После дезинфекции и откачивания воды стенки и дно колодца подвергают механической очистке и орошению хлорсодержащими препаратами. Повторно воду в источнике дезинфицируют из расчета 100–150 мг активного хлора на 1 л воды, затем перемешивают и отстаивают 6 ч. Вода, содержащая остаточный хлор, полностью откачивается. После этого колодец готов к эксплуатации. При плановой профилактической дезинфекции источника предварительная дезинфекция не проводится, выполняют 2-й и 3-й этапы.

В отдельных случаях при временном ухудшении эпидемиологических показателей или при недостаточной бактериальной надежности воды после дезинфекции колодца проводят текущую дезинфекцию воды с помощью специальных хлорсодержащих патронов. Критерием эффективности обеззараживания является поддержание количества активного хлора в воде на уровне 0,5 мл/л до нормализации обстановки.

Контроль за состоянием воды в источниках нецентрализованного водоснабжения осуществляется центром госсанэпиднадзора.

## Профилактика заболеваний, связанных с изменением солевого состава воды

Вода, используемая для питьевых целей не является химически чистым соединением. В ее состав входят сотни химических веществ в различных количествах. Так, в природных водах содержатся соединения хлора, серы, углерода, фосфора, азота, кальция, магния, калия, натрия, железа, алюминия, меди, кремния, йода, фтора и др.

Солевой состав природных вод формируется в первую очередь в результате вымывания веществ из почвы и в связи с этим отражает химическую структуру почвы данной местности. Медь, йод, бром в значительном количестве могут поступать из атмосферы.

Однако довольно часто химические вещества, находящиеся в воде, имеют не природное происхождение, а поступают в водоемы с хозяйственно-фекальными или промышленными стоками. Например, присутствие в воде солей аммония,

нитритов, нитратов, хлоридов, сульфатов, фосфатов, может не только отражать минеральный состав почвы, но и указывать на биогенное загрязнение, т. е. поступление органических веществ с хозяйственно-фекальными сточными водами.

Присутствие тех или иных солей свидетельствует о фекальном загрязнении воды. Известно, что в процессе самоочищения белковые соединения, подвергаясь окислению, последовательно превращаются в соли аммония, нитриты и нитраты. Нитраты — конечный продукт минерализации и в связи с этим они наиболее стойкие из перечисленных азотсодержащих веществ. При недавнем загрязнении органическими веществами в водоеме преобладают начальные продукты разложения, т. е. соли аммония. Присутствие только солей азотной кислоты свидетельствует о давнем загрязнении. Триада соединений азота позволяет говорить о постоянном загрязнении воды водоема органическими веществами.

Сера и фосфор входят в состав белков. В связи с этим в процессе их распада образуются соли серной и фосфорной кислот, повышенное содержание которых также может быть признаком органического загрязнения воды. Роль индикатора, косвенного показателя хозяйственно-фекального загрязнения воды играют и хлориды, входящие в состав бытовых сточных вод.

Однако существуют два важных условия, при которых соединения азота, сульфаты, фосфаты и хлориды в воде свидетельствуют о фекальном загрязнении водоема.

Во-первых, всегда необходимо учитывать местные особенности воды. Так, присутствие в воде некоторых солей может быть обусловлено составом почвы. Например, в некоторых целинных районах в почве повышено содержание сульфатов, что определяет их высокое содержание и в подземных водах. Солончаковые почвы Поволжья и Приаралья богаты хлоридом натрия, что также не может служить признаком органического загрязнения грунтовых вод. В глубоких межпластовых водах, которые, как правило, имеют более высокую минерализацию, чем поверхностные, возможно повышенное содержание нитритов, что объясняется особенностями почвы и недостатком кислорода. При достаточном количестве кислорода нитриты крайне нестойки и обнаруживаются в воде лишь в виде следов.

Во-вторых, представленные показатели изменения солевого состава воды могут свидетельствовать о биогенном происхождении лишь в комплексе. Одновременно для подтверждения фекального происхождения загрязнений необходимо определять биохимические показатели, косвенно свидетельствующие о присутствии в воде органических соединений.

К таким показателям относится прежде всего окисляемость. Окисляемостью называется количество активного кислорода в миллиграммах, необходимое для окисления органических веществ в 1 л воды. Чем больше в воде органических веществ, тем больше кислорода необходимо для их окисления. Например, если окисляемость артезианских вод составляет около 2 мг/л, то окисляемость поверхностных вод может достигать нескольких десятков миллиграммов на литр. Вспомогательными показателями органического загрязнения воды являются также биохимическое потребление кислорода (БПК) и содержание кислорода в воде.

Наконец, для наиболее надежного подтверждения фекального загрязнения воды определяют микробиологические показатели: содержание колиформных

бактерий, колифагов, цист лямблий, общее микробное число. В отдельных случаях воду исследуют на присутствие патогенных кишечных бактерий и энтеровирусов.

Рассматриваемые соединения могут поступать в водоемы с промышленными сточными водами или стоками с полей (смыв азотных, калийных, фосфорных неорганических удобрений). В подобных случаях для определения характера и причин появления химических примесей в воде необходимо тщательное санитарно-гигиеническое обследование местности, производств и их стоков.

## Значение природного минерального состава воды

Все химические соединения, поступающие в организм человека из окружающей среды, в том числе и с водой, можно разделить на эссенциальные и неэссенциальные.

Под эссенциальными веществами понимают такие элементы, которые специфичны и незаменимы в некоторых биологических процессах, обязательных для выживания данного организма и последующих генераций. Кроме того, к эссенциальным веществам относят и те неорганические элементы, которые дают эффект, благоприятный в отношении здоровья (Fox, 1972). К подобным факторам относятся многие химические соединения как органической, так и неорганической природы. В качестве примера можно назвать жизненно необходимые пищевые вещества — белки, жиры, углеводы, витамины и, конечно, минеральные соединения, поступающие в организм с водой и пищей.

К неэссенциальным веществам относятся разнообразные токсичные соединения, присутствующие в земной коре или поступающие в окружающую среду в результате хозяйственной деятельности человека. В научной литературе их часто называют антропогенными или техногенными.

Механизм действия на организм природных эссенциальных факторов, в отличие от воздействия токсичных соединений, заключается в нелинейности зависимости биологического эффекта от количества поступающего вещества. Так, неэссенциальные вещества при увеличении дозы не оказывают вредного воздействия до определенного уровня, который называется порогом неблагоприятного действия. При превышении этого уровня проявляется прогрессирующий токсический эффект. Весь диапазон биологического действия можно разделить на зону безразличия и зону неблагоприятного действия. В отличие от неэссенциальных, эссенциальные факторы оказывают благоприятное действие в определенном промежутке доз (зона биотического действия). При недостатке и избытке поступления вещества отмечается неблагоприятное действие на организм (нижняя и верхняя зоны неблагоприятного действия).

Рассматривая поступающие из окружающей среды эссенциальные химические вещества или биоэлементы, следует остановиться на трудах известного русского ученого акад. В.И. Вернадского, который научно доказал, что химический состав организмов теснейшим образом связан с химическим составом земной коры. В 1922–1923 гг. В.И. Вернадский показал невозможность жизнедеятельности животных и растительных организмов без биоэлементов. Всего в организме человека и животных определено более 80 химических элементов, содержащихся

в периодической таблице Д.И. Менделеева. Условно биоэлементы можно разделить на макро-, микро- и микромикроэлементы (ультрамикроэлементы).

Под макроэлементами обычно понимают химические вещества, которые содержатся в земной коре в больших количествах и поступают в организм человека в чистом виде или в соединениях в количестве нескольких граммов в сутки. Это углерод, кислород, водород, азот, кальций, магний, фосфор, сера, натрий, калий и др.

Некоторые элементы содержатся в различных средах земной коры в очень малых количествах и поступают в организм человека с водой, продуктами питания и воздухом также соответственно в малых дозах на уровне миллиграммов и даже микрограммов. Их роль как жизненно важных элементов доказана. К микроэлементам относятся железо, йод, фтор, медь, цинк, марганец, кобальт, молибден, селен, хром, никель, олово, кремний, ванадий и некоторые другие.

Ультрамикроэлементы обнаружены в организме в виде следов и их роль в функциях организма выяснена не до конца. Это индий, теллур, ниобий, золото и др. (всего 16 ультрамикроэлементов). Некоторые исследователи полагают, что многие элементы, биологическое действие которых еще не изучено, также могут быть эссенциальными веществами, за исключением, пожалуй, радиоактивных элементов полония, плутония, протактиния и радия, содержание которых в организме менее 1 атома на 1 клетку.

Акад. А.П. Виноградов, творчески развивая идеи В.И. Вернадского, создал учение о биогеохимических провинциях. Согласно этому учению на земном шаре имеются области с повышенным или пониженным содержанием того или иного элемента. В результате избыточного либо недостаточного поступления биоэлемента в организм развиваются заболевания, которые носят название эндемических. Как известно, основным депо биоэлементов в природе является почва. В организм они поступают различными путями: с продуктами питания, водой и даже с воздухом. Макроэлементы поступают в организм человека в значительных количествах с водой, а для микроэлементов (кроме фтора) это не основной путь поступления.

Наконец, можно выделить группу неэссенциальных токсичных соединений и веществ как природного, так и техногенного происхождения, которые при поступлении в организм в количествах, превышающих допустимый уровень, вызывают различные заболевания. Среди них важное значение имеют соли тяжелых металлов (свинца, ртути, кадмия, таллия), мышьяк, бор, стронций, бериллий и др.

## Заболевания, обусловленные необычным минеральным составом природных вод

Измененный минеральный состав природных вод может способствовать развитию неспецифических неинфекционных заболеваний, а также быть непосредственной причиной препатологических состояний и специфических заболеваний (табл. 5.14). На солевой состав воды обращают пристальное внимание врачи профилактической и лечебной медицины.

**Таблица 5.14.** Влияние минерализации воды на состояние репродуктивной функции женщин (в % обследованных) (по Е.В. Штанникову, Г.Ю. Объедкову, 1984)

| Качество воды | Нарушение менструальной функции | Число беременностей на 1 женщину | Патология беременности | | | Самопроизвольные выкидыши | Масса тела родившихся детей, г |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | токсикозы первой половины беременности | токсикозы второй половины беременности | нефропатия | | |
| Вода повышенной минерализации (2920–3050 мг/дм³) | 68,2 | 5,83 | 31,93 | 55,46 | 30,93 | 4,97 | 3394 |
| Вода оптимальной минерализации (810 мг/дм³) | 28,0 | 6,65 | 11,86 | 10,17 | 5,08 | 2,41 | 3752 |

Общая минерализация определяет многие свойства воды. По этому признаку природные воды делятся на пресные, содержащие не более 1 г/л солей, минерализованные, в которых солей от 1 до 50 г/л, и рассолы, где минерализация превышает 50 г/л. В свою очередь минерализованные воды можно разделить на солоноватые (количество минеральных веществ от 1 до 2,5 г/л) и соленые (количество солей более 2,5 г/л).

Засоленность почвы повышается от севера к югу. Соответственно в подземных водах Нижнего Поволжья, Казахстана, Туркменистана, Средней Азии содержится повышенное количество солей (от 1 до 5 г/л). В организм человека с водой поступает солей до 20 г/сут, что приблизительно равняется норме поступления солей с пищей. Таким образом, количество поступающих солей практически удваивается. Для сравнения можно отметить, что каждый житель Москвы в сутки получает с водой около 800 мг солей, Санкт-Петербурга — 190 мг, а Мурманска — 60 мг.

Гигиеническим нормативом сухого остатка в питьевой воде, т. е. ее минерализации, является 1000 мг/л. Длительное использование для питья высокоминерализованных вод приводит к ряду изменений в организме. Так, у населения, постоянно потребляющего солоноватые подземные воды, содержащие хлоридно-сульфатно-натриевые соли, отмечается снижение диуреза, задержка воды в тканях, отеки, нарушение водно-электролитного баланса и секреторной деятельности желудочно-кишечного тракта.

Наиболее выраженные патологические изменения в организме проявляются при употреблении для питьевых целей морской воды, минерализация которой составляет от 10 г/л (Балтийское море) до 37 г/л (тропические широты мирового океана). Даже при кратковременном употреблении такой воды, имеющей повышенные концентрации хлоридов и сульфатов натрия, калия, кальция и магния, происходит прогрессирующее обезвоживание организма, нарушается кислотно-щелочное равновесие и повышается остаточный азот в крови, ухудшается сердечная деятельность. Все эти симптомы наблюдаются на фоне резкой жажды и утомляемости. В тяжелых случаях может наступить смерть.

Однако употребление излишне деминерализованной (мягкой), а тем более дистиллированной воды также неблагоприятно для организма. Такая вода имеет

сниженные вкусовые свойства. Ее длительное использование для питья нарушает регуляцию водно-электролитного баланса, вызывает увеличение содержания электролитов в сыворотке крови и моче с их ускоренным выведением из организма, снижение осмотической резистентности эритроцитов, изменения в сердечно-сосудистой системе. По заключению ученых, вода с общей минерализацией ниже 100 мг/л не рекомендуется для питьевых целей.

Наряду с общей минерализацией большое значение имеет жесткость воды, определяемая в основном содержанием бикарбонатов, сульфатов и хлоридов кальция и магния. Вода с общей жесткостью свыше 7 ммоль/л имеет неблагоприятные гигиенические свойства. В ней плохо образуется мыльная пена, в связи с чем такая вода малопригодна для стирки и мытья. В жесткой воде хуже развариваются мясо, овощи и бобовые. Большой экономический ущерб связан с использованием в промышленности и тепловой энергетике воды с высокой устранимой жесткостью, так как в котлах и трубах при кипячении образуется накипь в результате перехода бикарбонатов в нерастворимые карбонаты.

Однако в последние годы все большее внимание уделяется биологическому действию солей жесткости. В эксперименте на животных вода с жесткостью 20 ммоль/л могла приводить к образованию камней в почках и мочевом пузыре. Мочекаменная болезнь сопровождается изменением минерального обмена в целом: нарушается содержание в крови кальция, магния, стронция, калия, йода, хлора, железа и др.

Обследование населения, употреблявшего питьевую воду с жесткостью 15–25 ммоль/л, проведенное проф. А.И. Бокиной, выявило у значительной части обследованных повышение концентрации кальция в моче, изменение коэффициента кальций/фосфор, уменьшение суточного диуреза, увеличение плотности и поверхностного натяжения мочи, а также присутствие в ней патологических осадков, сдвиг реакции в кислую сторону. Отмечены нарушения пуринового и кальциевого обмена, свидетельствующие о предрасположенности к образованию и отложению мочекислых солей кальция.

Развитию уролитиаза могут способствовать и другие внешние и внутренние факторы, например характер питания, поступление витаминов, в частности витамина А, наследственная предрасположенность, нарушение обмена веществ, застой мочи в почечных лоханках, функциональные перегрузки мочевой системы, воспаление и инфекция. Кроме того, прослеживается достоверная зависимость между повышенной жесткостью воды и сухим жарким климатом, с одной стороны, и увеличением частоты случаев мочекаменной болезни у населения — с другой. Это обстоятельство объясняется повышением основного обмена, ускорением выделения продуктов метаболизма, усилением потоотделения, обезвоживанием организма и гиперконцентрацией мочи, что в свою очередь приводит к отложению камней в почках и мочевых путях. Такие природные зоны выявлены в различных регионах земного шара (страны Средиземноморья, Аравийского полуострова, районы Индии, Южного Китая, Австралии, Центральной и Южной Америки, Средней Азии, Закавказья, Закарпатья и др.), что свидетельствует об эндемическом характере мочекаменной болезни в этих очагах.

В последние десятилетия во многих странах мира (Япония, Великобритания, Канада, Россия и др.) изучают зависимость между жесткостью питьевой

воды и развитием сердечно-сосудистых заболеваний у населения. Так, еще в 1957 г. в Японии была продемонстрирована тесная связь между показателями смертности от инсульта и кислотностью питьевой воды, забираемой из рек. По данным ВОЗ, сообщения из ряда стран свидетельствуют о существовании обратной статистической корреляции между жесткостью питьевой воды и уровнем смертности от заболеваний сердечно-сосудистой системы. В зонах, обеспечиваемых мягкой питьевой водой, почти повсеместно более широко распространены атеросклероз, дегенеративные поражения сердца, гипертоническая болезнь или сочетания перечисленных заболеваний, а также чаще отмечаются случаи внезапной смерти от поражения сердечно-сосудистой системы. В широкомасштабном исследовании в 253 городах Великобритании обнаружена высокая обратная корреляция между жесткостью воды и инсультом и ишемической болезнью сердца (табл. 5.15).

В ряде городов, где за несколько последних десятилетий произошло умягчение питьевой воды в связи со сменой водоисточника, одновременно возросла смертность от сердечно-сосудистой патологии; обратная закономерность отмечалась в городах, где стали использовать более жесткую воду.

Для объяснения выявленных закономерностей ученые выдвигают две гипотезы. Согласно первой какие-то компоненты жесткой воды оказывают защитное действие на сердечно-сосудистую систему. Такие свойства предполагаются в первую очередь у магния. Однако присутствие и других элементов, например, лития, хрома, ванадия и кремния, тоже может играть защитную роль.

Вторая гипотеза предполагает, что некоторые вещества, присутствующие в мягкой воде, стимулируют развитие болезни. В соответствии с этой гипотезой сердечно-сосудистые заболевания провоцируют свинец и кадмий, которые могут вымываться из водопроводных труб.

К сожалению немногочисленные токсикологические исследования не позволяют полностью подтвердить или опровергнуть данные предположения. Поскольку выводы относительно влияния мягкой воды на заболеваемость сердечно-сосудистой системы основываются лишь на косвенных данных и исследовании статистических закономерностей заболеваемости населения, проблема требует дальнейшей проработки.

В некоторых случаях в питьевых целях на территории нашей страны используются хлоридно-натриевые воды, более характерные для подземных ис-

**Таблица 5.15.** Жесткость питьевой воды и смертность от сердечно-сосудистых заболеваний среди мужчин в возрасте 45–64 лет в городах Англии и Уэльса (по М. Гарднеру, 1979)

| Жесткость воды, мг/дм$^3$ | Число смертей на 100 000 жителей в год | |
|---|---|---|
| | 1948–1954 гг. | 1958–1964 гг. |
| Менее 50 | 664 | 763 |
| 50–99 | 658 | 739 |
| 100–149 | 601 | 676 |
| 150–199 | 550 | 606 |
| 200–249 | 557 | 630 |
| 250 и более | 543 | 602 |

точников. Вода, содержащая более 350 мг/л хлоридов, приобретает солоноватый привкус, и употребление такой воды населением ограничивается ее органолептическими свойствами.

Кроме того, в последние годы получила подтверждение концепция, согласно которой развитие гипертонической болезни в значительной мере обусловлено состоянием электролитного обмена, в частности обменом хлорида натрия, который усиливает вазопрессорное действие минералокортикоидов. Повышенное употребление хлорида натрия способствует угнетению желудочной секреции, уменьшению диуреза, задержке в организме натрия и усилению выведения калия. Обследование населения в районах с различным содержанием хлоридов в питьевой воде показало, что сдвиги ряда биохимических критериев, а также артериальное давление и реактивность сосудов дают основание считать длительное употребление высокоминерализованной хлоридно-натриевой воды одним из факторов риска по гипертензивным состояниям. При этом отмечено, что повышается в основном систолическое артериальное давление.

Эпидемиологические наблюдения показали, что употребление воды с содержанием хлорида натрия более 1000 мг/л увеличивает частоту гипертензивных состояний у населения вдвое. По данным ВОЗ, в США и Нидерландах дети школьного возраста, живущие в районах с умеренным содержанием хлорида натрия в питьевой воде, имеют более высокое артериальное давление, чем дети, проживающие в районах с низким его содержанием. Подобная зависимость установлена и в нашей стране у людей в возрасте 16—60 лет.

Определенный интерес представляют природные сульфаты, которые содержатся в значительных количествах в почве некоторых территорий бывшего СССР, например Казахстана, Средней Азии, Ставропольского края. Сульфаты, поступая из почвы в воду в количестве более 500 мг/л, придают ей горьковато-соленый вкус, что делает ее малопригодной для питья. Поступая с водой в организм в повышенных количествах, сульфаты, особенно в сочетании с ионами магния, подавляют желудочную секрецию, ухудшают всасывание кишечного содержимого и оказывают послабляющее действие, вызывая диарею у людей, впервые использующих для питья такую воду. С течением времени наступает адаптация, и диспептические явления прекращаются. Однако врачам необходимо быть предельно внимательными, чтобы правильно дифференцировать подобные расстройства с желудочно-кишечными заболеваниями инфекционной этиологии.

Довольно часто в воде подземных источников встречаются нитриты и нитраты почвенного происхождения. Особенно это касается источников нецентрализованного водоснабжения, например шахтных колодцев. Нитриты более токсичны, чем нитраты, но в обычных условиях нитриты очень нестойкие вещества. Окисляясь, они быстро переходят в нитраты. В хлорированной питьевой воде содержание нитритов часто ниже пределов обнаружения. Нитраты как более устойчивые соединения имеют гигиенический норматив в питьевой воде на уровне 45 мг/л (10 мг/л в переводе на азот).

Нитриты и нитраты могут поступать в организм как с водой, так и с продуктами питания, в основном растительного происхождения, в которых они депонируются. В организме нитраты под воздействием кишечной микрофлоры

восстанавливаются до нитритов. Это превращение резко замедляется при высокой кислотности, свойственной желудочному соку взрослого человека. Кислотность желудочного сока у детей низкая (pH 4), поэтому в их организме накапливается много нитритов. Нитриты в свою очередь, соединяясь с гемоглобином, образуют стойкое соединение метгемоглобин. В результате блокирования гемоглобина резко снижается его способность к транспорту кислорода, наступает гипоксия тканей. Развивается заболевание, именуемое нитратной метгемоглобинемией. В норме в организме человека 1–2% гемоглобина находится в форме метгемоглобина. Если эта величина превышает 10%, наблюдаются клинические проявления гипоксии, 30–40% метгемоглобина в крови вызывают аноксию, т. е. самые тяжелые проявления заболевания вплоть до смерти.

До недавнего времени метгемоглобинемию считали свойственной лишь детям грудного возраста, которые находятся на искусственном вскармливании молочными смесями, приготовленными на воде, богатой нитратами. Установлено, что у детей раннего возраста, в отличие от взрослых, имеется недостаточность специфических ферментов, участвующих в обратном превращении метгемоглобина в гемоглобин. Известны примеры метгемоглобинемии у детей в одном из штатов Канады, где в половине из 2000 скважин содержание нитратов вдвое превышало допустимое. В Чехословакии в 1970 г. описан случай массового распространения нитратной метгемоглобинемии при употреблении воды из источников одного и того же района. Все заболевшие дети использовали воду с концентрациями нитратов от 18 до 257 мг/л (по азоту). Аналогичные вспышки заболевания отмечались в Великобритании, Германии, Франции, США и других странах. Подобные наблюдения позволяют отнести воднонитратную метгемоглобинемию к эндемическим заболеваниям, развивающимся у населения конкретной местности и обусловленным определенными геохимическими особенностями.

Нитратная метгемоглобинемия может развиваться не только у детей, но и у беременных, у больных язвенной болезнью желудка и злокачественными новообразованиями. Это обстоятельство показывает, что существенную роль в развитии нитратной метгемоглобинемии могут играть различные дополнительные факторы, в частности ослабление организма, нарушение обмена веществ и гормональных процессов, сопутствующая патология.

Есть еще одна сторона поведения нитросоединений в организме. Нитраты, как отмечалось, могут довольно легко превращаться в нитриты. В то же время нитриты в дальнейшем соединяются с поступающими с пищей аминами и амидами. В результате образуются нитрозамины с выраженными канцерогенными свойствами. Этот процесс активно протекает при нормальной кислотности в желудке. Нитрозамины оказывают также токсическое действие на печень, а некоторые из них обладают мутагенными и тератогенными свойствами. При эпидемиологических исследованиях в китайской провинции Фуян была выявлена самая высокая смертность от рака желудка (120–147 на 100 000 мужчин). Впоследствии было установлено, что в этом районе содержание нитритов и нитратов в питьевой воде и овощах было выше, чем в районах низкого риска.

Одним из наиболее эффективных способов профилактики неблагоприятного действия нитритов и нитратов на человека является их гигиеническое

регламентирование в воде. Как отмечалось, гигиенический норматив в воде для нитратов составляет 45 мг/л. Исходя из потенциальной активности нитратов и нитритов в индукции метгемоглобинемии, ВОЗ предложила временную рекомендуемую величину для нитритов на уровне 3 мг/л. В связи с их совместным присутствием в воде нормирование осуществляется по следующей формуле:

$$\frac{K_{\text{нитритов}}}{PB_{\text{нитритов}}} + \frac{K_{\text{нитратов}}}{PB_{\text{нитратов}}} \leq 1,$$

где $K$ — концентрации рассматриваемых соединений в воде; $PB$ — рекомендуемые величины.

К распространенным элементам, присутствующим в воде водоемов, относится железо. В больших количествах железо содержится в подземных водах в виде растворимого бикарбоната закиси железа. Это соединение устойчиво только в отсутствие кислорода. В поверхностных водоемах, более богатых кислородом, двухвалентное железо переходит в нерастворимое трехвалентное с образованием бурых хлопьев гидрата окиси железа, которые постепенно оседают.

Количество железа в воде нормируется по органолептическому признаку на уровне до 0,3 мг/л. Вода с повышенным содержанием железа имеет неприятный «железистый» привкус и запах, желтоватый цвет. Ее нельзя использовать для стирки белья, так как она оставляет желтые «рисовые» пятна. Отложение нерастворимых соединений железа в водопроводных трубах сужает их просвет, способствует развитию железистых микроорганизмов.

Прямого как отрицательного, так и положительного биологического действия в указанных концентрациях природные соединения железа при поступлении с водой не оказывают, поскольку организмом они практически не усваиваются. В качестве биоэлемента железо в таких условиях не рассматривается.

Использование подземных вод с повышенным содержанием соединений двухвалентного железа возможно лишь после специальной обработки, которая заключается в обогащении воды кислородом (аэрация) с последующим отстаиванием.

Из жизненно необходимых для человека микроэлементов лишь для фтора водный путь поступления является основным. Фтор широко распространен в земной коре. Его соли хорошо растворимы и поэтому легко вымываются из почвы в воду. Концентрации фтора, как и других минеральных веществ, повышаются в водоисточниках с севера на юг, а также по мере увеличения глубины залегания вод. Так, из 1500 обследованных источников на территории Российской Федерации все открытые водоемы содержали менее 1 мг/л фтора. 3,4% грунтовых источников имели концентрацию фтора от 1 до 2 мг/л, а 2% — более 2 мг/л. В 9,6% глубоких артезианских вод обнаружено от 1 до 2 мг/л фтора и в 12% — более 2 мг/л (С.Н. Черкинский, 1975). Много фтора в воде поверхностных водоемов некоторых южных регионов. Так, в озерах Казахстана концентрации фтора превышают 2 мг/л, в озере Балхаш они составляют 2,1–2,6 мг/л, в озере Щучье — 4 мг/л, а в озере Б. Чебачье достигают 6 мг/л.

С питьевой водой при средней концентрации фтора 1 мг/л в организм человека поступает более 80% этого элемента. Поступление фтора с пищевыми продуктами в 5–6 раз меньше, чем с водой, поэтому содержание фтора в питьевой

воде определяет его биологическое действие. В экспериментальных и натурных исследованиях установлено, что как избыточное, так и недостаточное поступление фтора в организм приводит к патологическим изменениям: содержание в воде более 1,5 мг/л фтора вызывает заболевание под названием флюороз, а менее 0,5 мг/л — способствует развитию кариеса. Нормирование фторидов в питьевой воде в соответствии с СанПиН 2.1.4.559-96 осуществляется по санитарно-токсикологическому признаку, т. е. по возможности развития флюороза в зависимости от климатического пояса. Так, в I и II климатических районах допускается до 1,5 мг/л фторидов, в III климатическом районе — 1,2 мг/л. Это обусловлено различным потреблением питьевой воды в разных зонах: больше на юге, меньше в холодном и умеренном климатических районах. Предполагается, что общее среднее количество фтора, поступающего в организм человека с водой, приблизительно одинаково и составляет 3,5–4 мг/сут (с пищей при этом поступает менее 1 мг фтора).

**Флюороз**. Механизм биологического действия фтора при флюорозе до конца не изучен. Предполагают, что фтор в период кальцинации костной системы откладывается в зубах в виде фторида кальция. Внешне флюороз проявляется темными пятнами на зубной эмали, размер которых зависит от количества и длительности поступления фтора (рис. 5.6). Развитие флюороза возможно лишь в период формирования зубов, т. е. в детском возрасте, и происходит в

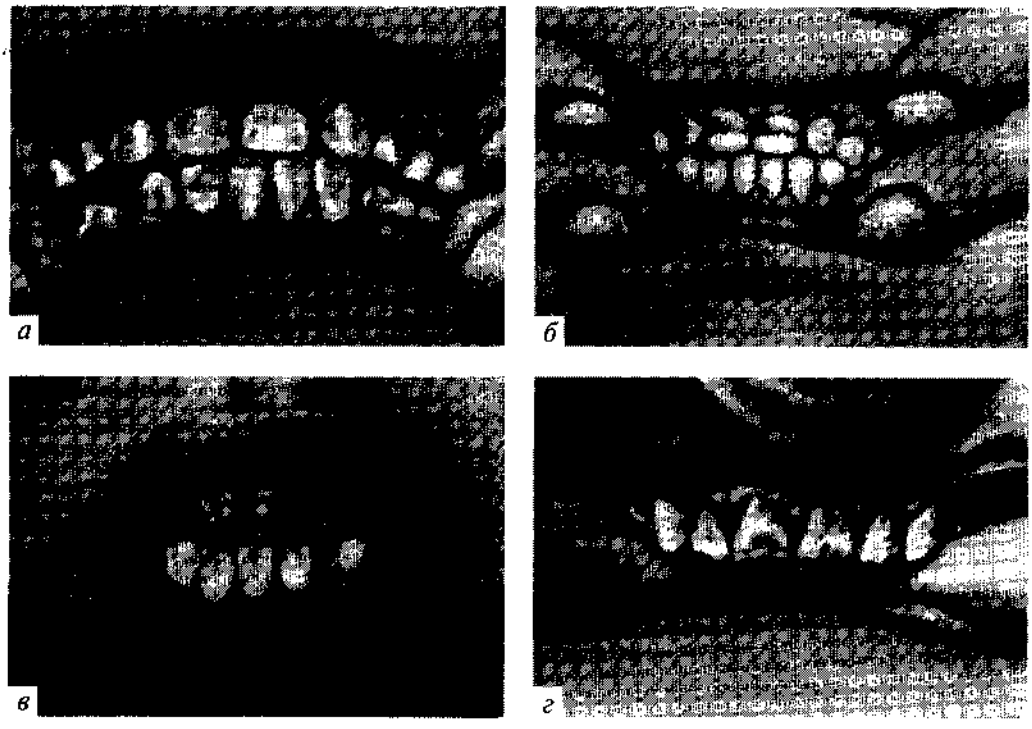



**Рис. 5.6.** Флюороз зубов.
*а* — I степени, симметрично расположены меловые пятна; *б* — II степени; *в* — III степени; *г* — IV степени.

течение 2–2,5 лет. При концентрациях фтора более 6 мг/л процесс захватывает не только зубную эмаль, но и дентин. Длительное поступление больших количеств фтора приводит к более обширным нарушениям. К ним относятся генерализованные изменения всего скелета: остеопороз, деформация и повышение хрупкости костей. Одновременно отмечаются нарушение фосфорно-кальциевого обмена, снижение активности фосфатаз, холинэстеразы, угнетение кроветворной и центральной нервной систем у детей.

Таким образом, было бы неверно рассматривать флюороз как местное заболевание с проявлениями лишь в виде крапчатости зубов. Это общее заболевание с симптомами различной тяжести в зависимости от количества фтора, длительности воздействия и возраста. Кроме того, приуроченность к конкретной местности позволяет рассматривать флюороз как эндемическое заболевание. Очаги флюороза распространены довольно широко во всем мире. В нашей стране по флюорозу эндемичны Центральный нечерноземный район, Кольский полуостров, Западная Сибирь, отдельные зоны Московской области. За рубежом эндемии флюороза зарегистрированы в Северной Африке, США, Индии, Италии, Мексике и других странах, где концентрации фтора в питьевой воде составляют от 6 до 14 мг/л.

Профилактика флюороза заключается в организации водоснабжения из источников с меньшим содержанием фтора, а при отсутствии таковых в дефторировании воды специальными методами. Некоторые ученые указывают на защитную роль витаминов С, А и D, ультрафиолетовых лучей, а также увеличение количества кальция в рационе питания.

**Кариес.** Впервые противокариесное действие фтора было установлено в 30-х годах нынешнего столетия. Тогда же были предприняты попытки лечить кариес фторидом натрия. Как показали работы И.Г. Лукомского, откладывающийся фторид кальция в период формирования зубов защищает их от разнообразных агрессивных факторов среды ротовой полости.

Содержание фтора в питьевой воде менее 0,5 мг/л снижает резистентность зубов к воздействию кислот и бактерий, способствует развитию кариеса (табл. 5.16). Особенно это касается воды, получаемой из поверхностных водоемов.

С целью оптимального потребления фтора во многих странах мира производится фторирование питьевой воды. Наиболее убедительные данные противокариесного действия фторированной воды получены в США, Канаде, Великобритании, Голландии, Венгрии, Швеции и других странах (табл. 5.17). Так, в США с 1945 г. искусственно фторированной водой пользуются более 50 млн человек, а во всем мире — более 180 млн. С 1959 г. фторирование питьевой воды успешно проводится и у нас в стране. Впервые была фторирована вода,

**Таблица 5.16.** Пораженность молочных зубов кариесом у детей 3–7 лет в зависимости от содержания фтора в питьевой воде (Н. Бадзиан-Кобоз, В. Андерска-Водаз, цит. по Р.Д. Габовичу)

| Содержание фтора, мг/дм$^3$ | Среднее число кариозных зубов у 1 ребенка |
|---|---|
| 0,20 | 8,20 |
| 0,25 | 7,09 |
| 0,5 | 5,51 |

**Таблица 5.17.** Пораженность постоянных зубов кариесом у детей, потребляющих фторированную воду

| Возраст, годы | Содержание фтора в воде, мг/дм$^3$ | Снижение частоты кариеса, % |
|---|---|---|
| 6–9 | 1,0–1,2 | 57,9 |
| 10–12 | 1,0–1,2 | 53,0 |

поступающая из тундровой реки Норилки в городе Норильске, питающейся снеговыми водами с малой минерализацией. Воду фторируют и в других заполярных городах России.

В качестве профилактики рекомендуется также применение фторсодержащих зубных паст и эликсиров, потребление фторированных продуктов.

Кариес связан не только с поступлением фтора, но и с недостатком в воде ванадия, калия, натрия, молибдена, циркония и других элементов. В эксперименте установлено противокариесное действие марганца в умеренных дозах, тогда как высокие и низкие дозы марганца снижают устойчивость к кариесу. Развитию кариеса способствуют повышенная кислотность в ротовой полости, микроорганизмы, плохой уход за зубами, наследственность, гормональные нарушения и другие факторы. Комплекс этих факторов следует учитывать при проведении профилактических мероприятий (см. также гл. 6 и 8).

Еще одним важнейшим для жизнедеятельности человека микроэлементом является йод. Недостаточное поступление йода в организм нарушает синтез гормона тироксина. Затем следует компенсаторное диффузное увеличение щитовидной железы в результате гиперфункции и развивается так называемая зобная болезнь (рис. 5.7). Однако длительное недостаточное поступление йода у детей может вызвать очень тяжелое заболевание вплоть до кретинизма. Это слабоумие, нарушение роста, физического и полового развития, пропорциональности тела с характерным внешним видом. У 70% таких больных развивается глухота.

**Рис. 5.7.** Эндемический зоб.

Суточная потребность взрослого человека в йоде составляет 100–200 мкг, 2/3 йода поступает в организм с растительной и животной пищей и лишь около 20 мкг — с водой, 10–15 мкг йода поступает с воздухом. Контроль за содержанием йода в окружающей среде осуществляется по его содержанию в воде, поскольку пониженное содержание йода в воде отражает его недостаточность в других средах, в том числе в почве и растениях, т. е. и в продуктах питания (табл. 5.18). В связи с этим содержание йода в воде водоемов рассматривается как косвенный показатель обеспеченности йодом в данной местности. Это индикатор опасности развития эндемического зоба.

**Таблица 5.18.** Содержание йода в продуктах различных районов Марийской АССР, мг/кг

| Продукт | Районы | | |
|---|---|---|---|
| | незобогенный | средней зобогенности | высокой зобогенности |
| Картофель | 0,98 | 0,10 | 0,03 |
| Свекла | 0,62 | 0,30 | 0,11 |
| Рожь | 0,30 | 0,12 | 0,03 |
| Пшеница | 0,18 | 0,12 | 0,04 |
| Овес | 0,23 | 0,18 | 0,2 |

Очаги эндемического зоба распространены по всей земле, чаще встречаются в горных районах, где население пользуется маломинерализованной водой. Наибольшее количество таких очагов выявлено в горных районах США, Швейцарии, Австрии, Италии, Франции, в западных районах Китая, в Центральной Азии, на севере Индии, в Горном Алтае, на Кавказе, Урале, в Закарпатье. Встречаются очаги и равнинного зоба. В нашей стране это Московская, Ленинградская, Костромская области, районы Среднего Поволжья и др.

Интересно, что в крупных городах и густонаселенных районах даже в эндемических очагах зобная болезнь не проявляется в тяжелых формах. Эта особенность обусловлена употреблением большого количества продуктов, богатых йодом (овощи, продукты моря и др.). Так, например, в водопроводной воде Москвы и Санкт-Петербурга йода всего лишь около 1,5 мкг/л. Однако в питании жителей этих городов преобладают привозные продукты и в связи с этим заметного повышения частоты эндемического зоба не наблюдается (см. гл. 8).

Иногда эндемический зоб встречается в местностях с относительно высоким содержанием йода в воде. Однако йод в этих районах представляет собой связанные с гуминовыми веществами неусвояемые формы. Такие явления отмечаются при использовании воды с высокой цветностью и окисляемостью, чаще из шахтных колодцев. Это так называемая болотная вода. Подобный вид эндемического зоба встречается в Полтавской области на Украине.

Важная роль в профилактике эндемического зоба принадлежит йодированию поваренной соли, использованию привозных продуктов питания, а в особо сложных ситуациях применению медицинских препаратов йода. Число патологических состояний во время беременности и родов у женщин в эндемических очагах уменьшается после проведения йодной профилактики во время беременности.

Наконец, необходимо иметь в виду, что йод является ведущим, но не единственным причинным фактором зобной болезни. В последние годы установлено, что развитию эндемического зоба у населения способствует недостаточное поступление в организм марганца, кобальта, меди и избыток свинца, а также повышенное содержание в воздухе окиси углерода и других токсикантов.

Для организма человека незаменимы медь, кобальт, марганец, селен, цинк, никель и др. Однако водный путь поступления этих веществ обеспечивает от сотых долей до нескольких процентов потребности в них. В связи с этим заболевания, развивающиеся при недостатке и избытке этих микроэлементов, будут рассмотрены в соответствующих разделах.

# ГЛАВА 6

# ГИГИЕНА ПОЧВЫ И САНИТАРНАЯ ОЧИСТКА НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

Почва как неотъемлемая часть экологической системы наряду с солнечным светом, водой, температурой окружающей среды является важнейшим компонентом обитания человека и животных.

Почве принадлежит ведущая роль в круговороте веществ в природе. Она представляет собой огромную естественную лабораторию, в которой непрерывно протекают самые разнообразные и сложные процессы разрушения и синтеза неорганических и органических веществ, фотохимические реакции. В почве живут и гибнут патогенные бактерии, вирусы, простейшие и яйца гельминтов. Она является одним из основных путей передачи ряда инфекционных и неинфекционных заболеваний, гельминтозов. Почва может прямо или опосредованно оказывать токсическое, аллергенное, канцерогенное, мутагенное и другое воздействие на организм человека. Недостаток или избыток микроэлементов в почве вызывает эндемические заболевания. С почвой тесно связаны количество и качество продуктов растительного и животного происхождения, т. е. наше питание. Почва существенно влияет на климат местности. Врачу лечебного профиля необходимо знать процессы, протекающие в почве, и их закономерности, чтобы правильно осуществлять профилактику неблагоприятного влияния почвы на здоровье населения.

## Гигиеническое значение состава и свойств почвы

Почва, или земля, — природное образование, залегающее между атмосферой и подстилающими породами. Толщина почвы составляет от нескольких сантиметров до 2 м и более. Почва состоит из *материнской породы*

*(минеральные соединения), мертвого органического вещества; гумуса (перегноя); живых организмов; воздуха и воды.*

На вертикальном разрезе почвы можно увидеть несколько слоев, или горизонтов. Последовательность этих горизонтов называется почвенным профилем. *Верхний, или пахотный, слой почвы* содержит корни растений, грибы, микроорганизмы, множество различных почвенных насекомых и животных. В этом горизонте происходит основной круговорот органических веществ. Весь неиспользованный органический материал из различных трофических уровней вновь утилизируется и распадается здесь сначала до гумуса, а в конечном итоге до неорганических соединений.

*Гумус* состоит из лигнина, клетчатки, протеиновых комплексов и других органических соединений. Гуминовые кислоты, которые входят в состав гумуса, представляют собой высокомолекулярные соединения, образовавшиеся из продуктов распада лигнина, клетчатки, белков, жиров и углеводов. Гумус способствует сохранению воды в почве и поддерживает ее в рыхлом состоянии.

*Подпочва,* расположенная под верхним слоем почвы, содержит неорганические соединения, которые образовались в результате разложения органических веществ.

*Третий слой почвы — материнская порода,* на основе которой образовалась почва. Этот слой состоит в основном из глины, песка, извести, ила, включающих соли кальция, магния, алюминия и другие макро- и микроэлементы.

Считается, что тип почвы, образующийся в конкретном регионе, зависит от климата данной территории, хотя растения, животные и материнская порода вносят свой вклад в формирование почвы. Температура и осадки — это два климатических фактора, которые оказывают наибольшее влияние на процесс формирования почвы. Процесс образования почвы идет очень медленно, занимая в зонах умеренного климата тысячи лет.

Типы почв различаются определенными комбинациями почвенных горизонтов. В зависимости от соотношения *песка и глины* все почвы делятся на *песчаные, супесчаные, глинистые, суглинистые.* На территории России встречается более 90 видов почв, из них наиболее часто 7: *тундровые; дерново-подзолистые; серые лесные; черноземы; каштановые; серозем; красноземы.*

Структура почвы зависит от взаиморасположения твердых минеральных и органических компонентов и степени заполнения пор в ней воздухом и водой. Определяют следующие структурные типы почвы: *сыпучую, связную (агрегатную), трещиноватую, комковатую.*

Почвенные *вода и воздух* определяют *пористость, воздухо-* и *водопроницаемость, влагоемкость, капиллярность, тепловой режим* почвы.

**Почвенная вода.** Почва оказывает огромное влияние на свойства и состав подземных вод и воды открытых водоемов. В почве всегда содержится то или иное количество влаги, поступившей с атмосферными осадками или поднявшейся по капиллярам из нижележащих слоев земли, а также образовавшейся в результате поглощения паров воды из атмосферного воздуха. Вода необходима для существования живых организмов и роста растений. Гигиеническое значение почвенной воды велико и разнообразно. Она служит универсальным растворителем органических и минеральных соединений, транспортом для доставки химических веществ растениям. Почвенная влага существенно влияет на

тепловые свойства почвы, увеличивая ее теплоемкость и теплопроводность. Из почвенных вод образуются грунтовые воды. Химический и бактериальный состав питьевой воды во многом определяется составом и свойствами почвы.

**Почвенный воздух**. Его количество определяется свойством и характером почв. Почвенный воздух постоянно обменивается с атмосферным воздухом. Почвенный воздух даже чистых почв всегда содержит повышенное по сравнению с атмосферным количество углекислого газа (до 8%), содержание кислорода снижается до 14%. При ограниченном доступе воздуха в толще отбросов развиваются гнилостные процессы с выделением зловонных газов и паров (сероводород, аммиак, фтористый водород, индол, скатол, метилмеркаптан), способных в соответствующих концентрациях токсически воздействовать на организм человека. Гигиеническое значение почвенного воздуха определяется его составом и условиями контакта с ним человека. Известны случаи отравления почвенным воздухом, например при рытье колодцев, глубоких котлованов, прокладке подземных сооружений. Почвенный воздух существенно влияет на организм человека в зонах отдыха, населенных мест, жилой зоне.

**Пористость**. Под пористостью почвы следует понимать суммарный объем пор в единице объема почвы, выраженный в процентах. Чем выше пористость, тем ниже фильтрационная способность почвы. Так, пористость песчаной почвы составляет 40%, торфяной — 82%. При пористости 60—65% в почве создаются оптимальные условия для самоочищения от биологических и химических загрязнителей. При более высокой пористости процесс самоочищения почвы замедляется. Почва такого типа считается неудовлетворительной.

**Воздухопроницаемость**. Под воздухопроницаемостью понимают способность почвы пропускать воздух. Это свойство почвы определяется прежде всего величиной ее пор. Воздухопроницаемость увеличивается с ростом барометрического давления и уменьшается с увеличением толщины слоя и влажности почвы. Высокая проницаемость почвы для воздуха способствует обогащению ее кислородом, что имеет большое гигиеническое значение, так как повышает биохимические процессы окисления органических веществ.

**Водопроницаемость**. Под водопроницаемостью, или фильтрационной способностью, понимают способность почвы впитывать и пропускать воду, поступающую с поверхности. Это свойство почвы оказывает решающее влияние на образование почвенных вод и накопление их запасов в недрах земли. Водопроницаемость почвы имеет непосредственное отношение к снабжению населения водой из подземных источников.

**Влагоемкость**. Под влагоемкостью почвы понимают количество влаги, которое почва способна удерживать сорбционными и капиллярными силами. Влагоемкость тем больше, чем меньше поры почвы и чем больше их суммарный объем. Гигиеническое значение этого свойства почвы связано с тем, что большая влагоемкость создает предпосылки для сырости почвы и находящихся на ней зданий, уменьшает проницаемость почвы для воздуха и воды и мешает очищению сточных вод. Такие почвы являются нездоровыми, сырыми и холодными.

**Капиллярность почвы**. Под капиллярностью почвы понимают ее способность поднимать по капиллярам воду из нижних горизонтов в верхние. Чем менее зерниста почва, т. е. чем более она мелкопористая, тем больше ее капилляр-

ность, тем выше поднимается по ней вода. Большая капиллярность почвы может быть причиной сырости зданий.

**Температура почвы**. От температуры почвы в значительной степени зависят температура приземного слоя атмосферы, тепловой режим помещений подвалов и первых этажей зданий. На глубине 1 м почва не имеет температурных суточных колебаний. На уровне 8 м почва сохраняет наиболее низкую температуру в мае, а наиболее высокую в декабре. Это имеет значение для хранения пищевых продуктов в подвальных помещениях, где летом прохладнее, а зимой теплее, чем на поверхности. Температура почвы существенно влияет на жизнедеятельность почвенных организмов и процессы самоочищения. Быстрее нагреваются каменистые и сухие почвы со склоном, обращенным на юг и юго-восток.

Крупнозернистые почвы, как правило, обладают хорошей воздухо- и водопроницаемостью, мелкозернистые — значительной водоемкостью, высокой гигроскопичностью и капиллярностью. В гигиеническом отношении для жилищного и коммунального строительства следует выбирать участки с крупнозернистой почвой.

**Почвенные организмы**. Существа, живущие в почве, оказывают на нее прямое и косвенное воздействие. Среди них есть лучистые грибы (актиномицеты), водоросли, бактерии, вирусы, которые образуют почвенную флору. Кроме того, в почве обитают одноклеточные организмы, простейшие, нематоды, клещи, ногохвостки, пауки, улитки, жуки, личинки и куколки мух, дождевые черви, позвоночные животные, представляющие почвенную фауну. Количество организмов подвержено существенным колебаниям, что обусловлено составом и химическими свойствами почвы, температурным режимом, солнечной радиацией, аэрацией, механической обработкой почвы и др.

## Геохимическое и токсикологическое значение почвы

Химический состав почвы весьма сложен, в ней есть минеральные (неорганические) и органические вещества. Минеральные соединения (90—99%) включают соли кремния, кальция, магния, алюминия и др. В основном это песок, глина, известь и ил. Значительное место в минеральном составе почвы занимают природные глины (алюмосиликаты), способные к ионному обмену. Благодаря этому из почвенного раствора могут поглощаться ионы некоторых металлов, а также катионы органических оснований, в том числе такие как диэтиламин, триэтиламин, гидразин, анилин, ксилидин. В минеральный состав почвы входят в меньшем или большем количестве практически все элементы Периодической системы Д.И. Менделеева. Это обстоятельство обусловливает изменение минерального состава воды и многих растений, что сказывается на поступлении минеральных веществ в животный организм. Обеспеченность микроэлементами организма человека обусловлена их содержанием в почве, воде и пищевых продуктах, их количественным соотношением и усвояемостью. Большая часть микроэлементов поступает в организм с пищевыми продуктами растительного происхождения. В молоке, молочных и мясных продуктах содержание микроэлементов невысоко.

Все живые существа на 99% состоят из 12 наиболее распространенных химических веществ, входящих в число первых 20 элементов Периодической системы Д.И. Менделеева. Это основные, или структурные, элементы, присутствие которых в живой материи связано в первую очередь с их значительным содержанием в биосфере. Из 92 встречающихся в природе элементов 81 обнаружен в организме человека (рис. 6.1).

В зависимости от поведения в живых системах 9 микроэлементов *(железо, йод, медь, хром, кобальт, молибден, марганец, цинк, селен)*, признаны эссенциальными (жизненно необходимыми), при недостатке которых возникают функциональные нарушения, устраняемые путем введения в организм этих веществ.

К условно эссенциальным микроэлементам относят *фтор, никель, ванадий, мышьяк, кремний, литий, бор, бром.*

В группу токсичных микроэлементов входят *алюминий, кадмий, свинец, ртуть, бериллий, барий, висмут, таллий* и др (см. также гл. 5).

Следует отметить, что *потребность* — свойство, зависящее от организма, и ее следует отличать от стимуляции. Известно множество примеров, когда в качестве стимуляторов выступают как необходимые, так и условно эссенциальные микроэлементы. Так, например, *кобальт* стимулирует костный мозг к продуцированию эритроцитов. Прием солей кобальта при анемии уменьшает способность щитовидной железы аккумулировать йод, что в свою очередь может привести к зобной болезни.

В некоторых странах в пиво добавляют соли двухвалентного кобальта в количестве $10^{-4}$% для стабилизации пены, чтобы погасить действие остаточных детергентов. Кобальт показал кардиотоксичность у страстных любителей пива, потребляющих его более 3 л в день. Этиловый спирт повышает чувствительность организма к кобальтовой интоксикации, в свою очередь двуокись серы, которая содержится в пиве, разрушает витамин $B_1$, а дефицит этого витамина усугубляет кардиотоксичность кобальта.

Некоторые микроэлементы (металлы и ионы металлов) в определенных концентрациях инертны и безвредны. В связи с этим *тантал, платина, сереб-*

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 H | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He |
| 3 Li | 4 Be | | | | | | | | | | | 5 B | 6 C | 7 N | 8 O | 9 F | 10 Ne |
| 11 Na | 12 Mg | | | | | | | | | | | 13 Al | 14 Si | 15 P | 16 S | 17 Cl | 18 Ar |
| 19 K | 20 Ca | 21 Sc | 22 Ti | 23 V | 24 M Cr | 25 Mn | 26 M Fe | 27 Co | 28 Ni | 29 M Cu | 30 M Zn | 31 Ga | 32 Ge | 33 As | 34 M Se | 35 Br | 36 Kr |
| 37 Rb | 38 Sr | 39 Y | 40 Zr | 41 Nb | 42 M Mo | 43 Tc | 44 Ru | 45 Rh | 46 Pd | 47 Ag | 48 M Cd | 49 In | 50 Sn | 51 Sb | 52 Te | 53 M I | 54 Xe |
| 55 Cs | 56 Ba | 57 La | 72 Hf | 73 Ta | 74 W | 75 Re | 76 Os | 77 Ir | 78 Pt | 79 Au | 80 M Hg | 81 Tl | 82 M Pb | 83 Bi | 84 Po | 85 At | 86 Rn |

**Рис. 6.1.** Место микроэлементов (обведены жирной чертой) в Периодической системе Д.И. Менделеева. Буквой М обозначены микроэлементы, избыток или недостаток которых имеет практическое значение для здоровья человека (Микроэлементозы человека, 1991).

*ро, золото* часто используются в качестве *хирургических имплантатов*. Многие микроэлементы могут служить *терапевтическими агентами*. Некоторые соединения ртути применяют против паразитов; карбоксилаты цинка гибельно действуют на бактерии, вызывающие заболевание «нога атлета»; при маниакальной депрессии в качестве лекарственного средства применяют литий.

В значительных концентрациях большинство химических элементов становятся токсичными, причиняют вред, иногда необратимый, ведут к функциональным нарушениям, деформациям, смерти. Врачам необходимо знать критические, пороговые и подпороговые дозы микроэлементов.

Разнообразие ландшафтов и природных зон определяет особенности круговорота и накопление атомов тех или иных химических элементов в почве. Это обстоятельство позволило А.П. Виноградову обосновать учение о биогеохимических провинциях — неравномерности распределения химических элементов на земном шаре в соответствии с особенностями геологических и почвообразовательных факторов. Так, в одних районах мало некоторых микроэлементов, в других, наоборот, отмечается их высокое содержание. Дефицит, избыток или дисбаланс содержания микроэлементов могут приводить к развитию специфических заболеваний, известных под названием геохимических эндемий.

В настоящее время хорошо изучены такие эндемические заболевания, как *гипофтороз* — кариес зубов, *флюороз,* связанный с избытком *фтора,* эндемический зоб (недостаток йода). Кроме того, высокое содержание в почве *молибдена* вызывает *молибденоз* (эндемическая подагра), *свинца* — поражение нервной системы, *стронция* — хондро- и остеодистрофию, *бора* — борные энтериты (см. гл. 3, 5, 8).

Эндемический флюороз встречается в природных зонах с высоким содержанием фтора в воде. Концентрация фтора в воде выше 1,5 мг/л является потенциально флюорозогенной, особенно в жарком климате. Это юго-восточные районы Украины, некоторые регионы Молдавии, Казахстана, Китая, Индии, Танзании и др. Возле Самаркандского, Джамбулского, Чарджоуского комбинатов в организм человека поступает 10—12 мг фтора в сутки, в результате чего у населения наблюдается в 4 раза более высокая заболеваемость флюорозом.

Население США, по всей видимости, получает адекватные дозы селена. Жители Финляндии, Новой Зеландии, Китая испытывают эндемический недостаток селена в пище. Крупные биогеохимические регионы селенодефицита на территории России установлены в Забайкалье, Читинской, Ярославской областях, Удмуртии и Карелии.

Селеновый токсикоз наблюдался у жителей штатов Южная Дакота и Небраска, в Венесуэле, в Китае (провинция Хубея). Там отмечалось высокое содержание селена в почве, у населения находили высокое содержание микроэлемента в моче. Наиболее типичными симптомами селенового токсикоза являются поражения ногтей и выпадение волос. Кроме того, наблюдаются желтушность, шелушение эпидермиса, дерматиты, повреждения эмали зубов, снижение поступления кальция без изменения усвоения фтора, анемия, нервные расстройства.

**Молибден** является частичным антагонистом меди в биологических системах. Цинк и сероводород потенцируют токсичность молибдена, а медь и неорганический сульфат ее уменьшают. Молибден активирует ряд ферментов. В настоящее время известно 15 молибденсодержащих ферментов, 3 из которых

встречаются в животном организме. Это *альдегидоксидаза, ксантиноксидаза и сульфитоксидаза.*

*Ксантиноксидаза* является важным ферментом обмена пуринов, катализирующим реакцию, завершающую образование мочевой кислоты в организме человека и животных. При генетическом дефекте ксантиноксидазы и нарушении реабсорбции ксантина в почечных канальцах возникает ксантинурия с выделением с мочой очень большого количества ксантина и тенденцией к образованию ксантиновых камней.

*Сульфитоксидаза* превращает в организме человека сульфит в сульфат. Генетический дефект сульфитоксидазы характеризуется выраженными аномалиями мозга, умственной отсталостью, эктопией хрусталика и повышенным выделением с мочой сульфитов, S-сульфоцистеина и тиосульфата при заметном снижении количества сульфатов. Тяжелые патофизиологические нарушения при этом дефекте свидетельствуют о незаменимости молибдена для организма человека.

Избыток молибдена в пище может привести к возникновению подагры. Предполагается, что повышенный синтез ксантиноксидазы и интенсификация пуринового обмена ведут к накоплению избыточных количеств мочевой кислоты, с выделением которых не справляются почки. В результате мочевая кислота и ее соли откладываются в сухожилиях и суставах. Это заболевание, получившее название *«эндемическая молибденовая подагра»*, сопровождается и соответствующими биохимическими изменениями в крови. Встречается в Горно-Анкаванском районе Армении.

Следует отметить, что избыток молибдена способствует нарушению синтеза витамина $B_{12}$ и повышению активности фосфатазы.

**Бор**. Физиологическая функция бора заключается в регуляции активности паратгормона и через него обмена кальция, магния, фосфора и холекальциферола. В организме человека содержится около 20 мг бора.

*Борный энтерит* — эндемическое заболевание желудочно-кишечного тракта людей и животных в регионах с повышенным содержанием бора в окружающей среде, особенно в растениях. Встречается в Западной Сибири, в степных районах Омской, Новосибирской, Павлодарской областей, а также Алтайского края. В воде озер этой провинции содержится значительное количество бора. Кроме энтеритов, регистрируются анемии, легочные заболевания. В крови отмечаются повышенные концентрации бора и молибдена, пониженное содержание меди и кобальта.

Распространенные представления о химической инертности этого микроэлемента нуждаются в сопоставлении с данными медицинских наблюдений. В частности, широко используемая в медицине *борная кислота*, ошибочно считавшаяся безвредной, легко всасывается и депонируется в *мозге, печени, жировой ткани.*

Острая интоксикация соединениями бора, в частности *дибораном*, вызывает острый *бороз* с симптомами литейной лихорадки — чувством сдавления грудной клетки, кашлем, тошнотой, ознобом. Еще более токсичен *пентаборан*, вызывающий поражение ЦНС (возбуждение, тремор, судороги, миоз), а также снижение артериального давления, аритмию, сердечную недостаточность, нарушение дыхания, функции печени, почек. Острая интоксикация *декабораном* вызывает беспокойство, угнетение дыхания, нарушение координации, судо-

роги, брадикардию, гипотензию, помутнение роговицы. При хронической интоксикации отмечают выраженное нейротоксическое действие, некроз и ожирение печени, гематурию, изменение почечных канальцев.

**Бром** — представитель группы галогенов, его содержание в земной коре около $1{,}6 \cdot 10^{-4}$%. Соединения брома встречаются в воде некоторых соленых озер, в морской воде его концентрация составляет 0,005%. Наиболее богаты бромом бобовые растения (горох, фасоль, чечевица).

Бром хорошо всасывается в кишечнике и достаточно равномерно распределяется в органах и тканях, но его наибольшие концентрации определяются в щитовидной железе и почках.

Бром выделяется из организма с мочой сравнительно медленно в течение нескольких недель, в зависимости от содержания хлоридов. Так, при малом количестве хлоридов бром аккумулируется, его экскреция с мочой снижается. Повышенное поступление хлоридов с пищей сопровождается ускоренным выделением брома.

Физиологическая роль брома в организме связана с его избирательным усиливающим влиянием на тормозные процессы в нейронах коры головного мозга.

В производственных условиях, *при острых отравлениях*, в случае вдыхания паров брома, превышающих ПДК, наблюдаются кашель, носовые кровотечения, головокружение, головные боли, иногда рвота, понос, миалгии. При *хроническом поступлении брома* появляется аллергическая или *кореподобная* сыпь, слизистая оболочка рта принимает *коричневую* окраску, возможны конъюнктивит, *бронхоспазм с осиплостью* голоса. Высокие концентрации этого микроэлемента в воздухе могут привести к химическому ожогу легких и смертельному исходу. При контакте жидкого брома с кожными покровами наблюдается ожог с последующей пигментацией и образованием плохо заживающих язв.

***Бромизм*** — хроническое отравление бромом и его соединениями (катаральный ринит, бронхит, конъюнктивит, энтерит). *Неврологические симптомы бромизма* — сонливость, атаксия, снижение болевой чувствительности, слуха, зрения, ослабление памяти; психотические нарушения в форме делирия со зрительными, слуховыми, тактильными и вкусовыми галлюцинациями.

***Бромодерма*** — специфическое поражение кожи при длительном приеме препаратов брома, особенно бромида калия, у лиц с повышенной чувствительностью к этому галогену.

***Врожденная бромодерма*** встречается у грудных детей, *матери которых принимали бромиды во время беременности.*

**Литий**. Содержание лития в почвах РФ колеблется от 1,4 до 9,9 ммоль/кг, в морской воде равно 14,4 мкмоль/л. На почвах, обогащенных этим микроэлементом, произрастает «литиевая» флора, содержащая в десятки раз больше лития, чем другие совместно растущие растения. Это представители пасленовых (табак, дереза), лютиковых (василистник). Морские животные, в том числе рыбы, концентрируют литий в своих органах и тканях.

Ионы лития всасываются в желудочно-кишечном тракте, с мочой выводится 95%, с калом около 1%, с потом до 5% этого элемента.

Литий специфически накапливается в тиреоцитах и вызывает у человека увеличение *щитовидной железы.* Ион лития угнетает подвижность и метаболизм сперматозоидов.

Биологическое действие лития включает *физиологические, фармакодинамические и токсические* явления. Первые обнаруживаются при концентрациях лития в плазме крови от *0,14 до 1,4 мкмоль/л*, вторые — *при 1 ммоль/л*, третьи — при удвоении этой концентрации.

Более 30 лет литий используется для лечения *маниакально-депрессивного психоза*. Терапевтические дозы лития на психически здоровых людей не влияют. Лечебный эффект, по-видимому, связан с изменением обмена биогенных аминов в ЦНС. Под влиянием лития высвобождение норадреналина и серотонина уменьшается, усиливаются захват норадреналина нейронами и его внутриклеточное дезаминирование. Для лечения применяют карбонат лития в дозах около 2,5 г/сут. При этом концентрация лития в плазме крови может составить 1,5 ммоль/л и более. Следует подчеркнуть, что при концентрациях 1,6 ммоль/л возможны токсические явления по типу угнетения функции почек и нарушений ЦНС. Противопоказанием к терапии являются тяжелые нарушения сердечного ритма.

В профессиональной патологии известны случаи *острых отравлений* аэрозолями лития в виде трахеитов, бронхитов, интерстициальных (межуточных) пневмоний, диффузного пневмосклероза.

*Хроническая интоксикация* выражается симптомами нейротоксического действия элемента. Наблюдаются общая слабость, сонливость, головокружение, тремор, боли при глотании, утрата аппетита. Частота сердечных сокращений снижена, мышечная возбудимость, болевая и осязательная чувствительность кожи повышены.

Попадание лития на кожу и слизистые оболочки способно вызвать ожоги.

**Никель** в биологических системах встречается почти исключительно в двухвалентной форме. В теле человека содержится около 10 мг никеля, а его уровень в плазме крови колеблется в довольно узких пределах, что свидетельствует о гомеостазе и, возможно, о незаменимости никеля.

В последние годы биологический эффект микроэлемента интенсивно исследуют в связи с *глобальным загрязнением окружающей среды*. Значительная часть растворимых соединений никеля поглощается как фотосинтезирующими организмами мирового океана, так и морскими животными. В биологическую миграцию вовлекаются сотни тысяч тонн никеля. Потребление продуктов животного и растительного происхождения приводит к повышенному поступлению никеля в организм человека.

Никель поступает в организм также в результате *локальных техногенных геохимических аномалий, формирующихся вблизи предприятий по его переработке*.

*Никельдефицитные состояния* у человека не описаны, хотя принципиально возможны. В частности, группы риска могут составлять больные с нарушением всасывания микроэлемента слизистой оболочкой желудочно-кишечного тракта при хронических гастроэнтероколитах, с симптомами мальабсорбции.

Высокие концентрации никеля в виде пыли могут вызвать раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, носовые кровотечения, гиперемию зева, пневмокониоз. Вдыхание паров и соединений никеля может привести к острым приступам литейной лихорадки. Наиболее тяжелой формой профессиональной патологии, обусловленной токсическим действием никеля, является рак легкого.

**Ванадий** является ультраследовым элементом с последней определяемой концентрацией в сыворотке крови человека, равной $5 \cdot 10^{-9}$ моль, которая оптимальна для роста фибробластов в тканевых культурах. Этот микроэлемент может быть незаменимым, но его значение для высших животных еще не установлено.

Ванадий используется главным образом при производстве стали. Наиболее частый контакт человека с ванадием происходит на работах по его извлечению из руд, а также при контакте с золой нефтяного топлива в бойлерных. Этот микроэлемент широко применяется в резиновой, стекольной и химической промышленности.

*Острые отравления* обусловлены вдыханием соединений ванадия и характеризуются выраженным насморком, чиханьем, слезотечением, сухостью в горле, загрудинными болями, общей слабостью, головной болью, иногда повышением температуры. При нарастании тяжести заболевания развиваются бронхоспазм, бронхит, бронхопневмония, кашель, кровохарканье, иногда кровотечение. Аллергические реакции имеют вид бронхиальной астмы и экземы.

Хронические отравления сопровождаются синдромами ринофарингита, бронхита, нерезко выраженного пневмосклероза, эмфиземы легких, а также изменениями нервной и сердечно-сосудистой систем, в частности отмечается повышенная заболеваемость гипертонической болезнью.

Применение в лечебных целях $Na_3VO_4$ как компонента коммерческого препарата АТФ («Sigma Grade») вызывает усиленное сокращение сердечной мышцы и дает вазоконстрикторный эффект, тормозит активность $Na^+$, $K^+$-АТФазы.

**Алюминий** — один из самых распространенных металлов в земной коре (более 8%), редко встречается в живых организмах предположительно из-за того, что он малодоступен в составе сложных минеральных отложений. Обычно в теле взрослого человека содержится 61 мг алюминия, причем большая часть — в легких, куда попадает в результате ингаляции. Единственный катион алюминия $Al^{3+}$ в нейтральных растворах образует нерастворимый гидроксид $Al(OH)_3$ и на его основе сильно сшитые гидро- и оксосоединения.

В воде и пище возможны только малые количества этого металла, а при таких концентрациях трехвалентный ион алюминия вовсе не является особо токсичным. Попадание трехвалентного иона алюминия (так же, как и ионов ртути и свинца) в сеть водоснабжения городов с кислотными дождями приводит к более высоким уровням микроэлемента, которые уже становятся угрожающими.

Патология, вызванная аномальным накоплением алюминия, многообразна. Возможно выделение следующих форм этого микроэлементоза.

1. ***Простое накопление алюминия в ЦНС*** — хронический доброкачественный старческий алюминоз с минимальными или умеренными признаками снижения нейропсихических функций у лиц старше 65 лет. Такой нейроалюминоз, как правило, не диагностируется и относится к проявлениям нормальной старости.

2. ***Отложение алюминия при болезни Альцгеймера*** — сенильное и пресенильное слабоумие с тяжелыми поражениями нейропсихической сферы, более ранними и быстро развивающимися дегенеративными изменениями в коре большого мозга. Достоверных данных о том, что при болезни Альцгеймера алюми-

ний накапливается в головном мозге в больших количествах, чем у психически здоровых лиц преклонного возраста, нет.

*Согласно современным представлениям, при болезни Альцгеймера алюминий скорее всего не является главной причиной заболевания, а накапливается в уже нездоровом мозге и (или) действует один либо совместно с другими многочисленными факторами.*

3. ***Алюминиевая диализная энцефалопатия*** — в настоящее время редко встречающееся заболевание. Пациенты, подвергавшиеся диализу с высокой концентрацией алюминия в воде, могут получить *«диализное слабоумие»*. Это тяжелое, но принципиально обратимое поражение ЦНС с эпилептическими припадками, миоклониями, возможными расстройствами высших психических функций, которое возникает в результате повышения концентрации алюминия в организме. При этой форме энцефалопатии микроэлемент содержится в цитоплазме нейронов, но не в их ядрах.

4. ***Недиализная алюминиевая энцефалопатия маленьких детей***, возникающая под влиянием приема внутрь лекарственных препаратов с высоким содержанием алюминия *на фоне тяжелой врожденной недостаточности мочевыделения.*

5. ***Перитонеальный алюминоз*** — ятрогенное отложение алюминия в брюшине. (*К ятрогенной патологии относят заболевания и патологические процессы, которые возникают под влиянием медицинских воздействий, произведенных с профилактическими, диагностическими и лечебными целями.*)

6. ***Энцефалопатия, связанная с применением полного парентерального питания при относительной недостаточности гомеостатических механизмов экскреции алюминия***, при врожденных или приобретенных заболеваниях почек.

7. ***Ятрогенная алюминиевая остеодистрофия (остеомаляция)*** — развитие остеопороза, повышенной ломкости костей, понижение функции остеобластов, возникновение множества переломов.

8. ***Легочный алюминоз*** — алюминиевый производственный пневмокониоз с вторичным пневмосклерозом преимущественно верхних долей легких. ***Алюминиевые бронхиты и пневмонии.***

9. ***Астмоидный алюминоз*** — бронхоспастический синдром у плавильщиков алюминия.

10. ***Алюминийзависимая микроцитарная анемия*** — тяжелое, но обратимое заболевание, возникающее как осложнение при гемодиализе.

11. ***Токсическое поражение миокарда, связанное с накоплением алюминия в сердце***, сопровождающееся нарушением его ритмической деятельности. Заболевание возникает при отравлении фосфидом алюминия ($AlPO_4$), широко применяемым для защиты пищевого зерна от грызунов и других вредителей.

12. ***Вторичный алюминоз ЦНС*** при боковом амиотрофическом склерозе и синдроме деменции-паркинсонизма коренных обитателей острова Гуам.

***Загрязнение почвы*** — это появление в ней химических соединений, не являющихся ее естественной составной частью и не свойственных почве данного типа или местных разновидностей.

Внесение в почву огромного количества химических удобрений, пестицидов, промышленных отходов способствует образованию искусственных геохимических провинций с измененными составом и свойствами почвы. Микроэлементное загрязнение окружающей среды представляет наибольшую опас-

ность для индустриально развитых стран. Около промышленных предприятий образуются техногенные биохимические провинции с повышенным содержанием в биосфере свинца, мышьяка, фтора, ртути, кадмия, марганца, никеля и других элементов, представляющим реальную опасность прямого и косвенного влияния на организм человека.

Множество исследований свидетельствуют о токсикологическом значении загрязнения почвы. В частности, вредное воздействие может передаваться по так называемым пищевым цепочкам, т. е. через растения, растущие на данной почве, а также через молоко и мясо животных, питающихся загрязненным кормом.

Пылегазовые выбросы промышленных предприятий загрязняют почву в радиусе до 60–100 км. Так, более 12 000 км$^2$ занято выбросами предприятий цветной металлургии Восточно-Казахстанской области. Содержание в почве этого района свинца, мышьяка, цинка, меди, серы превышает данные контрольных участков в 2,5–200 раз. Загрязнение почвы тяжелыми металлами обусловило загрязнение грунтовых вод в радиусе 5 км от завода с превышением ПДК от 1,2 до 8,3 раза, а также привело к накоплению этих металлов в растениях и продуктах питания. Овощи и зерновые, выращенные на этой территории, имеют пониженную пищевую ценность, поэтому население получает с местными продуктами питания меньше белков, углеводов, витамина С. Люди, проживающие вблизи данных предприятий, с пищей систематически получают повышенные количества свинца (в среднем 0,7 мг), более 16 мг цинка, 2,3 мг меди и 0,5 мг мышьяка. Это привело к повышенной заболеваемости невралгиями, цефалгиями, полиневритами, заболеваниям печени, кожи и слизистых оболочек.

Резко увеличена концентрация канцерогенного углеводорода бенз(а)пирена в почве вокруг нефтехимических комбинатов, сажевых и коксохимических заводов. Употребление овощей, выросших на этих территориях, повышает риск по онкологическим заболеваниям.

В радиусе 2 км от ртутного комбината содержание ртути в почве увеличено вплоть до концентраций, в 330 раз превышающих фоновые (0,15 мг/кг). Показано, что при содержании ртути в почве около 30–40 мг/кг ее количество в овощах (картофель, морковь) достигает 0,4–1,4 мг/кг. Это в 25–87 раз выше содержания ртути в овощах, выросших на незагрязненной почве. Длительное поступление повышенных количеств ртути в организм людей обусловливает повышение содержания этого металла в тканях, снижение иммунореактивности, повышение общей заболеваемости.

Выбросы суперфосфатных заводов загрязняют почву фтором, мышьяком, железом, цинком, медью. Содержание этих элементов в почве и растениях на расстоянии до 5 км в 5–45 раз превышает фоновое. У населения, проживающего в районе завода и не связанного с производством, отмечены повышенное содержание мышьяка в волосах (в 29 раз выше обычного) и выделение его с мочой. Установлено повышение заболеваемости взрослых и ухудшение состояния здоровья детей.

Для оценки влияния выбросов автотранспорта на почву используют результаты химического анализа образцов почвы, отобранных на различных расстояниях в пределах 100 м по обеим сторонам магистрали. Загрязненность почв

по мере увеличения расстояния от полотна дороги снижается, но определенное отклонение от этой закономерности свойственно соединениям цинка, максимальное содержание которого нередко регистрируется на некотором расстоянии от проезжей части. Загрязнение почв тяжелыми металлами в придорожной полосе связано с продолжительностью эксплуатации дорог, причем влияние сравнительно новых автомобильных дорог на качество почвы целесообразно определять прежде всего по содержанию цинка в образцах.

В поверхностном (0–5 см) слое почвы 7–16-метровой придорожной зоны при интенсивности движения до 10 000 транспортных единиц в сутки содержится около 600–1000 мг/кг железа, 20 мг/кг цинка, 10 мг/кг свинца, 0,2 мг/кг кадмия.

Большое влияние на состав почвы оказывает широкомасштабная химизация сельского хозяйства. В гигиеническом отношении особое значение имеют пестициды, очень устойчивые к воздействию внешних факторов. Систематическое применение пестицидов ведет к их накоплению в атмосферном воздухе, воде и почве, продуктах растительного и животного происхождения, организме человека. К таким препаратам относятся хлорорганические соединения, в частности ДДТ. Бесконтрольное применение пестицидов может приводить к значительному загрязнению почвы и обусловливать существенные сдвиги биохимических и микробиологических процессов, приводить к тяжелым нарушениям состояния здоровья людей.

В настоящее время утверждены ПДК для 30 химических веществ, ПДК и ориентировочные допустимые количества для 111 пестицидов в почве.

В процессе наблюдений за состоянием загрязненной почвы нужно выбрать приоритетные загрязняющие вещества для контроля. Этот выбор определяется прежде всего степенью опасности и токсичности загрязнителей и их влиянием на здоровье человека и почвенный биоценоз, а также масштабами выбросов в конкретном районе. Весьма важно иметь информацию, позволяющую анализировать и в конечном итоге сравнивать скорости миграции ксенобиотиков в почвах и из почв в сопредельные среды и скорости их разложения в почве. Приоритетные загрязняющие почву химические вещества и очередность их контроля приведены в табл. 6.1.

**Таблица 6.1**. Ингредиенты, подлежащие контролю в почвах (по Ц.И. Бобовниковой, С.Г. Малахову, Э.П. Махонько)

| Очередность контроля | Промышленные предприятия | Сельское хозяйство | Транспорт |
|---|---|---|---|
| 1-й этап | Бенз(а)пирен; ртуть, свинец, кадмий, никель, кобальт, молибден, ванадий, медь, мышьяк, цинк, хром, сурьма, селен, фтор (валовое количество) | Хлорорганические пестициды: ДДТ и его метаболиты, ГХЦГ, гексахлор-бензол, полихлорпирен, полихлор-камфен, полихлор-бифенилы | |
| 2-й этап | Соединения серы, кислотность некультивированных почв, формы металлов в почве, нефтепродукты, состояние микрофлоры почвы | Фосфорорганические пестициды: фозалон, метафос, карбофос, хлорофос, фосфамид. Гербициды: 2,4 Д, атразин, симазин, пропазин. Состояние микрофлоры почвы | Свинец и бенз(а)пирен вблизи автомагистралей |

**Таблица 6.1.** *Окончание*

| Очередность контроля | Промышленные предприятия | Сельское хозяйство | Транспорт |
|---|---|---|---|
| 3-й этап | Элементарный состав загрязнения почв твердыми отходами, органические токсичные соединения металлов, другие токсичные органические соединения. Наблюдения за изменениями физико-химического состава почвы | Токсичные вещества, поступающие в почву в результате применения удобрений | |

## Эпидемиологическое значение почвы. Самоочищение почвы

Почва имеет большое эпидемиологическое значение. В ней могут находится и передаваться человеку прямым контактным и непрямым (через пыль, воду, животных, пищевые продукты, напитки) путем возбудители многих инфекционных заболеваний, а также яйца и личинки гельминтов (рис. 6.2).

Патогенные микроорганизмы поступают в почву с физиологическими отправлениями человека и животных, сточными водами, трупами и др. Чистая, незагрязненная почва неблагоприятна для патогенных бесспоровых микроорганизмов. В почве, особенно загрязненной органическими веществами, они длительно сохраняют жизнеспособность. Так, в почве бактерии тифо-парати-

**Рис. 6.2.** Основные инфекционные заболевания, в механизме передачи которых участвует почва.

**Таблица 6.2.** Длительность сохранения в почве патогенных микроорганизмов (по К.Д. Пяткину)

| Бактерии | Срок сохранения в почве, мес | |
|---|---|---|
| | средний | максимальный |
| Сальмонеллы брюшного тифа | 0,5 | 12 |
| Дизентерийная палочка | 1 | 2 |
| Холерные вибрионы | 0,5 | 4 |
| Микобактерии туберкулеза | 3 | 7 |
| Бруцеллы | 0,5 | 2 |
| Пастереллы чумы | 0,1 | 1 |
| Возбудители туляремии | 0,5 | 2,5 |

фозной группы могут находиться до 400 дней, дизентерии — до 100 дней, вирусы полиомиелита, ECHO, Коксаки — до 150 дней, яйца аскарид — до 1 года. В течение этого времени возможно проникновение патогенных микроорганизмов в грунтовые и поверхностные воды, соприкасавшиеся с инфицированной почвой. Сроки выживания возбудителей некоторых инфекционных болезней представлены в табл. 6.2.

Заразное начало может передаваться при непосредственном контакте (особенно у детей во время игр) с почвой, при питье инфицированной воды, при употреблении загрязненных овощей, через насекомых, главным образом мух, и т.п.

Большую роль играет почва в распространении глистных инвазий (аскариды, власоглавы, острицы, свиной и бычий цепни). Из кишечника человека, зараженного этими паразитами, с фекалиями их яйца могут попасть в почву, где они проводят часть своего жизненного цикла и дозревают до инвазионной стадии. Одна самка аскариды может выделить около 240 000 яиц. Яйца свиного и бычьего цепней, попав в корм свиней и крупного рогатого скота, в организме этих животных превращаются в личинки, которые находятся преимущественно в мышцах. Человек, употребляя в пищу недоброкачественную свинину или говядину, заражается личиночной стадией этих гельминтов. Для профилактики гельминтозных заболеваний необходимо оборудовать благоустроенные выгребные ямы, не допускать загрязнения дворов фекалиями, использовать их для удобрения только после компостирования.

Следует подчеркнуть, что спороносные болезнетворные микроорганизмы (возбудителей газовой гангрены, сибирской язвы, столбняка, актиномикоза, ботулизма) считают долговременными и практически постоянными обитателями почвы — их споры сохраняют жизнеспособность в почве десятки лет. Заражение столбняком и газовой гангреной происходит через почву, попавшую в рану при травматических повреждениях кожи и огнестрельных ранениях. Спороносные анаэробы столбняка и газовой гангрены чаще встречаются в садово-огородном пахотном слое почвы, удобренной навозом и загрязненной экскрементами животных. Споры столбняка, попав на раневую поверхность, могут вызвать тяжелейшее заболевание, выделяя сильнодействующий токсин. При газовой гангрене выделяется токсин, который приводит к интоксикации организма и омертвению тканей.

Споры сибирской язвы, попав в организм, прорастают и могут вызвать чаще кожную, реже кишечную и легочную форму заболевания. Загрязнение почвой продуктов растительного и животного происхождения может привести к отравлению ботулиническим токсином (ботулизм).

В почве постоянно находятся грызуны, заражающие поверхностные и грунтовые воды лептоспирами, клещи — переносчики трансмиссивных инфекций, почва служит средой для развития личинок мух, москитов, слепней, блох.

Попавшие в почву органические вещества разлагаются до неорганических веществ — это процессы минерализации и нитрификации. Особой формой почвенного преобразования является гумификация, приводящая к образованию гумуса (сложного органического соединения). Все эти преобразования, направленные на восстановление первоначального состояния пахотного слоя земли, называются самоочищением почвы. Самоочищение начинается с того, что попавшие в почву органические вещества вместе с содержащимися в них бактериями, вирусами и яйцами гельминтов частично задерживаются, проходя через почву, и по мере передвижения их количество уменьшается. Под влиянием механической, физико-химической, биологической и биохимической поглотительной способности почвы нечистоты обесцвечиваются, утрачивают зловонный запах, токсичность и другие свойства. Особая гигиеническая роль почвы связана с процессом обеззараживания микроорганизмов, главным образом неспороносных патогенных. Уничтожению бактерий способствуют конкуренция со стороны сапрофитов, действие механического фактора, бактерицидное влияние солнечных лучей, поверхностной энергии электрохимических взаимоотношений. Эффективность обезвреживания зависит от вида бактерий, структуры почвы и т.п. Данные свойства почвы используют для организации полей фильтрации, предназначенных для очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. Углеводороды отбросов окисляются в почве до углекислоты и воды в анаэробных условиях, до образования жирных кислот с последующим распадом до водорода, углекислоты, метана и других газов. Жиры расщепляются в почве очень медленно, так как они меньше подвержены процессам биохимического распада. При данном процессе образуются глицин, жирные кислоты, окисляющиеся до углекислоты и воды. В анаэробных условиях жиры разлагаются приблизительно по той же схеме, что и углеводы. Белки расщепляются до аминокислот, часть которых используется как пластический и энергетический материал размножающимися бактериями (в дальнейшем при их самоокислении образуется карбонат аммония), другая часть подвергается дезаминированию с выделением аммиака (в конечном счете получается гидроксид аммония), воды и углекислоты. Возможно попадание в почву с нечистотами непосредственно аминокислот и продуктов белкового обмена, в частности мочевины, гидролизация которой приводит также к образованию аммония. Алюминий образует с кислотами почвы соли и далее окисляется в азотистую и азотную кислоты. Нитриты образуются при участии бактерий рода Nitrosomonas, а под влиянием B. Nitrobacter нитриты превращаются в нитраты. Одновременно с окислительными процессами в почве происходят и восстановительные, т. е. денитрификация. Разложение органических веществ может происходить аэробно — при участии кислорода, который необходим для жизнедеятельности аэробных бактерий, и анаэробно — без кислорода,

**Таблица 6.3.** Комплексное определение гигиенической опасности почвенного фактора

| Степень опасности | Характеристика почв | Число личинок и куколок на 25 м² почвы | Число яиц гельминтов в 1 кг почвы | Титр *E. coli* | Титр *Cl. perfringens* | Санитарное число (число Хлебникова) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Безопасная | Чистая | 0 | 0 | 1,0 и больше | 0,1 и больше | 0,98–1,0 |
| Относительно безопасная | Слабо загрязненная | 1–10 | До 10 | 1,0–0,01 | 0,1–0,001 | 0,85–0,98 |
| Опасная | Загрязненная | 10–100 | 11–100 | 0,01–0,001 | 0,001 и меньше | 0,70–0,85 |
| Чрезвычайно опасная | Сильно загрязненная | 100 и больше | Более 100 | 0,001 и меньше | 0,0001 и меньше | 0,7 и меньше |

с помощью гнилостных бактерий. С гигиенической точки зрения наиболее благоприятно аэробное разложение органических веществ, при котором не образуются дурно пахнущие газы, портящие воздух и воду.

Самоочищение почвы имеет большое санитарно-гигиеническое и эпидемиологическое значение. Следует подчеркнуть, что самоочищение почвы не безгранично. Чрезмерное ее загрязнение может вызвать гибель всей полезной микрофлоры. Для комплексной оценки санитарного состояния почвы используют ряд показателей. Одним из важных показателей загрязненности почвы является санитарное число (число Хлебникова), представляющее собой отношение азота гумуса к общему органическому азоту почвы. В процессе самоочищения почвы количество азота гумуса увеличивается и, следовательно, показатель возрастает, приближаясь к единице. О степени загрязнения почвы микроорганизмами судят по бактериологическим показателям, коли-титру, титру анаэробов, наличию яиц гельминтов, числу личинок и куколок мух (табл. 6.3).

## Санитарная охрана почвы

Исторически лучшие земли оказались в пределах городских территорий. За всю историю человечества было потеряно больше земель, чем ныне интенсивно обрабатывается (общая потеря почв в мире составляет около 90 млрд т в год). Интенсивной эрозии подвержено 900 млн га из 6 млрд га обрабатываемых пашен. За последние 30 лет мировой фонд плодородных почв сократился на 150 млн га.

Массовое применение минеральных удобрений истощает биопотенциал почв — естественно восстанавливаемую составляющую их плодородия и загрязняет их тяжелыми металлами. С 1950 г. потребление минеральных удобрений возросло в 5 раз, но лишь 1/4 продовольствия, производимого в мире, зависит от их использования. Орошаемое земледелие приводит к засолению больших площадей. Пагубно действуют пестициды. Их применение возросло с 40-х годов не менее чем в 10 раз, а потери урожая увеличились почти в 2 раза. В мире используют до 4 млн т пестицидов, из которых лишь 1% достигает

цели. Косвенные потери от пестицидов измеряются в США 1 млрд долларов; ежегодно в мире регистрируется 0,5 млн случаев отравлений пестицидами, в том числе в США — 45 000.

*Санитарная охрана почвы населенных мест* представляет собой комплекс мероприятий, имеющих целью предупреждение и устранение таких изменений состава и свойств почвы, которые могут оказать вредное влияние на здоровье и самочувствие людей.

Основные задачи санитарной охраны почвы:

- сохранение естественных свойств почвы, важных с точки зрения ее плодородия и содержания биомикроэлементов, необходимых человеку и животным; борьба с эрозией почвы. Мелиорация почвы, регулирование воздушно-влажностного режима, орошение и борьба с заболоченностью. Озеленение, устройство зеленых насаждений;
- предупреждение внесения в почву токсичных, канцерогенных веществ с выбросами и отходами промышленных предприятий и с пестицидами, применяемыми в сельском хозяйстве;
- предотвращение загрязнения почвы органическими веществами, отбросами; очистка населенных мест, канализация зданий.

Санитарное значение охраны почв населенных мест определяется, во-первых, выживаемостью в почве патогенных бактерий, спор и вегетативных форм бацилл, вирусов; ролью почвы как промежуточной среды развития геогельминтов; ролью почвы в развитии мух; во-вторых, способностью почвы к самоочищению; изменением состава почвенного воздуха; влиянием загрязнения почвы на качество воды в открытых водоемах и грунтовых вод; содержанием токсичных веществ в почве; пылеобразовательным свойством почвы; в-третьих, содержанием микроэлементов в почве, их влиянием на состав пищевых веществ (растения и животные) и воды; радиоактивностью почвы: естественный радиационный фон и искусственная радиоактивность.

## Гигиенические основы очистки населенных мест

Одной из самых основных, важных и сложных проблем санитарно-коммунального благоустройства населенных мест являются сбор, удаление, обезвреживание нечистот, отбросов и отходов, которые накапливаются в результате жизнедеятельности людей. Приводим классификацию отходов, предложенную З.Г. Горбовым.

**Классификация отходов**

| Жидкие отходы: | Твердые отходы: |
|---|---|
| - нечистоты (фекалии и моча); | – уличный смет; |
| - помои (грязные воды от приготовления пищи, мытья тела, посуды, полов, стирки белья); | – домовый мусор; |
| | – остатки пищи; |
| | – кухонные, хозяйственные и промышленные отбросы; |
| - сточные воды промышленных и торговых предприятий, бань и прачечных, загрязненные метеорные воды. | – трупы животных, боенские отходы; |
| | – навоз. |

Разработано множество современных технологий уничтожения и переработки отходов, но нет стопроцентно экологически чистого способа борьбы с этой своего рода чумой нашей цивилизации. Частично отходы вывозятся на загородные полигоны, до 10% отходов попадает на неорганизованные свалки, около 6% остается на территории населенного пункта и промышленных предприятий. Накопление бытовых отходов в зависимости от благоустройства населенного пункта может достигать до 600 кг на человека, а ежедневное увеличение отходов на душу населения составляет 4–6%, что в 3 раза превышает рост населения. Происхождение и состав отходов разнообразны и тесно связаны с характеристикой населенного пункта (город, село, деревня), с развитием промышленности, климатическими условиями и т.п.

## Санитарно-эпидемиологическое значение жидких и твердых отходов

Физиологические выделения людей и животных, помои, сточные воды составляют наименьшую часть отходов, но на их удаление и обеззараживание обращают первоочередное внимание ввиду большого эпидемиологического значения и неприятного запаха. Многие отбросы содержат органические вещества, воду и представляют хорошую питательную среду для микроорганизмов, среди которых могут находиться патогенные бактерии (табл. 6.4).

Исключительную роль играют отбросы в распространении глистных инвазий. В выгребных ямах яйца аскарид сохраняются до 6 мес, в загрязненной почве — до 1 года. Бытовые отходы служат местом выплода и резервуаром питания мух. Перенося патогенные микроорганизмы, мухи могут загрязнять пищевые продукты, предметы кухонного обихода. Мухи являются переносчиками многих инфекционных заболеваний, особенно желудочно-кишечных. Скопления отбросов служат местом размножения и обитания мышей и крыс, которые являются переносчиком чумы, туляремии, лептоспироза.

Отходы представляют не только эпидемиологическую, но и токсикологическую опасность. Более 100 химических соединений может содержаться в бытовом твердом мусоре, среди них ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, таллий,

**Таблица 6.4.** Выживаемость микроорганизмов в отбросах

| Возбудитель | Выживаемость, дни | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | в испражнениях | в сточных водах | в выгребных ямах | в кухонных отбросах | в комнатной пыли |
| Холерный вибрион | До 210 | До 12 | До 15 | – | – |
| Палочка брюшного тифа | До 100 | До 6 | До 150 | До 4 | До 42 |
| Палочки паратифов | – | – | – | До 24 | До 107 |
| Дизентерийные палочки | – | – | – | До 24 | До 107 |
| Палочка сибирской язвы | – | – | – | – | До 80 |
| Микобактерия туберкулеза | – | – | – | – | До 200 |

цинк и их соединения, соли, красители, пестициды, лекарства и т.п. Примерно 4% отходов токсичны.

Любые отходы могут изменить органолептические свойства воды, придать воздуху зловонный запах.

## Гигиенические требования к очистке населенных мест (сбор, транспортировка, хранение и обезвреживание отходов)

В населенных пунктах образуются разнообразные твердые и жидкие отходы, которые подразделяются на хозяйственно-бытовые и производственные (промышленные, сельскохозяйственные и др.).

Все виды отходов подлежат своевременному сбору, удалению, обезвреживанию и переработке (утилизации). Данные меры имеют большое санитарное значение, поэтому в интересах экологического и эпидемиологического благополучия, охраны окружающей среды и здоровья населения они регламентируются специальными официальными документами.

Существуют две принципиально различные системы удаления отходов: канализационная (сплавная) и вывозная (ассенизационная).

Основными функциональными элементами обеих систем являются устройства для сбора отходов — накопители, сборники, приемные устройства, транспортное звено (сеть) и сооружения для обеззараживания отходов (табл. 6.5).

В сельской местности ввиду низкой плотности населения система централизованной утилизации бытовых отходов, как правило, отсутствует. Вывозная система предусматривает удаление жидких отбросов за черту населенного пункта в места обезвреживания и утилизации. Сбор жидких отбросов осуществляется

**Таблица 6.5**. Основные этапы удаления и обезвреживания жидких и твердых отходов

| Системы удаления | Канализационная | Вывозная | |
|---|---|---|---|
| отходы | жидкие | твердые | жидкие |
| Сбор | Санитарное оборудование (раковины, унитазы) | Квартирные мусоросборники, домовые мусороконтейнеры | Выгребные уборные, помойные ямы, люфт- и пудр-клозеты |
| Транспортировка | Сплавные сети и коллекторы | Автомобили-мусоровозы и другой приспособленный для вывоза отбросов транспорт | Ассенизационные автомобили и прицепы |
| Обеззараживание и утилизация | Очистные сооружения (механическая, биологическая очистка и обеззараживание), решетки, песколовки, отстойники, биофильтры, аэротенки, поля орошения, биологические пруды, компактные установки | Свалки (полигоны), мусороперерабатывающие заводы | Поля запахивания и ассенизации |

в выгребных ямах, уборных и помойках. Их устройство должно обеспечить максимальную изоляцию нечистот от окружающей территории, грунтовых вод и воздушной среды. Дворовые сборники отходов и нечистот следует размещать на хозяйственных площадках, которые располагаются не ближе 40—100 м от источников водоснабжения, жилых и общественных зданий. Обезвреживание жидких отходов при вывозной системе чаще всего осуществляется почвенным методом — на полях ассенизации и запахивания.

Канализационная система является более совершенной формой очистки населенных пунктов. Она состоит из приемников нечистот, сети канализационных труб, смотровых колодцев и очистных сооружений. Различают 3 основных вида канализационных систем: хозяйственно-бытовую, промышленную и ливневую. Каждая из них может существовать раздельно (чаще всего) или в сочетании (общесплавная). Канализационная система очистки предусматривает удаление жидких отбросов по подземным канализационным сетям за пределы города в места обеззараживания. При этой системе полностью устраняется возможность загрязнения нечистотами зданий, почвы, воздуха и практически исключается контакт людей с отбросами.

На очистных сооружениях осуществляют очистку и обеззараживание сточных вод, после чего их спускают в открытые водоемы. Очистные сооружения, как правило, включают механическую очистку при помощи решеток, сит, песколовок, жироловок, отстойников и др. При этом сточные воды освобождаются от минеральных и органических веществ. Обезвреживание коллоидных и растворенных органических веществ осуществляется биологическими способами — искусственными (биофильтры, аэрофильтры, аэротенки) и естественными (поля орошения, фильтрации).

Для сбора и удаления твердых отходов применяются подворная (контейнерная) и поквартирная системы. В первом случае население выбрасывает мусор в металлические контейнеры (в многоэтажных домах устраивается мусоропровод с бункером, откуда мусор пересыпается в сменные сборники). При планово-поквартирной очистке мусор из квартир выносят непосредственно в мусоровозы в установленное время.

Обезвреживание твердых отбросов возможно как почвенными, так и техническими способами (мусороперерабатывающие заводы, сжигание и др.). Более совершенным методом переработки биоразлагаемых отходов является компостирование, при котором мусор укладывают послойно с землей в штабели. В результате биотермических процессов мусор обеззараживается, гумифицируется и затем используется как удобрение.

# ГЛАВА 7

# КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Изучение связи между здоровьем человека и атмосферными явлениями имеет давнюю историю. Еще отец медицины Гиппократ в трактате «О воздухе, водах и местностях» отмечал влияние погоды на здоровье человека. Постепенно накапливались факты, подтверждающие взаимосвязь погоды со здоровьем. Первоначально это были случаи единичных совпадений обострений заболеваний с ухудшением погоды, затем повторяемость таких совпадений позволила заключить, что подобные явления не случайны, что они представляют собой лишь внешнее проявление действия неблагоприятных климатических условий на здоровье человека.

Давно замечено, что симптомы многих заболеваний проявляются ритмически и зависят от времени суток. Например, ночью чаще возникают тромбозы мозговых сосудов, инсульты, инфаркты, приступы стенокардии, гипертонические кризы, приступы бронхиальной астмы. У терапевта бывают «черные полосы» в работе, когда за 2—3 дня число вызовов к больным увеличивается во много раз. Это больные с сердечно-сосудистой патологией, бронхиальной астмой, желчнокаменной болезнью и др. Педиатрам известны периоды сезонных заболеваний у детей. Хирурги также отмечают, что операции при неустойчивой погоде опаснее из-за большей вероятности эмболий и послеоперационных кровотечений.

В настоящее время влияние климата на здоровье стало одной из важных тем медико-биологических исследований. Необходима разработка прогнозов для предотвращения обострений хронических заболеваний, а также активного влияния на здоровье и работоспособность практически здоровых людей при акклиматизации в необычной климатогеографической среде, часто с экстремальными условиями.

Климатические факторы влияют на биологические ритмы различных физиологических систем организма, под

влиянием этих факторов возникают сезонные заболевания и обострения хронических болезней, существуют метеотропные заболевания, с внезапным изменением погоды связаны ухудшение здоровья и снижение работоспособности.

Погода характеризуется определенным комплексом метеорологических факторов: интенсивностью солнечной радиации, электрическим состоянием атмосферы, температурой, влажностью, давлением воздуха, скоростью и направлением ветра, атмосферными осадками. Многолетний режим погоды составляет климат данного района. Климат складывается в результате воздействия различных климатообразующих факторов, к которым относятся географическая широта и долгота, циркуляция атмосферы, рельеф местности и характер подстилающей поверхности почвы. За последнее время известное влияние на климатические условия оказывает многообразная производственная деятельность человека.

В создании тех или иных климатических условий большое значение имеет радиационный баланс земной поверхности, т. е. разность между приходом солнечной радиации на поверхность земли и расходом поступающей энергии.

Тепловой баланс земной поверхности существенно влияет на нагревание и охлаждение воздушных масс.

На количество получаемых земной поверхностью солнечных лучей влияет также облачность, которая зависит от циркуляции атмосферы. Зимой наибольшая облачность наблюдается на западе страны в связи с развитием интенсивной циклонической деятельности.

В восточном направлении с повышением атмосферного давления и ослаблением циклонической деятельности облачность уменьшается. В соответствии с этим приток солнечных лучей зимой на западе меньше, чем на востоке.

Изменения в режиме инсоляции, температуры и влажности воздуха определяют растительность, почвенный покров, эрозионную деятельность региона, что в целом дает представление о климатическом районе.

По средним температурам января и июля различают 4 климатических района: холодный с температурой января от −28 до −14 °С, июля от +4 до +22 °С, умеренный с температурой января от −14 до −4 °С, июля от +10 до +22 °С, теплый с температурой января от −14 до +4 °С, июля от +28 до +34 °С. Кроме указанных основных климатических районов имеются местные разновидности климата: морской, степной, горный и т.д.

Периодическую смену физических свойств воздушной среды в основном определяют астрономические условия — продолжительность дня и ночи, смена сезонов года, максимальная высота стояния солнца в течение года в зависимости от широты местности.

Годовой ход температуры независимо от широты выражается кривой с понижением температуры в январе—феврале и повышением в июле—августе.

Суточная амплитуда температуры воздуха больше на севере и в средних широтах и меньше на юге.

Изменения погоды связаны с непериодическим колебанием атмосферного давления воздуха у поверхности земли. Суточные колебания атмосферного давления при устойчивой погоде составляют не более 1−2 мм рт. ст. При более резких изменениях погоды колебания атмосферного давления могут превышать 10−20 мм рт. ст.

Распределение температуры в тропосфере приводит к тому, что в ее нижних слоях у экватора образуется область низкого давления, а у полюсов — область высокого давления; в высоких слоях тропосферы распределение атмосферного давления обратное. Воздушные массы высокого давления (антициклоны) приносят с собой большей частью ясную погоду. Антициклоны идут перед каждой серией циклонов. Погода с ливнями обычно наблюдается в тылу циклонов и вызывается вторжением холодного воздуха (рис. 7.1).

Низкое атмосферное давление находится в центре циклона. Ветер направляется от периферии к центру, но в силу вращения Земли отклоняется вправо по спирали. Притекающий к центру циклона воздух поднимается вверх и на уровне 4–9 км растекается к периферии. Циклоны не остаются на месте, они перемещаются с различной скоростью. В Европе циклоны передвигаются преимущественно с запада на восток.

В течение года меняются компоненты атмосферного электричества. Напряженность электрического поля Земли имеет наименьшее значение летом и наибольшее значение зимой. В связи с этим теплые и жаркие типы погоды сопровождаются наименьшим напряжением электрического поля, холодные — наибольшим.

На поверхности земли существует силовое магнитное поле, направление которого обнаруживается по положению свободно вращающейся намагниченной стрелки.

Быстрые изменения геомагнитного поля, такие, как магнитные возмущения, магнитные бури и магнитные грозы, возникают в связи с усиленным притоком электрически заряженных частиц с поверхности Солнца.

Максимальное число магнитных бурь наблюдается в период равноденствия, минимальное — в период солнцестояния. Особенно их число возрастает в пе-

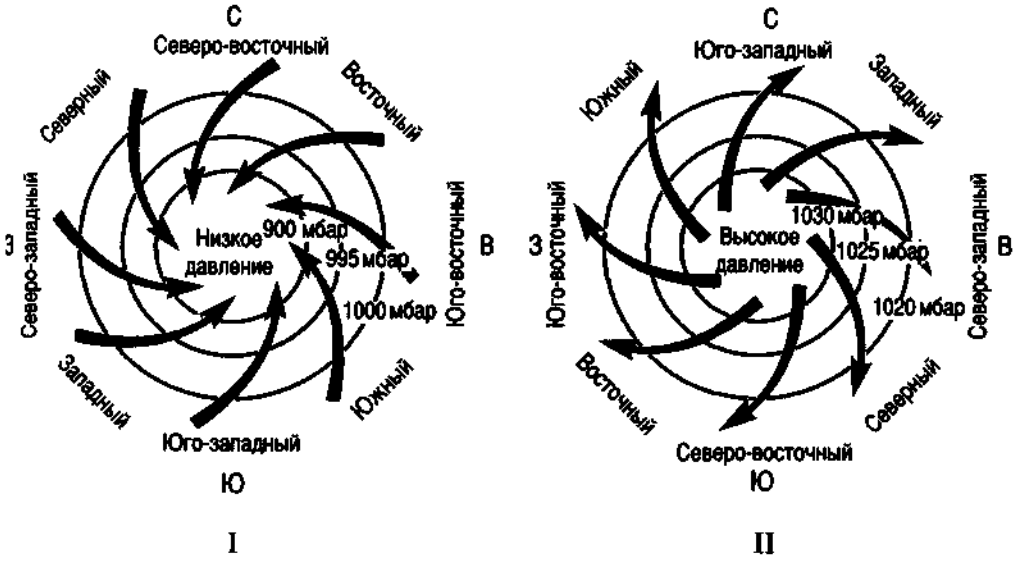



Рис. 7.1. Движение воздуха в циклоне (I) и антициклоне (II).

риод интенсивной солнечной активности в так называемые периоды неспокойного Солнца.

Активность атмосфериков — электромагнитных колебаний в результате грозовых разрядов увеличивается к лету и уменьшается к зиме.

Таким образом, в понятие «климат» включаются не только температура, влажность, подвижность воздушных масс и атмосферное давление, но и характеристика электромагнитных факторов — напряженность магнитного поля, электропроводность воздуха, активность атмосфериков, интенсивность солнечного излучения.

От угла падения солнечных лучей зависит не только количество приносимой ими тепловой энергии, но и спектральной состав света. Биологические ритмы связаны с чередованием света и тьмы, а величина их амплитуды зависит от колебаний метеорологических факторов: температуры, давления воздуха, влажности, силы ветра и т.д. Следовательно, смена сезонов, т. е. световой климат, является одним из важных сигналов, на который реагирует живой организм. Многочисленные клинические наблюдения подтверждают, что главным синхронизатором биологических ритмов у человека является свет; суточное вращение Земли вызывает в организме волнообразное изменение функций с периодом, близким к 24 ч. Такие ритмы принято назвать циркадианными, их частотная характеристика различна.

В организме человека определенную частоту имеют колебания ресничек мерцательного эпителия, пульс, дыхание, перистальтика кишечника и др. Периоды некоторых функций измеряются часами (функция почек, уровень адреналина в крови, секреция желудка), периоды других сокращены до минимума (сердечная деятельность, передача нервного импульса и т.д.). Максимум одних физиологических функций приходится на первую половину дня, других — на вторую.

В светлую часть суток увеличивается двигательная активность человека, усиливаются обменные процессы, интенсивнее выделяется желчь. Наибольший запас гликогена в печени наблюдается в предутренние часы, он уменьшается около 15 ч. Это имеет большое значение для лечения диабета и болезней желудочно-кишечного тракта, построения лечебных рационов. Сердце, селезенка, костный мозг, лимфатические узлы работают также циклично. На протяжении суток в циркулирующей крови меняется количество форменных элементов. Максимум гемоглобина в крови отмечается в 11—13 ч, а минимум — в 16—18 ч. В течение суток в крови меняется содержание калия, магния, кальция и железа. Ночью в крови повышается количество солей магния, а в мозговой ткани — солей калия.

Известно также, что люди чаще рождаются и умирают в темную часть суток.

Клинически подтверждены изменения физиологических функций по сезонам года. Так, отмечаются циклические колебания чувствительности кожи к ультрафиолетовым лучам на протяжении года: зимой она выше, чем летом.

Летом отмечается перераспределение крови от внутренних органов к кожным покровам, в связи с этим артериальное давление летом ниже, чем зимой. Летом наблюдается увеличение минутного объема сердца, менее выраженная сосудистая реакция и большое потребление кислорода тканями, чем зимой. Способность крови связывать углекислоту наибольшая зимой. Отмечены функциональные и структурные изменения щитовидной железы по сезонам. Актив-

ность йода в щитовидной железе и крови выше летом и весной. В эти же сезоны наблюдается усиление функции коры надпочечников.

Согласно широко распространенной гипотезе «неблагоприятных дней» жизнь каждого человека протекает в соответствии с определенными циклами: физическим с периодом 23 дня, эмоциональным с периодом 28 дней, интеллектуальным с периодом 33 дня. В каждом цикле первая половина положительная, а вторая отрицательная. Дни перехода от положительной фазы к отрицательной и наоборот неблагоприятны. В эти дни увеличивается вероятность эмоциональных срывов, неправильных решений, несчастных случаев. Регулярные наблюдения за циклическими колебаниями солнечной деятельности ведут астрономические обсерватории более двух столетий. Получены ценные данные о солнечной активности в различные сезоны года, циклических хромосферных вспышках на Солнце, процессах изменения солнечной короны. Корпускулярное излучение Солнца в зависимости от цикла его активности может усиливаться или ослабляться в десятки и сотни раз. Установлена взаимосвязь электромагнитной деятельности Солнца и биологических ритмов живых организмов.

О существовании солнечно-земных связей неоднократно говорил проф. А.Л. Чижевский (1897–1964). Он доказал, что интенсивность электромагнитного излучения Солнца определяет активность биологических процессов в организме. В период активного Солнца увеличивается число эпидемий, активно размножаются вредители сельского хозяйства. По данным солнечной активности и активности возбудителя холеры он в 1930 г. предсказал возможность эпидемической вспышки холеры в 1960–1962 гг. Это произошло в Юго-Восточной Азии. Из 9 пандемий гриппа, предсказанных им, 8 действительно произошли, в том числе пандемия гриппа в Европе в 1968–1969 гг.

Многочисленные работы биологов, энтомологов и зоологов показали, что массовые заболевания животных имеют периодичность около одиннадцати лет, т. е. синхронны с солнечной активностью. Изменение солнечной активности и смена погоды способствуют обострению хронических заболеваний у людей.

Клинические исследования отмечают в период повышенной солнечной активности увеличение времени свертывания крови у людей, что связывается с ухудшением состояния сердечно-сосудистых больных, увеличением вероятности инфаркта миокарда.

Аналогичная закономерность отмечается и в состоянии психически больных людей. В период повышенной солнечной активности число обострений у таких больных резко возрастает. Особенно подавленными в период магнитных бурь бывают больные хроническим алкоголизмом.

Все метеорологические факторы имеют значительные колебания, связанные с сезоном года и погодой в каждый конкретный момент.

Особенно непостоянно атмосферное давление, его повышение или понижение на 1–4 мбар от среднесуточной величины считается слабым; при колебаниях от 5–8 мбар — умеренным и более 8 мбар — резким. Изменение атмосферного давления тесно связано с изменением других физических показателей атмосферы. Так, климатологи считают воздух сухим, если его относительная влажность не превышает 55%, умеренно сухим при 56–70%, влажным при 71–85%, очень влажным (сырым) при относительной влажности 85%. Если за

сутки количество атмосферных осадков не превышает 1 мм, погода считается без осадков. Сила ветра определяется по шкале Симпсона–Бофорта.

Кратковременное усиление ветра до 20 м/с и более называется шквалом. Действие ветра на организм неоднозначно. Летом умеренный ветер, снимая с кожи избыточное тепло, способствует теплоотдаче с поверхности тела, помогает испарению пота. Знойный ветер ухудшает самочувствие человека, способствует его перегреванию, особенно если температура воздуха превышает среднюю температуру кожи.

В холодную погоду и особенно при повышенной влажности ветер оказывает охлаждающее действие. В этих условиях особенно часто происходят обморожения. Многие люди, особенно больные, плохо переносят сильный ветер.

Сухой и жаркий сильный ветер, называемый суховеем, несет массу горячего песка. Пыль проникает в дома, пропитывает одежду, волосы, попадает в глаза, носоглотку, вызывает ощущение тягостной духоты. У людей развивается подавленное настроение, особенно часто возникают рецидивы хронических заболеваний нервной и сердечно-сосудистой систем.

Большой скоростью и порывистостью отличаются ветры на Новой Земле, на побережье Охотского моря, на озере Байкал около острова Ольхон.

Наивысшим проявлением действия климатических факторов становятся так называемые сезонные заболевания и сезонные обострения хронических заболеваний. Наиболее заметно связаны с сезонами года простудные заболевания (грипп, острые респираторные заболевания, воспалительные заболевания дыхательных путей и т.д.). Максимальное число этих заболеваний приходится на осень, зиму и раннюю весну.

Наибольшее число заболеваний пневмонией у детей до 1 года зарегистрировано в январе и апреле, что совпадает с наиболее резкими колебаниями погоды. Охлаждение, нарушение трофики носоглотки способствуют развитию инфекционного процесса. В холодное время года смертность повышается. Наибольшая смертность от туберкулеза легких приходится на зиму и раннюю весну, от сердечно-сосудистых заболеваний — на ноябрь–декабрь. Весной атмосферное давление может иметь существенные суточные колебания, оно, как правило, имеет тенденцию к снижению, уменьшается абсолютное количество кислорода в воздухе. Вследствие частой смены воздушных масс весной увеличивается число дней с так называемым метеопатическими эффектами атмосферы: тонизирующе-спастическим при прохождении холодного атмосферного фронта при повышенном атмосферном давлении и гипотензивно-гипоксическим в области низкого атмосферного давления и теплого фронта. В этих условиях наиболее часты обострения хронической ишемической болезни, вегетативной дистонии по гипотензивному типу, заболеваний бронхолегочной системы. Адаптацию организма к неблагоприятным погодным условиям весны затрудняют дефицит витаминов в пище, недостаточность ультрафиолетового облучения.

Многие годы изменения в организме, связанные с погодными условиями, объясняли резкими колебаниями атмосферного давления. Однако последние исследования показали, что колебания атмосферного давления, связанные с погодой, не оказывают столь выраженного воздействия на организм, так как соответствуют различию в высоте над уровнем моря всего лишь 500 м. В климатической камере признаки регуляторных нарушений — замедление пульса,

повышение минутного объема и увеличение объема дыхания возникают при увеличении атмосферного давления, соответствующим высоте 3000 м над уровнем моря. Надо полагать, что изменения в организме, связанные с погодой, объясняются действием комплекса факторов, включающего не только обычные метеорологические условия (температура, влажность, подвижность воздуха, атмосферное давление), но и электрометеорологические факторы (магнитное поле Земли, электропроводность воздуха и т.д.).

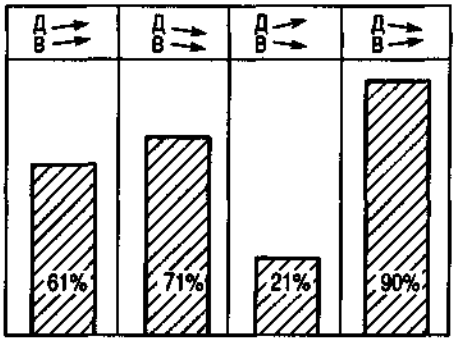



**Рис. 7.2.** Связь частоты метеопатических реакций с различными сочетаниями атмосферного давления и влажности воздуха. Д — атмосферное давление; В — влажность воздуха.

В истории климатологии зафиксированы дни, когда резкое изменение погоды привело к появлению множества заболеваний. Так, в Петербурге в январе 1780 г. произошло резкое изменение погоды — за одну ночь температура воздуха с −44 °С повысилась до +6 °С, в Ташкенте 18 ноября 1954 г. за один день теплая солнечная погода с температурой воздуха +15 °С сменилась ветреной погодой с температурой воздуха −21 °С. В результате подобных погодных катастроф возникли массовые простудные заболевания и отмечено большое число обострений у больных с сердечно-сосудистой и бронхолегочной патологией. Неблагоприятные реакции организма, связанные с изменением погодных условий, получили название метеопатий (рис. 7.2).

Для возникновения этих реакций необходима определенная предрасположенность организма, метеолабильность, связанная с состоянием его физиологических систем. При заболеваниях, снижающих возможности приспособительных механизмов, метеопатические реакции возникают чаще и выражены сильнее, чем у здоровых людей. Наиболее заметны метеопатические реакции при переезде в новые климатические районы, особенно с экстремальными условиями. В одном и том же климате метеопатические реакции могут быть связаны с сезонными колебаниями метеорологических факторов.

В средней полосе отмечаются сезонные подъемы таких инфекционных заболеваний, как ОРЗ, грипп, пневмония, скарлатина, дизентерия. На осенне-зимний переход приходится максимум смертности от инфаркта миокарда, мозгового инсульта и др. В переходные сезоны (весной и осенью) наиболее часты обострения язвенной болезни желудка, гипертонической и хронической ишемической болезни.

Наконец, метеопатические реакции могут быть обусловлены изменением погодных условий в любой климатической зоне, так как даже в самом благоприятном климате возможны неблагоприятные погодные условия.

Установлена связь между изменением погоды и частотой сердечно-сосудистых осложнений. У этих больных метеопатические реакции резко усиливаются в дни с пониженным атмосферным давлением (92% против 13–16% в дни с нормальным и высоким давлением).

Гипертонические кризы чаще происходят в дни с повышенным атмосферным давлением в сочетании с резким снижением температуры воздуха и по-

вышенной влажностью. При этом развивается так называемый спастический тип реакций с раздражительностью, нарушением сна, болями в области сердца.

Для больных гипотонической и ишемической болезнью наиболее неблагоприятно снижение давления в сочетании с теплым, влажным воздухом. При таком сочетании метеофакторов снижается плотность кислорода в воздухе, что приводит к развитию гипоксических реакций в виде слабости, сонливости, возникают ишемические боли, ощущение недостатка воздуха. У больных с воспалительными заболеваниями суставов резкое ухудшение общего состояния и обострения местного процесса чаще наблюдаются при снижении температуры воздуха и атмосферного давления. Для больных бронхиальной астмой наиболее неблагоприятны дни с резкой сменой температуры, усилением ветра и осадками. У больных атеросклерозом метеопатические реакции чаще отмечаются в феврале—марте и сентябре—октябре.

Наибольшее число заболеваний и их обострений связано с резким изменением погоды при прохождении синоптических фронтов. Синоптический фронт — это плоскость раздела между двумя воздушными массами различного происхождения. В момент прохождения фронта резко изменяются все метеорологические факторы: давление, температура воздуха, влажность, скорость ветра, ионизация, электропроводность воздуха, естественная радиоактивность.

При прохождении синоптического фронта изменению электрометеорологических факторов свойственна стадийность. Сначала изменяются только компоненты атмосферного электричества — напряженность электрического поля земли, электропроводность воздуха и интенсивность электромагнитных импульсов. В этот период обычные метеорологические факторы — температура и влажность воздуха, атмосферное давление и скорость ветра не выходят за пределы суточных колебаний.

Второй период — момент прохождения фронта занимает не более 1—6 ч. Этому периоду свойственны резкие скачкообразные изменения всех метеорологических факторов, в том числе компонентов атмосферного электричества.

Третий период прохождения синоптического фронта занимает около 1 сут, происходит восстановление до прежнего уровня всех обычных электрометеорологических факторов.

Появление различных патологических реакций и обострение хронических заболеваний наблюдаются до появления синоптического фронта, в момент его прохождения или после него. Клинические наблюдения указывают, что наибольший процент патологических реакций и обострений наблюдается за 1—2 дня до прохождения фронта, т. е. в момент наиболее резких изменений компонентов атмосферного электричества. В этот период возникает обострение более чем у 70% больных гипертонической болезнью, более чем у 80% больных стенокардией, приблизительно у 70% больных экземой, туберкулезом легких. Выявлена зависимость между реакцией организма на погодные условия и типом высшей нервной деятельности. Больные с сильным и уравновешенным типом высшей нервной деятельности реагируют на прохождение фронта лишь субъективными ощущениями. У больных со слабым и неуравновешенным типом высшей нервной деятельности наблюдаются объективные признаки ухудшения состояния — повышение артериального давления, изменение тонуса периферических артерий, удлинение оптической хронаксии, изме-

нения ЭЭГ. При этом наблюдаются сдвиги и в биохимических процессах — повышение уровня натрия, холестерина и протромбина в крови, понижение активности некоторых ферментов крови, каталазы и пероксидазы и т.д.

Механизм метеотропных реакций большинство авторов объясняют действием электромагнитных импульсов с последующим влиянием метеорологических факторов (особенно холодовых), что изменяет реактивность организма на действие погодных условий в целом. При действии электромагнитных импульсов на организм изменяется функциональное состояние центральной нервной системы, изменяются тонус сосудов и обмен веществ, что приводит к обострению патологических процессов и субъективному ухудшению состояния.

Таким образом, причины, способствующие развитию метеопатических реакций, весьма разнообразны. Это быстрая смена погоды и ее элементов (апериодическое изменение атмосферного давления, влажности, температуры воздуха, сильный ветер, осадки), прохождение фронтов (холодного, теплого), установление циклонов и антициклонов (областей пониженного и повышенного атмосферного давления), а также геомагнитные изменения (магнитные бури, повышение солнечной активности, изменение электрометеорологических условий). Все перечисленные факторы способствуют появлению патологических реакций у метеолабильных людей. Эту зависимость необходимо учитывать в повседневной деятельности с целью профилактики метеопатических реакций у хронически больных.

Противорецидивное лечение при различных хронических заболеваниях следует проводить с учетом возможности сезонных обострений.

Вместе с тем климатолечение является одним из важных методов терапии многих хронических заболеваний. Климатические факторы с лечебными целями применяли с глубокой древности. Гиппократ писал: «Болезни протекают различно в разных странах и условиях жизни. Сухие времена здоровы и менее опасны, чем дождливые. Есть такие болезни, которые в определенные времена встречаются чаще или ухудшаются».

Оформилась как самостоятельная наука медицинская климатология, изучающая особенности климата и погоды с точки зрения их влияния на организм человека. Климатология разрабатывает не только лечебные, но и профилактические мероприятия, направленные на предупреждение болезней и предотвращение обострений хронических заболеваний.

Климатические условия принято условно делить на щадящие и раздражающие (табл. 7.1). Прохладная и изменчивая погода плохо переносится и бывает в местностях с раздражающим климатом.

**Таблица 7.1.** Климатические типы погоды (по Г.П. Федорову, 1969)

| Тип погоды | Межсуточные колебания | | Скорость движения воздуха, м/с |
|---|---|---|---|
| | температуры, °С | атмосферного давления, мм рт. ст. | |
| Оптимальный | Не более 2 | Не более 3 | Не более 3 |
| Раздражающий | Не более 4 | Не более 6 | Не более 9 |
| Острый | Более 4 | Более 6 | Более 9 |

Кроме шадящих условий, в лечебном процессе имеет значение тренирующее и закаливающее действие погоды. Горный климат, прохладная погода побережья северных морей, континентальный климат Сибири используются для лечения многих нервных и сердечно-сосудистых заболеваний.

Даже сухую морозную погоду некоторых районов Сибири и Дальнего Востока при обилии солнца можно рекомендовать для климатолечения. Облачная, пасмурная и дождливая погода, особенно затяжная, неблагоприятна для климатолечения. Такая погода иногда стоит летом на курортах лесной зоны Европейской части страны. Неблагоприятно действует на людей и погода с грозой, когда резко изменяется электрическая активность атмосферы. Это вызывает у больных ухудшение самочувствия и обострение хронических заболеваний. Эффективность климатолечения зависит не только от типа погоды, но и от ее изменчивости в течение сезона, месяца, суток, т. е. ее контрастности. Например, температура воздуха ниже −10 °С в январе на юге ощущается как очень холодная, так как в этом районе зимой температура воздуха бывает положительной, к чему приспособлены жилье, одежда, быт и ведение хозяйства. В этих условиях часты обострения хронических заболеваний, особенно сердечно-сосудистых и легочных. В то же время в Новосибирске зимой после сильных морозов температура воздуха −10 °С воспринимается как необычно теплая, поскольку уклад жизни людей ориентирован на суровую и длительную зиму. Так же неодинаково реагируют люди на температуру +30 °С в Москве и на юге и т.д.

Таким образом, природно-климатические факторы активно используются для закаливания и лечения хронических заболеваний.

**Гигиенические проблемы акклиматизации человека**

Успешное промышленно-экономическое развитие районов Крайнего Севера, регионов пустынь и полупустынь невозможно без решения медико-биологических и гигиенических проблем, среди которых наибольшее значение имеют акклиматизация человека и разработка мероприятий по ее облегчению. Активное промышленное освоение районов с экстремальными природно-климатическими условиями в значительной мере связано с успешным закреплением приезжего населения.

Акклиматизацию рассматривают как процесс приспособления биологических объектов к жизни в новых климатогеографических условиях. Изменение облика земли, вырубка леса, обмеление рек, устройство водохранилищ ведут к гибели одних видов растений, животных и биоценозов и развитию других видов и форм жизни. Процесс акклиматизации животных и растений представлен как взаимодействие двух систем — биологических объектов и новой среды. При акклиматизации человека имеют значение не только необычные климатогеографические условия, но и характер и условия жизни, т. е. факторы, посредством которых человек ослабляет вредное влияние непривычных для него климатогеографических условий. Комфортабельное жилище и одежда с учетом особенностей данного климата, рациональный режим труда и отдыха, полноценное питание, высокий уровень материального обеспечения, квалифицированная медицинская помощь способствуют приспособлению человека к необычным, часто суровым климатогеографическим условиям.

В связи с этим акклиматизация человека имеет социальный характер, так как географическая среда действует на человека не только непосредственно,

но и опосредованно через условия его жизни. Условия жизни играют исключительную роль в преобразовании влияний окружающей среды на человеческий организм и состояние его здоровья. Многолетние наблюдения за процессами акклиматизации переселенцев на Крайний Север и в южные районы говорят о том, что для акклиматизации человека первостепенное значение имеют не столько суровые климатогеографические условия среды, сколько благоприятные условия быта и труда.

В проблеме акклиматизации, имеющей правовые, социальные, экономические аспекты, гигиенические и медицинские вопросы занимают большое место и часто приобретают первостепенное значение.

Процесс акклиматизации — это длительная адаптация к новым климатогеографическим условиям, связанная с образованием нового динамического стереотипа, который возникает путем установления временных и постоянных рефлекторных связей с окружающей средой через центральную нервную систему.

Адаптация — это процесс поддержания функционального состояния гомеостатических систем организма, обеспечивающий его сохранение, развитие, работоспособность, максимальную продолжительность жизни в неадекватных условиях природной среды. Жизнедеятельность организма в неадекватных условиях природной среды при сохранении оптимальных характеристик жизненных функций требует дополнительного включения адаптационных механизмов физиологических реакций.

«Каждый животный организм представляет собой сложную обособленную систему, внутренние силы которой каждый момент, покуда она существует как таковая, уравновешиваются с внешними силами окружающей среды» (И.П. Павлов).

Акклиматизация наступает, если климатические факторы не предъявляют чрезмерных требований к организму, выходящих за пределы функциональных возможностей и компенсаторных механизмов. Акклиматизация как физиологическое явление есть способность организма осуществлять наиболее выгодные для себя отношения с новыми климатогеографическими условиями. При требованиях, превышающих эти возможности, возникает состояние декомпенсации с выраженными патологическими процессами.

Наиболее суровые требования к организму предъявляются в условиях холодного климата высоких широт. Территории, лежащие севернее 66 ° СШ, по рекомендации Женевской конференции 1964 г. принято обозначать термином «высокие широты», хотя часто встречаются названия «Крайний Север», «Заполярье», «Арктика». По природно-климатическим условиям Крайний Север не имеет аналогов. Сочетание различных экстремальных факторов природной среды определяет специфику и неповторимость этого климатического района.

В первые недели жизни на Крайнем Севере у переселенцев наблюдаются нарушение сна, повышенная утомляемость, снижение работоспособности, боли различной локализации, вегетососудистые расстройства с «полярной одышкой», что объясняется перестройкой динамического стереотипа, формированием новых временных связей организма с природной средой.

В этой области очень низкие температуры воздуха, высокая относительная влажность, ветер часто имеет ураганную скорость, долгая полярная ночь с магнитными бурями и полярными сияниями. Короткое полярное лето, ран-

няя и длительная зима, бескрайние снежные просторы создают однообразную и суровую картину.

В высоких широтах особое значение имеют сезонные изменения солнечной активности, что проявляется прежде всего через магнитное поле, которое в полярных районах нестабильно, поскольку напряжение магнитного поля Земли значительно повышается с увеличением географической широты. Кроме того, частые непериодические магнитные возмущения проявляются в виде магнитных бурь, при которых напряжение магнитных полей может достигать больших величин и продолжаться от нескольких минут до многих часов.

Изменяется также спектр солнечных лучей, а именно он содержит меньше ультрафиолетовой части. Это определяется высотой Солнца над горизонтом и облачностью. Облака нижнего яруса атмосферы снижают прямое ультрафиолетовое излучение на 100% и рассеянное на 55% по сравнению с их значениями при ясном небосводе. При высоте Солнца над горизонтом менее 25° наиболее биологически активная ультрафиолетовая область с длиной волны 304–295 мкм не достигает Земной поверхности. Наступает «ультрафиолетовое голодание».

В зависимости от широты в Северном полушарии продолжительность ультрафиолетового голодания колеблется от 2 до 6 мес. Длительность полярного дня и ночи неодинакова в различных зонах. Например, на широте 66° белые ночи длятся с 12.05 до 13.08, полярный день составляет 17 дней; на широте 70° полярный день составляет 71 сут, полярная ночь 53 сут; на широте 78° полярный день составляет уже 127 сут, а полярная ночь — 111 сут, из них полярная ночь без сумерек — 77 сут.

Неустойчивое состояние атмосферы на Крайнем Севере связано с взаимодействием воздушных масс различного происхождения атлантического и арктического направления. В этих областях происходят резкие колебания атмосферного давления, дует сильный ветер, часто доходящий до шторма, число дней со штормовыми ветрами может достигать 100–122 в году.

На Крайнем Севере выпадает небольшое количество осадков, не более 200–500 мм в год. Мерзлые грунты не пропускают влагу, что увеличивает заболоченность почвы. Низкие температуры воздуха способствуют низкой абсолютной влажности воздуха, но высокой относительной влажности, во все сезоны года она колеблется от 65 до 95%. Существенное значение имеет снижение плотности кислорода в воздухе. Известно, что при изменении метеорологических условий меняется не столько процентное содержание кислорода, сколько его плотность. Эта величина является производной температуры, влажности и атмосферного давления, причем она изменяется прямо пропорционально давлению и обратно пропорционально температуре и влажности. Для северян важно, что в закрытых помещениях плотность кислорода ниже по сравнению с плотностью кислорода в атмосфере зимой на 10–15%, летом на 1–5%. При установлении антициклона с высоким атмосферным давлением плотность кислорода увеличивается. Следует отметить и своеобразную природную среду Крайнего Севера: слабоминерализованные воды, особые сочетания макро- и микроэлементов в местных пищевых продуктах, снижение количества минеральных веществ в продуктах, доставленных из других районов и долго хранившихся на холоде. Холод является основным фактором, воздействующим

на организм человека в условиях Крайнего Севера. Как известно, теплопродукцию обеспечивает основной обмен. У коренных жителей Севера и у лиц, долго живущих в этом районе, основной обмен повышен на 13–30%, значительно увеличены энерготраты при выполнении физической работы (иногда в 2 раза по сравнению с аналогичными показателями у жителей, проживающих в районах с умеренным климатом).

Большое значение в реакции организма на холод имеет физическая терморегуляция. Как показали исследования, уже через 3 мес пребывания человека на Севере средневзвешенная температура кожи понижается с 32,3 до 29,9 °С. Особое значение для людей, живущих на Севере, имеет локальная реакция кожи на холод. У эскимосов и рыбаков, руки которых подвергаются воздействию холодной воды, реакция кожи рук на холод снижена. У них быстрее нормализуется кровообращение и температура кожи рук после воздействия холода. Эти явления отмечены также у зимовщиков Антарктиды, строителей Норильска. Субъективное ослабление чувства холода связано также с уменьшением количества функционирующих холодовых рецепторов кожи. У переселенцев нарушен витаминный статус, в частности отмечается дефицит водорастворимых витаминов, в крови снижается содержание витаминов С, $B_1$, $B_2$, $B_6$, РР. Сдвиги в углеводном обмене приводят к увеличению в крови содержания пировиноградной и молочной кислот, нарушение липидного обмена сопровождается гиперхолестеринемией, особенно выраженной в первые 6 мес жизни на Севере.

При длительном воздействии холода возрастают потребности организма в жирной пище, что подтверждается изучением традиционного пищевого рациона аборигенов Севера, их пища содержит много жиров. На Севере приезжие нередко отдают предпочтение жирной пище, даже если они ранее ее не употребляли.

Тяжелые природно-климатические условия Крайнего Севера значительно отягощают психическое состояние вновь прибывших. В условиях полярных зимовок с относительно небольшим числом участников важное значение приобретают сенсорная недостаточность, гипокинезия, монотонность климатических и социальных раздражителей. По данным многих авторов, психологическая адаптация к условиям Крайнего Севера во многом определяется социальной настроенностью людей и значительно облегчена у лиц, имеющих выраженную социальную мотивацию к работе на Севере (практическое внедрение разработок; испытание новых приборов, методов исследования и т.д.).

Некоторые новоселы ощущают тревогу различной выраженности — от психологического дискомфорта до невротического срыва. Такой синдром психоэмоционального напряжения вызывает ряд физиологических отклонений, таких как бессонница, депрессия, головные боли и т.д. Для обозначения подобного рода состояния был предложен термин «дезадаптационный невроз».

Население полярных и приполярных районов Земли предъявляет разнообразные кардиологические жалобы (отдышка, сердцебиение, боли в области сердца). Наибольшее число жалоб отмечается в первые месяцы пребывания на Севере, особенно в период полярной ночи и в метеонеблагоприятные дни.

Многие авторы отмечают более высокий процент лиц с артериальной гипертензией среди жителей Севера по сравнению с жителями средней полосы.

Особенно тяжело гипертоническая болезнь протекает у лиц, прибывших в Заполярье с уже развившейся гипертензией. По данным прозектур Мурманска, заболевания сердца и сосудов у северян в качестве причины смерти составили более высокий процент по сравнению с аналогичными показателями у жителей городов средней полосы.

Одна из наиболее частых жалоб новоселов Крайнего Севера — своеобразное затруднение дыхания, которое в литературе обозначается как «полярная одышка». Ее считают приспособительно-компенсаторной реакцией функциональных систем, ответственных за кислородный режим. При этом достоверно снижаются жизненная емкость легких и резервный объем выдоха, количество кислорода в венозной крови. Следовательно, функции внешнего дыхания недостаточны для обеспечения организма кислородом. Известную роль в этиологии полярной одышки играет механическое сопротивление вдоху или выдоху в струе холодного воздуха, движущейся с большой скоростью.

У приезжих формируется своеобразное функционально-морфологическое состояние, которое называют «синдромом хронической гипоксии». Его причиной являются частые и резкие колебания атмосферного давления с преобладанием циклонической погоды, снижение плотности кислорода в воздухе, резкие изменения солнечной активности и атмосферного электричества в любой сезон.

Выявлена связь частоты поражения кариесом с природно-климатическими условиями Севера. 94,5% населения Архангельской области и школьников Ненецкого национального округа поражены кариесом. Причиной широкого распространения этого заболевания многообразны — гиповитаминоз С, недостаточное содержание фтора и нарушение соотношения кальция и стронция в питьевой воде, частые катаральные и гипертрофические гингивиты и начальные стадии пародонтоза. Повышенная заболеваемость гипацидным гастритом у постоянных жителей северных областей в значительной степени связана со снижением секреторной деятельности слизистой оболочки желудка.

В литературе имеются многочисленные сведения, указывающие на достоверное увеличение частоты осложнений беременности, особенно у женщин, первые годы живущих на Севере. К ним относят ранние и поздние токсикозы, анемию беременных, недоношенность плодов, осложнения родов. Установлено, что нарушение течения беременности в значительной степени связано с так называемым полярным напряжением, особенно выраженным в первые 1—3 года пребывания на Крайнем Севере.

За последние годы в литературе накопились сведения об акклиматизации в условиях зимовок на полярных станциях в Антарктиде, т. е. в Южном полушарии. В Антарктиду входят собственно Антарктида — южнополярный материк, антарктические воды и острова в зоне конвергенции, т. е. зоне схождения полярных вод с водами Атлантического, Тихого, Индийского океанов.

По климатическим зонам различают прибрежную зону в виде узкой полосы суши вдоль океана небольшой высоты и зону ледникового склона — полосу в 600 км по периметру материка высотой до 3000 м.

Выделяют также районы Центральной Антарктиды — Центральное плато около Южного полюса высотой более 3000 м с суровыми климатическими условиями.

Почти весь материк покрыт льдом толщиной до 4 км. Свободны от льда лишь 4% территории. Это горный район со средней высотой до 2200 м. Антарктида — царство холода. В летние месяцы — декабрь, январь температура воздуха в районе Мирного +2—2 °С, летом увеличивается облачность и повышается влажность воздуха, осенью, в феврале, марте, температура воздуха снижается до −65 °С. С марта устанавливается зима (апрель—октябрь), которая длится 8 мес. Температура воздуха снижается до экстремальных значений −70—80 °С. Весной, в октябре—ноябре, температура воздуха повышается в центре материка до −50 °С. Это наиболее сухой сезон. Наиболее суровые условия на Центральном плато Антарктиды. Температура воздуха зимой доходит до −88 °С, в самый теплый сезон года 85% времени температура воздуха составляет −30—35 °С. Низкая температура воздуха сочетается с сильными ветрами, часто бывают ураганы. В этих условиях обнаженные участки кожи теряют чувствительность и замерзают в течение 20—30 с. Абсолютная влажность воздуха низка, теплопотери с поверхности легких резко возрастают, в результате чего возможно обморожение (ознобление) легких.

На большой высоте антарктического плато атмосферное давление низкое — 460—480 мм рт. ст., парциальное давление кислорода резко снижено. Околополюсное расположение материка определяет необычную интенсивность электрометеорологических факторов; резко повышен фон естественного космического излучения, напряженность электрического поля атмосферы очень высока и достигает в отдельные периоды до 90 000 В/м при почти постоянном уровне 500 В/м против 100 В/м в средней полосе.

В условиях полярных зимовок санитарно-бытовые факторы приобретают особое значение, поскольку человек стремится максимально изолироваться от окружающей среды и большая часть его деятельности проходит в искусственных условиях.

На прибрежных станциях Антарктиды зимовщики проводят вне помещений лишь 13% времени, в центре Антарктиды — не более 20—30 мин в сутки. Чем суровее климат, тем полнее изоляция людей от окружающей среды (табл. 7.2).

**Таблица 7.2.** Максимальное время пребывания людей на открытом воздухе в условиях Центральной Антарктиды

| Температура воздуха (ветер 4—8 м/с), °С | Основной состав станции | | Вновь прибывшие |
|---|---|---|---|
| | умеренная работа | тяжелая работа | |
| До минус 30 | Неограниченное | Неограниченное | Не более 1 ч |
| До минус 30—40 | Неограниченное | 1 ч | 30—40 мин |
| До минус 40—50 | 1 ч | 30—40 мин | 20—30 мин |
| До минус 50—60 | 30—40 мин | 15—20 мин | 10—15 мин |
| До минус 60—70 | 15—20 мин | 10—15 мин | — |
| До минус 70—80 | До 10 мин | Только в аварийной ситуации | — |
| Ниже минус 80 | Только в аварийной ситуации | То же | — |

В этом отношении большое значение имеет строительство жилья для зимовщиков. Внутриконтинентальная станция — система домов-блоков, соединенных теплыми переходами. Максимальная компактность жилья необходима для сохранения тепла в жилье. Строительный материал — прессованный картон и фанера с войлочным утеплителем позволяет при резких перепадах температуры наружного и комнатного воздуха удержать тепло в жилье. Расположение жилых помещений, как правило, подснежное или частично подснежное. Освещение только искусственное, так как естественное освещение отсутствует из-за малых размеров окон, их обмерзания и заноса снегом. Из-за постоянных ветров и больших перепадов температуры воздуха вне и внутри помещения кратность воздухообмена повышена и составляет более 2 раз в час, что вызывает ощущение сквозняка. Из-за малых размеров жилья и скученности людей содержание углекислоты в воздухе часто превышает допустимые уровни.

При отсутствии принудительного движения воздуха в помещениях отмечается высокий перепад температуры воздуха по вертикали (от 5 до 15 °С/м) и по горизонтали (4—8 °С/м), а там, где циркуляция воздуха отсутствует (в углах, под нарами), постепенно нарастают глыбы льда из конденсата. Движение воздуха вентиляторами позволяет снизить вертикальный градиент до 1,5 °С/м.

Теплая меховая и шерстяная одежда позволяет находиться на открытом воздухе до 30 мин при температуре —80—85 °С. Общая масса одежды составляет 12—15 кг. Защитные маски для лица малоэффективны, более целесообразны специальные аппараты-маски, подающие тепло и кислород.

В связи с большой рабочей нагрузкой, отсутствием выходных дней у зимовщиков развивается утомление, нарушается сон, появляются бессонница и астенизация. Длительная совместная жизнь в полной изоляции от внешнего мира предъявляет особые требования к личности зимовщика. Взаимозависимость членов коллектива велика, оторванность коллектива от других баз заставляет зимовщиков в критических ситуациях полагаться только на свои силы.

В питании преобладают консервы и сухие продукты, качество продуктов снижается из-за перемораживания. При низкой температуре кипения воды (84 °С) продукты варятся долго, в них разрушаются витамины, ухудшается вкус, для питья используется слабоминерализованная вода из растопленного льда. Энергетическая ценность суточного рациона зимовщиков должна быть не менее 4000 ккал, соотношение белков, жиров и углеводов 1:1:3,5 при содержании белков 144 г (животного происхождения 67%), жиров — 144,5 г (животных 67%), углеводов — 495 г (в том числе сахара 35%). В рационе предусматривается содержание витаминов, на 30—60% больше нормативов для средней полосы. Содержание витамина С увеличивается до 180 мг/сут.

В условиях Севера обостряются хронические заболевания, простудные и воспалительные заболевания, как правило, не сопровождаются повышением температуры. Заживление ран замедлено в 2—2,5 раза. По частоте на первые места выходят болезни зубов и полости рта, травмы, болезни верхних дыхательных путей, мышц, суставов и периферической нервной системы, кожные заболевания.

В свете указанных условий жизни особое значение имеют предварительные медицинские осмотры лиц, направляемых на работу в Антарктиду. Как прави-

ло, это молодые мужчины в возрасте до 35—37 лет с хорошим физическим развитием, без каких-либо хронических заболеваний.

**Особенности адаптации детей в условиях Крайнего Севера**

Установлено, что в процессе адаптации человека к новым климатогеографическим условиям ведущая роль принадлежит регулирующей адаптационно-трофической функции центральной нервной системы. У ребенка центральная нервная система обладает высокой восприимчивостью и пластичностью, в связи с чем новые условнорефлекторные связи с окружающей средой устанавливаются достаточно быстро. Детский организм потенциально имеет большие возможности приспособления к различным климатогеографическим условиям, действие которых не чрезмерно. Установлено, что дети — местные уроженцы редко предъявляют типичные для приезжих невротические жалобы, у детей коренных народностей Севера отмечается также высокая толерантность к холоду.

Климатическая адаптация, начавшаяся в детском возрасте, наиболее полная и устойчивая. Однако для этого необходимы благоприятные условия, соответствующие анатомо-физиологическим особенностям ребенка, обеспечивающие ему нормальное физическое и нервно-психическое развитие, высокую иммунобиологическую реактивность.

Однако высокая пластичность нервной системы детского организма сочетается с выраженной функциональной слабостью физиологических систем. Организм детей грудного и раннего возраста находится в состоянии интенсивного функционального и морфологического развития и функциональная прочность систем жизнеобеспечения и адаптации тем ниже, чем меньше ребенок.

Большинство физиологов и клиницистов считают, что на организм ребенка наиболее неблагоприятно действуют такие климатические факторы Севера, как холодная и неустойчивая погода, сильный ветер, перепады атмосферного давления, полярная ночь, недостаточность солнечного света, высокая влажность и низкая температура почвы в связи с вечной мерзлотой.

Это приводит к нарушению биологических ритмов, соотношения процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе с соответствующими изменениями соматических реакций, нарушению фосфорно-кальциевого обмена и дефициту витаминов С, $B_1$, $B_2$, PP и D. Все это сказывается на физическом развитии детей. Так, девочки 13—14 лет Мурманска отставали от своих сверстниц в Москве в росте на 7,27 см и массе тела на 4,13 кг, мальчики — соответственно на 8,82 см и 5,26 кг. Отмечена также большая частота близорукости у детей Норильска, чем у москвичей. В заполярных районах Красноярского края заболеваемость детей пневмонией в 2 раза превышает общекраевой показатель. Токсическая форма пневмонии на севере края отмечалась у 35,6% больных против 2,6% по краю в целом. Среди школьников Якутска более распространен ревматизм, который в 64% случаев сопровождается клапанными пороками сердца.

Имеются сведения, указывающие на широкое распространение рахита среди детей грудного и раннего возраста, а также скрытого гиповитаминоза D уже у новорожденных, что обусловлено световым голоданием женщин в период беременности. Недостаточное содержание витамина С в крови матери и женском молоке приводит к С-витаминной недостаточности у новорожденных. С 5—6-месячного возраста, когда начинают прикорм, дети отстают в при-

бавке массы тела, и к 2–3 годам это отставание достигает 1–1,5 кг. Следовательно, адаптация ребенка к суровым условиям Севера сопряжена с большими трудностями.

Однако ослабление действия неблагоприятных факторов Севера созданием особого режима питания и быта нормализует функциональное состояние организма, что подтверждается наблюдениями за состоянием здоровья детей коренного населения Севера. Жители Ямало-Ненецкого национального округа сохраняют традиционный быт и питание. Дети до 6 мес вскармливаются только материнским молоком. Затем вводят прикорм в виде хлеба, рыбного и мясного бульона. Овощей и фруктов дети практически не получают. Питание детей 1,5–2 лет не имеет существенных отличий от питания взрослых. В рационе преобладают рыба и оленье мясо, часто в сыром виде. Нередко уже в грудном возрасте детям дают сырую рыбу, что обеспечивает организм достаточным количеством витаминов. Сыроедение обусловлено потребностью в жизненно необходимых витаминах и широко распространено среди народов Севера.

Основное место в рационе составляют продукты животного происхождения, а белки животного происхождения наиболее полно покрывают большие энергетические затраты организма, способствуют относительному повышению содержания глобулиновых фракций в сыворотке крови северян. Это имеет большое значение в формировании высокой иммунобиологической реактивности организма.

Кроме того, дети коренных национальностей Севера в любое время года много бывают на воздухе, что поддерживает на должном уровне окислительно-восстановительные процессы в организме и препятствует развитию рахита. Вместе с тем у аборигенов Севера отмечается более тяжелое течение вирусных респираторных инфекций, что связано с низким уровнем иммунитета к этой инфекции. Аборигены живут небольшими группами и редко контактируют с вирусной респираторной инфекцией, постоянно циркулирующей в больших городах. Таким образом, большинство детей Ямало-Ненецкого округа развиваются вполне удовлетворительно, успешно адаптируясь к местным условиям.

Клиническое обследование детей, приехавших на Крайний Север, дало несколько иные результаты по сравнению с состоянием здоровья детей аборигенов. Физическое развитие приезжих было вполне удовлетворительным. Однако у детей дошкольного возраста отмечались жалобы на повышенную утомляемость и сниженный аппетит, наблюдалась большая распространенность инфекции носоглотки, кариеса зубов, гипотонии мускулатуры, признаки функциональной кардиовазопатии в виде приглушенности первого тона сердца, функционального систолического шума на верхушке сердца. Дополнительными факторами нарушения адаптации в известной мере могут быть недостатки в режиме дня и питании как в детских учреждениях, так и в семьях (недостаточное содержание белков животного происхождения, свежих овощей и фруктов), гиподинамия и недостаточное пребывание на свежем воздухе.

**Жаркий климат**

Не менее серьезные изменения в организме наблюдаются при акклиматизации в жарком климате. Жаркий климат существует в географических областях, занятых пустынями и полупустынями, где высокие температуры воздуха (50 °С и выше) сохраняются на протяжении 5–7 мес. Происходят резкие коле-

бания температуры воздуха в течение суток (ночью до −10 °С). Интенсивная солнечная радиация, высокая температура окружающих предметов и почвы, низкая относительная влажность воздуха (12—20%), пыльные бури дополняют характеристику жаркого сухого климата. Влажный тропический климат предъявляет к организму исключительно высокие требования. Практически постоянная высокая температура воздуха (выше 30 °С) в течение года и суток, высокая относительная влажность воздуха сильно затрудняют теплоотдачу. Единственным механизмом, поддерживающим тепловой баланс, становятся испарение пота и отдача тепла с дыханием. Тепловой баланс человека быстро нарушается, резко снижается работоспособность, снижается основной обмен.

Снижение функций щитовидной железы влияет на энергетический обмен, уменьшает общее теплообразование.

В процессе акклиматизации в условиях жаркого климата у вновь прибывших наблюдаются тахикардия, неустойчивость артериального давления, учащение дыхания.

В жарком климате резко снижается разница между средней взвешенной температурой кожи и температурой воздуха. В результате экзогенного поступления тепла температура кожи повышается до 39 °С.

Основная реакция на тепло — расширение периферических кровеносных сосудов приводит к значительному нарастанию объема циркулирующей крови и снижению артериального давления. Это снижает функциональные возможности сердечно-сосудистой системы. Для сохранения адекватного кожного кровотока суживаются сосуды внутренних органов (печени, почек, кишечника). Интенсивное потоотделение в конечном итоге приводит к дегидратации и сгущению крови. С потом покидают организм водорастворимые витамины и соли.

При потере массы тела в результате потоотделения более 15% наступают необратимые изменения сердечно-сосудистой и нервной систем. Горячий ветер с пылью повреждает слизистые оболочки верхних дыхательных путей, носовые раковины утолщаются, дыхание через нос затрудняется, возникают острые и хронические риниты и фаринголарингиты. Фильтрующая способность носа и бактерицидные свойства слизистых оболочек снижаются, что приводит к бронхитам и поражению легочной паренхимы. Интенсивное испарение пота, изнуряющая жара, обильное питье ведут к нарушению водно-электролитного баланса и развитию теплового истощения.

Комплекс факторов жаркого климата оказывает угнетающее действие на пищеварение, что проявляется в уменьшении слюноотделения, снижении тонуса и двигательной активности желудочно-кишечного тракта, снижении кислотности желудочного сока, что обусловливает широкое распространение гипацидного гастрита среди приезжих.

В пустынных местностях в жаркую погоду пьют горячий чай. Горячий чай быстро выравнивает водный баланс, значительно снижает продукцию тепла при мышечной работе. Оказалось также, что вещества, оказывающие сокогонное действие (овощные отвары, фруктовые соки, квас), способны сохранять воду в организме, уменьшать количество выделяемой мочи и пота и тем самым способствовать сохранению теплового равновесия.

**Адаптация детей в условиях жаркого климата** имеет свои особенности. Как известно, высокая температура окружающей среды снижает секреторную функ-

цию пищеварительных желез и активность пищеварительных ферментов, что способствует диспепсическим расстройствам. В жарких странах у детей распространены различные желудочно-кишечные заболевания, в частности острые с тяжелыми токсикозами, быстрым похуданием, с возможным смертельным исходом.

Детям следует обеспечить смешанное питание с преобладанием молочно-растительных продуктов. Особое значение имеет питьевой режим. Потребность в жидкости у детей тем больше, чем младше возраст, и увеличена на 40–50% по сравнению с нормами для детей средней полосы. Зеленый чай лучше, чем вода, утоляет жажду, обладает бактерицидными свойствами, богат витамином Р. Дети приезжего населения удовлетворительно адаптируются в жарком климате и часто по физическому развитию и функциональным показателям превосходят детей коренных национальностей.

Как правило, акклиматизация занимает первое полугодие пребывания в необычных климатических условиях.

Акклиматизация — не патологический процесс, хотя проходит с известным напряжением физиологических функций организма, временно приводящих к развитию некоторых болезненных явлений и снижению работоспособности.

Ускорению и облегчению акклиматизации в неблагоприятных климатических условиях способствуют улучшение условий труда и быта, рациональное питание, правильная и целесообразная одежда. Большое значение имеют мероприятия по повышению сопротивляемости организма — закаливание и витаминизация пищи, вакцинация и санация населения, противорецидивное лечение хронических заболеваний и т. д.

Гигиенические мероприятия определяются климатическими условиями, они разные для холодного и жаркого климата.

В холодном северном климате большое значение имеет рациональное устройство жилища. Микроклимат жилища должен сохраняться постоянным в любую погоду.

На севере перепады температуры воздуха внутри и вне помещения могут составлять 30–50 °С. Постоянное охлаждение на улице, низкие температуры почвы, холодный ветер заставляют предъявлять особые требования к температуре воздуха жилых помещений. Как показали массовые опросы, жители Севера считают комфортной температуру воздуха в помещениях выше 22 °С. С целью предотвращения охлаждения и защиты помещений от холодных, часто ураганных ветров целесообразна плотная застройка по периметру квартала. Полярные ночи, высокая относительная влажность воздуха ухудшают естественное освещение помещений. Для лучшего освещения севернее 52° широты светопроемы ориентируют на любой румб, кроме северного. В таких условиях естественное освещение возможно как в первую, так и во вторую половину дня. Удобное, просторное жилище на Крайнем Севере является важным фактором, поскольку большую часть суток люди проводят дома. Комфортабельность жилища, обеспеченность всеми видами бытовых удобств обязательны. Дома на свайных фундаментах нуждаются в хорошей изоляции пола первого этажа, поскольку вечная мерзлота создает холод и сырость. Желательно, чтобы первые этажи таких домов не были жилыми. Для сохранения высокого

эмоционального тонуса людей в период полярной ночи необходимо яркое искусственное освещение бытовых и учебных помещений. Большое значение в адаптации к холоду имеет питание, энергетическая ценность суточного рациона должна быть повышена на 15—20%, количество белков увеличено на 15–18%, жиров — на 20—25%.

Включение в рацион дикорастущих растений, ранних овощей, отваров шиповника, хвои повышает содержание витамина С в пище. Большое значение имеет правильный режим питания, людей обязательно обеспечивают горячей пищей. В рационе детей необходимо увеличить количество белков и жиров животного происхождения до верхней границы возрастной нормы, давать свежие овощи, фрукты, зелень, овощные и фруктовые соки и пюре.

Для детей реальна опасность дефицита витамина D в результате солнечного голодания. Облучение детей ультрафиолетовыми лучами с ноября по апрель способствует профилактике рахита, повышению содержания гемоглобина, снижению частоты простудных заболеваний. Однако такое облучение не ликвидирует полностью солнечное голодание. Кроме ультрафиолетовых лучей, большое значение для детей имеет видимое и инфракрасное излучение. В детских учреждениях Заполярья необходимо организовать оптимальное искусственное освещение всех учебных помещений и комнат для игр. Дополнительно к отопительным устройствам устанавливают инфракрасные облучатели.

Для детей очень важны прогулки на открытом воздухе, подвижные игры, спортивные занятия в защищенных от ветра местах, под навесом, на специальных площадках с искусственным освещением.

В период полярной ночи и дня расстраивается периодичность физиологических функций, что отрицательно сказывается на работоспособности человека. Чрезмерно продолжительный сон в период ночи и очень короткий в период полярного дня нарушает самочувствие. В связи с этим важны правильная регламентация часов труда и отдыха, особенно в период полярной ночи, определенный темп и ритм культурной и общественной деятельности, что позволяет построить правильный режим жизни.

Для успешной акклиматизации человека в суровых северных условиях большое значение имеют лечебно-профилактические мероприятия (санация полости рта, лечение местных очагов инфекции, дегельминтизация).

Противорецидивное лечение хронических заболеваний, своевременная вакцинация, диспансеризация, предупреждение отморожений и снеговых офтальмий, дополнительное облучение ультрафиолетовыми лучами в период полярной ночи, закаливающие процедуры и регулярные занятия спортом обеспечивают хорошее здоровье и способствуют успешной акклиматизации. Для летнего отдыха детей Заполярья более приемлемы не южные, а средние широты. При поездке детей на юг адаптация к климатическим условиям Севера быстро утрачивается. Адаптация у детей раннего возраста проходит с большим напряжением и нередко отдых на юге приносит не пользу, а вред.

Акклиматизация человека в условиях жаркого климата иная, чем на севере. При организации населенных пунктов стремятся предотвратить перегревание жилых помещений. Этому способствует капитальное строительство. Защита помещения от перегревания возможна при толщине стен не менее 55—60 см. На юге (южнее 45° широты) наиболее благоприятна ориентация зданий на юг

или на север. При южной ориентации здание освещено прямыми, отвесными солнечными лучами, которые, скользя по поверхности здания вызывают меньшее перегревание, чем косые лучи. Западная ориентация наиболее неблагоприятна, так как косые солнечные лучи, проникая в глубь здания, перегревают его, особенно во вторую половину дня, когда температура наружного воздуха превышает 25 °С.

Защите от перегревания зданий способствуют также некоторые архитектурные приемы: навесы, ставни, застекленные веранды и балконы. Вертикальное озеленение, заглубление окон на фасаде смягчают действие жаркого климата.

Свободная застройка квартала, способствующая его хорошему проветриванию, создает более благоприятные микроклиматические условия внутри квартала и, следовательно, в жилых помещениях.

Состояние теплового комфорта в жарком климате создается при более низких температурах, чем в средней полосе. Наиболее приемлемая температура воздуха в жилье для жителей южных районов составляет 17—18 °С. Наилучшие микроклиматические условия в помещениях создаются при кондиционировании воздуха. Озеленение, искусственные водоемы, фонтаны улучшают микроклимат, ослабляют изнуряющее действие жары.

Рацион питания в жарком климате связан с действием жары на организм. Обильное питье и преимущественное питание овощами и фруктами могут привести к нарушению деятельности желудочно-кишечного тракта. Нарушение всасывания витаминов в желудочно-кишечном тракте при одностороннем питании хлебом и овощами может способствовать развитию воспалительных заболеваний желудочно-кишечного тракта. В рацион жителей жаркого климата обязательно должны входить мясо, молоко, яйца как ценные источники белков животного происхождения. Уменьшение количества белков в рационе может привести к ослаблению здоровья и нарушению физического развития детей.

Режим питания в жарком климате также имеет особенности. Прием наибольшего количества пищи целесообразно перенести на вечернее время, когда спадает жара. На завтрак и обед приходится по 25% суточной энергетической ценности, а на ужин — остальные 50%.

Рационально также изменение режима труда и отдыха. В жаркое время дня целесообразно делать перерыв в работе, восполнив его в прохладное время. Целесообразно начинать работу в 7 ч утра и работать до 13 ч, затем делать перерыв до 18 ч и вновь работать с 18 до 21 ч. Пребывание в зоне зеленых насаждений, купание в водоемах значительно смягчают неблагоприятное действие жары. В приспособлении человека к постоянно меняющимся метеорологическим условиям внешней среды наряду с другим факторами значительное место принадлежит одежде. Она защищает от резких колебаний температуры воздуха, от ветра, загрязнений и механических повреждений.

Крупный отечественный гигиенист Ф.Ф. Эрисман писал: «Если стены наших домов, сделанные из проницаемого для воздуха и обладающего большой теплопроводностью материала, могут быть названы первым кольцом укреплений, воздвигаемых человеком против неприятных влияний холода, ветра солнца и т. п., то вторым кольцом защиты является одежда, посредством которой мы окружаем себя воздушной оболочкой, температура которой еще выше и подвергается еще меньшим колебаниям, нежели температура комнатного воз-

духа». Как известно, свойства одежды зависят от свойств материала, а также от покроя.

Гигиенические свойства тканей определяются способностью пропускать, задерживать и отражать воду, воздух, поток солнечной энергии.

От свойства исходного сырья, от способов обработки ткани, от плетения и окраски тканей зависят их воздухопроницаемость, теплопроводность, гигроскопичность и влагоемкость.

Одежда, сконструированная с учетом климатических особенностей, расширяет возможности акклиматизации в новом климате, способствует сохранению работоспособности и здоровья.

Представители ряда профессий (геологи, военные) часто работают на воздухе, иногда при полном отсутствии возможности пользоваться жилищем для защиты от неблагоприятных климатических условий. Конструкция одежды для северных условий учитывает особенности теплообмена организма в условиях холода. Несмотря на низкие температуры и высокую относительную влажность воздуха, происходит испарение влаги с кожи, причем количество пота может колебаться от 113 до 700 г/сут. Знаменитый путешественник Амундсен писал: «Довольно просто найти комплект толстой меховой одежды, которая выдержит любой мороз, но вовсе не так легко найти одеяние, рациональное во всех отношениях».

Испарение пота приходится учитывать даже в холодном климате. Выделившийся пот конденсируется на том слое одежды, который имеет точку росы для данного количества водяных паров. Влага превращается в иней чаще во втором или третьем слое одежды. В связи с этим при конструировании одежды для севера рационально перемещение образования инея на верхний слой одежды, который должен легко сниматься. Поверх меховой одежды следует надевать свободную одежду или, как говорят, «снеговую рубашку», не задерживающую потовыделения. Поверхность «снеговой рубашки», имеющая наиболее низкую температуру, служит местом образования инея. «Снеговую рубашку» легко снять, а иней удалить. Меховая одежда при этом остается сухой, мягкой; она не смерзается и не ограничивает движения человека.

Гигиенические требования к одежде в северных условиях сводятся к ее низкой теплопроводности, достаточной паропроводности и воздухопроницаемости. Наружный слой одежды должен предупреждать увлажнение одежды потом и обладать ветрозащитными свойствами. Наилучшими материалами для одежды в северных условиях являются мех и шерсть, покрой не должен быть замкнутым во избежание нарушения вентиляции пододежного пространства. Головные уборы должны надежно защищать голову и шею от охлаждения. Этому требованию соответствуют меховые капюшоны. Обувь не должна стеснять движения в суставах, предпочтительна меховая обувь с дополнительными меховыми носками.

В жарком воздухе пустынь к одежде предъявляются иные требования: одежда должна защитить человека от перегревания и воздействия горячего ветра с пылью и обеспечить эффективное потоиспарение. При высокой температуре воздуха и чрезмерной инсоляции легкая одежда не приносит облегчения. Толстый слой одежды является надежным средством борьбы с жарой — страшнейшим врагом человека в пустыне.

Ткань одежды должна обладать малой теплопроводностью и достаточной толщиной, чтобы предотвратить перегревание извне. Наилучшим материалом являются шерсть и вата.

Для лучшего испарения пота ткань одежды должна обладать высокой водоемкостью и гигроскопичностью, хорошо впитывать и испарять влагу. Хорошая воздухопроницаемость в сухом и влажном состоянии является обязательным условием рациональной одежды для жаркого сухого климата. С целью максимального отражения солнечных лучей верхний слой одежды должен иметь светлый цвет и блестящую поверхность, поскольку шероховатые ткани хуже, чем атласные, отражают интегральный поток солнечных лучей. Ткань должна защищать кожу от действия горячего ветра с пылью.

Свободный покрой одежды обеспечивает хорошую вентиляцию пододежного пространства, защищая человека от проникновения пыли под одежду.

В жарком климате для изготовления одежды предпочитают шерсть, лен, хлопчатобумажные и атласные ткани.

В жарких условиях большое значение придается конструкции головных уборов. Головной убор должен уменьшать поток солнечных лучей на голову и глаза с целью предотвращения солнечного удара. Достаточный объем и отверстия обеспечивают хороший воздухообмен под головным убором. Поля головного убора защищают глаза от слепящего солнца и создают тень в области шейных сосудов и продолговатого мозга.

Отражению солнечных лучей способствует цвет головного убора. С целью поглощения ультрафиолетовых и инфракрасных лучей подкладку делают цветной. Зеленая и красная ткань поглощает биологически активные солнечные лучи, уменьшая опасность перегревания головного мозга.

Гигиенические требования к обуви исходят из основной опасности жаркого климата — перегревания. Легкая обувь не способствует защите от перегревания. В условиях пустыни наиболее рациональна обувь на толстой подошве, хорошо укрывающая стопу, но не затрудняющая движения в суставах.

Для успешной акклиматизации человека имеет значение не столько действие суровых климатических условий, сколько рациональная и целесообразная организация жилищ, одежды, режима труда и питания. При успешном решении этих вопросов акклиматизация человека в неблагоприятных климатических условиях проходит успешно, без ущерба его здоровью и работоспособности.

# ГЛАВА 8 ПИТАНИЕ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

## Процессы пищеварения и гомеостаз

Питание определяет продолжительность и качество жизни человека. Ошибки в структуре питания становятся одной из причин многих тяжелых заболеваний, в том числе самых распространенных сердечно-сосудистых заболеваний и рака. Гигиенические мероприятия по профилактике алиментарно-зависимых заболеваний основаны на современных знаниях о сущности процессов обмена веществ и поддержания гомеостаза.

Всасывание (ассимиляция) пищевых веществ в желудочно-кишечном тракте человека осуществляется включением механизмов полостного (внеклеточного) и мембранного пищеварения в виде лишенных видовой специфичности мономеров — аминокислот, моносахаридов, жирных кислот. Помимо питательных веществ в процессе ассимиляции принимают участие также витамины, минеральные вещества, гормоны и другие физиологически активные соединения, продукты жизнедеятельности микрофлоры кишечника и чужеродные для организма вещества (ксенобиотики).

Сохранение постоянства внутренней среды является важнейшим условием нормального обмена веществ в организме. Даже при случайном выборе пищевых продуктов, когда количество и соотношения нутриентов варьируют в значительных пределах, состав питательных веществ, поступающих во внутреннюю среду, изменяется незначительно. В тонкой кишке наряду с транспортом веществ из ее полости в кровь постоянно существует и противоположно направленный поток — из крови в полость.

Увеличение содержания какого-либо компонента в рационе сказывается на всасывании не только этого, но и других компонентов. Так, повышение концентрации углеводов увеличивает всасывание всех остальных ве-

ществ. Увеличение содержания жиров и азотистых веществ сопровождается увеличением всасывания только их самих и незначительным уменьшением всасывания других компонентов.

Благодаря секреции белков плазмы в просвет кишечника и их протеолитическому расщеплению аминокислотный состав среды при поступлении с пищей неполноценных белков нормализуется. Более 80% массы аминокислот, используемых ежедневно организмом для синтеза белков, не происходит из пищи, а освобождается в организме при реакциях гидролиза собственных белков.

## Значение пищевых веществ в обеспечении жизнедеятельности организма

### Роль белков в питании человека

Белки являются главной составной частью всех органов и тканей организма, с ними тесно связаны все жизненные процессы: обмен веществ, сократимость, раздражимость, способность к росту, размножению и мышлению. Основное назначение белков пищи — участие в построении новых клеток и тканей, обеспечение роста и развития молодых растущих организмов и регенерация изношенных, отживших клеток в зрелом возрасте.

Из белков пищи постоянно синтезируются белки организма, ферменты, гормоны, антитела. Белки участвуют в транспорте кровью кислорода, липидов, углеводов, некоторых витаминов, гормонов. Организм человека не имеет резервов белка. Белок поступает с пищей и относится к незаменимым компонентам рациона.

Критерием биологической ценности белков является их аминокислотный скор, которым выражают процентное отношение количества незаменимой аминокислоты в белке продукта к количеству этой же аминокислоты в стандартном белке с идеальной аминокислотной шкалой:

$$\text{Аминокислотный скор} = \frac{\text{Аминокислота (мг) в 1 г белка продукта} \cdot 100\%}{\text{Аминокислота (мг) в 1 г "идеального белка"}}.$$

Лимитирующей биологическую ценность аминокислотой является та, скор которой имеет наименьшее значение. По этому показателю белки пищи животного происхождения имеют высокую биологическую ценность. Растительные белки лимитированы по ряду незаменимых аминокислот и прежде всего по треонину, изолейцину и лизину. Идеальным белком считают такой белок, в 1 г которого содержится 40 мг изолейцина, 70 мг лейцина, 55 мг лизина, 35 мг серосодержащих соединений (в сумме), 60 мг ароматических соединений, 10 мг триптофана, 40 мг треонина, 50 мг валина.

Биологическая ценность белков определяется также доступностью отдельных аминокислот, которая может снижаться в присутствии ингибиторов протеолитических ферментов (например, в бобовых), а также в процессе кулинарной обработки. Доступность белков определяется их **усвояемостью** пищеварительной системой.

Для удовлетворения потребности в аминокислотах целесообразно использовать комбинации пищевых продуктов по принципу взаимного дополнения лимитирующих аминокислот, например зерновых и молочных продуктов. Суточная потребность в белках составляет 80–120 г, причем 55% должны представлять белки животного происхождения. Это количество белка обеспечивает 12% энергетической потребности организма.

## Роль жиров в питании человека

Наряду с высокой энергетической ценностью жиры выполняют важную роль в биосинтезе липидных структур, прежде всего мембран клеток. Жиры пищевых продуктов представлены триглицеридами и липоидными веществами. Жиры животного происхождения состоят из насыщенных жирных кислот с высокой температурой плавления. Растительные жиры содержат значительное количество полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК).

Животные жиры содержат свиное сало (90–92% жира), сливочное масло (72–82%), свинина (до 49%), колбасы (20–40% для разных сортов), сметана (20–30%), сыры (15–30%). Источниками растительных жиров являются растительные масла (99,9% жира), орехи (53–65%), овсяная крупа (6,1%), гречневая крупа (3,3%).

Природные жирные кислоты делятся на насыщенные, мононенасыщенные (с одной двойной связью) и полиненасыщенные (с двумя двойными связями и более). Насыщенные жирные кислоты (пальмитиновая, стеариновая и др.) используются организмом в основном в качестве энергетических веществ. ПНЖК входят в состав клеточных мембран и других структурных элементов тканей, участвуют в синтезе простагландинов, способствуют удалению холестерина из организма. Количество ПНЖК в пересчете на линолевую кислоту должно обеспечивать около 4% общей энергетической ценности рациона. Оптимально соотношение 10% ПНЖК, 30% насыщенных и 60% мононенасыщенных жирных кислот.

В рационе должны быть представлены жиры как животного, так и растительного происхождения. Жиры должны обеспечивать в среднем 30% энергетической ценности рациона. В физиологически полноценном рационе растительные жиры составляют 30% общего количества жиров.

## оль углеводов в питании человека

глеводы являются основной составной частью рациона человека. Около 60% леводов поступает с зерновыми продуктами, от 14 до 26% — с сахаром и ондитерскими изделиями, до 10% — с клубнями и корнеплодами, 5–7% — с ощами и фруктами.

Углеводы делятся на усвояемые и неусвояемые. К усвояемым углеводам носятся глюкоза, фруктоза, сахароза, лактоза, мальтоза и альфа-глюконые полисахариды — крахмал, декстрины и гликоген. Неусвояемые углеводы еллюлоза, гемицеллюлоза, пектиновые вещества, лигнин и др.) не расщеп-

ляются ферментами желудочно-кишечного тракта, но подвергаются расщеплению под действием микрофлоры кишечника.

Моносахариды в питании человека представлены глюкозой, галактозой, маннозой, ксилозой и фруктозой, олигосахариды — лактозой и сахарозой.

Полисахариды представлены растительным крахмалом, гликогеном и клетчаткой растительных продуктов. Содержание растительного крахмала достигает в хлебопродуктах 40–73%, в бобовых 40–45%, в картофеле 15%. Усвояемый полисахарид животного происхождения — гликоген содержится главным образом в печени (2–10%). В мышечной ткани содержание гликогена не превышает 1%.

Клетчатка растительных продуктов состоит из пищевых волокон и других недоступных углеводов. Пищевые волокна представляют собой смесь различных полисахаридов и лигнина, но могут также иметь в своем составе белки, жиры и микроэлементы. В значительных количествах пищевые волокна присутствуют в неочищенных злаках, хлебе, овощах. В зависимости от количества клетчатки все продукты — носители углеводов делят на содержащие «защищенные углеводы» (клетчатка в количестве более 0,4%) и рафинированные (клетчатки менее 0,4%).

Пищевые волокна влияют на интенсивность абсорбции и метаболизма жиров, углеводов и белков, а также способны менять обмен стеринов и баланс минеральных веществ.

В целом клетчатка способствует продвижению пищи в кишечнике. Под влиянием клетчатки снижается абсорбция кальция, магния, цинка, меди, железа, редуцируется всасывание глюкозы, усиливаются абсорбция холестерина и экскреция стероидов. Пищевые волокна, в частности пектиновые вещества, способны адсорбировать вредные вещества и выводить их из организма.

Основным источником пищевых волокон являются зерновые продукты, фрукты, орехи и овощи. В суточном рационе должно содержаться около 25 г клетчатки. При традиционном питании большая часть клетчатки поступает с хлебом и крупой (10 г), картофелем (7 г), овощами (6 г), фруктами (2 г).

Углеводы рациона взрослого человека должны обеспечивать 55% энергетической потребности организма. Оптимальный состав углеводов: крахмал — 75%, сахара — 20%, пектиновые вещества — 3%, клетчатка — 2%.

## Значение витаминов в питании человека

Витамины жизненно необходимы, не синтезируются (или синтезируются в недостаточном количестве) в организме и выполняют функции катализаторов обменных процессов. Витамины поступают в организм с пищей и относятся к незаменимым факторам питания (табл. 8.1).

**Ретинол** (витамин А) регулирует функцию нормального зрения, роста, дифференциации клеток, поддерживает воспроизводство и целостность иммунной системы.

Основными источниками ретинола являются продукты животного происхождения. Содержание витамина А в печени животных и морских рыб может достигать 15 000 мг/100 г. Много ретинола в молоке и молочных продуктах,

Таблица 8.1. Классификация витаминов

| Группы витаминов | Витамины |
|---|---|
| Жирорастворимые | Ретинол (витамин A) |
| | Кальциферолы (витамин D) |
| | Токоферолы (витамин E) |
| | Филлохиноны (витамин K) |
| Водорастворимые | Аскорбиновая кислота (витамин C) |
| | Тиофлавоноиды (витамин P) |
| | Тиамин (витамин $B_1$) |
| | Рибофлавин (витамин $B_2$) |
| | Пиридоксин (витамин $B_6$) |
| | Ниацин (витамин PP, витамин $B_3$, никотиновая кислота) |
| | Цианокобаламин (витамин $B_{12}$) |
| | Фолацин (фолиевая кислота, витамин $B_9$) |
| | Пантотеновая кислота (витамин $B_5$) |
| | Биотин (витамин H) |
| Витаминоподобные вещества | Холин (витамин $B_4$) |
| | Миоинозит (инозит, мезоинозит, витамин $B_8$) |
| | S-метилметионин (витамин U) |
| | Липоевая кислота (тиоктовая кислота) |
| | Оротовая кислота (витамин $B_{13}$) |
| | Пангамовая кислота (витамин $B_{15}$) |

яйцах, мясе птицы. Мясо животных и рыба бедны ретинолом (0—30 мг%). При адекватных запасах ретинола в печени (более 20 мкг/г) значительная часть адсорбированного витамина переносится в звездчатые клетки печени. У рационально питающегося человека запасы витамина А в печени составляют более 90% всех запасов организма.

**Провитамин А** в продуктах представлен пигментами каротиноидами, превращающимися в организме в витамин А. Каротиноиды находятся в зеленых частях растений. В группу каротиноидов входят α-, β-, γ-каротины и криптоксантин. Наиболее распространенным и активным каротиноидом является β-каротин. В отличие от ретинола каротиноиды накапливаются преимущественно в жировой ткани. Содержание провитамина А в моркови достигает 2—7 мг%, в лиственных овощах — 2—3 мг%, в томатах — 0,7—1 мг%. Оранжевый цвет овощей и фруктов не обязательно свидетельствует о высоком содержании β-каротина. Биологически активна только 1/6 β-каротина, содержащегося в пищевых продуктах. Физиологическая потребность в витамине А выражается ретиноловым эквивалентом и составляет от 450 до 1000 мкг/сут для детей разных возрастных групп и 800—1000 мкг/сут для взрослых.

**Кальциферол** (витамин D) необходим для регуляции всасывания кальция. Основными представителями витаминов группы D являются эргокальциферол (витамин $D_2$) и холекальциферол (витамин $D_3$). Потребность взрослых в кальциферолe точно не установлена, у детей она составляет 100—400 МЕ/сут.

Обеспеченность организма витамином D определяют по содержанию в сыворотке крови кальция (в норме 0,1 г/л), фосфора (в норме 0,05% г/л), кальциферола (в норме 60–200 МЕ/100 мл) и повышенной активности щелочной фосфатазы.

Значительное количество кальциферола содержат рыбий жир, икра, красная рыба и куриные яйца, его небольшие количества присутствуют в сливках и сметане.

**Токоферол** (витамин Е) является одним из основных алиментарных антиоксидантов, предотвращающих усиление перекисного окисления липидов. Токоферол необходим для нормального развития и функции мужской и женской половой системы, влияет на репродуктивные органы как непосредственно, так и через гипоталамо-гипофизарный комплекс. Физиологическая потребность в токоферole составляет от 3 до 15 мг/сут для ребенка и 10 мг/сут для взрослых. С пищей человек получает от 20 до 30 мг токоферола, но в кишечнике всасывается не более 50% витамина.

Источниками токоферола можно считать хлеб и крупы, в которых содержание витамина Е около 2–6 мг%, облепиху (10 мг%), грецкие орехи (23 мг%), майонез (32 мг%).

Критерием обеспеченности организма витамином Е является содержание его в сыворотке крови (в норме 0,006–0,008 г/л) и креатина в моче. Косвенным показателем может служить устойчивость эритроцитов к гемолизу.

**Филлохиноны** (витамин К) необходимы для синтеза в печени функционально активных форм протромбина, а также других белков, участвующих в регуляции процессов свертывания крови. Витамин К входит в состав биологических мембран. Физиологическая потребность в витамине К составляет 0,2–0,3 мг/сут. Основными источниками филлохинонов являются овощи (капуста, томаты, тыква) и печень. Причинами дефицита витамина К чаще всего становятся нарушения его всасывания в желудочно-кишечном тракте, обусловленные хроническими поражениями кишечника (колиты, энтероколиты) и гепатобилиарной системы (гепатит, цирроз, желчнокаменная болезнь, дискинезия желчных путей). До 50% потребности в витамине К может обеспечить эндогенный синтез бактериальной флорой кишечника. Нормальная свертываемость крови сохраняется при потреблении 0,4 мкг витамина К на 1 кг массы тела в день. Основным критерием обеспеченности организма витамином К является поддержание концентрации протромбина в плазме на уровне 80–120 мкг/мл.

**Тиамин** (витамин $B_1$) непосредственно участвует в обмене углеводов. При его недостаточности нарушается процесс окисления пировиноградной кислоты и развивается полиневрит, исторически известный как болезнь бери-бери. Дефицит витамина $B_1$ может развиться при питании рафинированными углеводами, у больных хроническим алкоголизмом из-за повышенной потребности в этом витамине и при потреблении продуктов, содержащих антивитаминный фактор тиаминазу (рыба).

Источниками тиамина являются хлебопродукты из муки грубого помола, большинство круп, бобовые, печень и другие субпродукты, пивные дрожжи. Суточная потребность определяется во взаимосвязи с энергетической ценностью рациона: на 1000 ккал должно приходиться 0,6 мг витамина $B_1$. Критерием обеспеченности организма тиамином является содержание витамина $B_1$ и пировиноградной кислоты в моче.

**Рибофлавин** (витамин $B_2$) входит в состав ряда окислительно-восстановительных ферментов и участвует в регуляции белкового, жирового и углеводного обмена. Основными причинами недостаточности рибофлавина являются хронические заболевания желудочно-кишечного тракта и недостаток в рационе молока и молочных продуктов. Суточная потребность в витамине $B_2$ составляет 0,8 мг на 1000 ккал энергетической ценности. Основными источниками рибофлавина, помимо молока и молочных продуктов, считают мясо, яйца, рыбу, печень, хлеб, гречневую и овсяную крупы. Критерием обеспеченности организма рибофлавином является его количество в суточной моче (норма 800–1000 мкг), эритроцитах (норма 200 мкг/л), сыворотке крови (норма 25–40 мкг/л), лейкоцитах (норма 2000–2500 мкг/л).

**Ниацин** (витамин PP) играет роль переносчика электронов в окислительно-восстановительных реакциях в организме. При недостатке ниацина развивается пеллагра с упорной диареей, дерматитом кожи лица и открытых частей тела, а в тяжелых случаях с деменцией («три Д»). Нарушаются секреция желудочного сока, чувствительность кожных рефлексов, появляются атаксия, адинамия, раздражительность и психозы. Пеллагра может возникнуть при одностороннем питании кукурузой, в которой ниацин содержится в связанной форме, либо при недостатке триптофана как важного источника этого витамина: из 60 мг триптофана образуется 1 мг ниацина. Суточная потребность в витамине PP составляет 6,6 ниацинового эквивалента на 1000 ккал энергетической ценности. Основные источники ниацина — дрожжи, крупы, хлеб грубого помола, бобовые, субпродукты, мясо, рыба, сушеные грибы.

**Пиридоксин** (витамин $B_6$) в качестве коферментов участвует в функционировании ферментных систем углеводного и липидного обмена.

Пиридоксин присутствует во многих пищевых продуктах. Источниками витамина $B_6$ считают печень, дрожжи, цельные зерна злаковых культур, фрукты, овощи и бобовые. Суточная потребность в витамине $B_6$ прямо зависит от потребления белка. Взрослому человеку требуется 2 мг/сут витамина $B_6$. Потребность в пиридоксине увеличивается во время беременности и лактации, при воздействии ионизирующего излучения, приеме некоторых лекарств и при наследственной недостаточности. Суточная норма пиридоксина для детей составляет 0,4–2 мг.

Критерием обеспеченности организма витамином $B_6$ является содержание пиридоксиловой кислоты в суточной моче (норма 3–5 мг), содержание пиридоксина в цельной крови (норма 100 мкг/л) и сыворотке (норма 70 мкг/л).

**Цианокобаламин** (витамин $B_{12}$) участвует в построении ряда ферментных систем, являясь промежуточным переносчиком метильной группы, влияет на процессы кроветворения.

Источниками цианокобаламина являются говядина, субпродукты (печень, сердце), мясо кур, яйца. Алиментарная недостаточность цианокобаламина возможна у вегетарианцев, беременных, при хроническом алкоголизме, нарушении синтеза внутреннего фактора Кастла, наследственном дефекте синтеза белков, участвующих в транспорте витамина $B_{12}$.

Суточная потребность в витамине $B_{12}$ у взрослых составляет 3 мкг, у беременных — 4 мкг. Критерием обеспеченности организма витамином $B_{12}$ является уровень его ренальной экскреции, который в норме должен быть не ниже 2 мкг/сут, и содержание в сыворотке крови (в норме 200–1000 нг/мл).

**Аскорбиновая кислота** (витамин С) участвует во многих биохимических процессах, способствует регенерации и заживлению ран, поддерживает устойчивость к стрессам и обеспечивает иммунобиологическую резистентность по отношению к вредным биологическим агентам внешней среды. Особую роль аскорбиновая кислота играет в обеспечении нормальной проницаемости сосудистой стенки. Участие в поддержании гомеостаза способствует сохранению работоспособности, предупреждению утомления и раздражительности.

Аскорбиновая кислота не синтезируется и не депонируется в организме, поэтому потребность в витамине С обеспечивает только ее поступление с пищей. Естественными источниками аскорбиновой кислоты являются овощи и фрукты, в первую очередь плоды шиповника, черная смородина, облепиха, сладкий перец, укроп, петрушка, цитрусовые, рябина и др. В картофеле немного аскорбиновой кислоты, но его можно считать основным источником витамина С, благодаря традиционно высокому потреблению картофеля жителями РФ.

Суточную потребность в аскорбиновой кислоте определяют в соответствии с потребностью в энергии. На 1000 ккал энергетической ценности суточного рациона должно приходиться 25 мг витамина С.

Критериями обеспеченности организма аскорбиновой кислотой являются ее экскреция с мочой (в норме 20–30 мг/сут), содержание в плазме крови (в норме 0,007–0,012 г/л), в лейкоцитах (в норме 0,2–0,3 г/л), тесты на проницаемость сосудов.

## Значение минеральных веществ в питании человека

Минеральные вещества в адекватном количестве обеспечивают поддержание гомеостаза, участвуют в обеспечении жизнедеятельности, а их дефицит приводит к специфическим нарушениям или заболеваниям. Минеральные вещества содержатся в костной ткани в виде кристаллов, а в мягких тканях в виде истинного или коллоидного раствора в соединении с белками.

**Натрий** содержится во всех органах, тканях и биологических жидкостях. Основное поступление натрия в организм обеспечивается поваренной солью. Суточная потребность в натрии составляет около 4 г, что соответствует 10 г поваренной соли.

В организме натрий присутствует преимущественно во внеклеточных жидкостях — лимфе и сыворотке крови. Натрий играет важную роль в процессах внутриклеточного и межтканевого обмена, участвуя в формировании буферной системы крови, обеспечивает поддержание кислотно-щелочного равновесия. Соли натрия участвуют в поддержании осмотического давления цитоплазмы и биологических жидкостей. Основным регулятором содержания натрия в крови и тканевой жидкости являются почки.

При избыточном потреблении поваренной соли из-за перегрузки регуляторных механизмов стойко повышается артериальное давление и формируется гипертоническая болезнь. Ограничение потребления поваренной соли остается одним из главных профилактических мероприятий предупреждения артериальной гипертензии и в дальнейшем инфаркта миокарда.

**Калий** вместе с натрием участвует в формировании буферных систем, предотвращающих сдвиги реакции среды. Соединения калия влияют на коллоидное состояние тканей, уменьшая гидратацию тканевых белков и способствуя выведению жидкости. В этом случае калий выступает как антагонист натрия, что используется в терапии заболеваний почек. В норме отношение натрия и калия при рациональном питании должно составлять 2:1. Смешанный рацион полностью удовлетворяет потребность в калии.

Источниками калия являются преимущественно растительные продукты, вследствие чего возможны сезонные колебания поступления вещества: весной около 3 г/сут, осенью — 5–6 г/сут.

**Кальций** необходим не только для правильного формирования костной ткани. Около 1% кальция организма входит в состав всех органов, тканей и биологических жидкостей. Кальций необходим для поддержания нервно-мышечной возбудимости, влияет на процессы свертывания крови, проницаемость клеточных оболочек. Потребность в кальции выше у детей, а также у беременных и кормящих.

Кальций присутствует в разных продуктах, но его усвояемые формы содержатся преимущественно в молоке и молочных продуктах. При потреблении около 500 мл молока человек получает около 1000 мг кальция.

Диетические продукты, приготовленные с добавлением костной муки, рыбно-витаминных концентратов, порошка яичной скорлупы и шрота пантов, содержат кальций с биодоступностью около 88%.

Алиментарный кальций в повышенных дозах, по-видимому, играет важную роль в защите организма от действия ионизирующего излучения, поддержке баланса субстратов антиоксидантной системы (токоферола и селена), повышает резистентность к чужеродным химическим веществам.

Усвоение кальция из других продуктов и питьевой воды незначительно.

По поводу нарушений при недостаточном потреблении кальция нет единого мнения. Недостаток кальция не всегда приводит к остеопорозу, а его лечение солями кальция не всегда эффективно. Большинство болезней, рассматриваемых как следствие недостатка кальция (остеопороз, рахит, остеомаляция, кариес), могут возникать на фоне дефицита других пищевых веществ (белки, фтор, кальциферол, другие витамины и их метаболиты). Нарушения обмена кальция при этих заболеваниях следует считать вторичными.

**Фосфор** в обменных процессах тесно связан с обменом кальция. Всасывание из кишечника кальция и фосфора и окостенение идут параллельно, а в сыворотке крови они антагонисты. Соединения фосфора играют особенно важную роль в деятельности головного мозга, скелетных и сердечной мышц, половых желез. Наиболее интенсивно обмен фосфора осуществляется в мышцах. Фосфорная кислота участвует в построении многих ферментов. Неорганический фосфор совместно с кальцием составляет твердую основу костной ткани и является обязательным компонентом реакций превращения углеводов.

Наиболее богаты фосфором молоко и молочные продукты, яйца, мясо теплокровных животных и рыба. В продуктах, содержащих фитиновые соединения (бобовые, хлебобулочные и крупяные изделия), фосфор находится в малоусвояемой форме. Для эффективного усвоения фосфора из пищевых продуктов необходимо соотношение фосфора и кальция, равное 1:1,5.

**Магний** оказывает антиспастическое и сосудорасширяющее действие, стимулирует перистальтику кишечника и повышает желчеотделение. Имеются данные о снижении концентрации холестерина под влиянием этого элемента. Ионы магния участвуют в регуляции углеводного и фосфорного обмена.

## Рациональное питание

Рациональным называют физиологически полноценное питание здоровых людей с учетом их пола, возраста, характера трудовой деятельности, особенностей действия климата и других факторов. Рациональное питание должно обеспечивать постоянство внутренней среды организма (гомеостаз) и поддерживать жизнедеятельность (рост, развитие, функции органов и систем) на высоком уровне.

Общие требования к пищевому рациону сформулированы в следующих основных постулатах.

1. **Суточный рацион питания должен соответствовать по энергетической ценности энерготратам организма.** Потребность в энергии зависит от возраста и связанной с ним величины основного обмена (ВОО), пола, соотношения роста и массы тела, профессиональной и непрофессиональной деятельности человека, качества и условий жизни, климата. Потребность в энергии определяется также физиологическим состоянием (беременность, кормление грудью).

2. **Физиологические потребности организма должны обеспечиваться пищевыми веществами в количествах и пропорциях, которые оказывают максимум полезного действия.**

В основе этого постулата рационального питания лежит балансовый подход, характеризующий качество рациона: состав нутриентов, соотношение незаменимых и заменимых веществ (белки животного и растительного происхождения; жирные кислоты; пропорции углеводов, витаминов и минеральных веществ). Этот постулат лежит в основе построения пищевых рационов для различных групп населения (подробнее см. следующий раздел).

3. **Химическая структура пищи должна максимально соответствовать ферментным пищеварительным системам организма** (правило соответствия).

Соблюдение правила соответствия («энзиматической констелляции») играет важную роль в поддержании ферментных систем организма, ответственных за ассимиляцию пищи и сохранение гомеостаза. Всякое нарушение соответствия химической структуры пищи ферментным констелляциям ведет к расстройству обмена веществ и формированию различных патологических состояний (схема 8.1).

4. **Пищевой рацион должен быть правильно распределен в течение дня.** Правильный режим питания обеспечивает эффективность работы пищеварительной системы, усвоение пищевых веществ и регулирует обменные процессы. Физиологически обоснованным является 3–4-разовое питание с интервалами между приемами пищи от 4 до 5 ч. При 3-разовом питании завтрак должен обеспечивать 30% суточной энергетической ценности рациона, обед — 45%, ужин — 25%. При 4-разовом питании на первый завтрак должно приходиться 25%, на второй завтрак — 15%, на обед — 35% и на ужин — 25% энергетической ценности.

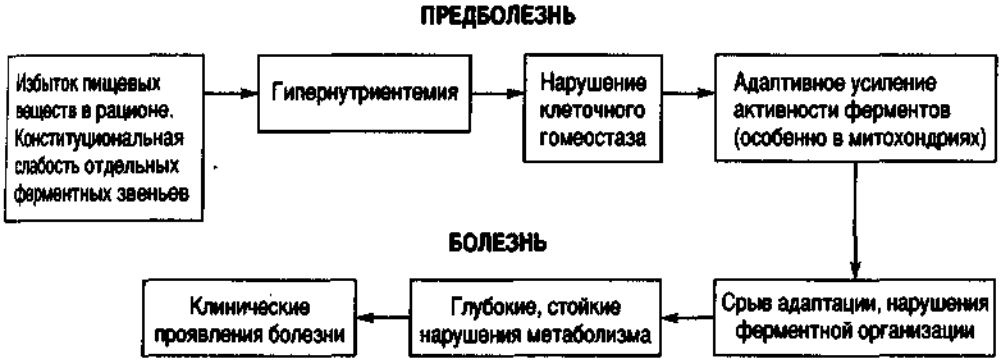



**Схема 8.1.** Влияние пищевых веществ на развитие болезней избыточного питания (Покровский А.А., 1973).

Режим питания может изменяться в соответствии с национальными традициями, характером трудовой деятельности, культурой, привычками в питании, климатом.

5. **Рациональное питание должно быть безупречным в санитарно-эпидемиологическом отношении.** Продукты не должны представлять опасности для здоровья из-за наличия физических, химических или биологических контаминантов или процессов порчи (окисление, брожение, осаливание и т.п.) при неправильном хранении и реализации.

Организацию рационального питания затрудняют экономические факторы, сложность обеспечения набором продуктов и недостаточная первичная профилактика (см. гл. 3).

Резкое сокращение энерготрат современного человека требует уменьшения потребления пищи. Однако *снижение потребности в энергии не сопровождается аналогичным снижением потребности в других жизненно важных пищевых веществах*, в частности микронутриентах. Поскольку источниками энергии и биологически активных веществ остаются ***не изменившиеся пищевые продукты***, возникают своеобразные «ножницы»: адекватный по энергетической ценности рацион не обеспечивает потребностей в микронутриентах (витамины, микроэлементы и др.).

## Особенности рационального питания различных групп населения

### Питание детей и подростков

Основной обмен у детей повышен по сравнению с взрослыми в 1,2–2 раза. Суточная потребность в энергии составляет в возрасте от 1 года до 2 лет 100–90 ккал на 1 кг массы тела; от 2 до 5 — 90–80 ккал/кг; от 6 до 9 — 80–70 ккал/кг. Начиная с 10-летнего возраста энерготраты мальчиков и девочек различаются. В соответствии с рекомендациями экспертов ВОЗ средние суточные энерготраты для подростков приведены в табл. 8.2.

**Таблица 8.2.** Суточные энерготраты подростков (в ккал/кг)

| Пол | Возраст, годы | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10,5 | 11,5 | 12,5 | 13,5 | 14,5 | 15,5 | 16,5 |
| Мальчики | 66,5 | 60,6 | 56,6 | 52,0 | 49,3 | 47,0 | 44,7 |
| Девочки | 56,7 | 51,2 | 46,7 | 43,4 | 42,0 | 40,4 | 39,5 |

**Таблица 8.3.** Физиологические потребности детей и подростков в пищевых веществах и энергии

| Потребность | Возрастные группы, годы | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1–3 | 4–6 | 6 | 7–10 | 11–13 | | 14–17 | |
| | | | школьники | | мальчики | девочки | юноши | девушки |
| Энергия (ккал) | 1540 | 1970 | 2000 | 2350 | 2750 | 2500 | 3000 | 2600 |
| Белки, г, всего | 53 | 68 | 69 | 77 | 90 | 82 | 98 | 90 |
| животные | 37 | 44 | 45 | 46 | 54 | 49 | 59 | 54 |
| Жиры, г | 53 | 68 | 67 | 79 | 92 | 84 | 100 | 90 |
| Углеводы, г | 212 | 272 | 285 | 335 | 390 | 355 | 425 | 360 |
| Минеральные вещества, мг | | | | | | | | |
| кальций | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| фосфор | 800 | 1350 | 1500 | 1650 | 1800 | 1800 | 1800 | 1800 |
| магний | 150 | 200 | 250 | 250 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| железо | 10 | 10 | 12 | 12 | 15 | 18 | 15 | 18 |
| цинк | 5 | 8 | 10 | 10 | 15 | 12 | 15 | 12 |
| йод | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,13 | 0,13 |
| Витамины | | | | | | | | |
| C, мг | 45 | 50 | 60 | 60 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| A, мкг ретинолового эквивалента | 450 | 500 | 500 | 700 | 1000 | 800 | 1000 | 800 |
| E, мг токоферолового эквивалента | 5 | 7 | 10 | 10 | 12 | 10 | 15 | 12 |
| D, мкг | 10 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| $B_1$, мг | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,3 | 1,5 | 1,3 |
| $B_2$, мг | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,7 | 1,5 | 1,8 | 1,5 |
| $B_6$, мг | 0,9 | 1,3 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 1,6 | 2,0 | 1,6 |
| ниацин, мг ниацинового эквивалента | 10 | 11 | 13 | 15 | 18 | 17 | 20 | 17 |
| фолат, мкг | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| $B_{12}$, мкг | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |

Примечание. 1 мкг ретинолового эквивалента равен 6 мкг бета-каротина; 1 мг токоферолового эквивалента равен 1 мг d-альфа-токоферола; 1 мг ниацинового эквивалента равен 60 мг триптофана в рационе.

Общая потребность в белках в возрасте от 1 года до 3 лет составляет 4 г/кг, от 3 до 7 лет — 3,5–4 г/кг, от 8 до 10 лет — 3 г/кг, 11 лет и старше — 2,5–2 г/кг. Доля белка животного происхождения в рационе детей от 1 года до 6 лет составляет 65–70%, а с 7 лет — не менее 60% общего количества белка. Потребность детей в жире составляет около 30% суточной энергетической ценности рациона. Дети имеют повышенную потребность в углеводах, особенно в легкоусвояемых. В младших возрастных группах оптимальное соотношение белков, жиров и углеводов в суточном рационе равно 1:1:3, а в старшем школьном возрасте — 1:1:4.

В питании детей 3–7 лет должны быть молоко и молочные продукты (до 500 г), нежирные мясные и рыбные блюда, разнообразные сорта хлеба и хлебобулочных изделий, перловая и пшенная каша, овощи и фрукты (блюда из белокочанной капусты, свеклы, моркови, огурцов, тыквы, бахчевые культуры).

Дошкольники должны есть каждые 3–4 ч, т. е. не менее 5 раз в день. На 1-й завтрак (8 ч) должно приходиться 20–25% энергетической ценности рациона, на 2-й завтрак (11 ч) — 15%, на обед (14 ч) — 25–30%, на полдник (17 ч) — 15% и на ужин (19 ч) — 20–25%.

В питании детей школьного возраста используется мясо с небольшим количеством жира и рыба (морская рыба, рыбное филе). Молоко и молочные продукты должны обеспечивать около 60–80% суточной потребности в кальции. Овощи и фрукты целесообразно давать в сыром виде. Школьникам рекомендуется четырехразовое питание, причем на 1-й завтрак (8 ч) приходится 20% энергетической ценности рациона, на школьный завтрак (11 ч) — 20%, на обед (15 ч) — 35%, на ужин (20 ч) — 25%.

## Питание пожилых людей и долгожителей

Правильно организованное питание является важным средством воздействия на процессы старения, поскольку в пожилом возрасте снижаются обменные процессы.

В старости возникает энергетический дисбаланс, сопровождающийся ожирением, снижением двигательной активности и замедлением нейрогуморальной регуляции гомеостаза, а также нарушением липидного обмена, в частности холестеринового. Тучность предрасполагает к атеросклерозу, сахарному диабету и другим заболеваниям.

Рациональное питание людей пожилого и старческого возраста основано на принципах, сформулированных акад. А.А. Покровским:

- энергетическая ценность рациона должна быть адекватной фактическим энерготратам в течение дня;
- рацион должен иметь антисклеротическую направленность;
- в рационе в сбалансированном соотношении должны присутствовать все основные незаменимые факторы питания;
- в рационе в оптимальном количестве должны присутствовать вещества, стимулирующие активность ферментных систем организма;
- в привычном питании должны быть представлены продукты и блюда, обладающие достаточной ферментной доступностью.

**Таблица 8.4.** Рекомендуемые количества энергии, белков, жиров и углеводов в рационе лиц пожилого возраста

| Возрастные группы, годы | Энергия, ккал | Белки, г | | Жиры, г | Углеводы, г |
|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | в том числе животные | | |
| Мужчины | | | | | |
| 60–74 | 2300 | 68 | 37 | 77 | 335 |
| 75 и старше | 1950 | 61 | 33 | 65 | 280 |
| Женщины | | | | | |
| 60–74 | 1975 | 61 | 33 | 66 | 284 |
| 75 и старше | 1700 | 55 | 30 | 57 | 242 |

Умеренное ограничение питания пожилых людей должно быть разумным, не в ущерб биологической ценности рациона. Большинство продуктов нужно употреблять в небольших количествах и с определенной частотой в течение недели (табл. 8.4).

Около 55% белка должно приходиться на белки животного происхождения, причем половина этих белков должна быть представлена молочным белком (молоко, творог, кефир), а другая половина — белками мяса и рыбы. Потребность в белке для пожилых составляет в среднем 1 г/кг массы тела.

Жировая часть рациона должна состоять на четверть из жиров животных и на четверть из жиров растительного происхождения. Остальные жиры могут содержаться в продуктах или применяться для кулинарной обработки. Важное значение имеет соотношение ПНЖК/насыщенные жирные кислоты. Если в рационе здорового человека это соотношение должно быть 0,3–0,4, то в противоатеросклеротических диетах оно рекомендуется от 1 до 2.

В углеводной составляющей рациона доля сахара ограничивается 15%, что соответствует приблизительно 50 г/сут. Не менее 25% общего количества углеводов целесообразно получать с овощами и фруктами. Таким образом, в сбалансированном рационе лиц пожилого возраста для соответствующих возрастных групп соотношение основных питательных веществ будет у мужчин 1:1,1:4,9; 1:1,1:4,6 и у женщин 1:1,1:4,7; 1:1:4,4.

Людям пожилого возраста показано разумное ограничение энергетической ценности рациона, прежде всего за счет углеводов — сахара и кондитерских изделий и жиров животного происхождения. Однако ограничение количества жиров возможно только до определенного предела, поскольку жиры влияют на устойчивость организма к воздействию низких температур и возбудителям инфекционных заболеваний. Недостаток жира в рационе препятствует использованию жирорастворимых витаминов (ретинола, кальциферола, токоферола и филлохинона).

Следует также учитывать, что жиры являются источниками некоторых естественных антисклеротических факторов (ПНЖК, фосфатиды, токоферолы и др.).

Наиболее изученный естественный антисклеротический фактор лецитин относится к группе фосфатидов. В яичном желтке содержится до 90 г/кг лецитина, в печени — 25 г/кг. В достаточном количестве фосфатиды присутствуют в нерафинированных растительных маслах, где также имеются фитостерины.

Высокой биологической активностью отличается бета-фитостерин, который способствует нормализации холестеринового обмена, понижая растворимость холестерина в жире и ограничивая его всасывание.

Антисклеротической активностью обладают также холин, инозит и цианокобаламин. Источниками холина можно считать яйца, мясо, рыбу, бобовые, капусту; инозита — апельсины, зеленый горошек и дыни; цианокобаламина — мясо, субпродукты, яйца. Уровень холестерина в сыворотке крови снижает также фолиевая кислота, источником которой являются зеленые листовые овощи, цветная капуста, картофель, свекла, куриное мясо, печень. При правильно организованном питании потребность организма в фолиевой кислоте и цианокобаламине полностью удовлетворяется.

К противосклеротическим веществам можно отнести кальций, калий и магний. Основным источником кальция являются молоко, кисломолочные продукты, сыр. Калий содержится во многих продуктах растительного происхождения, его особенно много в картофеле. Однако значительная энергетическая ценность этого продукта заставляет рекомендовать лицам пожилого возраста не более 200 г картофеля в день. Основные источники магния — мясо, рыба, молоко, картофель, овощи и фрукты. Много магния в овсяной крупе (133 мг%), кураге (105 мг%), миндале (154 мг%).

В питании пожилых людей должны присутствовать витамины — антиоксиданты (витамин Е, витамин С), препятствующие перекисному окислению липидов и ожирению печени. Наибольшее количество токоферолов содержится в зародышах хлебных злаков (до 250 мг/кг), поэтому хлебобулочные изделия из цельного зерна, в частности хлеб из обойной муки, предпочтительны в пожилом возрасте.

В рационе должно содержаться 70—80 мг аскорбиновой кислоты, желательно в комплексе с рутином. Аскорбиновая кислота всегда сочетается с рутином в черной смородине, черном винограде, вишне, черноплодной рябине, чернике, бруснике.

Для нормализации микрофлоры кишечника в пожилом возрасте целесообразно использовать кисломолочные продукты (простокваша, кефир, ацидофилин и др.) и включать в рацион продукты, содержащие пищевые волокна, в частности пектиновые вещества.

Наиболее рациональным следует признать четырехразовый прием пищи со следующим примерным распределением ее в течение дня: первый завтрак — 25%, второй завтрак — 15%, обед — 35% и ужин 25%.

## Питание беременных и кормящих матерей

Адекватное питание беременных обеспечивает не только правильное развитие и созревание внутриутробного плода, но и сложные физиологические перестройки, которые связаны со становлением лактационных механизмов. Рост плода, существенное увеличение массы матки, изменения молочных желез — все это напряженные пластические процессы, требующие обеспечения. Приблизительно 2/3 прибавки массы тела во время беременности приходится на массу плода и новообразованных тканей половых органов, крови и амниоти-

**Таблица 8.5.** Дополнительные к норме, соответствующей физической активности и возрасту, потребности в питательных и биологически активных веществах для беременных и кормящих

| Дополнительные потребности | Беременные | Кормящие | |
|---|---|---|---|
| | | 1–6 мес | 7–12 мес |
| Энергия, ккал | 350 | 500 | 450 |
| Белки, г, всего | 30 | 40 | 30 |
| животного происхождения | 20 | 26 | 20 |
| Жиры, г | 12 | 15 | 15 |
| Углеводы, г | 30 | 40 | 30 |
| Минеральные вещества, мг | | | |
| кальций | 300 | 400 | 400 |
| фосфор | 450 | 600 | 600 |
| магний | 50 | 50 | 50 |
| железо | 20 | 15 | 15 |
| цинк | 5 | 10 | 10 |
| йод | 0,03 | 0,05 | 0,05 |
| Витамины | | | |
| C, мг | 20 | 40 | 40 |
| A, мкг ретинолового эквивалента | 200 | 400 | 400 |
| E, мг токоферолового эквивалента | 2 | 4 | 4 |
| D, мкг | 10 | 10 | 10 |
| $B_1$, мг | 0,4 | 0,6 | 0,6 |
| $B_2$, мг | 0,3 | 0,5 | 0,5 |
| $B_6$, мг | 0,3 | 0,5 | 0,5 |
| Ниацин, мг ниацинового эквивалента | 2 | 5 | 5 |
| Фолат, мкг | 200 | 100 | 100 |
| $B_{12}$, мкг | 1 | 1 | 1 |

ческой жидкости и 1/3 составляет «материнский резерв», или запас питательных веществ, необходимых для послеродового периода и обеспечения лактации. Питание беременной должно быть рассчитано прежде всего на покрытие повышенной потребности во всех основных ингредиентах. Для беременных и кормящих определены дополнительные потребности в энергии и пищевых веществах (табл. 8.5.).

В первые месяцы беременности здоровой женщине можно есть все, что соответствует ее вкусам и желаниям, но необходимо избегать раздражающих почки продуктов (чеснок, хрен и т.п.), поскольку во время беременности на почки падает дополнительная нагрузка.

Потребность в энергии в первой половине беременности составляет в среднем 2400–2700 ккал, а во второй половине — 2800–3000 ккал. На долю белков должно приходиться в среднем 15–30% энергетической ценности в первой половине беременности и 20–25% во второй. Энергетическая ценность, покрываемая жиром, не должна превышать 25–30%, а углеводами — 40–45%.

Потребность в белке в первые месяцы беременности составляет 1,2 –1,5 г/кг, а во второй половине доходит уже до 2 г/кг, что в пересчете на средний суточный рацион составляет 110–130 г. Не менее 50% суточного потребления белка должно быть обеспечено белками животного происхождения. Основными источниками белков должны стать молоко и молочные продукты (казеин), мясо и рыба. Следует использовать мясо молодых животных, лучше в отварном виде. В последний триместр беременности желательно исключить бульоны, мясные и рыбные супы, потребление мяса ограничить до 3–4 раз, а в последний месяц беременности даже до 1 раза в неделю (с целью облегчения работы почек). В пищевом рационе женщины в первой половине беременности количество рыбы и рыбных изделий должно быть равным количеству мяса, но в последнем триместре беременности сушеную, вяленую и копченую рыбу исключают из рациона. Молоко и молочные продукты в случае хорошей переносимости можно употреблять на протяжении всей беременности, в среднем 0,5 л молока в день.

Во время беременности происходят изменения в жировом обмене, проявляющиеся в повышенной ассимиляции липидов и снижении их диссимиляции, что проявляется увеличением отложения жира в плаценте, молочных железах и других тканях. Потребление жиров при беременности должно быть несколько ограничено (приблизительно 90 г в день или 1,5 г/кг). Организм беременных лучше усваивает легкоплавкие жиры, содержащиеся в молоке и молочных продуктах, а также растительное масло. Часть сливочного масла рекомендуется заменить сметаной и включить в суточный рацион 15–30 г растительного масла. Тучным женщинам в период беременности жиры также необходимы, поскольку с ними поступают жирорастворимые витамины и ПНЖК.

Углеводный обмен во время беременности мало изменяется, но увеличение потребления углеводов часто приводит к увеличению массы плода, что может привести к осложнению родов. Вместе с тем организм беременных чрезвычайно чувствителен к колебаниям количества углеводов в рационе: лишение углеводов на протяжении 8 ч может привести к тяжелым изменениям обмена веществ. Количество углеводов не должно превышать 400–500 г в день. Нежелательно увеличение количества сахаров. Обязательно включают в рацион овощи, фрукты и ягоды. Из круп предпочтение отдают гречневой. Рафинированные крупы (рис, манная крупа), не содержащие защищенных углеводов, должны быть ограничены.

Организм беременных нуждается в повышенном количестве минеральных веществ и витаминов.

Диетические ограничения для беременных касаются прежде всего поваренной соли: следует избегать соленых продуктов, хотя нормальное количество хлорида натрия вполне допустимо. При возникновении отеков ограничивают потребление жидкости. Следует воздерживаться от продуктов и блюд, на которые когда-либо возникали аллергические реакции.

Во время беременности питание должно быть адекватным индивидуальным потребностям и особенностям обменных процессов. Однообразие в пище нежелательно, а введение в рацион продуктов, к которым беременная не привыкла, может привести к потере аппетита. Кроме того, у части женщин в первые месяцы беременности возникает желание есть мел, зубной порошок, соленую и острую пищу.

Наиболее полное усвоение пищевых веществ происходит при 4–5-разовом питании. В первые месяцы беременности следует ориентироваться на 4-разовое питание, во второй половине — на 5-разовое, а в последние 2 мес — на 6-разовое. Промежутки между приемами пищи не должны превышать 4–5 ч. Рекомендуется 1-й завтрак в 7–8 ч, 2-й завтрак в 12 ч, обед в 17 ч и ужин в 21 ч. Во второй половине беременности вводится дополнительный прием пищи между 2-м завтраком и обедом или после обеда, но тогда обед переносится на 14 ч. Мясные и рыбные блюда лучше включать в состав завтрака или обеда, а на ужин рекомендуются молочные и молочно-растительные блюда.

Нормы питания кормящих матерей в целом близки к рекомендуемым для беременных во второй половине беременности, но по некоторым компонентам даже превышают рацион беременных (кальций, фосфор, витамины А и Е).

Энергетическая ценность суточного рациона кормящих матерей увеличивается по сравнению с нормами для женщин данного возраста и физической активности на 450–500 ккал, так как энергия и питательные вещества расходуются на образование молока. На выработку 1 г белка женского молока требуется приблизительно 2 г белка пищи.

Кормящая женщина обязательно должна употреблять молоко и кисломолочные продукты. Это основные источники кальция и фосфора. Кормящей матери необходимы мясо и яйца. Вполне допустимо включение в рацион закусочных блюд, но злоупотребление солеными продуктами недопустимо. Кормящие должны строго соблюдать режим дня. Желательно есть после кормления ребенка.

## Питание работников умственного труда

Все профессии, связанные с умственной деятельностью, относятся к 1-й группе интенсивности труда с минимальными энергетическими затратами, которые не превышают в возрастной группе 18–29 лет 2000 ккал у женщин и 2450 ккал у мужчин. Умственный труд связан с высоким нервно-эмоциональным напряжением в сочетании с выраженной гипокинезией. У работников умственного труда широко распространены избыточная масса тела и ожирение (31–36%), заболевания органов кровообращения и пищеварения.

Питание работников умственного труда, как правило, избыточно по энергетической ценности, не сбалансировано по основным пищевым веществам и дефицитно по ряду незаменимых пищевых веществ (серосодержащие аминокислоты, растительные жиры, аскорбиновая кислота, ретинол и др.).

При организации питания работников умственного труда следует руководствоваться следующими положениями.

1. Энергетическая ценность пищевого рациона должна соответствовать 2000–2400 ккал, за счет белков должно обеспечиваться 260–290 ккал, за счет жиров — 630–730 ккал и за счет углеводов –1100–1400 ккал. Оптимальным соотношением белков, жиров и углеводов по суточной энергетической ценности считают 1 : 2,5 : 4,8.

2. В рационе должно содержаться 58–72 г белка, 60–81 г жиров и 257–358 г углеводов. Соотношение между ними (по массе) будет 1:1,1:4,9 в возрастных

группах 18–29 и 30–39 лет для мужчин и 1 : 1,1 : 4,7 для женщин. В старшей возрастной группе (40–59 лет) уменьшается потребность в углеводах и это соотношение будет 1 : 1,1 : 4,7 для мужчин и 1 : 1,1 : 4,4 для женщин.

3. Количество белка животного происхождения составляет не менее 55% всего белка суточного рациона. До половины этого количества белка обеспечивает молочный белок. На долю сливочного масла должно приходиться не более 1/4 общего количества жира. Такое же количество жиров должно быть представлено растительными маслами, а половина жиров рациона — в продуктах и при кулинарной обработке.

4. Прием пищи 4 раза в день. По первому варианту на 1-й завтрак приходится 25% энергетической ценности рациона, на 2-й завтрак — 20%, на обед — 35% и на ужин — 20%. По второму варианту вместо 2-го завтрака включается полдник, тогда на завтрак должно приходиться 25%, на обед 35%, на полдник 15% и на ужин 25% энергетической ценности.

Питание лиц умственного труда при общей умеренности должно быть биологически полноценным и иметь антисклеротическую и липотропную направленность (см. также разд. Питание пожилых людей и долгожителей).

При высоком нервно-эмоциональном напряжении, нагрузке на аналитические функции мышления в связи с большим потоком информации, дефиците времени и ответственности за принимаемые решения потребность в витаминах группы В увеличивается на 25–30%, в аскорбиновой кислоте — на 30%. В связи с этим в рацион включают субпродукты, хлеб из муки грубого помола, фрукты, свежую зелень. Для обеспечения высокой работоспособности зрительного анализатора должно быть увеличено количество ретинола (печень, яйца, сливочное масло, морковь).

Питание студентов как представительной социальной группы существенно не отличается от такового работников умственного труда в целом. Наиболее значимой проблемой является нарушение режима питания студентов. Так, от 25 до 47% студентов не завтракают, 17–30% едят 2 раза в день, около 40% не обедают или обедают нерегулярно и около 22% не ужинают. Студенты редко едят горячее и поздно ужинают.

## Питание спортсменов

Потребность в энергии в дни соревнований и напряженных тренировок составляет у мужчин 4500–5000 ккал, у женщин — 3500–4000 ккал.

Интенсивная мышечная работа сопровождается повышенной потребностью в белке. Среднее количество белка в рационе спортсмена определяется из расчета 2 г/кг. При длительных тренировках из-за значительных потерь азота количество белка увеличивается до 2,5 г/кг. В дни соревнований количество белка должно составлять для мужчин 154–171 г/сут, из которых 77–86 г должны быть представлены белками животного происхождения. Белковое питание необходимо в скоростных и силовых видах спорта. Из-за опасности развития жировой инфильтрации печени у спортсменов при длительных максимальных и средних нагрузках в рацион вводят метионин (творог, печеночный паштет, мясо, рыба, птица).

Потребность в жирах в дни тренировок и соревнований для мужчин составляет 145–161 г, в том числе 44–48 г растительного масла, для женщин — 113–129 г, в том числе 34–39 г должны быть представлены растительными жирами.

Потребность в углеводах у спортсменов повышена. Только смесь сахаров (моно- и дисахаридов) и крахмалсодержащих углеводов позволяет поддерживать достаточный уровень глюкозы в крови и усиливать гликогенолиз в печени. В дни интенсивных тренировок и соревнований потребность в углеводах равна 8–10 г/кг, что соответствует приблизительно 615–683 г углеводов для мужчин и 477–546 г для женщин. Не менее 1/3 суточного количества углеводов должны составлять легкоусвояемые углеводы (сахара), а остальные 2/3 могут быть представлены крахмалом.

Таким образом, оптимальное соотношение питательных веществ в рационе спортсменов 1:0,7:4. Рекомендуется 4-разовый прием пищи. Завтрак содержит 30–35%, обед — 35–40%, полдник — 5–10% и ужин — 25–30% энергетической ценности рациона.

Потребность в витаминах, особенно водорастворимых, у спортсменов повышена. В частности, потребность в аскорбиновой кислоте может достигать 150–250 мг/сут. Из жирорастворимых витаминов особенно важен токоферол, стимулирующий мышечную деятельность и в частности работу сердечной мышцы. Большие потребности в витаминах трудно удовлетворить естественными продуктами питания. Спортсмены часто используют поливитаминные препараты и витаминизированные продукты.

Для профилактики ацидоза в рацион спортсменов включают продукты с щелочным эквивалентом (молоко, овощи и фрукты). Повышенная потребность в фосфоре (в 1,5–2 раза по сравнению с человеком, не занимающимся спортом) удовлетворяется всеми продуктами животного происхождения. Фосфор из продуктов растительного происхождения, особенно из зерновых, усваивается плохо. Большая кислородная емкость крови, быстрое образование миоглобина возможны при адекватном поступлении с пищевыми продуктами железа, потребность в котором также увеличена в среднем на 20%. Несколько повышена потребность в магнии, который обладает ощелачивающими свойствами и участвует в образовании катализаторов реакций гликолиза. Из-за больших потерь хлоридов с потом в 1,5–2 раза увеличивается суточная потребность в поваренной соли, достигая 20–25 г/сут.

Таким образом, построенное на общих принципах сбалансированности базовое питание спортсменов в условиях обычных тренировочных занятий должно полностью покрывать повышенную потребность в белках, углеводах, витаминах и минеральных веществах при некотором ограничении количества жиров. Используют различные мясные и рыбные продукты с оптимальным аминокислотным составом белка. Рекомендуется включать мясо молодых животных, молочные продукты и яйца (до 2 штук в день). Особое значение в питании спортсменов имеют свежие овощи и фрукты, доля которых может достигать 15–20% энергетической ценности суточного рациона.

В дни интенсивных тренировок и соревнований в питании спортсменов следует ограничивать жареные блюда, жирные сорта мяса, копчености, бобовые, квашеную капусту и ржаной хлеб. Для питания на дистанции во время длительных соревнований рекомендуется шоколад, глюкоза и сахар, обогащенные аскорбиновой кислотой.

По окончании напряженных соревнований для предупреждения жировой инфильтрации печени рекомендуется возможно быстрее принять 150 г легкоусвояемых углеводов (глюкозы), а в течение последующих нескольких дней уменьшить в пищевом рационе жиры и одновременно увеличить количество творога, сыра, яиц.

В дни соревнований есть нужно за 3,5 ч до старта и через 15–20 мин после тренировок.

## Особенности питания в районах высоких широт с экстремальными климатическими условиями

Почти 2/3 территории Российской Федерации относится к районам Крайнего Севера и местностям, приравненным к ним. У человека, проживающего в таких экстремальных климатических условиях, формируется так называемый полярный метаболический тип с повышением энергетической значимости белков и жиров и снижением углеводов. У аборигенов Севера повышенное поступление белка (до 15% общей энергетической ценности рациона) поддерживает высокую иммунореактивность, а большая доля жиров (до 35%) позволяет покрывать увеличенные потребности в энергии.

Набор продуктов жителей Арктики и Субарктики ограничен, в нем преобладают мясо и рыба и почти полностью отсутствуют молочные продукты, овощи и фрукты местного производства. С пищей поступает холестерина более 600–700 мг/сут, но в силу особенностей обмена атеросклероз и его осложнения (инфаркт миокарда, инсульт) занимают скромное положение (до 10%) в структуре патологии коренного населения Крайнего Севера.

Питание пришлого населения является составной частью акклиматизации и зависит от централизованных поставок пищевых продуктов, обогащенных витаминами, завоза и хранения овощей и фруктов, молочных продуктов. В районы Крайнего Севера завозят сахар-рафинад с аскорбиновой кислотой, молочный порошок с аскорбиновой кислотой и кальциферолом, пищевые жиры с ретинолом, муку с тиамином, рибофлавином и ниацином, овощные и фруктовые консервы с аскорбиновой кислотой и ретинолом. Питание на Севере согласно рекомендаций Комитета ФАО/ВОЗ с понижением среднемесячной температуры на каждые 10°С начиная с +10°С должно увеличивать энергетическую ценность на 5%. В среднем потребность жителей Севера в энергии на 10–15% выше потребности жителей других климатических зон. Нормы предусматривают, что белок должен обеспечивать 15% энергетической ценности рациона, жир — 35% и углеводы — 50%.

## Питание в условиях жаркого климата

Отсутствие знаний о механизмах адаптации и акклиматизации в регионах с жарким климатом может представлять опасность для здоровья, особенно для приезжающих в субтропики и тропики из умеренного климата. В низких широтах возможно формирование как специфических болезней — тепловые по-

ражения, так и увеличение числа случаев заболеваний, встречающихся во всех климатических зонах, в частности нервно-психических расстройств, болезней кожи, травм, мочекаменной болезни, болезней сердечно-сосудистой системы, особенно у лиц старше 45 лет, а также ОРВИ.

В комплексе мер по адаптации к действию высокой температуры (см. гл. 7) важное место занимает рациональное питание. Физиологический предел накопления организмом человека тепла — 600 кДж, что примерно в 10 раз меньше предельной теплоотдачи. Биологический резерв теплонакопления быстро расходуется при температуре окружающего воздуха 32—35°С, т. е. когда механизмы физической терморегуляции выключены из обмена энергией с окружающей средой. Механизмы терморегуляции истощаются особенно быстро в жарком влажном климате, где неэффективен основной механизм терморегуляции — испарение пота с поверхности тела.

Современными исследованиями установлено увеличение энергетического обмена при краткосрочной адаптации к высокой температуре окружающей среды. При долгосрочной адаптации к жаркому климату в натурных исследованиях получены противоречивые результаты. Существует концепция о снижении энергетического обмена в этих условиях. С учетом рекомендаций экспертов Продовольственной программы ФАО/ВОЗ принят постулат о понижении потребности людей в энергии на 5% при повышении температуры воздуха на каждые 10°С по сравнению со стандартным уровнем 20°С. Однако такой подход не имеет удовлетворительного физиологического обоснования, так как невозможно подтвердить снижение энергообмена в жарком климате при повышении температуры кожи, усилении потоотделения, повышении частоты сердечных сокращений, указывающих на усиление деятельности систем жизнеобеспечения, а следовательно, на накопление тепла в организме.

У военнослужащих на жаре в состоянии покоя метаболизм в течение дня увеличивается на 35%. В соответствии с этим в армии США при выполнении физической работы в условиях жары энергетическая ценность рациона повышается на 5% на каждый градус повышения температуры воздуха в интервале между 30 и 40°С.

Жара вызывает сложные изменения в деятельности системы гипофиз—кора надпочечников. Увеличение в крови количества альдостерона и антидиуретического гормона приводит к торможению диуреза, уменьшению содержания натрия и увеличению содержания калия в моче. Стероиды коры надпочечников мобилизуют белковый и углеводный обмен. Увеличение выделения калия с мочой прямо связано с увеличением белкового катаболизма. В организме человека белковый и калиевый обмен имеет однонаправленные изменения. Распад 1 г азота сопровождается выведением 3 ммоль калия. В эксперименте на добровольцах показано, что увеличению экскреции азота соответствует повышение энерготрат за счет белка с 13,9 до 21,3%. Следовательно, при построении рациона питания в жарком климате следует учитывать особенности метаболизма белка и минеральных веществ. Увеличение потерь калия может быть обусловлено его недостаточным поступлением с пищей, поскольку под действием высокой температуры в первые дни часто теряется аппетит.

Рацион в условиях жаркого климата должен содержать оптимальное количество полноценных белков, водорастворимых витаминов и минеральных ве-

ществ и меньше насыщенных жиров. Свежие овощи и фрукты, а также минеральная вода позволяют уменьшить дефицит водорастворимых витаминов и нормализовать водно-электролитный баланс. Жажду лучше утолять 200–300 мл воды через 1–2 ч. После приема пищи и отдыха лучше пить натуральные фруктовые соки, чай, кофе, компоты.

Хлорид натрия добавляют к питью для здоровых людей только при потерях жидкости с потом, превышающих 5 л/сут. Желательно перенести прием пищи на менее жаркое время суток, поэтому энергетическая ценность завтрака и обеда равняется 25%, а остальные 50% суточной энергетической ценности рациона приходятся на ужин.

## Рациональное питание населения, проживающего на территориях с повышенным уровнем радиационного воздействия

На территории России радиоактивные загрязнения образовались в результате аварии на Чернобыльской АЭС и взрыва на радиохимическом заводе «Маяк» (Челябинская обл.).

На территории, загрязненной радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС, в 1991 г. проживало, по данным Госкомстата, 4,87 млн человек, в том числе на территории России 1,553 млн, на Украине 1,462 млн и в Беларуси 1,86 млн. Для профилактики вредного воздействия радиации разработаны принципы и нормы питания (табл. 8.6).

Питание детей и взрослых в этих районах должно быть направлено на полное удовлетворение потребностей организма в пищевых веществах и энергии, профилактику возможных неблагоприятных биохимических нарушений (усиление перекисного окисления липидов, нарушение стабильности и проницаемости биологических мембран) и заболеваний, связанных с этими нарушениями.

Основными принципами построения рационов питания взрослого и детского населения являются:

- увеличение доли белков до 15% энергетической ценности рациона, в основном за счет белков животного происхождения;
- относительное ограничение поступления ПНЖК при общем содержании жира в рационе не более 30% энергетической ценности;
- содержание витаминов-антиоксидантов (А, Е, С), повышенное на 20–50% по сравнению с возрастными нормами;
- увеличение на 20–30% содержания растительных волокон, обеспечивающих нормальную моторику кишечника и способных к неспецифической сорбции радионуклидов;
- повышение содержания кальция и калия, способствующих выведению радионуклидов стронция и цезия соответственно;
- достаточное содержание в рационе йода, направленное на компенсацию его дефицита в биогеохимических провинциях со сниженным содержанием йода в почве, воде и пищевых продуктах.

В рацион включают мясо, птицу, рыбу, субпродукты (белок с высокой биологической активностью и витамин А), молоко, творог и сыр (полноценный

**Таблица 8.6.** Рекомендуемые нормы потребления пищевых веществ и энергии для населения территорий, загрязненных радионуклидами

| Химический состав | Дети и подростки, годы | | | | Беременные и кормящие женщины | Взрослые | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1–3 | 4–6 | 7–10 | 11–17 | | мужчины | женщины |
| Белки, г | 61 | 77 | 92 | 108 | 120 | 115 | 87 |
| животные | 42 | 48 | 53 | 63 | 69 | 61 | 49 |
| Жиры, г | 62 | 75 | 88 | 102 | 106 | 109 | 83 |
| растительные | 10 | 23 | 27 | 32 | 34 | 36 | 29 |
| Углеводы, г | 203 | 264 | 320 | 364 | 383 | 411 | 311 |
| Пищевые волокна, г | 8 | 12 | 17 | 19 | 23 | 24 | 18 |
| пектин | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5 |
| Минеральные вещества, мг | | | | | | | |
| кальций | 946 | 992 | 1088 | 1193 | 1505 | 1074 | 1023 |
| фосфор | 1135 | 1385 | 1706 | 1954 | 2386 | 1346 | 1696 |
| магний | 265 | 358 | 482 | 549 | 707 | 686 | 521 |
| железо | 14 | 22 | 29 | 33 | 34 | 36 | 28 |
| йод | 55 | 144 | 172 | 186 | 202 | 169 | 129 |
| Витамины, мг | | | | | | | |
| аскорбиновая кислота | 69 | 91 | 108 | 113 | 95 | 126 | 96 |
| тиамин | 0,7 | 1 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 1,7 | 1,3 |
| рибофлавин | 1,5 | 1,9 | 2,1 | 2,4 | 2,4 | 2,1 | 1,6 |
| пиридоксин | 1,5 | 1,9 | 2,3 | 2,6 | 2,8 | 2,8 | 2,1 |
| ниацин | 9,4 | 13,8 | 17,4 | 21,0 | 22,6 | 23,0 | 17,5 |
| А, мкг | 407 | 702 | 821 | 932 | 533 | 407 | 310 |
| β-каротин | 53 | 6,1 | 8,9 | 9,3 | 9,1 | 9,5 | 7,2 |
| Е | 12,8 | 21 | 26,2 | 30,5 | 30,6 | 36,8 | 28 |
| Энергетическая ценность, ккал | 1626 | 2043 | 2448 | 2820 | 2966 | 3100 | 2315 |

белок и легкоусвояемый кальций), овощи и фрукты, натуральные соки с мякотью (витамин С, каротин, калий, пектин, клетчатка). Для обеспечения потребностей в йоде и пищевых волокнах в рацион следует вводить продукты моря (морская капуста, водоросли).

Для наиболее полного обеспечения организма витаминами рекомендуется регулярный прием поливитаминных препаратов.

## Пищевой статус как показатель здоровья

Термином «пищевой статус» характеризуется состояние здоровья, сложившееся на фоне конституциональных особенностей организма под воздействием фактического питания.

## Методология оценки пищевого статуса

Изучение пищевого статуса основано на изучении состояния здоровья как показателя адекватности индивидуального питания. Обобщенная характеристика состояния здоровья и особенностей питания конкретного человека необходима для определения объема и характера лечебно-диагностических, диетических и гигиенических мероприятий. Методология оценки пищевого статуса включает определение показателей функции питания, пищевой адекватности (выявление признаков пищевой недостаточности, избыточности или несбалансированности рациона) и заболеваемости. **Под функцией питания** понимают систему обменных процессов, нейрогуморальная регуляция которых обеспечивает относительное постоянство внутренней среды организма (гомеостаз). Функцию питания оценивают по показателям процессов пищеварения и обмена веществ: белкового, жирового, углеводного, витаминного, минерального, водного.

**Оценку пищевой неадекватности** производят на основании показателей роста, массы тела и массо-ростового показателя, обмена веществ (конечные продукты обмена в моче, содержание специфических метаболитов в крови, активность ферментов и др.), функционального состояния отдельных систем организма (нервная, пищеварительная, сердечно-сосудистая и др.). На основании исследований выявляют ранние симптомы пищевой неадекватности.

**Заболеваемость** характеризует процесс возникновения и распространения патологии среди населения в результате взаимодействия настоящих и предшествующих поколений людей с окружающей средой (в широком понимании этого слова), проявляющейся в различных формах в конкретных условиях существования общества.

Заболеваемость тесно связана с пищевым статусом и обусловлена различными нарушениями питания, в частности недостаточным или избыточным питанием. Ценные косвенные данные о влиянии питания получают при анализе распространенности важнейших неинфекционных заболеваний (болезни сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта). Однако следует помнить, что и заболеваемость большинством инфекционных и паразитарных заболеваний тесно связана с фактическим питанием отдельного человека или популяции.

**Пищевой статус** подразделяется на обычный, оптимальный, избыточный и недостаточный. При ***обычном пищевом статусе*** структура и функции организма не нарушены, адаптационные резервы организма достаточны для обычных условий жизнедеятельности. ***Оптимальный пищевой статус*** формируется при использовании специальных рационов для обеспечения высокой резистентности к экстремальным (стрессовым) ситуациям, что позволяет организму выполнять работу в необычных условиях без каких-либо заметных сдвигов в гомеостазе. ***Избыточный пищевой статус*** связан с избыточным поступлением пищевых веществ и энергии, а ***недостаточный*** формируется соответственно при количественной и особенно качественной недостаточности питания. Как при избыточном, так и при недостаточном статусе питания происходит нарушение структур и функций организма, что находит выражение в парциальном нарушении работоспособности и состояния здоровья, а в тяжелых случаях —

в формировании соматической патологии. Недостаточный пищевой статус по выраженности нарушений функций и структур делится на неполноценный, преморбидный и патологический. Неполноценный статус проявляется в снижении адаптационных возможностей организма в обычных условиях существования; симптомы алиментарной недостаточности еще не проявляются. При преморбидном статусе на фоне снижения функциональных возможностей и изменения биохимических показателей появляются микросимптомы пищевой недостаточности. Патологический статус проявляется явными признаками алиментарной недостаточности с выраженными нарушениями структур и функций организма.

Оценка здоровья как показателя адекватности питания основана на выявлении различных видов алиментарной недостаточности. Используются данные медицинской документации (амбулаторные или диспансерные карты), социально-демографические показатели (заболеваемость по статистической отчетности, продолжительность жизни, смертность, производительность труда и трудопотери), клинические показатели, результаты функциональной диагностики и биохимических исследований.

### Клинические симптомы витаминной недостаточности

Комитетом экспертов ВОЗ для оценки пищевого статуса рекомендованы следующие симптомы неадекватности питания.

**Глаза**

- ***ксероз конъюнктив***. Сухость, утолщение, пигментация конъюнктивы открытой части глазного яблока и потеря ею блеска и прозрачности. Симптом легко обнаружить, оттянув веки. Проявляется при недостаточности витамина А;
- ***бляшки Искерского (пятна Бито)***. Четко очерченные поверхностные сероватые, серебристые или белые, как мел, пенистые бляшки, имеющие треугольные или неправильно округлые очертания и чаще локализующиеся снаружи от роговицы, иногда накладывающиеся на роговицу. Бляшки представляют собой остатки ороговевших эпителиальных клеток, всегда сочетаются с ксерозом конъюнктивы, отражают гиповитаминоз А и чаще обнаруживаются у детей раннего и дошкольного возраста. Иногда наблюдаются у школьников и взрослых как изолированный симптом авитаминоза А при отсутствии каких бы то ни было других признаков;
- ***нарушение темновой адаптации***. Может быть признаком недостаточности витаминов А, $B_2$ и С.

**Губы**

- ***ангулярный стоматит***. Эрозии и трещины в углах рта. При гиповитаминозе поражены оба угла рта. Проявляется при недостаточности витаминов $B_2$ и $B_6$;
- ***хейлоз***. Вертикальные трещины губ с отечностью и гиперемией, а также изъязвление по всей поверхности губ. Чаще поражается центральная часть нижней губы. Признак недостаточности витаминов $B_2$, $B_6$ и РР. Иногда поражение в этой части губы обусловлено низкой температурой воздуха и ветром.

**Язык**

- ***отек языка***. Отпечатки зубов по краю языка. Признак недостаточности витаминов $B_2$, $B_6$, PP;
- ***атрофия сосочков***. Исчезают нитевидные сосочки, поверхность языка становится совершенно гладкой. Признак недостаточности витаминов $B_2$ и PP;
- ***гиперемия и гипертрофия сосочков***. Сосочки гипертрофированы, красного или розового цвета, поверхность языка кажется зернистой (земляничной-красной). Признак недостаточности витаминов $B_2$ и PP;
- ***ярко-красный язык***, отпечатки зубов и чувство жжения языка могут быть признаками недостаточности витамина PP;
- ***глоссит*** — гиповитаминоз $B_6$. Необходимо помнить, что поражения в полости рта иногда бывают следствием местной травмы твердой пищей или зубным протезом.

**Десны**

- ***рыхлые кровоточащие десны***, фиолетовые или красные. Отечные межзубные сосочки и края десен, кровоточащие при легком надавливании. Авитаминоз С. Этот симптом отсутствует у детей раннего возраста (детская цинга) даже при случаях тяжелого авитаминоза С.

**Зубы**

Частота кариеса зубов достаточно заметно связана с характером пищи, особенно с содержанием в ней сахара, муки тонкого помола и других легкоусвояемых углеводов.

**Кожа**

- ***ксероз***. Общая сухость кожи с шелушением — симптом недостаточности витамина А. При рассмотрении этого и других кожных симптомов следует иметь в виду факторы внешней среды, такие как грязь, сухой, жаркий, ветреный климат. Необходимо исключить генетический фактор, например врожденный ихтиоз;
- ***фолликулярный гиперкератоз***. Бляшки шипообразной формы вокруг шейки волосяного фолликула. Симптом легко обнаружить по характерному ощущению (кожа как бы колется при проведении рукой по пораженному участку). Локализация — область ягодиц, бедер и локтей. Признак недостаточности витаминов А и С;
- ***петехии***. Мелкие пятна геморрагий на коже и слизистых оболочек. Если наложить жгут, иногда появляются дополнительные геморрагии. Симптом недостаточности витаминов Р и С.

**Ногти**

- ***койлонихия***. Двусторонняя ложковидная деформация ногтей у детей старших возрастных групп и у взрослых. Симптом недостаточности железа.

**Органы пищеварения**

- ***диспепсический синдром*** — запах изо рта, неприятный привкус во рту, отрыжка, изжога, тошнота, рвота, метеоризм. Необходимо исследование желудка, двенадцатиперстной кишки, кишечника, определение границ печени.

**Нервная система**

- ***психомоторные изменения***. Апатия часто определяется у лиц старческого возраста, но чаще как признак белково-энергетической недостаточности

питания отмечается у маленьких детей при развитии квашиоркора. У детей симптом не поддается точной оценке и приблизительно может быть определен по реакции ребенка на яркие предметы и цвет. Повышается утомляемость, снижение работоспособности, раздражительность, общая слабость могут быть признаками недостаточности витаминов $B_1$, $B_6$, PP и C;

- ***бессонница и боли в мышцах*** отмечаются при недостаточности витамина $B_1$.

Для подтверждения связи патологических процессов с состоянием питания особое внимание придается определению заболеваний, в этиологии которых существенную роль играют нарушения питания: алиментарная дистрофия, болезни органов пищеварения, печени, обмена веществ (ожирение, подагра), сердечно-сосудистой системы (атеросклероз, гипертоническая болезнь). Во всех случаях необходимо иметь результаты общего анализа мочи и крови. В связи с неспецифичностью большинства клинических симптомов для подтверждения связи между нарушениями здоровья и нарушениями питания необходимо проводить антропометрические исследования и избранные биохимические тесты для характеристики состояния обмена веществ.

### Антропометрические показатели адекватности питания

Показатели физического развития являются наиболее информативным критерием соответствия энергетической и биологической ценности рациона питания потребностям организма. Уровень и гармоничность физического развития взрослых и детей определяются антропометрическими исследованиями с использованием региональных стандартов физического развития. Если стандарты для данного региона не разработаны, следует использовать индекс массы тела (ИМТ) ИМТ = (масса тела, кг)/(рост, $м^2$). Этот массо-ростовой показатель ИМТ меньше связан с ростом и больше зависит от массы тела, вследствие чего хорошо отражает содержание жира в теле. В качестве референтных интервалов рассматривается как нормальное значение ИМТ — 18,5–25 $кг/м^2$; недостаточная масса тела — ИМТ<18,5 $кг/м^2$ (признак белково-энергетической недостаточности); избыточная масса тела — ИМТ от 25 до 30 $кг/м^2$, ожирение — ИМТ>30 $кг/м^2$.

Массу тела взрослых следует сравнивать с идеальной, т. е. статистически коррелирующей с наибольшей ожидаемой продолжительностью жизни для лиц данного пола, возраста и роста. Признаком ожирения считается увеличение массы тела по отношению к идеальной на 15% и более.

Антропометрический статус оценивается по соответствию возрастным региональным стандартам показателей роста, массы тела, толщины кожной складки, окружности мышц плеча, а также по экскреции креатина.

### Биохимические критерии адекватности питания

Как недостаточный, так и избыточный пищевой статус проявляется изменениями обменных процессов. Преморбидное состояние объективно проявляется изменениями биохимических показателей, связанных с обменными процессами основных пищевых веществ. Количественные изменения биохимических показателей в этом случае выполняют роль маркеров нарушений

питания. В комплексе с данными объективного медицинского исследования и гигиенической оценки типичного пищевого рациона они позволяют выявлять ранние изменения структур и функций организма. В табл. 8.7 представлены избранные биохимические показатели, которые могут указывать как на алиментарный генез их изменений, так и на особенности обменных процессов при некоторых физиологических состояниях. Нормы биохимических показателей приведены для умеренного климата европейской территории России. Для районов с экстремальными климатическими условиями используются региональные стандарты, соответствующие генетической и социальной адаптации населения.

Оценка пищевого статуса конкретного человека позволяет сформулировать индивидуализированные рекомендации по количеству и пропорциям пищевых компонентов с учетом особенностей метаболизма, возможной предраспо-

**Таблица 8.7.** Важнейшие клинико-биохимические константы (по А.А. Покровскому)

| Биохимические показатели | Содержание у взрослых в норме | Изменения при физиологических состояниях |
|---|---|---|
| **БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН** | | |
| Общий белок сыворотки крови | 6,5–8,0 г% | |
| Альбумины | 4,0–5,0 г% | В конце первой половины и во второй половине нормальной беременности содержание альбуминов снижается и остается низким около 3 мес после родов |
| Общий белок мочи | – | Протеинурия бывает после физической работы и при беременности |
| Общий азот мочи | 10–18 г/сут | |
| Мочевина сыворотки крови | 20–40 мг% | Увеличивается при богатой белком пище. Уменьшена при малобелковой, богатой углеводами пище, во время беременности |
| Мочевина мочи | 20–35 г/сут | Возрастает при богатой белком пище. Уменьшена у детей, при беременности, при питании с малым количеством белка и большим содержанием углеводов |
| Креатинин мочи | 1–2 г/сут у мужчин<br>0,8–1,5 г/сут у женщин | Возрастает при избыточном поступлении креатина с пищей (например, с жареным мясом) |
| Щелочная фосфатаза | 1,5–4,0 ЕД/100 мл сыворотки | У мужчин активность на 20–30% выше, чем у женщин. У беременных активность увеличивается в последнем триместре беременности |
| **УГЛЕВОДНЫЙ ОБМЕН** | | |
| Глюкоза сыворотки крови | 50–95 мг% | Увеличение при тяжелой мышечной работе, при сильных эмоциях. Небольшое уменьшение может быть при беременности |
| Глюкоза в моче | – | Глюкозурия может быть при нормальной беременности, сильных эмоциях, потреблении больших количеств глюкозы |
| Пировиноградная кислота (кровь) | 0,5–1,0 мг% | Увеличение при поступлении большого количества глюкозы, при тяжелой мышечной работе |
| Молочная кислота (кровь) | 5,0–15,0 мг% | Увеличение после мышечной работы |

**Таблица 8.7.** *Окончание*

| Биохимические показатели | Содержание у взрослых в норме | Изменения при физиологических состояниях |
|---|---|---|
| **ЛИПИДНЫЙ ОБМЕН** | | |
| Нейтральные жиры (триглицериды) сыворотки крови | 0–200 мг% | Увеличение после потребления большого количества жиров, может быть при беременности |
| Общий холестерин (сыворотка крови) | 150–250 мг% | Увеличение после жирной пищи, с увеличением возраста, при беременности |
| Эстерифицированный холестерин | 90–135 мг% | Уменьшение у детей первых месяцев жизни, может быть при большом содержании в пище растительных масел |
| Кетоновые тела (кровь) | Меньше 3 мг% | Увеличение при питании, богатом жирами, с малым содержанием углеводов |
| **МИНЕРАЛЬНЫЙ ОБМЕН** | | |
| Кальций (кровь) | 8,5–12,0 мг% | Увеличение может быть при большом поступлении с пищей молока |
| Железо (кровь) | 120 мкг% у мужчин, 80 мкг% у женщин | У новорожденных достигает 175 мкг% |
| pH (моча) | 4,5–7,8 | Увеличение при преобладании в питании растительных продуктов. Уменьшение при преимущественно мясном питании и ограничении углеводов |
| Титрационная кислотность мочи | 200–250 мл 0,1 н. раствора щелочи/сут | Увеличение при питании с большим содержанием мяса, при ограничении углеводов. Уменьшение при вегетарианской диете |
| **ВИТАМИННЫЙ ОБМЕН** | | |
| Витамин А (кровь) | 30–70 мкг% | Уменьшение при питании с низким содержанием витамина А |
| Витамин $B_1$ (плазма) | 1–1,5 мкг% | Уменьшение связано с малым поступлением витаминов с пищей |
| Витамин $B_2$ (сыворотка) | 12 мкг% | Уменьшение при питании с низким содержанием витамина |
| Витамин С (плазма) | 0,7–1,2 мг% | Уменьшение при питании с низким содержанием витамина |

ложенности к определенным заболеваниям, реального функционального состояния организма, пола, возраста, рода занятий, климатических условий проживания и других факторов, формирующих качество жизни.

## Заболевания, обусловленные недостаточным питанием

При питании, неадекватном потребностям организма, возникают нарушения метаболизма клеток.

Алиментарная недостаточность существенно снижает способность организма синтезировать специфические антитела, фагоцитарную активность микро- и макрофагов, неспецифическую резистентность к бактериальным токсинам,

является причиной ослабления воспалительной реакции, замедляет заживление ран и образование коллагена, изменяет микрофлору кишечника.

Болезни пищевой недостаточности сопровождаются стойкими изменениями биохимических констант внутренней среды организма. Чувствительность к дефициту пищевых веществ тем выше, чем моложе организм и чем интенсивнее его рост.

Длительное одностороннее (ограниченное по какому-либо питательному веществу) питание приводит к глубоким изменениям в клетках вплоть до явлений дистрофии, которые проявляются раньше, чем будут использованы собственные запасы питательных веществ организма. Болезни недостаточности питания связаны с недостатком в рационе белков, витаминов, минеральных веществ и микроэлементов.

## Белково-энергетическая недостаточность

Белково-энергетическая недостаточность в клинической практике встречается в виде квашиоркора и алиментарного маразма.

Квашиоркор бывает у детей в возрасте 2–3 лет. Главной причиной заболевания является несбалансированное питание, особенно по белкам животного происхождения. Как правило, энергетическая составляющая рациона обеспечена легкоусвояемыми углеводами. Вместе с тем практически никогда квашиоркор не имеет исключительно пищевую этиологию: в его возникновении очень часто участвуют инфекционные, психологические, культурные факторы.

Переход от грудного вскармливания к общему столу представляет для ребенка критический период. На 2–3-м году жизни потребность в белках (незаменимых аминокислотах) особенно велика из-за быстрого роста и развития мышечной ткани. Эксперты ФАО/ВОЗ определяют потребность в белке у ребенка 1–3 лет равной 0,88–1,76 г/кг. Недостаточное поступление полноценного белка приводит к появлению отеков. Нарушение синтеза ферментов поджелудочной железы сопровождается нарушениями процессов пищеварения и абсорбции (мальабсорбция), в результате чего возникает диарейный синдром.

Различают постоянно встречающиеся симптомы квашиоркора: отек (отсутствие отека позволяет исключить квашиоркор, это главный признак); отставание роста и массы тела от возрастных норм (масса тела составляет до 68% региональных норм, рост — 91%); мышечная гипотония с сохранением подкожной клетчатки и психомоторные нарушения (апатия, грусть, инертность, индифферентное отношение к окружающему и потеря аппетита).

Среди не обязательных для диагностики, но часто встречающихся симптомов следует назвать изменения цвета и формы волос («красные мальчики»); депигментацию кожи («змеиная кожа»); лунообразную форму лица (отек и гормональные нарушения), анемию, неоформленный стул, содержащий непереваренные пищевые частицы.

Непостоянными симптомами считают десквамационный дерматоз с участками гиперпигментации; сплено- и гепатомегалию; кератомаляцию как следствие авитаминоза А; глоссит, хейлит и ангулярный стоматит как следствие недостаточности витамина $B_2$.

Второй важный синдром белково-энергетической недостаточности — алиментарный маразм (кахексия). Возникновение алиментарного маразма связано с недостатком одновременно и белков, и энергетической ценности пищи. Это состояние может развиться во всех возрастных группах, включая и взрослых, но чаще встречается у детей первого года жизни. Причинами являются социально-экономические факторы (голод), раннее прекращение грудного вскармливания без адекватного искусственного питания. Маразм часто сочетается с диареей инфекционной этиологии и туберкулезом.

Алиментарный маразм сопровождается отставанием физического развития (отставание массы тела от возрастной нормы достигает 60%, происходит задержка роста) и мышечной дистрофией при отсутствии подкожного жира. Потеря подкожной клетчатки вызывает появление морщин (лицо «маленького старичка» или «обезьяны»).

При маразме не изменяются форма и цвет волос, никогда не бывает депигментации кожи, нет отеков. Психические нарушения выражены гораздо менее значительно, чем при квашиоркоре: ребенок подвижен и имеет хороший аппетит.

Признаки белково-энергетической недостаточности в России в середине 90-х годов встречались у 6–8% детей раннего возраста и у 2% взрослых.

## Гипо- и авитаминозные состояния

Под авитаминозами понимают состояние полного истощения витаминных запасов в организме, при гиповитаминозе резко снижено содержание того или иного витамина. В последние годы выделяют еще одну форму дефицита витаминов — субнормальную обеспеченность, обозначаемую как маргинальная (биохимическая) недостаточность. Она проявляется до клинических симптомов недостаточности и обусловливает только биохимические нарушения.

### ПРИЧИНЫ РАЗВИТИЯ ГИПО- И АВИТАМИНОЗНЫХ СОСТОЯНИЙ (по М.А. Самсонову и А.А. Покровскому, 1992)

#### I. АЛИМЕНТАРНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ ВИТАМИНОВ

1. Низкое содержание витаминов в рационе питания.
2. Разрушение витаминов вследствие технологической переработки продуктов, их длительного и неправильного хранения и нерациональной кулинарной обработки.
3. Действие антивитаминных факторов, содержащихся в продуктах.
4. Присутствие в продуктах витаминов в малоусвояемой форме.
5. Нарушение сбалансированности рационов и оптимальных соотношений между витаминами и другими веществами и между отдельными витаминами.
6. Пищевые извращения и религиозные запреты, налагаемые на ряд продуктов.
7. Анорексия.

#### II. УГНЕТЕНИЕ НОРМАЛЬНОЙ КИШЕЧНОЙ МИКРОФЛОРЫ, ПРОДУЦИРУЮЩЕЙ ВИТАМИНЫ

1. Болезни желудочно-кишечного тракта.
2. Нерациональная химиотерапия.

## III. НАРУШЕНИЯ АССИМИЛЯЦИИ ВИТАМИНОВ

1. Нарушения всасывания витаминов в желудочно-кишечном тракте: заболевания желудка и кишечника, поражения гепатобилиарной системы, конкурентные отношения с абсорбцией других витаминов и пищевых веществ, врожденные дефекты транспортных и ферментных механизмов абсорбции витаминов.
2. Утилизация поступающих с пищей витаминов кишечными паразитами и патогенной кишечной микрофлорой.
3. Нарушение метаболизма витаминов и образования их биологически активных форм при наследственных аномалиях или приобретенных заболеваниях, под действием токсических или инфекционных агентов.
4. Нарушения образования транспортных форм витаминов (наследственные, приобретенные).
5. Антивитаминное действие лекарственных препаратов, ксенобиотиков.

## IV. ПОВЫШЕННАЯ ПОТРЕБНОСТЬ В ВИТАМИНАХ

1. Особые физиологические состояния организма (интенсивный рост, беременность, лактация).
2. Особые климатические условия.
3. Интенсивная физическая нагрузка.
4. Интенсивная нервно-психическая нагрузка, стресс.
5. Инфекционные состояния и интоксикации.
6. Действие вредных производственных факторов.
7. Заболевания внутренних органов и желез внутренней секреции.
8. Повышенная экскреция витаминов.

Субнормальная обеспеченность витаминами широко распространена (беременные и кормящие женщины, дети различных возрастных групп, студенты, лица пожилого возраста и др.). Распространенность этого состояния сопряжена с падением уровня доходов, изменением структуры питания, широким использованием рафинированных продуктов, потерявших витамины в процессе приготовления, хранения, нерациональной кулинарной обработки. При субнормальной обеспеченности витаминами снижается устойчивость организма к простудным и инфекционным заболеваниям, психоэмоциональному стрессу, действию неблагоприятных (вредных) факторов окружающей среды.

**Гиповитаминоз А.** Дефицит витамина А часто обнаруживается у детей дошкольного возраста (см. разд. Клинические симптомы витаминной недостаточности) в виде специфических поражений глаз. Это прогрессирующее поражение конъюнктивы и роговицы глаза (ксерофтальмия), нарушение сумеречного зрения (гемералопия, «куриная слепота») и цветовосприятия. Среди других признаков гиповитаминоза А следует назвать кожные поражения в виде гиперкератоза, повышенную восприимчивость к инфекционным заболеваниям, метаплазию и кератинизацию покровных клеток дыхательных путей.

Недостаточность ретинола в организме человека сопровождается рядом иммунологических нарушений. Отмечают лимфопению с атрофией лимфоидных органов, ослабление иммунного ответа на воздействие различных антигенов, подавление трансплантационного иммунитета, реакций гиперчувствительности замедленного типа, репродукции Т- и В-лимфоцитов. В эпидемиологичес-

ких исследованиях установлена обратная связь между обеспеченностью ретинолом и β-каротином и частотой рака толстой кишки. Считается, что точкой приложения действия ретиноидов является система Т-хелперов. Дефицит витамина А сопровождается нарушением иммунного контроля за постоянством антигенного состава клеток, что вызывает снижение антибластомной резистентности и создает условия для развития опухолевого процесса.

**Недостаточность витамина D** (рахит) отмечается у многих детей раннего возраста, особенно проживающих в крупных городах. У взрослых авитаминоз встречается редко и проявляется в форме остеопороза и остеомаляции. В группу риска по развитию дефицитных по витамину D состояний относятся также беременные, лица, долго лишенные солнечного света и потребляющие много углеводов и пищу с дисбалансом кальция и фосфора; пожилые люди, исключающие из питания продукты животного происхождения; жители Крайнего Севера.

**Гиповитаминоз Е** у человека встречается крайне редко. У грудных детей это состояние связывают с недостаточным плацентарным транспортом токоферола, обусловленного низким уровнем β-липопротеидов в крови плода. Недоношенные дети больше подвержены формированию гиповитаминозных состояний, так как всасывание токоферола нарушено при морфофункциональной незрелости желудочно-кишечного тракта и организма ребенка в целом. Одной из причин развития гиповитаминозных состояний у детей может стать искусственное вскармливание смесями без добавок витамина. У взрослых проявления недостаточности токоферола могут быть связаны с перегруженностью пищевого рациона ПНЖК, у спортсменов — большой физической нагрузкой, а также с поражением системы пищеварения, включающим нарушение всасывания жиров.

Гиповитаминоз Е считают фактором риска по атеросклерозу и его осложнениям — ишемической болезни сердца и стенокардии. Недостаточность токоферола играет важную роль в возникновении различных заболеваний печени и желчных путей.

**Дефицит тиамина** (гиповитаминоз $B_1$) возникает при питании с большим удельным весом рафинированных углеводов. Формированию гиповитаминоза $B_1$ способствует повышенная потребность в тиамине (жаркий и холодный климат, интенсивная физическая работа, нервно-психическое напряжение, беременность и лактация).

Эндогенная недостаточность может возникать при эндокринных и инфекционных заболеваниях, отравлениях тяжелыми металлами и органическими растворителями, интоксикации сульфаниламидами и антибиотиками, у злостных курильщиков и алкоголиков.

Клинические симптомы выражаются головной болью, повышенной утомляемостью, нарушениями сна, раздражительностью, депрессией. Для гиповитаминоза характерны мышечная астения, боли и судороги в икроножных мышцах, нарушения деятельности сердечно-сосудистой системы и обмена веществ.

Периферические полиневриты (болезнь бери-бери) характерны для выраженного авитаминоза $B_1$.

**Гиповитаминоз $B_2$** чаще проявляется изменениями со стороны слизистой оболочки рта, кожи и глаз (см. разд. Клинические симптомы витаминной недо-

статочности). Для гиповитаминоза характерны ангулярный стоматит с трещинами в углах рта («заеда»); поражение слизистой губ с вертикальными трещинами и десквамацией эпителия (хейлоз); поражение кожи носогубных складок, век, ушных раковин, волосистой части головы (себорейный дерматит).

При арибофлавинозе язык становится пурпурно-красным и отечным, имеет мелкозернистую поверхность («географический язык»), возникают симптомы поражения глаз (конъюнктивит, блефарит, васкуляризация и помутнение роговицы, нарушение световой и цветовой чувствительности).

Недостаточность витамина $B_2$ часто сочетается с дефицитом витамина $B_6$ и никотиновой кислоты.

Гиповитаминоз $B_2$ может возникнуть при отсутствии в рационе молока и молочных продуктов, дефиците полноценного белка (квашиоркор), из-за повышенной потребности в условиях холодного и жаркого климата, при беременности и лактации, а также при болезнях печени и желудочно-кишечного тракта.

**Недостаточность пиридоксина** (гиповитаминоз $B_6$) встречается редко, поскольку этот витамин широко представлен в различных продуктах. Симптомы гиповитаминоза $B_6$ возможны при хронических заболеваниях желудочно-кишечного тракта, при наследственных дефектах пиридоксинзависимых ферментов, лечении антагонистами пиридоксина (изониазид, гидралазин, пеницилламин, дезоксипиридоксин, диоксифенилаланин и др.), у женщин при применении оральных контрацептивов и у лиц, страдающих алкоголизмом.

Недостаточность пиридоксина проявляется нарушениями ЦНС (раздражительность, сонливость, заторможенность, полиневриты), поражениями кожных покровов и слизистых оболочек (себорейный дерматит, ангулярный стоматит, глоссит, хейлоз, конъюнктивит).

**Авитаминоз $B_{12}$** может возникать у вегетарианцев, у беременных, при хроническом алкоголизме, нарушениях синтеза внутреннего фактора Кастла и наследственных дефектах транспортных белков, участвующих в переносе цианокобаламина. Симптомы недостаточности витамина $B_{12}$: раздражительность, повышенная утомляемость, дегенерация и склероз задних и боковых столбов спинного мозга сначала с парестезиями, а затем с параличами и нарушениями функций тазовых органов, потеря аппетита, нарушения моторики кишечника, глоссит и ахилия.

**Дефицит фолиевой кислоты** является наиболее распространенной формой витаминной недостаточности. Алиментарная недостаточность витамина обусловлена его плохим усвоением из пищи. Высокое содержание фолацина обнаружено в печени, листовых овощах, бобах и дрожжах. При кулинарной обработке количество доступного для всасывания витамина существенно снижается.

Гиповитаминоз чаще встречается у пожилых людей с низким достатком и страдающих алкоголизмом, у беременных и кормящих матерей. Недостаточность фолиевой кислоты сопровождается развитием мегалобластической гиперхромной анемии, с явлениями лейко- и тромбоцитопении, гастритов, стоматитов и энтеритов. Беременные представляют особую группу риска, так как гиповитаминоз способствует появлению тератогенных эффектов и может привести к нарушениям психического развития новорожденных. При потребности взрослых 200 мкг/сут у беременных суточное поступление фолиевой кислоты

должно быть на уровне 400 мкг. Минимально необходимое количество фолацина для взрослых составляет 50 мкг/сут. Симптомы гиповитаминоза возникают тогда, когда с пищей длительное время в организм поступает менее 5 мкг/сут фолиевой кислоты. См. также разд. Значение витаминов в питании человека.

## Болезни, обусловленные нарушениями поступления микроэлементов

Болезни и симптомы, обусловленные дефицитом, избытком или дисбалансом микроэлементов, называются микроэлементозами. В зависимости от количества поступающих микроэлементов выделяют гипо- и гипермикроэлементозы.

Гипомикроэлементозы могут иметь экзо- и эндогенное происхождение. Экзогенные гипомикроэлементозы встречаются примерно у 20% местного населения биогеохимических провинций с недостаточным содержанием микроэлементов в окружающей среде. К эндогенным относятся гипомикроэлементозы, обусловленные наследственными или врожденными заболеваниями. Особую и малоизученную группу представляют вторичные эндогенные микроэлементозы, возникающие при инфекционных заболеваниях, ревматизме, туберкулезе, хронических заболеваниях пищеварительной системы, почек и ЦНС. Гипомикроэлементозы в этом случае развиваются, несмотря на поступление микроэлементов в организм в адекватных количествах и соотношениях. По количеству дефицитных микроэлементов гипомикроэлементозы разделяют на моно- и полигипомикроэлементозы.

Гипермикроэлементозы связаны с избыточным содержанием микроэлементов в окружающей среде естественного (геохимические провинции) или искусственного (техногенное загрязнение местности) происхождения.

**Недостаточность железа** является распространенным следствием неадекватного питания и наиболее частой причиной алиментарной железодефицитной анемии, которая, по оценкам экспертов ВОЗ, составляет около 80% всех алиментарных анемий. Дефицит железа особенно часто встречается у детей и женщин детородного возраста, потребляющих пищу относительно низкой энергетической ценности.

Причины дефицита железа: недостаточное поступление с продуктами питания, увеличенные потери железа (обильные менструации, хроническая потеря крови при язвенной болезни желудка, заболеваниях желудочно-кишечного тракта и мочеполовой системы, хроническая гемоглобинурия, паразитозы), мальабсорбция железа (заболевания тонкой кишки, состояние после гастрэктомии), увеличенная потребность в железе (дети, беременные и кормящие женщины).

В организме взрослого человека содержится около 2,3 г железа, из которых 70% жизненно необходимы, а 30% составляют запасы железа. Более 80% жизненно необходимого железа находится в составе гемоглобина эритроцитов, остальное количество содержится в миоглобине и железосодержащих ферментах. При дефиците железа снижаются концентрация гемоглобина и содержание эритроцитов в крови, возникают ретикулоцитоз, анизоцитоз и пойкилоцитоз, гиперплазия костного мозга, снижается активность железосодержащих

ферментов цитохром С-оксидазы, каталазы, сукцинатдегидрогеназы и аконитазы в органах и тканях.

Железодефицитная анемия часто возникает на первом году жизни, что обусловлено как снижением запасов железа в грудном возрасте, так и недостаточным поступлением с пищей. Дети с железодефицитной анемией чаще страдают различными инфекционными заболеваниями.

Во время беременности потребность в железе повышена. В связи с этим от 30 до 73% беременных в конце III триместра беременности имеют железодефицитные состояния, которые могут служить причиной осложнений беременности и родов.

Железодефицитные состояния неблагоприятно сказываются на деятельности практически всех органов и систем. Чрезвычайно чувствителен к дефициту железа головной мозг. Анемия приводит к снижению работоспособности и нарушениям терморегуляции.

Алиментарная профилактика железодефицитных состояний должна строиться с учетом не только содержания железа в пищевых продуктах, но и его биологической доступности. У здоровых людей усвоение железа колеблется от 1% при растительном рационе до 10–25% при употреблении мяса. На всасывание железа влияют многие составные части пищи. Так, фосфор в форме фосфатов и фитатов уменьшает всасывание железа. Незначительное усвоение железа из яиц (3%) обусловлено его прочной связью с фосфопротеином яичного желтка. Растительные продукты содержат ингибиторы усвоения железа. Усвоение железа ингибируется также молоком и чаем. При содержании железа в грудном молоке в количестве 0,7 мг на 100 г женского молока новорожденным усваивается только 0,02 мг. При употреблении чая усвоение железа снижается с 12 до 2%. Ценность мясных продуктов определяется не только высокой биологической доступностью железа, содержащегося в мясе, но и стимулирующим действием мяса на всасывание железа из растительных продуктов. Из пищи всасывается преимущественно железо, входящее в состав гема, в меньшей степени двухвалентное и почти не всасывается трехвалентное. Вещества, повышающие усвоение железа из негемоглобинового источника, кроме мяса, содержатся в рыбе, птице и печени. Утилизацию негемоглобинового железа усиливает аскорбиновая кислота.

**Недостаточность хрома**. Трехвалентный хром является активной составной частью глюкозотолерантного фактора и необходим для образования и активации инсулина. Симптомы дефицита хрома отмечены у детей с белково-энергетической недостаточностью, у пожилых людей и беременных. Недостаточность хрома снижает толерантность к глюкозе.

Взрослый человек ежедневно потребляет от 52 до 78 мкг хрома. Хром встречается в составе многих соединений, различающихся как по физиологической активности и степени абсорбции в кишечнике, так и по устойчивости при кулинарной обработке, поэтому расчетное определение хрома в рационах может ввести в заблуждение. Так, максимальное количество хрома содержится в яичном желтке и устрицах, но максимальной физиологической активностью обладают пивные дрожжи, а наименьшей — мясо кур и сухое молоко. В яичном желтке, так же как и в овощах, хром биологически недоступен. Практически значимыми источниками активного хрома являются дрожжи, печень, мясо, хлеб, сухие грибы и пиво.

**Недостаточность йода** встречается в биогеохимических провинциях многих стран мира. В России дефицит йода встречается на Кавказе, Горном Алтае, Урале, в Чувашии, Мордовии, Марий Эл и др. Биологическое значение йода связано с развитием эндемического зоба, проявляющегося в гипофункции и компенсаторном диффузном увеличении щитовидной железы (см. также гл. 5).

В эндемических по зобу районах распространены железодефицитные анемии, отклонения в физическом развитии детей, нарушения процессов окостенения и полового созревания, снижение умственной работоспособности и иммунного статуса. При наиболее выраженной форме дефицита йода развивается кретинизм с выраженным слабоумием, задержкой роста, непропорциональностью физического развития. В зонах йодной недостаточности довольно часто регистрируются всевозможные врожденные уродства. Патогенное действие дефицита йода усугубляется при недостаточном поступлении в организм ионов меди, кобальта и избытке марганца. Процессы метаболизма йода ухудшаются на фоне неадекватного питания (дефицит белков при избытке углеводов, избыток жиров, дисбаланс витаминов).

При суточной потребности в йоде 100–200 мкг в эндемических районах его поступление с пищей уменьшается до нескольких десятков микрограммов. При адекватном питании около 70 мкг йода поступает в организм с растительной пищей, 40 мкг — с пищей животного происхождения. Высоким содержанием йода отличаются морские водоросли (160–800 мкг/100 г) и морская рыба (треска — 135 мкг/100 г, хек серебристый — 460 мкг/100 г). Содержание йода в мясе, молоке и молочных продуктах составляет в среднем 7–16 мкг/100 г. Неправильное хранение продуктов приводит к снижению содержания йода до 64,5%. Значительные потери йода происходят в процессе кулинарной обработки.

Заболеваемость населения эндемическим зобом снижают комплексные оздоровительные мероприятия: йодная профилактика в сочетании с оптимизацией геохимического состава почвы и повышением качества жизни. Йодированная поваренная соль содержит 25 г йодида калия на 1 т соли и позволяет обеспечить ежедневное поступление около 200 мкг йода. Однако йодированная соль нестойка при хранении и через 6 мес ее используют уже как обычную поваренную соль. Кроме того, потери йода при тепловой обработке блюд, приготовленных с использованием йодированной соли, достигают 60%.

**Недостаточность селена.** Первые прямые доказательства незаменимости селена для человека получены в 1979 г. на больных ювенильной кардиомиопатией (так называемая болезнь Кешана). В китайской провинции Кешан с низким содержанием селена в почве и воде было зарегистрировано множество случаев кардиомиопатии. Механизмы возникновения заболевания до конца не изучены, но дефициту селена отводят основное место, поскольку селенопрофилактика (назначение селенита натрия или обогащенных селеном дрожжей либо богатых селеном морских продуктов) позволяет успешно предотвращать заболевание. Потребность в селене определена на уровне 200 мкг/сут и зависит от активности системы цитохрома Р-450, обеспеченности организма цинком, медью, марганцем, железом и витамином Е. Замечено, что в обычных дозах селен проявляет защитные свойства при отравлениях афлатоксинами, гепатите В, раке печени и кожи (см. также гл. 3, 6).

**Недостаточность цинка** в организме человека бывает острой, подострой и хронической. Клинические проявления дефицита цинка обусловлены нарушениями гомеостаза. Из 2–3 г общего количества цинка в организме человека большая часть сосредоточена в костях и коже. Наиболее высокое содержание цинка в сперме и предстательной железе.

Биологическая роль цинка определяется его необходимостью для нормального роста, развития и полового созревания; поддержания репродуктивной функции и адекватного иммунного статуса; обеспечения нормального кроветворения, вкуса и обоняния, заживления ран. Острая форма дефицита цинка, как правило, возникает у больных, 5–10 нед находящихся на парентеральном питании, и встречается крайне редко. Чаще встречается хронический и особенно подострый дефицит цинка. Наиболее значимыми симптомами гипоцинкоза являются резкое замедление роста, гипогонадизм и выраженная задержка полового развития. Как правило, снижаются вкусовые ощущения, появляются вкусовые извращения, а также снижение порога обоняния.

Первичный гипоцинкоз является следствием недостатка цинка в пище, когда рацион состоит преимущественно из бездрожжевого хлеба, приготовленного из цельной пшеницы. Фитиновые вещества пшеницы и клетчатка, особенно в присутствии кальция, образуют нерастворимый комплекс с цинком, который не всасывается в тонкой кишке. Избыточное содержание в пище антагонистов цинка — меди и кадмия может усиливать дефицит цинка в организме.

Вторичные формы недостаточности цинка в организме связаны с мальабсорбцией или гиперцинкурией. Они возникают у больных сахарным диабетом, при поздних токсикозах беременности и перенашивании плода, тяжелых ожогах (15–53% поверхности тела).

При смешанном питании с пищей взрослый человек должен получать цинк в количестве 15 мг/сут, беременные — 20 мг/сут, кормящие женщины — 25 мг/сут. Всасывается только 20–40% поступившего цинка. Основными пищевыми источниками цинка являются мясо, твердые сыры, зернобобовые и некоторые крупы. Много цинка в орехах и креветках.

**Недостаточность марганца.** В организме взрослого человека содержится 15–20 мг марганца, в основном в головном мозге, печени, почках и поджелудочной железе. Марганец участвует в процессах роста, поддержании репродуктивной функции и остеогенеза, нормального метаболизма соединительной ткани, регуляции липидного и углеводного обмена.

Недостаточность марганца вызывает симптомы гипохолестеринемии, похудание, тошноту и рвоту. В геохимических провинциях с низким содержанием марганца у людей замедляется рост и нарушается формирование скелета (утолщение и укорочение костей нижних конечностей, деформация суставов).

Предполагают, что для нормального функционирования органов и систем человек должен получать марганца 2,5–5 мг/сут. Марганец содержится в мясных, молочных продуктах, яйцах, рыбе и других продуктах моря. Особенно много марганца в грецких орехах (1,9 мг%), какао и молочном шоколаде (4,6 и 3,1 мг% соответственно). Усвоение марганца из богатых этим элементом злаковых затруднено из-за присутствия фитатов. Чрезвычайно богат марганцем чай, чашка которого содержит 1,3 мкг марганца, но усвоение элемента тормозит танин. Кишечной абсорбции препятствуют также оксалаты, кальций, фосфаты и железо.

**Недостаточность кобальта**. Клинические симптомы недостаточности кобальта в организме обусловлены в основном нарушениями кроветворения вследствие не столько дефицита самого микроэлемента, сколько недостаточности кобаламина (витамина $B_{12}$). Соединения кобальта, оказывая гемостимулирующее действие, изменяют и физико-химические свойства эритроцитов.

Наибольшие количества кобальта обнаружены в зернобобовых и овощах, но дефицит кобальта может возникнуть при питании преимущественно растительной (вегетарианской) пищей. Источниками кобаламина являются исключительно продукты животного происхождения (см. Витамин $B_{12}$). Следствием недостаточности может стать анемия Аддисона–Бирмера. К ранним симптомам дефицита кобаламина относятся расстройства менструального цикла, дегенеративные изменения в спинном и костном мозге. Причинами анемии, помимо алиментарной недостаточности микроэлемента, могут быть снижение усвоения кобаламина из-за дефицита мукопротеина, синтезируемого слизистой оболочкой желудка (результат гастрэктомии), и паразитозы.

**Фтор** неравномерно распределен в различных тканях организма. Его концентрация в зубах составляет 246–560 мг/кг, в костях — 200–490 мг/кг, а в мышцах не превышает 2–3 мг/кг. Имеет значение содержание микроэлемента в суточном рационе, а не в отдельных пищевых продуктах. Суточная потребность во фторе точно не установлена. Основным источником фтора является питьевая вода, с которой поступает 1–1,5 мг/сут микроэлемента. С пищей поступает 0,25–0,33 мг/сут. В качестве источников фтора можно рассматривать рыбу (особенно треску и сома), орехи и печень. Достаточно много элемента в баранине, телятине и овсяной крупе (см. также гл. 5, 6). Обобщенные величины потребности в микроэлементах представлены в табл. 8.8.

**Таблица 8.8**. Суточная потребность взрослых в микроэлементах (Смоляр В.И., 1991; Кошелева Н.Ф. и Доценко В.А., 1993)

| Микроэлементы | Потребность, мг | Микроэлементы | Потребность, мг |
|---|---|---|---|
| Железо | 15–20 | Алюминий | 49,1 |
| Медь | 2–2,5 | Рубидий | 0,35–0,5 |
| Марганец | 5–6 | Селен | 0,05–0,2 |
| Цинк | 10–12 | Олово | 2 |
| Кобальт | 0,1–0,2 | Ванадий | 0,1–0,2 |
| Никель | 0,6–0,8 | Хром | 0,05–0,15 |
| Молибден | 0,2–0,3 | Кремний | 30 |
| Йод | 0,1–0,2 | Титан | 0,5 |
| Фтор | 2–3 | Стронций | 1 |
| Хром | 0,8 | Ртуть | 0,02 |
| Теллур | 0,5–1,0 | Серебро | 0,9 |

### Недостаточность пищевых волокон

Производство рафинированных пищевых продуктов способствовало росту потребления высокоочищенных от пищевых волокон хлебопродуктов, сахара, растительных масел, мясопродуктов. Такое питание стало одной из важнейших причин распространения так называемых болезней цивилизации, в частности заболеваний сердечно-сосудистой системы, кишечника, диабета, желчнокаменной и почечнокаменной болезней, некоторых форм рака (см. также разд. Роль углеводов в питании человека).

Недостаточное потребление клетчатки приводит к развитию дивертикулезной болезни толстой кишки. Заболевание диагностируется у 20% населения в возрасте от 40 лет и у 70% людей старше 70 лет в США и Великобритании. Возникновение заболевания обусловлено продолжительностью транспорта пищи в кишечнике, уменьшением массы стула и сопровождается повышением давления в толстой кишке. При включении в пищевой рацион продуктов, содержащих клетчатку, симптоматика заболевания при неосложненной форме уменьшается, функция кишечника улучшается.

Влияние пищевых волокон на развитие рака толстой кишки обусловлено уменьшением концентраций канцерогенов при их абсорбции пищевыми волокнами, уменьшением времени контакта из-за более быстрого транзита химуса, а также изменением общего обмена в результате деятельности микрофлоры кишечника, активизирующейся при питании, обогащенном пищевыми волокнами. Синдром раздраженного кишечника также связывают с недостатком пищевых волокон.

Введение в рацион достаточного количества пищевых волокон обеспечивает как профилактику ряда заболеваний желудочно-кишечного тракта и обмена веществ, так и их лечение. Повышение толерантности к глюкозе и модификация ее всасывания в присутствии пищевых волокон используются для предупреждения и лечения сахарного диабета, гипергликемии и ожирения. Участие пищевых волокон в обмене желчных кислот приводит к снижению уровня холестерина, что важно для профилактики и лечения атеросклероза и ишемической болезни сердца. Пищевые волокна успешно используют при лечении запоров и геморроя, а также для профилактики рецидивов язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки. Однако при ряде заболеваний желудочно-кишечного тракта применение пищевых волокон в рационе ограничивается.

## Болезни избыточного питания

С избыточным по энергетической ценности или какому-либо пищевому веществу питанием связано распространение атеросклероза, желчнокаменной болезни, ожирения, подагры, сахарного диабета, гипервитаминозов, почечной недостаточности, гиперлипопротеидемии, гиперхолестеринемии, гипергликемии, азотемии, уратемии. Перечисленные выше формы патологии следует рассматривать как мультифакторные, для развития которых необходимо сочетание наследственных факторов с факторами окружающей среды (нерациональное питание, гиподинамия, психоэмоциональный стресс, вредные привычки).

Несбалансированное по энергетической ценности и качественному составу питание приводит к ожирению, которое ассоциируется с факторами риска возникновения гипертензии, атеросклероза, ишемической болезни сердца, инсулинонезависимого сахарного диабета и др. Избыточное питание в первые месяцы и годы жизни (и даже в эмбриональный период) способствует образованию в подкожных депо повышенного количества жировых клеток, в связи с чем на всю жизнь остается предрасположенность к накоплению значительных количеств жира. Возникает особенно устойчивая к лечению гиперцеллюлярная форма ожирения. По мнению К.С. Петровского, жировая ткань весьма активная и даже «агрессивная». «Агрессивность» проявляется неудержимым стремлением образовывать себе подобную ткань во все возрастающих количествах. Этот процесс происходит как при усилении поглощения жира из крови, так и при образовании триглицеридов в результате избыточного поступления углеводов с пищей. В экономически развитых странах распространение ожирения достигает размеров эпидемии. В городах России 10–20% мужчин и 30–40% женщин трудоспособного возраста имеют ожирение, т. е. индекс массы тела равен или больше 29 (см. пищевой статус). В Москве избыточная масса тела отмечается у каждого 4-го мужчины и почти у каждой 2-й женщины в возрасте 35–64 лет.

Жировая ткань способна аккумулировать различные вредные вещества (ксенобиотики). Болезни избыточного питания часто возникают при использовании пищевых рационов избыточной энергетической ценности, включающих жиры (преимущественно насыщенные) и углеводы (преимущественно легкоусвояемые) в количествах, превышающих физиологические потребности организма (табл. 8.9).

**Таблица 8.9.** Болезни и синдромы, связанные преимущественно с избыточным питанием (Уголев А.М., 1991)

| Избыточное питание рафинированными углеводами и сахарами | Избыточное питание белками |
|---|---|
| Заболевания сердечно-сосудистой системы (инфаркт миокарда, гипертензия, атеросклероз, варикозное расширение вен, тромбоз) | Заболевания сердечно-сосудистой системы (гипертензия, атеросклероз, тромбофлебит, микроангиопатия, эмболия) |
| Хронический бронхит, эмфизема легких | |
| Заболевания желудочно-кишечного тракта (язвы, гастрит, энтерит, язвенный колит, геморрой) | |
| Аппендицит, холецистит, пиелонефрит, вызванные кишечной палочкой | |
| Холецистит | |
| Желчнокаменная болезнь | |
| Почечнокаменная болезнь | |
| Диабет | Диабет |
| Гиперлипидемия | Гиперхолестеринемия |
| Токсикоз беременности | Токсикоз беременности |
| Эпилепсия, депрессия | |
| Рассеянный склероз | |
| Пародонтоз | |

Избыточное поступление пищевых белков также небезразлично для организма, так как вызывает усиленную работу пищеварения, значительную активацию процессов межуточного обмена аминокислот и синтеза мочевины. Усиление экскреции конечных продуктов азотистого обмена может привести к функциональному истощению почек. При избыточном поступлении с пищей белков увеличивается развитие гнилостных процессов в кишечнике, что может вызвать интоксикацию продуктами гниения и неполного расщепления белков.

Принципы питания, способствующие предупреждению заболеваний сердечно-сосудистой системы (см. разд. Питание пожилых людей и долгожителей).

**Гипервитаминозы** возникают при употреблении некоторых натуральных продуктов, содержащих исключительно большие количества витаминов, преимущественно жирорастворимых, либо при передозировке витаминных препаратов, особенно у детей.

**Гипервитаминоз А.** Обычно возникает в случаях длительного приема суточных доз, превышающих физиологические потребности приблизительно в 10 раз. Описанные в литературе случаи гипервитаминоза А обусловлены в основном употреблением печени птицы, которой в корм в качестве стимуляторов роста добавляли ацетат ретинола.

Гипервитаминоз А проявляется головокружением, головной болью, недомоганием, пересыханием слизистых оболочек и десквамацией эпителия кожных покровов. При значительных дозах отмечаются рвота, диплопия, облысение, спутанность сознания, изменения костной ткани и повреждения печени. Потенциальная токсичность витамина заставляет отказаться от назначения беременным даже терапевтических доз (0,5–1,5 мг/кг) 13-цис-ретиноевой кислоты, так как это существенно увеличивает риск самопроизвольных абортов и врожденных уродств. Гипервитаминоз А вероятен при питании продуктами с повышенным содержанием витамина у алкоголиков и наркоманов, так как возможен синергизм алкоголя, наркотических веществ и ретинола.

**Гипервитаминоз D.** В больших дозах кальциферол оказывает токсическое действие. В реальных условиях отравления возможны только при случайном использовании фальсифицированных продуктов (растительное масло, предназначенное для корма животных и искусственно обогащенное витамином D). Гипервитаминоз D сопровождается изменением проницаемости клеток для ионов кальция, что проявляется обызвествлением мягких тканей и артерий, а также сморщиванием почек. Предполагают, что отложение кальция в коронарных сосудах у детей при гипервитаминозе D является фактором риска инфаркта миокарда в зрелом возрасте. У наиболее чувствительных к кальциферолу детей явления интоксикации могут возникать при приеме 1000–1500 МЕ витамина в день. Тяжелые формы гипервитаминоза развиваются обычно после приема более 3 млн МЕ витамина D.

Одна чайная ложка витаминизированного рыбьего жира содержит 850–1350 МЕ витамина $D_2$. Чрезмерный прием витамина детьми может привести к преждевременному окостенению скелета и костей черепа, нарушениям сосудистого тонуса и кардиосклерозу.

Заболевание начинается с изменений функций ЦНС, отмечаются раздражительность, вялость, нарушения сна, затем ухудшается аппетит и появляется потливость. Эти симптомы нередко рассматриваются как активный рахит, что

служит поводом к дальнейшему увеличению дозы витамина вместо его отмены. На высоте гипервитаминоза появляются тошнота, рвота, дизурические расстройства, в моче обнаруживаются белок, гиалиновые цилиндры, лейкоцитоз, в крови — снижение гемоглобина и гиперкальциемия. На рентгенограммах часто отмечают изменения костной ткани. Чувствительность детского организма к токсическим дозам витамина повышают различные интеркуррентные заболевания (экссудативный диатез, гипотрофия), недоношенность, погрешности вскармливания, одновременный прием препаратов кальция, рыбьего жира и ультрафиолетовые лучи.

**Гипервитаминоз С.** При современном недостаточном использовании в рационах продуктов — носителей аскорбиновой кислоты развитие гипервитаминоза С маловероятно. Причиной гипервитаминоза С может быть систематическое использование больших количеств синтетического витаминного препарата для профилактики простудных заболеваний и гриппа.

Длительный прием аскорбиновой кислоты в дозах более 1 г/сут приводит к активизации симпатико-адреналовой системы и проявляется ощущением беспокойства, бессонницей, ощущением жара, головными болями, повышением артериального давления. При этом увеличивается продукция эстрогенов, что может неблагоприятно сказаться на течении беременности. Избыточное применение аскорбиновой кислоты может вызвать также некротические изменения в поджелудочной железе и способствовать появлению сахара в моче у здоровых людей.

Прием витамина С в дозе 1 г не должен превышать 3 дней и рекомендуется лишь в экстремальных ситуациях, при резком переохлаждении и заболевании гриппом.

## Рациональное питание в профилактике рака

Ежегодно в Российской Федерации 300 000 человек умирают от рака, а число случаев заболеваний злокачественными новообразованиями в течение последних 5 лет увеличивается на 4,5% в год.

По современным представлениям, не менее половины случаев рака связано с неправильным питанием, курением и потреблением алкоголя. За возникновение рака считают ответственным чрезмерное употребление жирной пищи при недостаточном количестве белков, овощей и свежих фруктов (табл. 8.10).

Факторы питания в зависимости от их роли в патогенезе рака можно разделить на инициаторы канцерогенеза и коканцерогены и ингибиторы канцерогенеза. Коканцерогенами называются химические вещества, усиливающие действие канцерогенных веществ. Существуют инициаторы, которые превращают нормальные клетки в дремлющие опухолевые, и промоторы — вещества, превращающие дремлющие латентные опухолевые клетки в видимую опухоль. Влияние избыточного количества жиров на канцерогенез осуществляется, по-видимому, по типу коканцерогенеза. Конечные продукты окисления и переокисления ненасыщенных жирных кислот являются сильными мутагенами и канцерогенами. Трансизомеры жирных кислот снижают активность цитохромоксидазы, играющей ключевую роль в процессах обезвреживания канцерогенов.

**Таблица 8.10**. Причины заболевания раком (Смоляр В.И., 1991)

| Причины заболевания раком | Доля, % |
|---|---|
| Профессионально обусловленный рак | 1 |
| Криптогенные раковые заболевания | 10–15 |
| Рак, обусловленный неправильным образом жизни | |
| курение | 21 |
| нерациональное питание | |
| нитраты-нитриты, дефицит аскорбиновой кислоты и микотоксины | 5 |
| избыток жиров, трансизомеры жирных кислот, низкое потребление пищевых волокон | 45 |
| многофакторные причины | |
| курение+потребление алкоголя | 5 |
| курение+вдыхание пыли асбеста и другие комбинации | 1 |
| Раковые заболевания, обусловленные лучевым лечением и фармакотерапией | 1 |

Наиболее распространенные локализации рака (толстой и прямой кишки, молочной железы и предстательной железы) чаще встречаются у людей, потребляющих много жиров. Опухоли печени могут возникать при белково-энергетической недостаточности (квашиоркор). Повышенный риск рака толстой и прямой кишки ассоциируется с недостаточным содержанием клетчатки. Избыточное потребление алкоголя связано с риском развития рака полости рта, глотки, гортани, печени. Считается, что алкоголь и продукты горения табака оказывают синергическое канцерогенное действие и стимулируют активность другого фактора канцерогенеза — *Helicobacter pylori*.

Канцерогенными свойствами обладают и химические вещества, находящиеся в пищевых продуктах. К ним относятся нитрозамины, образующиеся из нитратов и нитритов, поступающих в продукты либо в пищевых цепях, либо в результате технологической обработки мясных и рыбных изделий. Наибольшее количество нитрозаминов обнаруживается в копченых мясных изделиях, ветчине, мясных консервах, соленой и копченой рыбе.

Канцерогенное действие оказывают токсины плесневых грибов — микотоксины, продуцируемые плесенью при неправильном хранении продуктов. К ним относятся афлатоксины и патулин. Афлатоксины встречаются в арахисе и кукурузе, а патулин — в заплесневелых яблоках, облепихе, а также других фруктах, плодах и овощах, ягодах или соках, джемах, приготовленных из заплесневевших плодов и ягод.

Сильное канцерогенное действие оказывают полициклические ароматические углеводороды. Наиболее изучен 3,4-бенз(а)пирен. Он появляется при копчении домашним способом рыбы и мяса, использовании пережаренных жиров во время кулинарной обработки, а также в результате миграции по пищевым цепям в районах производства сельскохозяйственной продукции с неблагоприятной экологической обстановкой.

Ситуация с определением химических веществ с канцерогенными свойствами постоянно меняется. В 1958 г. в США были запрещены добавки в пищу лю-

**Таблица 8.11.** Природные антиканцерогены (Смоляр В.И., 1991)

| Ингибиторы канцерогенеза | Основные источники |
|---|---|
| Аскорбиновая кислота | Овощи, фрукты |
| Ароматические изотиоцианаты | Капуста, листовые овощи |
| Кумарин, лактоны | Капуста |
| Пищевые волокна | Зерновые, фрукты, овощи |
| Флавоноиды | Фрукты, овощи, злаковые |
| Индол | Капуста |
| Фенольные кислоты | Чай, кофе, бобовые, овес, яблоки, картофель |
| Протеазные ингибиторы | Бобовые, грецкие орехи |
| Соединения селена | Растительное масло, орехи |
| α-Токоферол | Спаржа |

бых веществ, провоцирующих развитие рака у животных или людей, а 20 лет спустя обнаружили еще 500 канцерогенов. Концентрация этих химических веществ оказалась на 5 порядков ниже той, которая поддавалась определению в 50-е годы. Следовательно, исходя из безпороговости действия канцерогенов, достичь абсолютной безопасности невозможно даже при условии соблюдения гигиенических нормативов.

Антимутагенными и антиканцерогенными свойствами обладают зеленый и черный чай (флавоноиды), кофе, красное вино, пиво, большинство овощей. Ингибиторами процесса канцерогенеза являются витамины и микроэлементы (табл. 8.11).

Длительное время считалось, что ретинол и β-каротины снижают риск развития рака. Однако исследования последних лет, в том числе эпидемиологические, этого не подтвердили. Более того, представители Международного агентства по исследованию рака указывают на увеличение риска развития рака легких и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний у курильщиков, принимавших добровольно в качестве профилактического средства β-каротин.

Аскорбиновая кислота препятствует образованию канцерогенных нитрозосоединений из нитратов и аминов. Токоферол в качестве антиоксиданта ингибирует процесс канцерогенеза. Антиканцерогенным свойством обладают селен и пищевые волокна.

Профилактике рака способствуют санитарно-ветеринарный контроль образования нитрозаминов, потребление зелени, овощей и фруктов, разумные ограничения энергетической ценности и жировой составляющей пищевого рациона.

## Пищевая и биологическая ценность пищевых продуктов

Термином «пищевая ценность» обозначается вся полнота свойств пищевых продуктов, включая обеспечение данным продуктом физиологических потребностей человека в основных пищевых веществах и энергии.

Термином «биологическая ценность» обозначается степень соответствия аминокислотного состава пищевого белка потребностям организма. Биологическая ценность характеризуется показателем аминокислотного скора.

Качество жировых компонентов пищевых продуктов определяется показателем биологической эффективности, отражающим содержание в них полиненасыщенных жирных кислот.

Требования к пищевой ценности применяются по отношению к следующим 9 группам сырья и продуктов: мясо, мясные продукты, птица и яйца; молоко и молочные продукты; рыба, рыбные и другие продукты моря; хлебобулочные и мукомольно-крупяные изделия; сахар и кондитерские изделия; овощи, бахчевые, плоды, ягоды и продукты их переработки; жировые продукты; напитки и продукты брожения; другие продукты.

## Мясо, мясные продукты, птица и яйца

Пищевая ценность продуктов, относящихся к этой группе, определяется в основном содержанием в них высокоценного белка, насыщенного жира, некоторых микроэлементов и витаминов, а также энергетической ценностью. Биологическая ценность белков продуктов, изготовленных из мяса сельскохозяйственных животных и яиц, не должна быть по величине аминокислотного скора ниже 1, а белков других продуктов этой группы — ниже 0,9.

Мясо является главным источником животного белка. Содержание белка в мясе может колебаться от 11 до 21% (18%). Коэффициент усвояемости белка нежирной свинины и телятины равен 90%, говядины — 75%, баранины — 70%.

Общее количество жира в мясе колеблется от 1 до 50%. С увеличением количества жира в мясе несколько уменьшается количество белков и более значительно — воды.

Пищевая ценность липидов мяса зависит от жирнокислотного состава. В говядине и баранине преобладают насыщенные жирные кислоты, а также мононенасыщенная олеиновая кислота. Содержание ПНЖК (линолевой и особенно линоленовой) незначительно. В свинине много ПНЖК — до 10,5% в жировой ткани, в том числе до 9,5% линолевой, до 0,6% линоленовой и до 0,35% арахидоновой кислоты. По соотношению насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот (3:4:1) свиной жир довольно близко приближается к оптимальному (3:6:1).

Холестерина в мышечной ткани мяса примерно в 1,5 раза меньше, чем в жировой.

Мясо содержит витамины $B_1$, $B_2$, PP и особенно $B_{12}$, но витаминов C и A в мясе мало. В мясе содержится значительное количество легкоусвояемых форм минеральных веществ, особенно фосфора, железа, цинка. Усвоение минеральных веществ из мяса существенно выше, чем из продуктов растительного происхождения. Например, железо в 3 раза лучше усваивается из мяса, чем из растительных продуктов. Углеводов в мясе незначительное количество.

Мясо животных является источником экстрактивных веществ, которые стимулируют деятельность пищеварительных желез, повышают аппетит, стимулируют ЦНС. При варке мяса от 1/3 до 2/3 экстрактивных веществ переходит в бульон, поэтому отварное мясо предпочтительно в химически щадящих диетах.

Мясо птицы содержит несколько больше белков (куры — 18–20%, индейка 24,7%) и экстрактивных веществ, значительно меньше соединительной ткани, а белки и жиры усваиваются лучше. В мясе птиц много стимулирующих рост аминокислот — триптофана, лизина, аргинина. В липидах мяса птицы больше ПНЖК, чем в говядине и баранине. Витаминный и минеральный состав мяса птицы заметно не отличается от мяса остальных наземных животных. Белое мясо птиц богато фосфором, серой и железом, что позволяет рекомендовать его для профилактики железодефицитных состояний у детей раннего возраста.

Мясо уток и гусей не рекомендуется использовать в диетическом питании из-за большого содержания жира, достигающего 36–38%. Печень птицы представляет собой важный источник микроэлементов, участвующих в процессах кроветворения, витаминов А, холина, $B_2$, $B_{12}$, РР. Однако в печени птицы содержится много холестерина — более 300 мг на 100 г продукта против 60–80 мг на 100 г мяса животных и птицы.

**Белок яиц** с точки зрения аминокислотного состава сбалансирован лучше, чем какой-либо другой, что позволило в свое время Продовольственной сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) использовать яичный белок в качестве стандарта при оценке биологической ценности белков. Липидный комплекс яиц, кроме холестерина (0,57%), одновременно содержит много фосфолипидов (3,39%), что в известной мере нейтрализует атерогенное действие холестерина.

В яйцах, в основном в желтке, высокое содержание жирорастворимых витаминов А, D и Е. Общее количество микро- и макроэлементов в яйце существенно не отличается от мяса наземных животных (за исключением кальция, которого в яйце в несколько раз больше), и все они находятся в легкоусвояемой форме.

## Молоко и молочные продукты

Пищевая ценность молока и молочных продуктов определяется преимущественно содержанием в них белка, жира, некоторых витаминов, макро- и микроэлементов и энергетической ценностью.

В России в основном потребляют коровье молоко, но в некоторых регионах получают и используют молоко других видов животных. В молоке содержится более 90 компонентов, 20 сбалансированных аминокислот, около 20 жирных кислот, 25 различных минеральных веществ в значимых количествах и 12 витаминов.

Молоко подразделяют на казеиновое (75% казеина и более) и альбуминовое (50% казеина и менее). К казеиновому относится коровье и козье молоко, к альбуминовому — кобылье и ослиное. В альбуминовом молоке лучше сбалансированы аминокислоты, больше сахара и при скисании в нем образуются мелкие нежные хлопья; оно больше приближается к женскому молоку. Помимо белка, в молоке содержится незначительное количество (4–10%) небелковых форм азота, в том числе около 3% свободных аминокислот, имеющих значение для производства молочнокислых изделий и сыров.

Жир молока представлен в основном триглицеридами (98,2–99,5% всего жира). Кроме того, в молочном жире содержатся фосфолипиды, свободные жирные кислоты, стерины.

Углеводы в молоке представлены лактозой. В желудочно-кишечном тракте лактоза легко сбраживается до молочной кислоты, которая принимает участие в регулировании деятельности кишечной микрофлоры. Молочный сахар регулирует накопление в организме жира и жироподобных веществ, способствует усвоению фосфора, кальция и магния, а также содействует синтезу витаминов группы В.

Молоко является ценным источником тиамина и рибофлавина. Количество витаминов А, D и β-каротина зависит от сезона.

Кальций и фосфор находятся в молоке в сбалансированном для усвоения состоянии. Микроэлементы, в том числе цинк, железо и медь, связаны как с белками, так и с жировыми шариками. Соотношение этих фракций непостоянно.

Молоку свойственны хорошие усвояемость и высокая энергетическая ценность.

Кисломолочные продукты получают из молока в результате молочнокислого, а иногда и спиртового брожения после внесения специальных микробных заквасок.

В кисломолочных продуктах увеличивается кислотность, повышается содержание витаминов группы В. Кисломолочные продукты получают антибиотические свойства. Эти продукты быстрее усваиваются, стимулируют секрецию пищеварительных желез, нормализуют моторику кишечника и подавляют в нем гнилостную микрофлору. Творог является важным источником легкоперевариваемого и усвояемого белка, кальция и фосфора, а также витаминов А и группы В. Творог оказывает липотропное действие и широко используется в лечебном питании при заболеваниях печени, сердечно-сосудистой системы, ожирении, диабете, после ожогов и переломов костей.

## Рыба, рыбные продукты и другие продукты моря

Пищевая ценность этой группы продуктов определяется содержанием в них высокоценного белка, ненасыщенного жира, некоторых витаминов, макро- и микроэлементов и энергетической ценностью.

Рыба по химическому составу очень близка к мясу теплокровных животных.

В рыбе содержится от 10 до 23% полноценных белков, а метионина в рыбе больше, чем в мясе. Белки рыбы усваиваются на 93–98%. В рыбе много экстрактивных веществ, которые оказывают сильное сокогонное действие.

Липиды рыб представлены главным образом триглицеридами различных жирных кислот, среди которых до 90% составляют биологически активные ненасыщенные жирные кислоты. Количество ПНЖК кислот достигает 5%.

Витаминов группы В (тиамин, рибофлавин, ниацин) в рыбе приблизительно столько же, сколько в мясе, а витамина $B_{12}$ несколько больше. Витамина А содержится от 0,01 до 0,1 мг%, витамина D больше, чем в мясе (в сельди до 30 мкг%). Особенно много этих витаминов в печеночном жире трески: до 10 мг% витамина А и до 200 мкг% витамина D. В печеночном жире тунца содержание витамина D может достигать 1000 мкг%.

Минеральный состав рыбы более разнообразен, чем мяса. Морская рыба содержит от 50 до 150 мкг% йода, 400–1000 мкг% фтора и 40–50 мкг% брома, что приблизительно в 10 раз больше, чем в мясе. В рыбе в 3–4 раза больше кобальта, в 2–3 раза — натрия и хлора, в 2–10 раз — кальция. Меньше, чем в мясе, в рыбе содержится железа, цинка, меди, никеля и молибдена.

## Хлебобулочные и мукомольно-крупяные изделия

Пищевая ценность группы хлебобулочных изделий и мукомольно-крупяных продуктов определяется содержанием в них белков, жиров, углеводов, витаминов группы В, некоторых макро- и микроэлементов и энергетической ценностью.

Хлеб традиционно широко представлен в рационе жителей России и обеспечивает от 30 до 40% суточных энерготрат. В хлебе содержится 45–50% углеводов, в основном крахмала, до 1% жиров и 6–8% белков с дефицитом незаменимых аминокислот лизина и треонина. Хлеб — источник витаминов РР, $B_1$ и $B_2$, а также фосфора, магния, серы и пищевых волокон (клетчатка и гемицеллюлоза). Энергетическая ценность хлеба 200–250 ккал/100 г.

Макаронные изделия («сухие консервы») по пищевой и биологической ценности не отличаются от пшеничного хлеба высших сортов.

Крупы представляют собой обработанное зерно различных злаковых культур. Больше всего белков в овсяной и гречневой крупах (15 и 14%), но аминокислотный состав белка не сбалансирован.

Бобовые продукты содержат до 25% белков, богатых лизином. Рационы, сочетающие злаковые и бобовые, обладают более высокой питательной ценностью и лучше усваиваются, чем чисто бобовые или чисто злаковые.

## Сахар и кондитерские изделия

Пищевая ценность сахара и кондитерских изделий (сахаристые и мучные продукты) определяется содержанием основного пищевого вещества (сахарозы) и дополнительных компонентов.

Пищевая ценность сахаристых кондитерских изделий может колебаться в широких пределах и зависит от содержания сахара (40–85%) и других углеводов, жира (от 3% в карамели до 42% в шоколаде, в среднем 10–15%) и в некоторых случаях белка. Энергетическая ценность этих продуктов колеблется от 300 до 550 ккал/100 г.

Пищевая ценность мучных кондитерских изделий определяется преимущественным содержанием в них крахмала пшеничной муки (30–40%) и сахара (до 40%); некоторые изделия (печенье, кексы, вафли с жировой начинкой) содержат много жира (30–40%). Энергетическая ценность продуктов этой подгруппы составляет 400–500 ккал/100 г. Для производства кондитерских изделий используются рафинированные продукты, которые не содержат значимых количеств витаминов.

## Овощи, бахчевые, плоды, ягоды и продукты их переработки

Овощи, картофель, бахчевые, плоды, ягоды и продукты их переработки являются основными источниками ряда минеральных веществ, витамина С, β-каротина, клетчатки, пектиновых веществ и усвояемых углеводов, что и определяет пищевую ценность продуктов этой группы. В процессе хранения часть пищевых веществ теряется.

В питании россиян в основном используют капусту, огурцы, томаты, лук и чеснок, свеклу и морковь, а также картофель, относящийся к корнеплодам.

Картофель является важнейшим продуктом повседневного потребления. Энергетическая ценность картофеля обусловлена высоким содержанием крахмала (до 24%). Белка в картофеле немного (2 г/100 г продукта), но зато это самый ценный из всех растительных белков. В свежеубранном картофеле содержится до 20 мг% аскорбиновой кислоты. После 5 мес хранения концентрация аскорбиновой кислоты снижается до 15 мг%, а после 6 мес — до 10 мг%. Кроме того, картофель является источником фолиевой кислоты, рибофлавина и ниацина, а также многих минеральных веществ, в первую очередь калия.

Капуста обладает малой энергетической ценностью, в ней мало белков (от 0,8 до 4,8 мг/100 г) и углеводов (4,5–7,9 мг/100 г) при полном отсутствии жира и высоком содержании витамина С и калия. Белки капусты, как и картофеля, относятся к полноценным, приближающимся по аминокислотному составу к белкам животного происхождения. Высокую биологическую активность капусте придает тартроновая кислота, которая редуцирует превращение углеводов в жир. Капустный сок содержит витамин U, который рассматривается как противоязвенный фактор. Квашеная капуста содержит 30 мг% витамина С, т. е. от 70 до 90% исходного содержания в свежем овоще.

Огурцы не обладают высокой пищевой ценностью и широко используются в питании по сложившимся традициям и благодаря хорошим потребительским свойствам. Некоторые сорта томатов по содержанию аскорбиновой кислоты приближаются к цитрусовым, причем аскорбиновая кислота сохраняется в томатах и при консервировании. В томатах много β-каротина (1,2 мг%). Пищевая ценность томатов обусловлена и высоким содержанием яблочной и лимонной кислот.

Лук и чеснок содержат много фитонцидов, аскорбиновой и фолиевой кислот.

Свекла и морковь являются источниками минеральных веществ, углеводов, органических кислот, витаминов, пищевых волокон. Содержание β-каротина в моркови существенно превосходит его содержание во всех остальных овощах.

Бахчевые (арбуз, дыня, тыква) отличаются значительным содержанием моносахаридов (глюкозы и фруктозы), калия, аскорбиновой кислоты, а также β-каротина и фолиевой кислоты.

Фрукты и ягоды имеют разнообразные вкусовые и питательные свойства. Апельсины содержат сахара, пектиновые вещества, органические кислоты, аскорбиновую кислоту, инозит, витамин Р и значительные количества калия.

В яблоках находятся сбалансированный комплекс сахаров, который в наименьшей степени используется в организме для жирообразования, значительное количество клетчатки, органических кислот, аскорбиновой кислоты и минеральных веществ.

## Жировые продукты

К этой группы относятся масла растительные, маргарины, майонезы, молочный жир и жиры топленые животные.

Сливочное масло содержит 82,5 г жира/100 г, вследствие чего обладает высокой энергетической ценностью. В 100 г сливочного масла витамина $D_2$ —

0,002–0,008 мг, витамина А — 0,59 мг, β-каротина — 0,38 мг, витамина Е — 2–5 мг, фосфатидов — 1400 мг и холестерина 237 мг, немного витаминов $B_2$ и РР, практически нет витаминов $B_1$ и С.

Растительные жиры обладают высокой биологической ценностью из-за содержания ПНЖК, фосфатидов, стеринов, жирорастворимых витаминов. Рафинирование масла приводит к снижению биологической ценности продукта, так как в процессе обработки теряются фосфатиды и токоферолы. Комбинированные жиры (маргарин) представляют смесь растительных и животных жиров. По своей усвояемости маргарин не уступает сливочному маслу.

Получаемые в процессе гидрогенизации моно- и полиненасыщенных жирных кислот кулинарные жиры, в частности твердые сорта маргарина, содержат трансизомеры насыщенных жирных кислот (ТИЖК), которые существенным образом изменяют функции молекул ферментов и клеточных оболочек, в состав которых они попадают.

ТИЖК содержатся преимущественно в хлебобулочных и кондитерских изделиях, приготовленных на гидрогенизированных жирах. Количество ТИЖК в крекерах, печенье, картофеле фри, чипсах, пончиках, приготовленных с использованием твердых маргаринов, может достигать 30–40% общего количества жирных кислот.

### Напитки и продукты брожения

Пищевая ценность безалкогольных напитков определяется содержанием в них углеводов и некоторых водорастворимых витаминов, а минеральных вод — содержанием минеральных веществ.

Пищевая ценность натуральных соков практически соответствует пищевой ценности сырья, т. е. тех фруктов и ягод, из которых они готовятся.

Пищевая ценность чая и кофе невелика. В чае без сахара содержатся только кальций и магний (1 мг%) и железо (0,1 мг%). Кофе без сахара содержит на 100 мл 0,2 г белков, 0,6 г жиров и 0,1 г углеводов.

Тонизирующее действие чая и кофе связано с содержанием кофеина (в чае 350 мг/л, в кофе до 1050 мг/л). Кофе и чай уменьшают всасывание железа на 39–64%.

## Безопасность пищевых продуктов

Под безопасностью пищевых продуктов понимается отсутствие токсического, канцерогенного, мутагенного или иного неблагоприятного действия продуктов на организм человека при употреблении в общепринятых количествах.

### Пищевые инфекции

Через пищу распространяются возбудители эндогенных инфекционных заболеваний животных, которые при определенных условиях могут передаваться человеку (зоонозы), и микроорганизмы, широко распространенные в окружа-

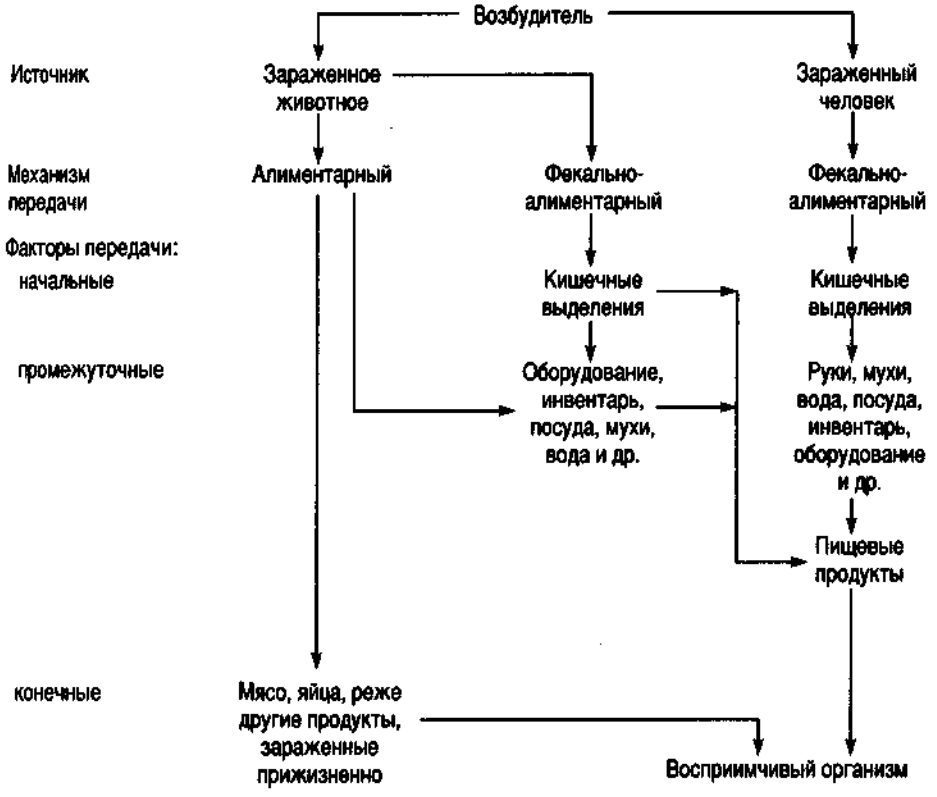



**Схема 8.2.** Источник, механизмы и факторы передачи возбудителей пищевых сальмонеллезов (по К.С. Петровскому).

ющей среде, которые способны вызвать инфекционные заболевания. От больных животных могут передаваться туберкулез, бруцеллез, ящур, иерсиниозы и другие инфекции, а также гельминтозы. От больного человека или бактерионосителя, а также из объектов окружающей среды, загрязненных выделениями больных и носителей, возможно алиментарное заражение брюшным тифом, дизентерией и другими инфекционными заболеваниями. К пищевым инфекциям относятся также сальмонеллезы.

Источниками сальмонелл являются домашние и дикие животные, а также птица, особенно водоплавающая, и яйца. Инфицирование мяса может быть прижизненным, а также в результате неправильного забоя скота, разделки туши, нарушения условий хранения, транспортировки и кулинарной обработки сырья (схема 8.2).

## Пищевые отравления

Пищевые отравления — острые, редко хронические заболевания, возникающие в результате употребления пищи, массивно обсемененной микроорганизмами определенного вида или содержащей токсичные для организма вещества микробной или немикробной природы.

Пищевые отравления объединяются рядом признаков:

- внезапное острое начало с коротким инкубационным периодом;
- каждый случай пищевого отравления связан с употреблением какого-то одного вида пищевого продукта;
- вне зависимости от этиологии пищевые отравления не передаются от больного человека здоровому.

### Пищевые отравления микробной этиологии и их профилактика

Биологические контаминанты пищи являются наиболее часто встречающейся в практике причиной пищевых отравлений, имеющих вид либо токсикоинфекций, либо интоксикаций. В первом случае продукты массивно обсеменены микроорганизмами, во втором случае в пище находятся токсины — продукты жизнедеятельности микроорганизмов. Возможны случаи массовых вспышек пищевых отравлений, если пораженный продукт употребляется группами людей, например на предприятиях общественного питания, либо единичные (семейные) случаи, когда в качестве пострадавших выступает одна семья или один человек.

Пищевые отравления бактериальной этиологии, как правило, протекают остро с коротким инкубационным периодом и бурной клинической картиной поражения различных отделов желудочно-кишечного тракта и даже систем жизнеобеспечения (сердечно-сосудистой, нервной) (табл. 8.12).

**Пищевые токсикоинфекции**

**Эпидемиология.** Пищевые токсикоинфекции распространены повсеместно. Восприимчивость к заболеваниям очень высока. Как правило, заболеваемость повышается в теплое время года, когда из-за нарушений правил хранения и сроков реализации пищевых продуктов создаются благоприятные условия для быстрого и массивного обсеменения микроорганизмами. Источником возбудителей могут быть животные и люди. Механизм передачи заболевания — фекально-оральный. Путь передачи пищевой.

Заболевания вызываются разными микроорганизмами, которые могут размножаться на пищевых продуктах. Наиболее распространенными являются *Proteus vulgaris*, *P. mirabilis*, *S. faecalis*, *B. cereus*, *C. perfringens*, бактерии родов *Hafnia*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Vibrio* (*V. parahaemolyticus*).

Основным условием возникновения заболевания является массивное обсеменение пищевых продуктов. В результате гибели возбудителей в желудочно-кишечном тракте высвобождаются эндотоксины — липополисахариды, содержащиеся в клеточной стенке бактерий. Видовые особенности микроорганизмов мало отражаются на особенностях патогенеза и клинической картине, поэтому ответ организма стереотипен: развиваются как местные процессы в желудочно-кишечном тракте (воспаление, дисбактериоз, нарушение моторики), так и общетоксические проявления (головная боль, подъем температуры, нарушение деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем).

Пищевым токсикоинфекциям свойственны внезапное развитие заболевания (вспышки) при коротком инкубационном периоде (6—24 ч) почти одновременно у всех потреблявших одну и ту же пищу, связь заболевания с приемом пищи, приготовленной или реализованной при тех или иных санитар-

**Таблица 8.12.** Выраженность клинических симптомов при некоторых пищевых отравлениях микробной этиологии (Петровский К.С., 1982)

| Клинические симптомы | Возбудители | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *E. coli* | *Proteus* | *Staphylococcus aureus* | *S. faecalis* | *Cl. botulinum* | *Cl. perfringens* |
| Инкубационный период | 4–10 ч | 4–20 ч | 4–18 ч | 8–24 ч | 2 ч–несколько суток | 8–23 ч |
| Температура | Высокая, повышенная | Высокая, повышенная | Норма, редко субфебрильная | Норма | Норма, редко субфебрильная | Норма |
| Озноб | + – | – + | + – | – | – | – + |
| Тошнота | + – | + | ++ | + – | + – | – + |
| Рвота | + – | + | +++ | – | + – | – + |
| Боли в эпигастральной области | + – | + – | + – | + – | – + | + |
| Боли в области живота | + + | + + | – + | + + | – | + + + |
| Жидкий стул | + + + | + + + | – + | + + | – | + + |
| Стул с кровью | – + | – + | – | – | – | – |
| Стул со слизью | + | – + | – | – | – | + – |
| Запор | – | – | – | – | ++ | – |
| Метеоризм | – | – | – | – | + – | + + |
| Общая слабость, головокружение | + + | + – | + | + – | + + + | + – |
| Головная боль | + – | – | + | + – | – + | – + |
| Расстройство зрения, диплопия | – | – | – | – | + + + | – |
| Расстройство речи, глотания | – | – | – | – | + + + | – |
| Сухость во рту | – | – | – | – | + + + | – |
| Потеря сознания | – + | + – | – + | – | – | – |
| Судороги | – + | – | – + | – | – | – |
| Упадок сердечной деятельности | – + | – + | – + | – | + + | – + |
| Нарушение дыхания | – | – | – | – | + + + | – |

Условные обозначения, принятые в таблице: +++ симптомы выражены резко; ++ симптомы выражены сильно; +– симптомы наблюдаются редко; –+ симптомы наблюдаются очень редко; – симптомы не наблюдаются.

ных нарушениях, территориальная ограниченность заболевания, обусловленная ареалом реализации загрязненного микроорганизмами продукта (не обязательна в крупных урбанизированных центрах с выраженными миграционными потоками населения в течение рабочего дня), быстрое прекращение вспышки после изъятия опасного продукта.

**Пищевые интоксикации**

К пищевым интоксикациям относятся ботулизм и стафилококковая интоксикация, возникающие при употреблении пищи, загрязненной микробными токсинами. К возникновению пищевых интоксикаций приводят все условия, которые способствуют токсинообразованию.

**Стафилококковые интоксикации.** Возникновение заболевания обусловлено энтеротоксинами золотистого стафилококка (*S. aureus*).

Источниками микроорганизмов являются люди, работающие на пищевых предприятиях и имеющие гнойную инфекцию стафилококковой этиологии (фурункулы, панариции, ангины, нагноившиеся раны и ожоги и др.), резидентные носители золотистых стафилококков, больные маститом животные (козы, коровы).

Стафилококковые интоксикации чаще возникают при использовании в питании обсемененного стафилококком молока и молочных продуктов (крем, сметана, творог, мороженое, а также сыр и брынза). Кроме молочных продуктов, стафилококки размножаются и образуют токсины в готовых мясных и рыбных блюдах, особенно приготовленных из фарша.

Профилактику стафилококковых интоксикаций обеспечивают ветеринарно-санитарный надзор на молочных фермах, строгое соблюдение санитарно-противоэпидемических мероприятий на предприятиях общественного питания, соблюдение правил хранения и реализации готовой продукции.

**Ботулизм.** Это тяжелый пищевой токсикоз, развивающийся после короткого (2–12 ч) инкубационного периода в результате употребления продуктов, содержащих токсины возбудителя *Cl. botulinum.*

В клинической картине преобладают офтальмоплегический и бульбарный синдромы (см. табл. 8.12).

Ботулинический токсин — наиболее сильный из известных биологических ядов. При кипячении разрушается в течение 10 мин. Может продуцироваться микроорганизмами в любых продуктах, имеющих анаэробные условия (овощные, грибные, рыбные, мясные консервы домашнего приготовления). Споры устойчивы к кипячению, низкой температуре, различным видам консервирования.

Профилактика ботулизма заключается в соблюдении санитарных правил на рыбных промыслах и бойнях при разделке туши, технологии консервирования и условий хранения консервов. Важным мероприятием по профилактике ботулизма является санитарно-просветительная работа среди населения по технологии приготовления домашних консервов.

**Основные принципы профилактики пищевых отравлений микробной этиологии**

Изоляция источника возбудителя инфекции. С этой целью необходимы своевременное выявление среди работников предприятий питания не только больных с клинически выраженными формами заболеваний, но и носителей патогенных серотипов микроорганизмов с отстранением от работы в контакте с пищевыми продуктами и санацией, тщательный вете-

ринарно-санитарный контроль за состоянием здоровья животных и птицы на сельскохозяйственных фермах с целью выявления больных и носителей.

Прерывание путей обсеменения пищевых продуктов возбудителями пищевых отравлений. Соблюдение правил забоя скота, птицы, обработки рыбы и полуфабрикатов, условий транспортировки, соблюдения технологии приготовления пищи на предприятиях питания, контроль состояния здоровья персонала пищеблоков.

Предупреждение размножения микроорганизмов и токсинообразования. Соблюдение условий хранения, консервирования и сроков реализации готовой продукции.

Обезвреживание потенциально опасных в эпидемическом отношении продуктов.

**Пищевые микотоксикозы**

Пищевые микотоксикозы развиваются в результате употребления в пищу продуктов переработки зерновых и бобовых культур (кукуруза, злаковые, рис, арахис, горох), содержащих токсичные вещества определенных видов микроскопических грибов. Инкубационный период и интенсивность клинических симптомов зависят от свойств грибов, концентрации токсина в продукте и абсорбированной дозы.

Эрготизм вызывается употреблением в пищу зерновых (рожь, реже пшеница), пораженных склероциями гриба *Claviceps purpurea.*

Действующим токсическим началом при отравлении являются алкалоиды спорыньи, концентрация которых зависит от погодных условий и практически не снижается при выпечке хлеба из загрязненной муки. Клиническая симптоматика обусловлена блокадой адренергических систем организма.

В настоящее время случаи возникновения эрготизма крайне редки.

К фузариотоксикозам относят отравления при использовании в пищу зерновых, пораженных грибами рода *Fusarium*, почти все разновидности которого токсичны для человека. К фузариотоксикозам относятся отравления «пьяным хлебом» и алиментарно-токсическая алейкия.

Отравление «пьяным хлебом» обусловлено заражением зерновых грибом *Fusarium graminearum.* Даже в случае однократного употребления хлеба, содержащего токсины этого гриба, проявляются симптомы, характерные для тяжелого алкогольного опьянения.

Алиментарно-токсическая алейкия встречается при употреблении в пищу хлеба, приготовленного из перезимовавшего в поле зерна (просо, пшеница, рожь, ячмень, овес). Действующим токсическим началом отравления является токсин грибов *Fusarium sporotrichella.* Болезнь развивается через 1–2 нед после употребления хлеба, выпеченного из муки, содержащей токсины. Главным признаком заболевания является некротическая ангина, развивающаяся при явлениях алейкии, снижении количества гранулоцитов и гемоглобина, лимфоцитозе.

Афлатоксикоз. Афлатоксины являются высокотоксичными вторичными метаболитами микроскопических грибов *Aspergillus flavus Link ex Fries*, которые образуются на различных пищевых продуктах, пищевом сырье и кормах практически повсеместно, наиболее часто и в наибольших количествах в арахисе, кукурузе, семенах хлопчатника.

Афлатоксины являются одним из наиболее сильных гепатотропных ядов, обладающих также выраженной способностью вызывать отдаленные последствия, в том числе канцерогенный эффект. Для афлатоксинов доказаны мутагенная активность, цитотоксическое действие, влияние на нервную систему, иммунотоксичность, влияние на репродуктивную функцию, тератогенная активность.

Токсические свойства афлатоксинов усиливаются при питании с недостаточным количеством белка, полиненасыщенных жирных кислот, витамина А, холекальциферола и от этилового спирта.

Профилактика микотоксикозов включает борьбу с сельскохозяйственными вредителями и гигиенический мониторинг уровня загрязнения сырья и пищевых продуктов.

### Пищевые отравления немикробной этиологии

**Немикробные отравления продуктами, ядовитыми по своей природе или становящихся ядовитыми при определенных условиях**

Такие отравления нечасто встречаются в клинической практике, но имеют широкий диапазон этиологических факторов, разнообразную картину патогенетических механизмов и тяжелые клинические проявления. Отравления зоотоксинами или растительными ядами возникают при употреблении в пищу незнакомых животных (как правило, морских рыб) или растений.

Отравления ядами животного происхождения возможно при употреблении печени и мяса ядовитых акул. Отравления скумбриевыми рыбами (тунец, пеламида, ставрида, макрель) объясняется высоким содержанием в мясе этих рыб гистидина, который при нарушении условий и сроков хранения превращается в активное гистаминоподобное вещество заурин.

От растительных ядов наиболее часто страдают дети, которых привлекают красивый вид и яркий цвет ягод и растений. Возможно отравление настойками и отварами из трав с целью самолечения.

К наиболее распространенным ядовитым растениям на территории Российской Федерации относятся:

- растения, вызывающие преимущественно поражение нервной системы: аконит (борец, голубой лютик, иссык-кульский корень); белена; белладонна (красавка); болиголов пятнистый; вех ядовитый (цикута, водяной болиголов, водяной омег); дурман; конопля индийская; чина посевная; чистотел; чилибуха (рвотный орех);
- растения, вызывающие преимущественно поражения желудочно-кишечного тракта: безвременник, волчье лыко, клещевина (турецкая конопля, касторка), крушина, молочай, паслен;
- растения, вызывающие преимущественно поражение сердца: ландыш, наперстянка, чемерица;
- растения, вызывающие преимущественно поражение печени: гелиотроп, горчак розовый, крестовник.

Профилактика острых отравлений включает санитарно-просветительную работу среди населения, в частности в детских садах, школах.

**Отравления грибами**

Массовые отравления грибами (в том числе со смертельным исходом) в Российской Федерации приходятся на 3-ю декаду июля — начало октября. При-

чиной отравления обычно становится употребление ядовитых грибов вместо съедобных. Более 90% отравлений со смертельным исходом приходится на долю бледной поганки (*Amanita phalloides*), возможно отравление ложными опенками и строчками.

При отравлении грибами различают:

1. Желудочно-кишечный синдром (острый гастроэнтерит), вызываемый практически всеми ядовитыми и условно-ядовитыми грибами при их неправильной кулинарной обработке вследствие раздражающего действия грибных пептидов на слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта.

2. Печеночный синдром, чаще называемый «фаллоидиновым», так как вызывается α, β, δ- и σ-аманитинами бледной поганки (*Amanita phalloides*).

3. Почечный синдром, обусловленный содержащимся в ядовитых грибах токсином ореланином.

4. Психоневрологический (мозговой) синдром при действии нейротоксинов псилоцибина, гирометрина, атропина и др.

Отравления не связаны с массовыми мутациями грибов из съедобных в ядовитые и скорее обусловлены ошибочным сбором ядовитых двойников съедобных грибов.

Грибы, собранные в экологически неблагополучных районах с интенсивно развитой промышленностью и сетью автодорог, могут накапливать ксенобиотики и должны рассматриваться в этом случае как причина отравлений химической этиологии, а не как вариант грибной интоксикации.

Профилактика массовых отравлений грибами должна строиться на активной санитарно-просветительной работе среди населения.

**Отравления химическими веществами антропогенного происхождения**

Из загрязненных в результате хозяйственной деятельности объектов окружающей среды по пищевым (трофическим) цепям различных экосистем в организм человека поступают чужеродные химические вещества (ксенобиотики). Считается, что из ядов, регулярно попадающих в организм человека, около 70% поступают с пищей, 20% — из воздуха и 10% — с водой.

Механизмы биотрансформации ксенобиотиков в наземной и водной трофических цепях существенно различаются. Защитные (антидотные) механизмы у теплокровных наземных животных при однократном поступлении загрязнителя способствуют снижению его концентрации в каждом звене наземной трофической цепи. Однако вредные вещества способны накапливаться в организме (материальная кумуляция) при хроническом поступлении с пищевыми продуктами.

При миграции ксенобиотиков по водным пищевым цепям они не подвергаются процессам биотрансформации во внутренней среде, и в каждом последующем звене концентрация вредных веществ увеличивается. Так, непосредственно из водной среды планктон извлекает остатки растворенных или взвешенных инсектицидов и происходит 10-кратное увеличение их концентрации в микроорганизмах. При утилизации планктона дафниями и мелкими ракообразными происходит дальнейшее 50-кратное увеличение концентрации ксенобиотиков. В организме мелких рыб, питающихся ракообразными, увеличение составляет 5 раз, в крупных хищных рыбах — 2 раза и в организме птиц, питающихся рыбой, — еще 25 раз. В результате концентрация хлорорганических

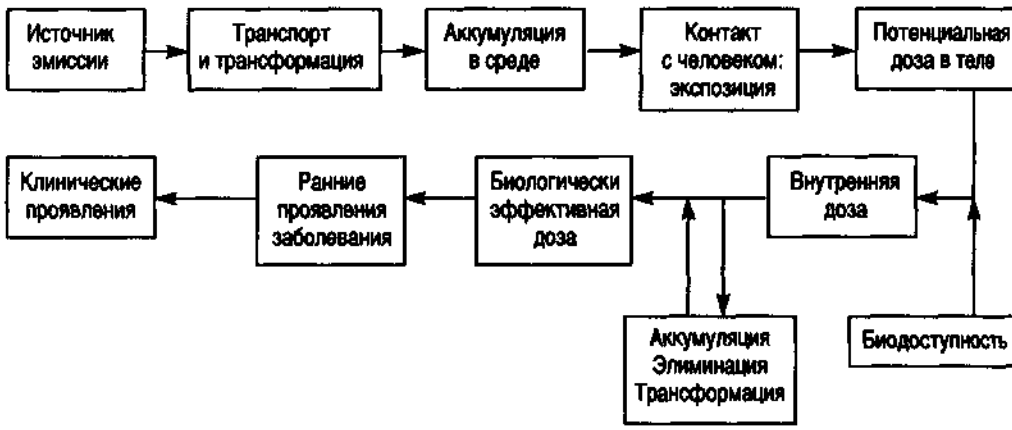



**Схема 8.3**. Схема воздействия контаминанта на здоровье человека.

пестицидов в тканях щуки увеличивается в 26 000 раз, а в тканях бакланов, питающихся рыбой, в том числе и щуками, — в 528 000 раз.

Путь ксенобиотиков от источников эмиссии до органа–мишени представлена на схеме 8.3.

Среди ксенобиотиков, поступающих алиментарным путем, для человека опасны пестициды, тяжелые металлы, полихлорированные и полибромированные углеводороды, нитраты и нитриты.

**Отравления пестицидами**

Пестициды (ядохимикаты) представляют основное ядро ксенобиотиков, поступающих в организм человека алиментарным путем. Их химический состав разнообразен и представлен соединениями 12 классов. Наиболее распространены хлорорганические (типа гексахлорциклогексана), фосфорорганические (типа метафоса, хлорофоса), карбоматы (типа севина), ртутьорганические (типа гранозана). На территории Российской Федерации разрешены к применению в сельском хозяйстве 66 различных пестицидов. Помимо специфического действия на сельскохозяйственных вредителей, они отличаются неблагоприятными отдаленными последствиями (тератогенным, эмбриотоксическим, гонадотропным, канцерогенным и др.). Эпидемиологическими исследованиями установлена прямая корреляционная связь между ухудшением состояния здоровья сельского населения (особенно детей) и территориальными нагрузками пестицидами.

Для диагностики пищевого отравления пестицидами необходимо знать конкретную номенклатуру применяемых в районе пестицидов, их токсикологические характеристики, патогенетические механизмы интоксикаций и клинические симптомы отравления. Основными причинами отравлений ядохимикатами являются нарушения правил обработки растений, вследствие чего остаточные количества пестицидов в продукции растениеводства превышают максимально допустимые уровни (МДУ).

На здоровье населения могут влиять и примеси, содержащиеся в пестицидах. К таким наиболее токсичным примесям относятся диоксины, которые в качестве трудно отделимого побочного продукта и в незначительных количе-

ствах содержатся в препаратах трихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4,5-Т). Опасность диоксинов заключается в чрезвычайно высокой мутагенной активности и канцерогенном действии (см. гл. 3).

Пищевые отравления, связанные с использованием в сельском хозяйстве пестицидов, обусловлены их высокой токсичностью, устойчивостью во внешней среде, в том числе в почве, воде и пищевых продуктах, выраженными кумулятивными свойствами, способностью накапливаться в некоторых системах и тканях, достигая значительных концентраций, длительным пребыванием в организме (большой период полувыведения), способностью проникать в молоко кормящих матерей, а также образовывать стойкие масляные эмульсии и длительно сохраняться в этих эмульсиях при обработке овощей и фруктов.

Профилактика хронических отравлений пестицидами базируется на строгом соблюдении агротехнических приемов использования пестицидов с учетом их токсикологических характеристик и контроле содержания остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах. Использование продуктов с содержанием остаточных количеств пестицидов, превышающих МДУ, запрещается (см. также гл. 13).

**Отравления тяжелыми металлами, полихлорированными и полибромированными углеводородами (см. гл. 3)**

**Отравления нитратами, нитритами и нитрозаминами** возникают при поступлении этих ксенобиотиков с пищевыми продуктами в значительных количествах. Источниками пищевых нитратов являются преимущественно продукты растениеводства. Животные продукты (мясо, молоко) их содержат в незначительном количестве. Нитраты при участии нормальной микрофлоры кишечника и ферментов восстанавливаются до нитритов. Нитраты и нитриты при хроническом поступлении в больших количествах приводят к образованию метгемоглобина, в результате чего может развиться хроническая алиментарная нитратно-нитритная метгемоглобинемия.

Нитриты (в частности, нитрит натрия) широко используются при консервировании мяса, производстве колбас и деликатесных продуктов, а также рыбных консервов для улучшения потребительских свойств продукта, придания специфических «ветчинных» аромата и вкуса и повышения стойкости продукта при хранении.

Большие дозы нитратов или нитритов приводят к симптомам интоксикации. Через 4–6 ч появляются тошнота, рвота, признаки кислородного голодания (одышка, синюшность слизистых оболочек и кожных покровов), понос. Все это сопровождается слабостью, болями в затылочной области, сердцебиением.

Нитрозамины в отличие от нитритов и нитратов обладают выраженной канцерогенной активностью (см. также гл. 5).

## Пищевые добавки, классификация, требования к применению в производстве пищевых продуктов

В последние 5 лет на продовольственном рынке России резко возрос ассортимент пищевых продуктов с пищевыми добавками или собственно пищевых добавок. Согласно определению ВОЗ пищевые добавки — это природные со-

единения и химические вещества, которые сами по себе обычно не употребляются в пищу, но в ограниченных количествах преднамеренно вводятся в продовольственные товары на различных этапах производства, хранения и транспортировки для придания товарам заданных свойств, повышения стойкости продуктов к различным видам порчи, сохранения структуры, внешнего вида и т.д. Пищевые добавки могут находиться в продуктах полностью или частично в неизменном виде, или в виде веществ, образующихся в результате химического взаимодействия добавок с компонентами пищевых продуктов.

В разных странах используются около 500 пищевых добавок, не считая разновидностей, комбинированных добавок, отдельных душистых веществ и ароматизаторов. На упаковке большинства пищевых продуктов стоят буквенные и цифровые индексы, которые и обозначают пищевые добавки.

Разрешение на применение добавок выдается специализированной международной организацией — Объединенным комитетом экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам и контаминантам. Комиссией «Кодекс алиментариус» закодированы все пищевые добавки в виде Международной цифровой системы (International Numbering System — INS). В странах Европейского сообщества используется региональная система цифровой кодификации с литерой «Е». Согласно этой системе каждой пищевой добавке присвоен цифровой код из 3 или 4 цифр с предшествующей литерой «Е». Коды, или идентификационные номера используются только в сочетании с названиями функциональных классов, отражающих группировку пищевых добавок по технологическим функциям (подклассам). Например, аскорбиновая кислота может быть обозначена на этикетке продукта как «антиокислитель Е300», а изоаскорбиновая кислота — как «антиокислитель Е315». В некоторых случаях после индекса может стоять некоторая величина, например 50 ppm, которая обозначает, что на 1 млн массовых или объемных частей продукта приходится не более 50 частей пищевой добавки (ppm — part per million). В целом пищевая добавка в продукте согласно «Кодекс алиментариус» будет поступать в организм человека в соответствии с максимально допустимым количеством вещества для животных, уменьшенным по отношению к человеку в 100, 500 и даже в 1000 раз.

Согласно системе «Кодекс алиментариус» классификация пищевых добавок выглядит следующим образом:

- Е100–Е182 — красители, применяемые для окраски пищевых товаров в различные цвета;
- Е200 и далее — консерванты, способствующие длительному хранению продуктов;
- Е300 и далее — антиокислители (антиоксиданты), замедляющие окисление и предотвращающие порчу. По действию схожи с консервантами;
- Е400 и далее — стабилизаторы, сохраняющие заданную консистенцию продукта;
- Е500 и далее — эмульгаторы, поддерживающие структуру продуктов. По действию схожи со стабилизаторами;
- Е600 и далее — усилители вкуса и аромата;
- Е700–Е800 и далее — запасные индексы;
- Е900 и далее — антифламинги, противопенные вещества (понижают пену, например, при розливе соков);

Е1000 и далее — вновь формируемая группа, куда входят глазирующие вещества, подсластители, добавки, препятствующие слеживанию сахара, соли, муки, крахмала и др.

Особое внимание медицинских работников и представителей органов здравоохранения во всем мире привлекают различные травяные сборы, используемые в качестве пищевых добавок. В России пищевые добавки в виде травяных сборов находят все большее применение и распространение. Риск для здоровья может быть связан с отсутствием полной информации о составе таких пищевых добавок и о противопоказаниях к их использованию.

## Гигиенические основы организации лечебного питания

В основу диетотерапии положена концепция сбалансированного питания. Питание больного человека строится на основе данных о физиологических потребностях в пищевых веществах и энергии здорового человека. В пропорции пищевых веществ вносятся коррективы, соответствующие особенностям патогенеза, клинического течения, стадии болезни и метаболических нарушений. Сочетание диетотерапии с фармакологической, с одной стороны, повышает эффективность лечения, а с другой — смягчает или предупреждает побочные действия лекарственных препаратов, которые при этих условиях дают нужный терапевтический эффект при меньших дозах. Считается, что под влиянием адекватной диеты происходит реадаптация ферментных систем. Лечебное питание является важным элементом вторичной профилактики, поскольку препятствует переходу начальных форм заболевания в хронические и способствует выздоровлению и реабилитации.

Лечебное питание используется при всех без исключения заболеваниях желудочно-кишечного тракта, болезнях обмена веществ, заболеваниях сердца, легких, печени, почек, опорно-двигательного аппарата и др. Нередко лечебное питание дает хорошие результаты в тех случаях, когда другие методы лечения неэффективны.

Успешное лечение в современном лечебном учреждении возможно при правильном сочетании диеты, соответствующей характеру и тяжести заболевания, и лечебных процедур (лекарственная терапия, физиотерапия, лучевая терапия). В лечебном питании применяются дополнительные операции при обработке продуктов, в том числе измельчение продукта вплоть до полной гомогенизации, приготовление блюд на пару и запекание.

Технологическая обработка сырья при приготовлении рационов лечебного питания позволяет сохранить пищевую и биологическую ценность пищи. При различной термической обработке потери энергетической ценности и пищевых веществ существенно различаются. Потери белков и жиров в животных продуктах выше, чем в растительных. Потери минеральных веществ больше в 2 раза в продуктах животного происхождения, за исключением кальция, который при некоторых видах обработки рыбы и птицы частично переходит из костей в мясо. Витамины разрушаются при воздействии высокой температуры, что составляет не менее 50% всех потерь витаминов, а для аскорбиновой

кислоты эта величина достигает 75%. Общие потери энергетической ценности составляют 10%.

Потери при варке зависят от способа термической обработки. Если варка производится без слива жидкости, то потери всех пищевых веществ минимальны: 2–5% белков, жиров, углеводов и минеральных веществ. Потери витамина С достигают 60%, и разрушается 10–15% витаминов группы В и β-каротина. При варке большинства овощей и некоторых каш (рисовая), макаронных изделий, когда сливают отвар, потери белков, жиров, витаминов и минеральных веществ увеличиваются в 2–3 раза и приближаются к потерям при жарке. При жарке растительных продуктов теряется в среднем 5% белков и 10% жиров, причем теряется главным образом жир, добавляемый при жарке. В результате вытекания сока и образования корочки теряется до 20% углеводов и минеральных веществ.

В больничных учреждениях существуют две основные системы приготовления пищи: централизованная и децентрализованная. По централизованной системе пища готовится в пищеблоке и доставляется в лечебное отделение. При децентрализованной системе централизованно производится лишь заготовка полуфабрикатов, а в корпусах организуются доготовочные кухни.

Первым звеном централизованной системы является пищеблок. К пищеблоку относятся складские помещения, помещения для подготовки продуктов к кулинарной обработке, варочные цехи, раздаточные и ряд вспомогательных помещений. В крупных многопрофильных больницах пищеблок располагается в отдельном здании либо на верхних этажах корпусов. Размещение пищеблоков в подвальных помещениях и на первых этажах гигиенически нецелесообразно.

Второе звено — транспортировка готовой пищи и сухих продуктов из пищеблока по палатным отделениям и далее по палатам, сбор и мытье использованной посуды и доставка ее в пищеблок.

Преимущества централизованной системы заключаются в возможности применять высокопроизводительное технологическое оборудование и в улучшении контроля со стороны диетврачей и диетсестер. Недостатками централизованной системы являются удлинение путей транспортирования пищи в палатные отделения, увеличение времени доставки пищи.

Для приготовления высококачественного диетического питания и профилактики пищевых инфекций и отравлений на пищеблоке предусматриваются:

- полный набор помещений и оборудования цехов;
- рациональная планировка помещений;
- недопущение встречных или пересекающихся «чистых» и «грязных» процессов (сырых и готовых продуктов, чистой и грязной посуды);
- обязательная маркировка всего оборудования пищеблока и использование этого оборудования в строгом соответствии с маркировкой;
- соблюдение технологического режима тепловой обработки продуктов, особенно мяса и рыбы;
- соблюдение правил хранения продуктов и сроков реализации пищи;
- строгое соблюдение персоналом правил личной гигиены;
- соблюдение санитарного режима работы пищеблока с обеспечением тщательного мытья посуды и рабочих поверхностей, рук и оборудования с применением дезинфицирующих и моющих средств.

## Лечебно-профилактическое питание

Лечебно-профилактическое питание назначается рабочим, имеющим профессиональный контакт с вредными физическими или химическими факторами. Питание предназначено для здоровых людей трудоспособного возраста и поэтому основывается на принципах рационального питания с учетом особенностей обмена ксенобиотиков и роли отдельных частей пищи, оказывающих защитный эффект. Химический состав пищи и активность ее компонентов способствуют уменьшению вредного действия ксенобиотиков или продуктов их метаболизма. Это задержка абсорбции вредных веществ из желудочно-кишечного тракта, ускорение выведения из организма ксенобиотиков или продуктов их метаболизма, повышение общей резистентности, защита отдельных систем от вредного действия токсичных веществ.

Превращение ксенобиотиков в организме осуществляется метаболической трансформацией и конъюгацией. К метаболической трансформации относятся все процессы превращения ксенобиотиков (окисление, восстановление, гидролиз, отщепление химических групп их молекулы). В биотрансформации участвуют многие ферменты, из которых главная роль принадлежит микросомальным ферментам эндоплазматической сети клеток, в первую очередь гепатоцитов.

Конъюгация представляет собой биосинтетический процесс, в котором ксенобиотики или их метаболиты, образовавшиеся при метаболической трансформации, соединяются с легкодоступными эндогенными субстратами: глюкуроновой кислотой, глутатионом, аминокислотами, ацетильными и метильными группировками, сульфатом и др.

При метаболической трансформации и конъюгации ксенобиотики превращаются в более полярные и более растворимые метаболиты и конъюгаты, что способствует их более быстрому и полному выведению из организма экскреторными системами (преимущественно с мочой и желчью).

При функциональной недостаточности механизмов обезвреживания активные промежуточные метаболиты ксенобиотиков могут вступать во взаимодействие с молекулами клетки-мишени (белки, РНК, ДНК, липиды), приводя к образованию свободных радикалов эндогенных молекул и проявлению гепатотоксического, нефротоксического, мутагенного, сенсибилизирующего, тератогенного, канцерогенного действия и др. Рационы лечебно-профилактического питания см. гл. 13.

# ГЛАВА 9

# ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

Научно-техническая революция второй половины XX века вызвала во всем мире рост производительных сил и концентрацию населения в городах (урбанизация).

Урбанизация как социально-историческое понятие утвердилось в последние десятилетия. Под термином «урбанизация» понимают глобальный процесс, обусловленный развитием производительных сил и форм социального общения, который вызывает глубокие преобразования городов и селений на основе роста индустрии, увеличения количества транспорта, ускорения жилищного строительства и распространения городского образа жизни на самые удаленные уголки страны.

Бурный рост городов сочетается с одновременным повышением их общественной роли. Урбанизация охватывает не только социальную и демографическую структуру населения, но и его расселение и образ жизни. Процесс урбанизации приводит к концентрации населения в городах в результате развития промышленности, интенсификации сельского хозяйства, совершенствования средств транспорта, связи и др.

Развитие городов вызывается объективной необходимостью концентрации и интеграции разнообразных форм и видов материальной и духовной деятельности, усилением связи между различными сферами производства, науки и культуры.

На современном этапе наблюдается тенденция к росту больших городов (100 000 человек и более). Особое место в этом процессе занимает рост городов-гигантов с миллионным населением. Если в прошлом столетии было всего 4 города с населением более 1 млн человек, то к 1920 г. их уже насчитывалось 25, к 1930 г. — 90, к 1960 г. — 140, а к 1970 г. — более 200. С 1970 по 1979 г. в экономически развитых странах доля городского населения составляла в Италии 52%, в Чехословакии 66%, во Франции 70%, в Японии 72%, в США 73%, в Германии 75%,

в Канаде 76% общей численности. В России доля городского населения увеличилась с 33% в 1940 г. до 65,3% в 1985 г. По прогнозам в XXI веке в США городские жители будут составлять 90%. Уже в настоящее время в США крупные города, растянувшиеся на сотни километров Атлантического побережья, сливаются друг с другом. Например, сегодня вместо Бостона и Вашингтона образовался гигантский город Босваш с населением более 40 млн человек.

Рост городского населения объясняется не только естественным движением, но и в значительной мере миграцией сельского населения в города и реорганизацией сельских местностей в городские.

Рациональный рост городов является одним из положительных проявлений технического прогресса, позволяющих наиболее эффективно развивать промышленность, правильно использовать кадровые ресурсы.

Урбанизация имеет две стороны. Во-первых, в крупных городских центрах происходит накопление экономического и культурного потенциала общества, что создает возможности для достижения высокого уровня материальной и духовной жизни. Во-вторых, эти достижения используются повсеместно в других городах и селах, что в свою очередь дает новый импульс для развития главных центров.

Эффективность процесса урбанизации зависит от социально-экономической формации общества. Многие из факторов городской среды при длительном нерегламентированном воздействии способны вызывать существенные сдвиги в состоянии здоровья населения. Это загрязнение окружающей среды, повышение шумового фона, образование своеобразного микроклимата города, ускорение городской жизни, информационные перегрузки и т.д.

Изменяя условия жизни населения, урбанизация приводит к повышению химической, физической и психической нагрузки на организм человека.

Одной из важных социально-гигиенических проблем крупного города является недостаточная обеспеченность жильем. Жилище как искусственно создаваемая среда обитания человека наряду с условиями труда и питания влияет на заболеваемость населения. Жилищно-коммунальные условия занимают 3-е место по силе влияния на состояние здоровья населения.

В настоящее время огромное социальное значение имеет внедрение в практику массового жилищного строительства типовых проектов жилых зданий с квартирами для одной семьи. Проектирование и строительство жилищ осуществляется в нашей стране по соответствующим строительным нормам и правилам. Ряд гигиенических нормативов и требований к жилищам постоянно совершенствуется. Под жилищное строительство отводятся земельные участки, удаленные от промышленных и сельскохозяйственных комплексов.

Санитарно-гигиеническое состояние жилищ определяется их ориентацией по сторонам света, тепло- и воздухоизолирующими свойствами ограждающих конструкций, качеством и эффективностью работы санитарно-технических устройств и кухонного оборудования, материалами, используемыми для отделки помещений. Ориентация зданий и помещений определяет условия их инсоляции. При гигиенической оценке жилища имеет значение воздушный куб. В основу определения воздушного куба и нормы воздухообмена положен принцип ограничения накопления в воздухе помещений продуктов жизнедеятельности человека. Воздушный куб на 1 человека должен составлять не менее

40 м$^3$. Большую роль в воздухообмене играет и высота помещений, так как загрязнители воздуха обычно концентрируются в припотолочном пространстве. Высота помещений важна и для формирования благоприятного микроклимата. Постепенно ликвидируются различия городских и сельских жилищ. Однако некоторые из них, обусловленные особенностями сельскохозяйственного труда и наличием приусадебных участков, сохраняются.

## Особенности формирования городской среды

Крупный город изменяет почти все компоненты природной среды — атмосферу, растительность, почву, рельеф и даже микроклимат. Разница в температуре и влажности воздуха, инсоляции между городом и его окрестностями иногда соизмерима с передвижением на 20° по широте. В городах изменяется электрическое магнитное поле Земли. Влияние города на недра распространяется на глубину от 0,5 до 4 и даже до 8 м. Иными становятся механизмы формирования подземных вод и их химический состав. В крупных городах создаются условия для интенсивного загрязнения воздушной среды и почвы. По опубликованным расчетам, все города мира ежегодно выбрасывают в окружающую среду более 3 млрд т твердых промышленных и бытовых отходов, около 1 млрд т различных аэрозолей, более 500 км$^3$ промышленных стоков.

## Особенности атмосферного воздуха в промышленных городах

Воздушная среда в крупных городах особенно подвержена загрязнению. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха городов в индустриальных странах являются автотранспорт, промышленные предприятия, тепловые электростанции. Ежегодно в атмосферу выбрасывается 200–250 млн т золы, до 60 млн т диоксида серы. В США в результате сжигания на тепловых электростанциях угля и нефти в воздушный бассейн страны выбрасывается 74% всей массы поступающего в атмосферу диоксида серы и около половины оксидов азота. Диоксид серы, поступающий в атмосферу от тепловых электростанций, выпадает на землю с дождями. Огромное количество пыли и вредных газов выделяется при различных технологических процессах (выпуск чугуна, стали, шлака из доменных и сталеплавильных печей, дробление и обжиг серного колчедана и т.д.).

Среди источников загрязнения воздушной среды городов автотранспорт занимает ведущее место. Миллионы автомобилей ежегодно выбрасывают в воздух около 200 млн т окиси углерода, 40 млн т оксидов азота. В 150 российских городах автомобильные выбросы превалируют над промышленными (Москва — 88%, Санкт-Петербург — 71%, Томск — 79%, Краснодар — 76%). В России в 1999 г. было 30 млн автомобилей. Выхлопные газы автомобилей представляют собой смесь примерно 200 соединений. В них наряду с углеводородами (не полностью сгоревшие компоненты топлива), оксидами азота и оксидом углерода содержатся альдегиды, акролеин, формальдегид, в значительном ко-

личестве непредельные углеводороды этиленового ряда, в частности гексен и пентен. Из-за неполного сгорания топлива в двигателе автомашины значительная часть углеводородов превращается в сажу, содержащую смолистые вещества — ароматические углеводороды и в частности бенз(а)пирен. Весьма опасной составной частью выхлопных газов автомашины являются соединения органического свинца, образующиеся в результате добавления к бензину антидетонатора тетраэтилсвинца (ТЭС).

Среди загрязнений воздушной среды городов особое место принадлежит диоксиду серы, который образуется в результате сжигания жидкого и твердого топлива. Степень загрязнения атмосферы зависит от качества и вида топлива и оборудования тепловых электростанций. Например, тепловая электростанция компании «Электрисите де Франс», потребляя ежемесячно 51 000 т угля, содержащего примерно 1% серы, ежедневно выбрасывает в атмосферу 33 т диоксида серы. За один день эксплуатации электростанции, работающей на твердом топливе, в воздух поступает около 230 т золы. Много пылеобразующих веществ выбрасывают в атмосферный воздух металлургические заводы. Пыль металлургических заводов состоит из триоксида железа и триоксида алюминия. Существенное загрязнение воздушной среды вызывают предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, в состав их выбросов входят большое количество углеводородов, сероводорода, а также стирол, дивинил, толуол, ацетон и др.

Загрязнение атмосферного воздуха резко ухудшает условия жизни населения, что проявляется в снижении прозрачности атмосферы, уменьшении естественной освещенности, повышении туманообразования.

Научно-технический прогресс определил не только появление новых факторов городской среды, но и в значительной степени изменение городского микроклимата.

## Микроклимат города

Инсоляция существенно влияет на климат города. Твердые частицы, взвешенные в атмосфере, препятствуют попаданию на землю лучистой энергии Солнца; энергия поглощенных лучей расходуется на непосредственное повышение температуры воздуха. По данным К.А. Буштуевой, водяной пар ослабляет солнечные лучи в 10 раз, а городской туман — в 40—120 раз больше, чем сухой воздух. Инсоляция в городах на 15—20% ниже, чем в сельской местности. Ряд американских авторов считают, что во многих городах электрическое освещение можно было бы уменьшить на треть, если бы физическими или химическими методами удалось устранить содержащиеся в воздухе частицы, рассеивающие солнечный свет. Это особенно касается ультрафиолетовой части спектра. Потери биологически активных ультрафиолетовых лучей могут увеличиваться вследствие нерационального планирования кварталов, высокой плотности застройки, нерациональной ориентировки улиц.

В равнинной населенной местности солнечные лучи улавливаются и отражаются горизонтальной поверхностью, а в городе — сложной системой различно ориентированных плоскостей зданий и сооружений. В городах эти плоскости выполняют роль рефлектора, поглощая часть энергии.

Повышению температуры воздуха в городах способствуют и другие факторы. На полях дождевая вода просачивается в почву, а в городе стекает в ливневую канализацию и, следовательно, не отнимает тепло в результате испарения. В течение ночи отдача тепла в городе происходит медленно и в значительно меньшей степени, чем в поле, где тепло уносится ветром; твердые частицы, присутствующие в городском воздухе, также замедляют отдачу тепла. Повышению температуры воздуха в городе способствует тепло жилых домов, заводов и т.п. Трубопроводы теплофикационной системы выделяют в окружающую среду 15—20% тепла, проходящего по ним. Среднегодовая температура воздуха в городах в связи с этим выше, чем в малонаселенной местности, примерно на 1,5°С. Число холодных и морозных дней в городе значительно меньше.

Высокие температуры воздуха в летние солнечные дни в городе могут вызвать неприятное ощущение дискомфорта, которое усиливается теплом, излучаемым окружающими зданиями. Массы теплого воздуха в большом городе в течение ночи влияют и на его окрестности. Разница в температуре вызывает циркуляцию, в результате которой более холодный воздух окрестностей проникает в город (табл. 9.1).

Воздух более высокой температуры имеет относительную влажность на застроенной территории в среднем на 5% ниже, чем в окрестностях. В городе очень часто возникает туман, что объясняется загрязненностью атмосферы. По этим причинам туман в некоторых американских городах наблюдается 100 дней в году. Туман затрудняет работу аэропортов, расположенных вблизи крупных населенных пунктов: в 1977 г. американские аэропорты были закрыты в среднем на 115 ч из-за отсутствия видимости. По наблюдениям, проведенным в Праге в течение полутора веков, за последние 80 лет частота возникновения тумана увеличилась в 2 раза. Более высокая температура воздуха в городе благоприятствует образованию шаровидной облачности. В районе Кельна даже в совершенно ясную погоду над промышленными предприятиями можно видеть шаровидные облака, ведущие к увеличению количества осадков. По многолетним наблюдениям в одной и той же местности (Рурский бассейн) увеличилось выпадение осадков. Это объясняется накоплением водяных паров, образующихся при сгорании топлива. Количество осадков в городах на 10% больше, чем в незастроенной местности. Количество дождей увеличивается от окраин города к его центру в зависимости от преобладающего направления ветра. Загрязнение атмосферного воздуха неблагоприятно влияет на растительность. Пыль закупоривает поры листьев, затрудняет фотосинтез, листья

**Таблица 9.1**. Характеристика климатических зон Москвы и пригорода (А.А. Дмитриев и соавт.)

| Зоны города | Средняя годовая температура, °С | Средняя годовая скорость ветра на высоте 2 м, м/с |
|---|---|---|
| Пригородная | 3,2—3,5 | 2—4 |
| Периферия города | 3,5—4,5 | 2—4 |
| Основная городская застройка | 4,5—5,5 | 1—2 |
| Центр города (восточная часть) | 5,5—5,7 | 1—2 |

желтеют, рост деревьев задерживается, они легко погибают от вредителей и болезней. Наиболее губительное действие на зеленые насаждения оказывает диоксид углерода. Концентрация диоксида углерода 0,91 мг/м$^3$ нарушает фотосинтез, а 2,6 мг/м$^3$ приносит растениям заметный вред. Очень чувствительны к загрязнению атмосферного воздуха хвойные и плодовые деревья, более устойчивы липа, ясень, тополь.

С частичной гибелью зеленых насаждений устраняется естественный фильтр, очищающий воздух, так как на листьях растений осаждаются взвешенные частицы и сорбируются газообразные примеси. Гибель растений лишает город источника кислорода и фитонцидов. Вокруг промышленных предприятий, выделяющих вредные вещества в атмосферу, растительность намного беднее, чем в районах с незагрязненным воздухом. Часто вредное влияние выбросов на растительность обнаруживается и на значительном расстоянии от завода.

Так, в пригородных хозяйствах крупных промышленных центров отмечаются низкая урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность животноводства. Гибель растений, вызванная вредными выбросами в атмосферу, может сочетаться с разрушением бетонных конструкций, ускорением коррозии металлических покрытий и ограждений.

Загрязнение воздуха оказывает неблагоприятное эстетическое воздействие. Население жалуется на быстрое загрязнение стекол, мебели, гибель комнатных растений, неприятный запах воздуха, невозможность проветривания жилищ и т.д.

## Шум и профилактика его вредного воздействия

Для современного города актуальна проблема шума. Неуклонное усиление шума, особенно в больших городах, подтверждено результатами различных сравнительных исследований: считается, что за 1936–1954 гг. шум возрос примерно на 50%, а за 1955–1967 гг. — еще на 50%.

Уличный шум, вызванный транспортом, не только нарушает отдых городских жителей, но и вредно воздействует на их здоровье.

По мнению 41% опрошенных институтом «Эмнид» в ФРГ, шум мешает ежедневно или очень часто, 53% опрошенных указали на отрицательное воздействие шума на физическое и психическое здоровье, 41% назвали основным источником шума уличное движение, 6% — производственные предприятия, 5% — самолеты, 3% — детей, подростков и соседей, 2% — радиоаппаратуру, 1% — поезда, 1% указали прочие источники шума.

Шум влияет, в частности, на слуховой анализатор. В США зарегистрировано около 11 млн взрослых и 3 млн детей со стойким снижением слуха, вызванным шумом. В 2/3 случаев полная потеря слуха у взрослых вызвана профессиональными заболеваниями, связанными с участием в «шумных» технологических процессах. В современных условиях в развитых индустриальных странах снижение слуха у взрослых людей считается почти физиологическим явлением.

Наиболее важное значение имеет общее воздействие шума на организм человека. Орган слуха выполняет, кроме основной, еще и защитную функцию:

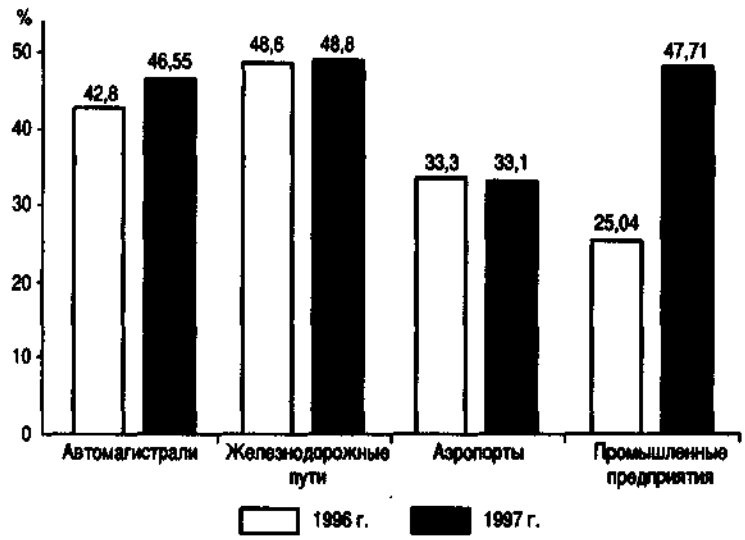



**Рис. 9.1.** Относительное число поднадзорных объектов в населенных пунктах, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям по уровню шума.

филогенетически этот орган настроен на шумы, оповещающие об опасности. Сигнал тревоги в виде шума неизбежно приводит к резкой реакции организма. В результате постоянных шумовых сигналов повышаются артериальное давление и обмен веществ, увеличивается напряженность мускулатуры, страдает функция пищеварительной системы. Сумма этих реакций расценивается как признак общей «оборонительной» реакции, выражающейся в повышенной раздражительности, вегетативных реакциях, возникающих без участия сознания.

Материалы ВОЗ свидетельствуют, что в западных странах каждый 4-й житель страдает нарушением сна и пользуется снотворными. По данным отечественных авторов, на уровни шума в городах влияют тип застройки, организация движения уличного транспорта и др. (рис. 9.1).

При рассмотрении биологического воздействия продолжительной шумовой нагрузки нельзя пренебречь связью эффективности труда с шумом. В шумной обстановке работоспособность, особенно при выполнении работы, требующей точности (программирование и т.п.), резко снижается.

По данным спортивных врачей, движения спортсменов, требующие высокой собранности, нарушаются под воздействием шума, что особенно выражено у теннисистов, волейболистов, легкоатлетов. Уменьшение общего уровня шума на 10 дБ при измерении по шкале А шумомера (дБА) повысило производительность труда почтовых работников на 12–15%.

Уличный шум нарушает сон и отражается на работоспособности, бессонница приводит в дальнейшем к развитию неврозов. Следовательно, шум современного крупного города в значительной степени определяет состояние здоровья и работоспособность горожанина.

## Проблема водоснабжения крупных городов

В современных городах создаются условия для загрязнения воды водоемов. Вместе со стоками промышленных предприятий в водоемы сбрасываются токсичные соединения металлов и неметаллов (ртути, кадмия, свинца, фтора), агрессивные жидкости, ПАВ, минеральные и органические взвеси, нефтепродукты и др.

В настоящее время от болезней, вызываемых только загрязнением воды, в мире ежегодно умирает около 5 млн новорожденных. Поступление на стационарное лечение каждого 4-го больного обусловлено загрязнением воды. В развитых странах зафиксированы новые виды заболеваний, вызванные различными видами загрязнения воды. Так, например, в Японии, известна болезнь под названием «итай-итай», возникающая при отравлении кадмием, получила распространение болезнь Минимата, обусловленная отравлением людей соединениями ртути. Выявлено большое число случаев заболеваний с поражением ЦНС, параличами и парезами.

Научно-техническая революция крайне обострила проблему обеспечения городских жителей пресной водой. Потребление пресной воды неуклонно растет, и крупные города испытывают трудности с водоснабжением. Например, Роттердам использует в настоящее время для питья воду из устья загрязненного Рейна. В Руре, где обычно остро ощущается нехватка воды, создан грандиозный план водоснабжения путем использования богатых водных ресурсов Скандинавского полуострова с помощью водопровода, проложенного по дну Балтийского моря. Сегодня город с 1 млн жителей потребляет в день в среднем 200 000 $м^3$ воды, а в год около 70 млн $м^3$. По прогнозам ООН, к 2000 г. численность населения Европы увеличится примерно на 30%, а потребность в воде возрастет в 2 раза. По мнению ученых, главную угрозу для водопользования в будущем представляет не увеличение потребности в воде, а прогрессирующее загрязнение рек, озер и других водоисточников. В настоящее время во всех странах мира в год сбрасывается не менее 420 $км^3$ промышленных и бытовых отходов, которые загрязняют водоемы.

Загрязнение нарушает биологическое равновесие водной флоры и фауны. Химические отходы могут приводить к изменению биологического цикла и даже делать невозможным существование ряда форм жизни в воде.

Воду загрязняют не только городские, бытовые и промышленные отходы, но и утечки нефти, поступление в водоемы пестицидов, проникновение в почву токсичных химических соединений и др.

Большинство отходов представляют собой сложную смесь множества загрязнителей, что весьма затрудняет очистку воды и контроль за ней.

## Вопросы санитарной очистки городов

Сбор, вывоз и обезвреживание отходов имеют не только эстетическое и хозяйственное, но и большое санитарное значение. Эти отходы могут быть очень опасны для здоровья человека, они неоднократно служили источником инфекционных болезней, а в отдельных случаях эпидемий. В мусоре размножаются грызуны и мухи.

Количество твердых отходов, образующихся в промышленности и в быту, непрерывно увеличивается. 10 лет назад суточное количество твердых отходов на 1 жителя составляло 0,6–0,8 кг. В настоящее время оно возросло до 1,2 кг.

Старыми методами (сжигание, закапывание и т.п.) нельзя обрабатывать большую часть легковоспламеняющихся отходов. Обезвреживание синтетических материалов стало мировой проблемой, так как некоторые синтетические материалы из пластмассы при сгорании сильно загрязняют окружающую среду, а при захоронении на свалках оказываются устойчивыми к обычным процессам самоочищения почвы. При хорошей организации дела количество отходов можно уменьшить почти на 50% (пищевые отходы, бумага, картон, металлы, пластмасса, текстиль), если компоненты мусора сразу отсортировывать и отправлять на повторную обработку.

Многие из ныне закрытых свалок в Европе загрязнены не только промышленными отходами, но и химическим мусором из домашних хозяйств. Из многих регионов постоянно поступают внушающие тревогу сообщения о том, что скопившиеся за десятилетия химические отходы начинают проникать в грунтовые воды.

## Основные вопросы гигиены села

Урбанизация как мировой исторический процесс определила глубокие структурные преобразования не только городов, но и сельских районов. Это касается в первую очередь жилищного строительства, технической оснащенности, распространения городского образа жизни. Новая деревня имеет благоустроенное жилье, хозяйственные постройки, электростанции, школы, клубы, детские ясли, больницы.

Естественно, что благоустройство села необходимо осуществлять в полном соответствии с основными требованиями гигиенической науки. Однако планировка и застройка сельских населенных пунктов связаны с природными условиями, спецификой труда в сельском хозяйстве, работой на приусадебных участках и др.

Наиболее целесообразен компактный тип планировки села с выраженным делением на жилые кварталы с несколькими параллельными и перпендикулярными улицами. Линейное расположение зданий вдоль транспортной магистрали, напротив, нежелательно.

Планировка сельского населенного пункта должна предусматривать разделение его территории на две зоны — хозяйственно-производственную и жилую. Выделяется и общественный центр, где размещаются административные и культурные учреждения.

Правильная планировка населенных пунктов способствует защите населения от шума, пыли, газов, связанных с передвижением механизированного транспорта, работой ремонтных мастерских, зерносушилок и др.

В производственной зоне, где располагаются животноводческие постройки, птицефермы и навозохранилища, образуются места выплода мух и др. Возможно заражение почвы яйцами гельминтов и возбудителями опасных для людей зоонозов.

Производственные объекты размещают с подветренной стороны по отношению к жилым кварталам и ниже по рельефу. Между ними располагаются озелененные незастроенные участки — санитарно-защитные зоны шириной от 150 до 300 м.

Значительные расстояния от жилого массива предусматриваются при размещении животноводческих ферм и особенно водохранилищ. Жилая зона, включающая в себя усадьбы колхозников, общественные центры, культурно-бытовые, детские, медицинские учреждения, должна располагаться на наиболее благоприятной территории. По внутренней планировке она существенно отличается от городского жилого района. Каждый сельский двор имеет приусадебный участок площадью около 0,25 га. В результате плотность застройки составляет 5–6%, а заселенность — 20–25 человек на 1 га.

Первичным элементом жилой зоны является сельская усадьба, от планировки и санитарного состояния которой в итоге зависят гигиеническое благополучие всего населенного пункта и здоровье сельских жителей. Непременным условием гигиенического благополучия сельского населенного пункта является правильная организация водоснабжения. В настоящее время почти во всех крупных поселках имеются водопроводные сооружения, в мелких пока существует децентрализованное водоснабжение. Там, где используются шахтные колодцы, особенно необходимо соблюдать санитарные требования («глиняный замок» и т.д.).

## Состояние здоровья городского и сельского населения

Научно-техническая революция способствовала появлению неблагоприятных факторов окружающей среды в крупных городах и их влиянию на здоровье городского населения.

Для современного крупного города характерны не только перенаселенность, возрастание плотности расселения жителей, но и постарение населения как результат увеличения продолжительности жизни. Накопилось много данных о неблагоприятном влиянии факторов городской среды на здоровье населения. Это особенно касается атмосферных загрязнений. В литературе описано множество случаев острого отравления диоксидом серы и оксидом углерода, концентрации которых при неблагоприятных метеорологических условиях были весьма велики. Впервые «токсичный туман», вызвавший поражение части населения, был описан в 1930 г. В настоящее время отмечено большое число случаев токсичных туманов, каждый из которых сопровождался ростом заболеваемости и смертности. В период туманов вдвое увеличивается заболеваемость бронхитом, пневмонией, учащаются расстройства сердечной деятельности.

Проведенные в Болгарии исследования показали в районах с загрязненным атмосферным воздухом более высокую заболеваемость болезнями органов дыхания, конъюнктивитами, кожными и другими заболеваниями; показатели заболеваемости коррелируют с загрязнением атмосферы.

Заболеваемость в различных возрастных группах в крупных городах значительно выше, чем в сельской местности, ринофарингитами — в 2,8–12, фа-

рингитами — в 3,1—9,1, ларингитами и трахеитами — в 1,2—6,9, бронхитами — 1,2—2,6 раза. В Великобритании при обследовании школьников, которые жили в областях с разным уровнем загрязнения воздуха, обнаружено повышенное число случаев заболеваний дыхательных путей у живущих в загрязненных районах. Сходные изменения наблюдались и в ряде других стран.

Увеличение числа заболеваний легких и снижение дыхательных функций в детском возрасте в результате загрязнения атмосферного воздуха приводят к тому, что жители городов составляют группы «высокого риска» в отношении легочной патологии. Во время токсичных туманов больные с легочной или сердечно-сосудистой патологией оказывались первыми жертвами. В последние годы заболеваемость эмфиземой легких привлекла внимание ученых России, Японии и Англии, в ряде стран она увеличилась за период с 1950 по 1963 г. в 10 раз. Загрязненный атмосферный воздух влияет на течение легочных заболеваний, в том числе эмфиземы. Различные аэрозоли (масла, древесная пыль, целевые и промежуточные продукты производства) нередко вызывают аллергию (бронхиальную астму, кожные аллергические заболевания, аллергический ринит). В американских городах последовательно описаны «эпидемические» заболевания бронхиальной астмой в связи с интенсивным загрязнением воздуха. Результаты гематологических, биохимических и иммунологических исследований детей в возрасте 10—14 лет также свидетельствуют о неблагоприятном воздействии атмосферных загрязнений на их здоровье, установлены нарушения окислительно-восстановительных процессов, углеводного обмена.

В районах предприятий цветной металлургии у школьников отмечаются эозинофилия, тенденция к ретикулоцитозу, понижение содержания сульфгидрильных групп в сыворотке крови, повышенное выделение с мочой свинца и дельта-аминолевулиновой кислоты, уменьшенное выделение 17-кетокортикостероидов в результате действия комплекса атмосферных загрязнений и в первую очередь аэрозолей свинца и диоксида серы. Предполагается, что рак легкого также в значительной степени обусловлен загрязнением воздуха. Рак как причина смерти людей в большинстве индустриально развитых стран занимает 2-е место. На долю злокачественных опухолей в этих странах сейчас приходится 20% всех случаев смерти и более. В менее индустриально развитых странах злокачественные опухоли занимают заметно меньшее место среди причин смерти. Согласно данным ВОЗ (1974), бенз(а)пирен, являющийся химическим канцерогеном, находится в окружающей среде в концентрациях от 0,01 до 100 мкг на 1000 м$^3$ воздуха. Если принять, что человек вдыхает в течение года в среднем 5000 м$^3$ воздуха, то через органы дыхания поступает от 0,5 до 500 мкг этого канцерогенного вещества ежегодно.

Урбанизация определяет характер и ряда других заболеваний. Она ведет к возрастанию (в 1,5—2 раза) числа психозов, неврозов, расстройств личности, сосудистых поражений головного мозга. С условиями жизни в городах связаны и особенности распространения инфекционных заболеваний (табл. 9.2). Установлена зависимость масштабов вспышек гриппа в России от частоты внутригородских контактов населения и в какой-то мере от размеров города. В крупных городах особую опасность приобретает туберкулезная инфекция. Различия между городскими и сельскими жителями в образе жизни, двига-

**Таблица 9.2.** Тенденция инфекционной заболеваемости в условиях урбанизации (Е.П. Ковалева и соавт., 1982)

| Тенденция заболеваемости | Инфекции |
|---|---|
| Рост | Острые респираторные инфекции, венерические болезни, сальмонеллезы, псевдотуберкулез, эризипелоид, внутрибольничные инфекции и др. |
| Стабилизация | Острые кишечные инфекции |
| Снижение | Брюшной тиф, паратифы А и В, стрептококковая и пневмококковая инфекции, полиомиелит, дифтерия, корь и др. |
| Исчезновение | Некоторые природно-очаговые инфекции |

тельной активности, питании и труде сказываются на состоянии здоровья. На человека в большом городе воздействует сложная система социальных и экологических факторов, формирующих все возрастающий темп жизни. Это не может не отразиться на психике городского жителя, причем такое влияние на переселившихся в город сельских жителей значительно более ощутимо. Горожанин постоянно ощущает нехватку времени при увеличении информационной нагрузки. В ряде случаев человек реагирует на перегрузку неврозом. Современный большой город с бетоном, железом, асфальтом, загрязненным воздухом и шумом не всегда предоставляет своим жителям условия для полноценного отдыха. Люди обычно отдыхают вне города.

В нашей стране управление процессом урбанизации становится реальным делом и выступает как часть управления обществом и его целостным развитием. Практика показывает, что наиболее существенную роль в перспективном преобразовании городской среды и оздоровлении условий жизни играет система общегосударственных мероприятий, направленных на улучшение размещения производительных сил, сдерживание роста крупных городов, охрану атмосферного воздуха, водоемов и почвы от загрязнения.

## Основные мероприятия по оздоровлению окружающей среды в городе и на селе

На оздоровление условий жизни направлены планировочные, технические, санитарно-технические и организационные мероприятия.

Планировочные мероприятия имеют исключительно важное значение, поскольку рациональное размещение промышленных и бытовых предприятий по отношению к жилой (селитебной) зоне с соблюдением санитарно-защитной зоны способствует ограничению влияния вредных выбросов на здоровье населения. Рациональная планировка современных городов может в значительной степени обеспечить их санитарное благополучие даже при еще недостаточной технической очистке выбросов.

Технические и санитарно-технические мероприятия, направленные на улавливание, очистку и переработку загрязняющих веществ, играют исключительно важную роль в оздоровлении окружающей среды. Ведущее место занимают

внедрение прогрессивных технологий, утилизация и возвращение в производство значительных количеств ценных продуктов, сырья и материалов. Внедрение прогрессивной технологии обеспечивает создание безотходного или малоотходного производства, при котором резко уменьшается количество выбросов и стоков.

Во многих отраслях народного хозяйства внедрена технология производства по замкнутому циклу, при которой все образующиеся отходы полностью перерабатываются или используются на последующих стадиях.

Организационные мероприятия основываются на санитарном законодательстве и предусматривают прежде всего санитарный надзор и контроль за охраной окружающей среды.

Так, для санитарной охраны атмосферного воздуха города большое значение имеют выявление новых источников загрязнения воздушного бассейна, учет проектируемых, строящихся и реконструируемых объектов, контроль за разработкой и реализацией генеральных планов городов, промышленных узлов, размещения предприятий и санитарно-защитных зон. Санитарно-эпидемиологическая служба осуществляет надзор за строительством и реконструкцией промышленных объектов, проектированием и строительством газопылеочистных сооружений на действующих предприятиях, надзор за изменением технологического профиля предприятий. В частности, запрещается ввод в эксплуатацию новых и реконструируемых предприятий, цехов и агрегатов, не обеспеченных устройствами, предотвращающими загрязнение воздушного бассейна и водоемов. К числу организационных мероприятий по санитарному надзору относится и контроль за созданием санитарно-защитных зон действующих промышленных объектов, их благоустройством и озеленением и расчетами ПДВ предприятий в атмосферу.

Большое значение имеют лабораторный контроль за состоянием атмосферного воздуха, определение на стационарных точках диффузного загрязнения атмосферного воздуха и зонального распространения выбросов. В промышленных центрах осуществляется государственный контроль за источниками загрязнения, разработкой и соблюдением ПДВ. Внедряются приборы и средства автоматизации контроля за загрязнением окружающей среды. В настоящее время в 350 городах Российской Федерации проверяется чистота воздуха; наблюдения проводятся на стационарных постах и отдельных маршрутах.

Система автоматического контроля и сбора информации о загрязнении атмосферы действует более чем в 100 городах. Практическое внедрение АГИС «Здоровье» позволяет более полно изучать влияние факторов окружающей среды современного города на здоровье населения. Комплекс мероприятий по уменьшению загрязнений атмосферного воздуха городов включает разработку генеральных схем размещения промышленных предприятий, планов развития экономических районов, вынесения предприятий за черту городов, планов реконструкции городов, использование эффективных пылеулавливающих и газоочистных установок, применение малосернистого топлива и т.д. Все перечисленные выше организационные мероприятия позволяют в значительной степени обеспечить решение гигиенических проблем современного города.

## Гигиена жилых зданий

Потребность в хорошем жилье — естественная потребность человека. Хорошее жилье — материальная предпосылка, обеспечивающая человеку благоприятную среду обитания, способствует сохранению его здоровья, активному участию в производственной и общественной деятельности.

Благоприятные условия жизни определяются понятием «жилищный комфорт». Под ним понимают оптимальные условия расселения семьи в квартире, благоприятную внутреннюю среду жилища и оптимальную организацию быта, рациональное архитектурно-планировочное решение жилища, наилучшие условия связи жилища с окружающей городской средой и зоной отдыха.

Жилище — сложная система природной и искусственно созданной среды, где сочетаются воздействия физической, химической и биологической природы. К факторам физической природы относятся микроклимат, инсоляция и освещенность, электромагнитные излучения, шум, вибрация техногенного происхождения.

Химические факторы включают экзогенные загрязнители атмосферного воздуха и загрязнители эндогенного происхождения, к которым относятся антропотоксины, продукты сгорания бытового газа, полимерные загрязнители, аэрозоли синтетических моющих средств и препаратов бытовой химии, табачный и кухонный дым.

К биологическим факторам относится бактериальное загрязнение, которое определяется как пылебактериальная взвесь.

В понятие «зона обитания» человека в современном городе входят жилье, зона культурно-бытового обслуживания, включающая 3—4 квартала от жилого дома (магазины, аптека, поликлиники, кинотеатры, предприятия бытового обслуживания), постоянные пути следования населения от места жительства на работу и обратно. Как правило, миграционные пути более обширны у молодежи и ограничены у детей и лиц старшего возраста.

В результате взаимодействия этих трех элементов создается многофакторная взаимосвязь окружающая среда—внутренняя среда жилища—человек.

Зона обитания должна создавать благоприятные условия для жизнедеятельности человека, что достигается различными архитектурно-планировочными приемами, техническим оборудованием и социально-бытовой организацией жилья.

В современных условиях роста градостроительства, когда увеличиваются этажность и плотность застройки, вблизи жилых зданий размещаются объекты, неблагоприятно влияющие на условия проживания, используются малоизученные материалы, содержащие различные химические добавки, существенно увеличивается опасность отрицательного влияния измененной жилой среды на здоровье.

Качество среды жилых зданий регламентируется строительными нормами и правилами и рядом санитарно-гигиенических нормативов для отдельных факторов окружающей среды.

Существует несколько типов домов: одноквартирные одноэтажные, одноквартирные двухэтажные (коттеджи), многоквартирные малоэтажные, многоэтажные, высотные. Наиболее привлекательны с гигиенической точки зрения одноэтажные или двухэтажные дома, рассчитанные на одну семью.

Такая застройка обеспечивает хорошую инсоляцию и воздухообмен, благоприятный микроклимат, возможность пользования садом—огородом, отдыхом на открытом воздухе, но требует значительных средств на устройство дорог, прокладку сетей водопровода, канализации, энерго- и газоснабжения.

Коттеджи наиболее распространены в зарубежном строительстве, просторный холл на первом этаже и внутренняя лестница позволяют рационально разместить помещения. На первом этаже расположены столовая, гостиная, кухня, на втором — спальни и детские комнаты. Благодаря этим преимуществам коттеджное строительство пользуется заслуженным вниманием и в России.

Многоквартирные малоэтажные дома (2, 3 этажа) наиболее часто строят в небольших городах и поселках городского типа.

Плотность заселения небольшая — 300—350 человек на 1 га. На каждой лестничной площадке размещают по 2 квартиры, что обеспечивает двустороннюю ориентацию квартир по странам света и возможность сквозного проветривания. Однако такая застройка влечет за собой неэкономное использование городских земель и удорожает санитарно-техническое оснащение зданий.

В большинстве городов России возводятся 4—5-этажные дома, но с 1962—1963 гг. в крупных городах началось массовое строительство домов повышенной этажности (9—16 этажей) из крупнопанельных конструкций и готовых элементов заводского изготовления. Это обусловлено экономическими соображениями: снижением затрат на инженерную подготовку территории, прокладку подземных коммуникаций, рациональным использованием земли, которой становится все меньше вблизи больших городов. В домах повышенной этажности необходимы пассажирские и грузовые лифты и мусоропроводы.

Вместе с тем сооружение домов повышенной этажности влечет за собой увеличение плотности застройки на 20—30% по сравнению с плотностью застройки 5-этажными домами, что увеличивает нагрузку на предприятия культурно-бытового назначения, детские учреждения, школы, лечебно-профилактические учреждения, ухудшает озеленение внутриквартальных территорий.

Все большее распространение получают высотные дома в 24—30 этажей, в том числе дома с квартирами-люкс с просторными холлами, большими комнатами на двух уровнях, лоджиями и балконами. По экономическим соображениям эти дома строятся с многоквартирными секциями, на каждую лестничную площадку выходят 4 квартиры и более. В зависимости от конфигурации домов возводят рядовые, торцовые и угловые секции. Многоэтажные и высотные дома создают сложные архитектурно-планировочные и санитарно-строительные задачи в смысле благоприятного химического и бактериологического состава воздушной среды, микроклимата, системы горячего водоснабжения, удаления бытовых отходов, вертикального транспорта.

Скоростные лифты в домах секционного типа создают вертикальные воздушные потоки (поршневой эффект). Холодный воздух с первых этажей по мере нагревания поднимается кверху, от этажа к этажу обогащаясь микроорганизмами, пылью, влагой и газообразными антропотоксинами. Воздух верхних этажей более загрязнен, чем нижних, особенно в зимнее и переходное время года, что способствует распространению воздушных инфекций. Это требует организации эффективной вентиляции в высотных домах. За последние годы в столицах появились дома башенного и гостиничного типа, выполнен-

ные из бетона с ленточным остеклением, т. е. широкими окнами, занимающими все пространство фасадной панели дома. Такие дома имеют секции на 5–6 квартир, часто односторонней планировки, что создает дискомфортный микроклимат и недостаточное проветривание. В домах гостиничного типа имеется коридорная застройка с жилыми секциями на 6–8 квартир. Такие дома предназначены для одиноких и малосемейных граждан. На нижних этажах домов располагаются торговые предприятия, рестораны, учреждения бытового обслуживания. Такие дома называют «точечными», они располагаются на крупных магистралях города, являются своего рода показателем престижа, создают определенный архитектурный акцент в планировке квартала.

Жилая секция объединяет группу квартир на одной лестничной клетке. Правильное расположение квартир в типовой секции должно обеспечивать сквозное или угловое проветривание помещений.

Для обеспечения хороших условий инсоляции помещений дома строят с учетом широтной и меридианальной ориентации. При широтной ориентации один из фасадов выходит на неблагоприятную сторону горизонта для инсоляции, а при меридианальной часть комнат в многокомнатной квартире будет иметь благоприятную ориентацию. В широтном доме однокомнатные квартиры либо не проектируются, либо ориентируются на южную сторону.

Дома коридорного типа имеют в квартирах минимальный набор вспомогательных помещений и, как правило, плохие условия для сквозного проветривания. Квартиры располагаются вдоль двух противоположных фасадов здания. Чаще всего в таких домах расселяют бездетные семьи и одиноких граждан.

Лестничная клетка является не только элементом связи этажей, но и резервуаром воздуха для жилой секции, поэтому она должна иметь системы отопления и вентиляции. Лестницы в многоэтажных домах должны быть пологими при сохранении обычной длины шага взрослого человека. В лестничном марше устраивают не менее 5 и не более 17 ступеней, ширина ступни 27–31 см.

Гигиенические требования к жилищу касаются создания:

- благоприятных пространственных параметров квартиры (размер жилой площади на 1 человека, высота помещения, подсобные помещения, приквартирные открытые помещения);
- оптимального микроклимата с учетом сезонов года и климатических районов страны;
- достаточного естественного и искусственного освещения, включая инсоляцию помещений;
- благоприятного состояния воздушной среды в помещении по количественным и качественным параметрам (величина воздушного куба на 1 человека, содержание в воздухе антропотоксинов и токсичных веществ, микроорганизмов, пыли);
- благоприятных условий для занятий умственным трудом, для отдыха и сна людей в условиях низкого шумового фона от городского транспорта, уличного и квартирного шума;
- комфортных условий для выполнения хозяйственно-бытовых функций семьи и воспитания детей;
- условий для эстетического решения интерьера жилища.

Основным элементом жилища является жилая ячейка, или квартира, которая рассматривается либо как автономная единица (индивидуальный одноквартирный дом), либо как элемент жилого дома, и предназначается для одной семьи.

В состав квартиры входят помещения трех назначений: жилые (спальни, общая комната, кабинет), подсобные (передняя—холл, кухня, ванная—душевая, туалет, кладовые), открытые (лоджии, балконы, веранды).

Такое деление помещений связано с их функциональным назначением, соблюдение которого обеспечивает правильное гигиеническое содержание.

Особое значение имеют спальни, так как в них люди проводят треть суток.

Для детей спальни являются местом отдыха и занятий, поэтому они не должны проектироваться проходными; эти комнаты ориентируют на южные румбы.

Общая комната является местом сбора всех членов семьи, может быть проходной и ориентирована на любой румб. Кабинет должен быть изолирован, желательно расположен вблизи передней, ориентация по странам света не имеет существенного значения.

Из вспомогательных помещений наибольшее функциональное значение имеет кухня, возможна ее ориентация на северные румбы. Важна изоляция кухни от жилых комнат, особенно в газифицированных квартирах. Ее размеры определяются минимальным кухонным оборудованием и мебелью и свободным пространством, необходимым для пользования плитой и кухонным оборудованием. Минимальный размер кухни с газовой плитой должен составлять около 7 м$^2$. В случае использования кухни в качестве столовой ее размер должен увеличиваться до 12 м$^2$.

В этих случаях при высоте потолка 2,5—2,7 м воздушный куб позволяет обеспечить удовлетворительный воздухообмен и снизить загрязненность воздуха продуктами горения газа и кухонными запахами.

Передняя является своеобразным воздушным буфером между холодной лестничной площадкой и теплой квартирой. В передней хранятся верхняя одежда и обувь, в ней размещаются встроенные шкафы и антресоли, поэтому просторная передняя освобождает жилые комнаты от хранения сезонной одежды и обуви. Размер передней не должен быть менее 4,5—6 м$^2$. В домах последних серий размеры передней увеличивают до 12—15 м$^2$, превращая ее в холл, что гигиенически оправдано.

Ванная комната является обязательной принадлежностью современной квартиры. В состав оборудования входит ванна, умывальник, полотенцесушитель, в квартирах улучшенной планировки имеются биде и стиральная машина-автомат с сушителем для белья. Площадь ванной комнаты определяется размером и набором оборудования. Ванна обычного типа занимает площадь 1 м$^2$, укороченная или сидячая ванна — 0,3—0,6 м$^2$. Площадь ванной комнаты зависит от вида водоподогрева, при горячем водоснабжении она может быть меньше, чем при подогреве воды газовой колонкой, поэтому площадь ванной комнаты составляет от 2,5 до 12 м$^2$.

Туалеты оборудованы унитазом, в домах улучшенной планировки в них размещены умывальник и биде. Минимальная площадь туалета не превышает 1,5 м$^2$.

Для хранения сезонных вещей и предметов домашнего обихода отводятся кладовые в виде отдельных помещений (чуланы), встроенных шкафов и ан-

тресолей. Они освобождают жилые комнаты от временно не нужных вещей и одежды. Площадь таких помещений может колебаться от 1,5 до 6 м$^2$.

Важное эстетическое и оздоровительное значение имеют открытые помещения — балконы, лоджии, веранды.

Летом микроклимат открытых помещений более благоприятен, чем микроклимат смежных с ними жилых помещений.

Систематическое пользование открытыми помещениями благоприятно сказывается на самочувствии людей, особенно пожилых и детей.

Балконы и лоджии лучше устраивать по периметру общих комнат, особенно южной ориентации, так как они защищают жилые комнаты от перегрева. Остекление лоджий при южной ориентации ухудшает микроклимат, дает тепличный эффект. В северных широтах лоджии ухудшают естественную освещенность квартир, особенно при остеклении.

Озеленение балконов и лоджий, создание своеобразного зеленого оазиса положительно влияют на самочувствие людей.

Гигиеническая оценка квартиры включает не только набор помещений, но и их планировку, условия аэрации, проветривания, отопления, инсоляцию и естественную освещенность.

Планировка квартиры может быть односторонней и двусторонней. С гигиенической точки зрения наиболее благоприятна двусторонняя планировка, когда помещения располагаются с противоположных сторон дома на фасадной и дворовой части.

При этом обеспечивается сквозное проветривание, что снижает концентрацию в воздухе квартиры двуокиси углерода, антропотоксинов, пыли и микроорганизмов в 3–5 раз. Подвижность воздуха составляет 0,3–0,5 м/с против 0,05–0,1 м/с в квартирах односторонней планировки.

В южных регионах страны сквозное проветривание квартир обязательно. Сквозное проветривание является ценным планировочным и гигиеническим приемом.

До 1957 г. в стране строились дома с полнометражными квартирами, нормативы которых отвечают основным гигиеническим требованиям.

С 60-х годов началось интенсивное жилищное строительство домов с малометражными квартирами жилой площадью от 18 м$^2$ для однокомнатных и 40 м$^2$ для трехкомнатных квартир. Такие дома строились индустриальным методом из типовых железобетонных элементов в 5, 7, 9 этажей.

Главная задача такого строительства заключалась в быстром расселении людей из коммунальных квартир, предоставлении каждой семье отдельной квартиры. В этот период появились малые кухни, совмещенные санитарные узлы, укороченные ванны, низкие потолки, альковы в жилых комнатах. Проходные комнаты в малометражных квартирах создают значительные санитарно-бытовые неудобства, особенно если комнаты сообщаются с передней. Появились квартиры типа «студия», т. е. одно просторное помещение, где без перегородок и дверей размещаются передняя, жилая комната, кухня, и есть совмещенный санитарный узел.

Малометражные квартиры предназначены для одиноких людей, семей без детей или с одним ребенком.

## Состояние воздушной среды жилых помещений

В воздухе жилых помещений могут содержаться загрязнители бактериальной и химической природы, что является следствием физиологических обменных процессов человека, приготовления пищи, сгорания бытового газа, стирки, деструкции полимерных отделочных материалов. В конечном итоге газовый состав воздуха жилых помещений определяется газовым составом приточного атмосферного воздуха и веществами-загрязнителями, выделяющимися внутри помещений. Вклад атмосферного воздуха в суммарную химическую нагрузку составляет 20—36%.

Показателем чистоты воздуха закрытых помещений считается углекислый газ, так как его содержание отражает химический состав и физические свойства воздушной среды. Оптимальное содержание углекислого газа в воздухе помещения 0,1%. Вместе с тем малые концентрации углекислого газа не всегда свидетельствуют о чистоте воздуха. Они могут оставаться низкими при значительном загрязнении воздуха пылью, бактериями и вредными химическими веществами, выделяющимися из синтетических отделочных материалов. Для комплексной оценки загрязнения воздуха помещения, кроме содержания углекислого газа, используют интегральный показатель по органическим соединениям воздуха — окисляемость воздуха, а также ПДК химических веществ различного происхождения.

В последнее время ряд исследователей предлагают использовать для оценки чистоты воздуха закрытых помещений суммарный показатель токсичности, характеризующий комбинированное действие всех возможных загрязнителей воздуха (сумма отношений концентраций загрязнителей к их ПДК; оптимальное их соотношение меньше или равно единице). Сейчас идентифицировано около 50 токсичных веществ, которые необходимо учитывать при расчете суммарной химической нагрузки: наибольший количественный вклад в химическую нагрузку вносят углекислый газ, пыль, угарный газ, аммиак, оксиды азота, формальдегид, нафталин, сероводород, сернистый газ, продукты деструкции полимеров.

Наиболее важным элементом санитарного благоустройства жилища является воздушный куб, т. е. объем воздуха на 1 человека.

В основу расчета этой величины принята ПДК углекислоты в воздухе помещений, равная 1‰ (0,1%). Человек в состоянии покоя в час выделяет 22,6 л углекислоты, для поддержания допустимого уровня углекислоты в воздухе необходимо подавать в час на 1 человека 37,7 м$^3$ воздуха, что диктуется гигиеническими соображениями. Большая насыщенность современных жилищ полимерными материалами, являющимися источниками токсического загрязнения воздуха помещений, заставляет увеличивать объем наружного воздуха на 1 человека до 60 м$^3$/ч, иногда до 200 м$^3$/ч. Величина воздушного куба определяется площадью и высотой помещения. Нельзя компенсировать снижение высоты помещения увеличением площади. Это положение подтверждается расчетами минимальной высоты помещения для стандартного человека (1,7 м), толщины слоя испорченного «нагретого» воздуха, застаивающегося под потолком и плохо удаляемого из помещения (0,75 м). Для улучшения условий аэрации в помещении между головой человека и слоем «испорченного воздуха» необходима

прослойка величиной 0,3—0,5 м. Сумма этих показателей составит высоту помещения: 1,7 + 0,75 + (0,3 — 0,5) = 2,75—2,95 м.

В настоящее время нормативы высоты помещений различны и определяются типом жилья, климатическими условиями и колеблются от 2,6 до 3,5 м. С 1957 г. существует временный норматив высоты помещения — 2,5 м в домах малометражного типа. В дальнейшем предлагается повышение нормативов жилой площади до 17,5 м$^2$ и высоты помещений до 3,5 м.

Архитектурно-планировочные решения жилища должны обеспечить комфортную внутреннюю среду помещений, т. е. благоприятный микроклимат и хорошую естественную освещенность.

Это обеспечивается свойствами строительных материалов, из которых сделан дом, а также санитарно-техническими средствами: отоплением и вентиляцией.

Микроклимат жилища оценивается по температурному режиму, т. е. перепадам температуры воздуха по горизонтали и вертикали помещения, которые не должны превышать 2 °С на 1 м высоты и 2 °С от окна к противоположной стене. Перепады температуры комнатного воздуха и температуры внутренней стены не должны превышать 2—3 °С во избежание радиационного охлаждения человека. Нормативы температуры воздуха помещения определяются климатическими условиями и составляют 20—23 °С для холодного, 20—22 °С умеренного и 23—25° для жаркого климата. Относительная влажность воздуха составляет 40—60%, ее увеличение до 80% говорит о плохой гидроизоляции строительных материалов и сырости в помещении. Для комфортного теплоощущения подвижность воздуха не должна превышать 0,1—0,25 м/с.

Поддержание нормального микроклимата жилища в холодное время года обеспечивается отоплением, которое включает генератор тепла, теплопроводы и нагревательные приборы. Существует местное и центральное отопление.

Местное отопление дровами, газом, углем менее экономично и гигиенически не оправдано из-за неравномерности температуры и загрязненности воздуха помещения.

Центральные системы отопления этих недостатков не имеют. В жилых помещениях используется водяное отопление низкого давления, оно обеспечивает равномерное нагревание воздуха конвективным путем при температуре радиаторов не выше 70 °С. Как правило, радиаторы устанавливаются в приоконной зоне, что способствует усилению конвекционных потоков воздуха, хорошо перемещающихся в объеме помещения.

Примером радиационного отопления является так называемое панельное отопление, когда нагревательным прибором является панель (стена), потолок или пол помещения. При такой системе отопления преобладает теплоотдача излучением, в помещении уменьшается отрицательная радиация от наружных ограждений.

Наиболее благоприятные физиологические реакции и теплоощущения у людей наблюдаются при температуре стенных панелей 40—45 °С, потолка 28—30 °С, пола 25—27 °С; при этом температура воздуха в помещении может быть снижена до 17,5 °С.

Важную роль в создании благоприятных условий воздухообмена играет вентиляция жилых помещений. Правильно организованная вентиляция является важным элементом борьбы с сыростью помещений, способствует созданию

благоприятной воздушной среды, препятствует распространению возбудителей воздушно-капельных инфекций. Естественная вентиляция осуществляется за счет разницы температуры воздуха внутри и вне помещения и за счет так называемого ветрового напора, т. е. давления ветра на наружные стены здания. Инфильтрация воздуха происходит через поры строительного материала и неплотности здания. При этом кратность воздухообмена составляет 1–1,5 в час. Сквозное проветривание обеспечивает более интенсивный воздухообмен. В этом отношении более благоприятны квартиры двусторонней планировки по сравнению с квартирами, где все помещения размещены по одной стороне дома.

В современных квартирах осуществляется комбинированная система вентиляции, т. е. в кухонно-санитарном блоке организована искусственная вытяжная вентиляция, в жилых комнатах — приточная. При таком распределении воздушных потоков в квартире преобладает вытяжка воздуха из туалета, ванной комнаты, кухни при поступлении наружного воздуха через форточку в жилые комнаты, что обеспечивает эффективный воздухообмен и благоприятный состав воздушной среды.

Недостаточная вентиляция в газифицированных квартирах приводит к накоплению токсичных продуктов горения газа (оксид углерода, сернистый газ, канцерогенные вещества и др.) в воздухе, повышению температуры и влажности воздуха, увеличению содержания тяжелых ионов.

В связи с этим большое значение имеет замена газовых горелок открытого типа на беспламенные керамические горелки или замена газовых плит электрическими.

Естественная освещенность определяется многими факторами: ориентацией здания по странам света, этажностью, степенью затемненности здания, размерами и конфигурацией окон, плотностью застройки квартала, наличием лоджий, балконов. Учитываются оформление фасада, наличие архитектурно-строительных элементов, загрязненность стекол и др.

Естественная освещенность осуществляется прямым, рассеянным и отраженным солнечным светом. В большинстве домов естественную освещенность обеспечивают окна (боковая освещенность); за последние годы появились квартиры мансардного типа с верхним освещением через световые фонари и верхние проемы.

Наибольшее гигиеническое значение имеет инсоляция, т. е. освещение помещения солнечными лучами, что оказывает оздоровляющее влияние на организм и бактерицидное действие на микрофлору воздуха. Санитарными нормами определяется инсоляция по трем типам инсоляционного режима в зависимости от ориентации помещения по странам света, времени инсоляции в часах, процента инсолируемой площади пола, нагревания помещения в килокалориях на квадратный метр в час. Эти нормативы играют важную роль в регламентации плотности жилой застройки, этажности здания, размещения вспомогательных зданий, размеров придомовых участков.

При широтной ориентации дома нормативная продолжительность инсоляции должна соблюдаться хотя бы в одной из жилых комнат квартиры двусторонней планировки. При меридиональной ориентации здания обеспечивается инсоляция всех жилых помещений.

Непрерывная инсоляция в северных широтах выше 58° северной широты должна быть не менее 3 ч в летнее время, в центральных районах — не менее 2,5 ч.

Искусственное освещение обеспечивается общей и комбинированной (при наличии местной) системами освещения. Освещение должно быть достаточным, равномерным (отсутствие теней и пульсации светового потока), без блескости и слепящего действия, а также обеспечивающим контрастность детали и фона.

Достаточность искусственного освещения можно определить расчетными методами.

## Селитебная территория

Гигиенические требования к застройке микрорайона предусматривают:

- создание благоприятных условий микроклимата, инсоляции и защиты от перегрева, аэрации или снижения подвижности воздуха на территории и в помещениях жилых и общественных зданий;
- защиту от транспортного шума, внутримикрорайонного загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами транспорта;
- организацию полноценного обслуживания жителей учреждениями культурно-бытового назначения и коммунальными объектами;
- благоустройство и озеленение территории;
- централизованное водоснабжение, канализацию и удаление бытовых отходов.

При проектировании жилой застройки города выделяют микрорайон и жилой район.

Микрорайон (квартал) занимает площадь 10—60 га, не расчленен магистральными улицами и дорогами. В пределах микрорайона размещены учреждения и предприятия повседневного пользования с радиусом обслуживания не более 500 м (кроме школ и детских дошкольных учреждений). Границами являются магистральные или жилые улицы и городские проезды. Жилой район площадью от 80 до 250 га представляет собой самостоятельно функционирующую градостроительную единицу.

## Принципы застройки

Различают периметральную, строчную и групповую застройку квартала. Различные типы застройки в определенных климатических районах позволяют снижать скорость движения воздуха или, наоборот, повышать ее в случае необходимости, а также регулировать поступление прямых солнечных лучей в помещение (условия инсоляции), способствовать снижению уровня транспортного шума и вибрации.

Удовлетворительное рассеивание газообразных выбросов из жилых зданий и циркуляция атмосферного воздуха обеспечиваются при величине разрывов между фасадами зданий не менее 2,5 высот здания, между торцами — не менее 1 высоты.

Транспортный шум и вибрацию, которые вызывают до 60% жалоб населения, создает движение городского и грузового транспорта по улицам и магистралям, входящим в структуру жилой зоны. На основных магистралях Москвы уровни шума достигают 80—90 дБА. Шум и вибрацию создают промышленные предприятия, расположенные близко от жилых домов.

Источниками внутреннего шума являются инженерное и санитарно-техническое оборудование помещений и жизнедеятельность людей. Например, речь имеет уровень звука около 66 дБА, детский плач — 78 дБА, работа холодильника — 42 дБА. Источником вибрации чаще всего служат лифты.

Согласно действующему законодательству, в жилых комнатах квартир допускается эквивалентный уровень звука 30 дБА в ночное время, в дневное — 35 дБА, а на территории, прилегающей к жилой застройке, — 45 дБА. В микрорайонах шум можно снизить максимальным удалением крупных транспортных магистралей от селитебной зоны, использованием шумозащитных конструкций и архитектурно-планировочных решений в зданиях, организацией полосы зеленых насаждений вокруг источников шума (не менее 5 м).

## Коммунально-бытовое обслуживание населения

В пределах микрорайона должны находиться учреждения так называемого первичного пользования: детские дошкольные учреждения, приемные пункты бытового обслуживания, булочные, молочные и овощные магазины на расстоянии не более 300 м от жилых домов.

Учреждения повседневного пользования — школы, промтоварные и продовольственные магазины, аптеки, кафе и столовые, учреждения бытового обслуживания размещаются в пределах жилого района.

# ГЛАВА 10

# НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

На протяжении жизни человек постоянно подвергается воздействию разнообразных, меняющихся по интенсивности и продолжительности экспозиции физических, химических, биологических и социальных факторов окружающей среды.

Среди антропогенных (техногенных) воздействий на окружающую среду и здоровье человека особое место занимают многочисленные химические соединения, широко используемые в промышленности, сельском хозяйстве, энергетике и других сферах производства, а также в быту.

Химические соединения способны вызывать практически все патологические процессы и состояния. По мере углубления и расширения знаний о механизмах токсического действия выявляются все новые виды неблагоприятных эффектов (канцерогенное, мутагенное, иммунотоксическое, аллергизирующее, гонадо- и эмбриотоксическое, тератогенное действие и др.) (см. схему 10.1).

Существует несколько принципиальных подходов к предупреждению неблагоприятных эффектов вредных факторов: полный запрет производства и применения; запрет поступления в окружающую среду и любого воздействия на человека; замена вредного фактора менее токсичным и опасным; ограничение (регламентация) содержания в объектах окружающей среды и уровней воздействия на работающих и население в целом. Очевидно, что наиболее радикальным способом предупреждения вредных эффектов является полное исключение воздействий потенциально опасных факторов. В нашей стране и многих других странах запрещено производство и применение ряда особо опасных веществ, например бензидина, бета-нафтиламина, обладающих канцерогенными свойствами, ряда пестицидов и пищевых добавок. Для нескольких десятков химических соединений, в том числе для некоторых высокоактивных

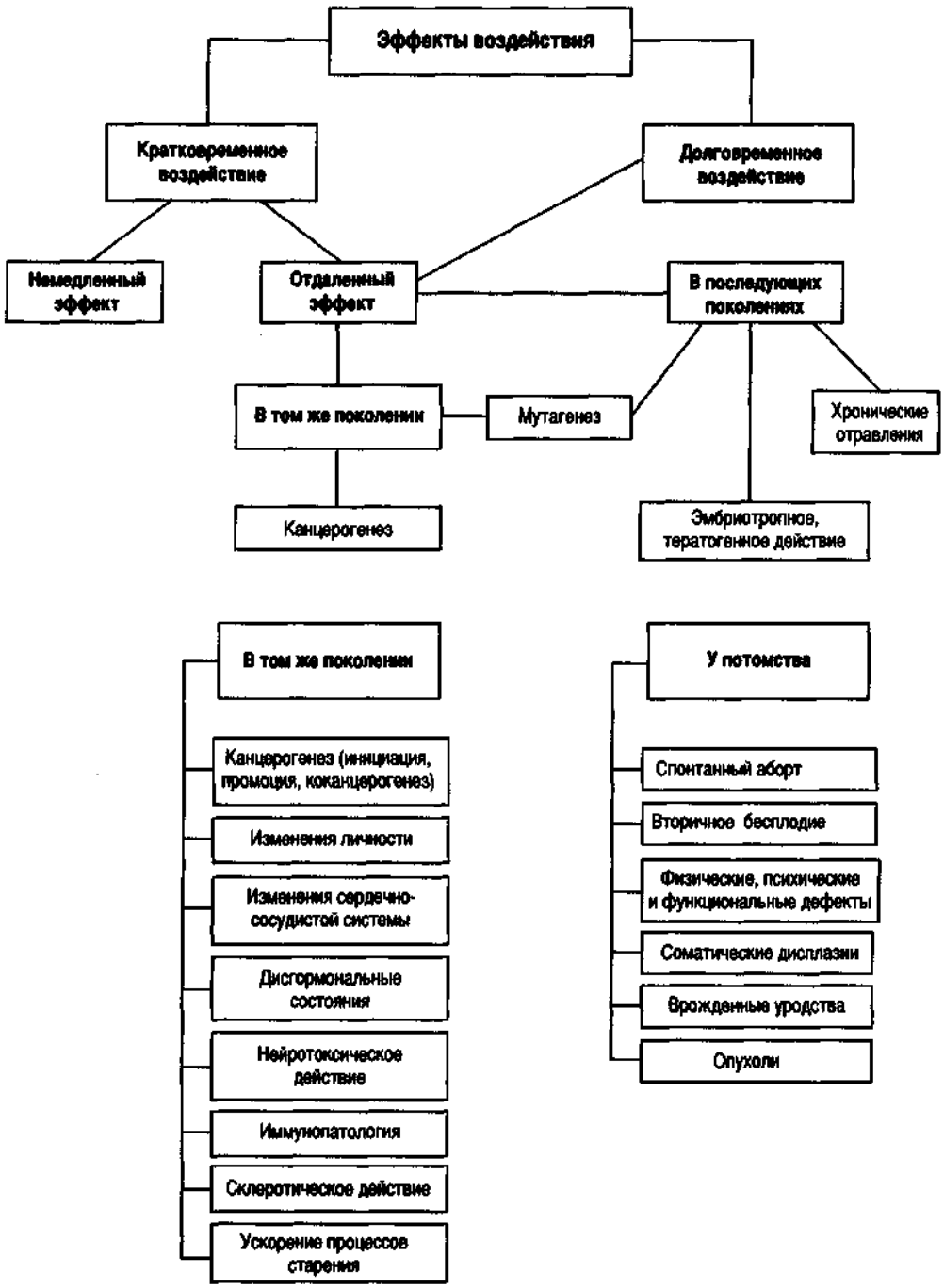



**Схема 10.1**. Эффекты токсического действия химических веществ на организм.

лекарственных препаратов, введен запрет любых контактов с организмом работающих в условиях производства, а также поступления этих веществ в окружающую среду (атмосферный воздух, водоемы). Существенный гигиенический эффект может быть также достигнут путем замены в технологических процессах и рецептурах опасных веществ на менее токсичные и опасные. Например бензол, вызывающий лейкемию, заменяют спиртами высшего ряда.

Стратегия профилактики требует анализа как риска ближайшего и отдаленного неблагоприятного влияния изучаемого фактора на организм человека и его потомство, а также на окружающую среду, так и возможных социальных, экономических, медико-биологических последствий запрета производства или отказа от применения конкретного вещества. Как отмечал акад. В.А. Легасов, лишь 1/5 часть огромного числа химикатов производится на основе детальных научных разработок: «Технология производства более 90% из них не оптимизирована. А это неизбежно приводит к огромным потерям энергии, сырья, трудовых ресурсов, снижению качества продукции. К сожалению, положение здесь с годами не меняется: из осваиваемых ежегодно примерно 600 новых химических продуктов лишь треть производится по оптимальным технологическим схемам».

В связи с несовершенством технологий, а также с невозможностью полностью предотвратить воздействие на человека многих необходимых для современной цивилизации природных и техногенных факторов наиболее реальная профилактика неблагоприятных влияний на человека и окружающую среду состоит в снижении воздействия потенциально вредных факторов до безопасного уровня на основе их гигиенического нормирования.

**Гигиеническое нормирование** — установление в законодательном порядке безвредных (безопасных) для человека уровней воздействия вредных факторов окружающей среды: предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ, предельно допустимых уровней воздействия (ПДУ) физических факторов и др. Отсутствие гигиенического норматива, как правило, приводит к неконтролируемому, скрытому воздействию потенциально вредных факторов на человека. Норматив нельзя отождествлять с понятием нормы — большинство установленных гигиенических нормативов представляют собой максимально допустимые, а не оптимальные величины. По природе и назначению гигиенические нормативы в большинстве случаев антропоцентричны и основаны на медико-биологических критериях, так как направлены в первую очередь на защиту здоровья человека от прямых или опосредованных через экологические системы, возможный экономический ущерб или ухудшение условий жизни населения вредных воздействий факторов окружающей среды.

В основу научной концепции гигиенического нормирования положено всестороннее изучение общих закономерностей взаимоотношений организма человека с факторами окружающей среды разной природы, адаптационно-приспособительных процессов, механизмов взаимодействия организма на молекулярном, субклеточном, клеточном, органном, организменном, системном и популяционном уровнях с комплексом благоприятных и неблагоприятных факторов антропогенного и естественного происхождения, а также комплексом социально обусловленных факторов (Г.И. Сидоренко).

Несмотря на то что при гигиеническом нормировании химических веществ некоторых средах (вода, почва) наряду с медико-биологическими показате-

лями учитываются и экологические критерии, гигиенические ПДК не могут гарантировать отсутствия биоэкологических изменений (нарушения экосистем, влияние на популяции и виды различных биологических объектов). В связи с этим в последние годы во многих странах ведутся научные разработки в области экологического нормирования химических веществ. В настоящее время наряду с гигиеническими ПДК в нашей стране существуют ПДК для водоемов рыбо-хозяйственного назначения. Нормируются химический состав ирригационных вод, содержание вредных веществ в кормах, устанавливаются ПДК химических соединений в сточных водах, подаваемых на сооружения биологической очистки. Разработаны ПДК химических соединений в воздухе, направленные на защиту древесных растений. В частности, установлены ПДК для особо охраняемых территорий (заповедник «Ясная Поляна»). Изучаются токсические влияния химических веществ на живые организмы, на популяции организмов и биоценозы, входящие в состав экосистем. При экологическом нормировании основное внимание уделяют надорганизменным эффектам — популяционному, биогеоценотическому, изучению устойчивости и приспособительных реакций экологических систем, их пространственно-временной неоднородности, изменений видового состава сообществ организмов. Экологическое нормирование пока находится на этапе формирования основных принципов и методов оценки реакций биосистем надорганизменного уровня, критериев экологической (популяционной) нормы, способов учета в нормировании климато-географических особенностей, влияющих на реакции экосистем. В последующий период возможны более тесное сближение концепций гигиенического и экологического нормирования и создание единой нормативной базы, направленной на предупреждение не только прямых или опосредованных вредных воздействий на человека, но и существенных нарушений состояния отдельных экосистем и биосферы в целом.

Концепция гигиенического нормирования прошла длительный и очень сложный путь развития. Ее становление было неразрывно связано с развитием физиологии, биохимии, фармакологии, физики, химии и других фундаментальных научных дисциплин. Предположение о возможности установления нормативов для некоторых токсичных веществ было высказано еще в прошлом веке на основе клинических данных о развитии производственных отравлений у рабочих только в случае превышения определенной пороговой концентрации некоторых промышленных ядов. В начале XX столетия немецкие и американские исследователи разработали рекомендательные перечни пороговых концентраций для нескольких десятков наиболее распространенных промышленных химических соединений. Однако только в 1922 г. в нашей стране были обоснованы и включены в санитарное законодательство ПДК в воздухе рабочей зоны для трех промышленных вредных веществ. В 30-е годы первые ПДК были введены в Германии и США. В последующий период в СССР параллельно с обоснованием ПДК промышленных ядов создавались и совершенствовались теоретическая и экспериментальная база гигиенического нормирования (Н.В. Лазарев, Н.С. Правдин, А.А. Летавет и др.). В 1941 г. были разработаны ПДК мышьяка, фенола и свинца в воде водоемов и начаты исследования по оценке опасности промышленного загрязнения водоемов (А.Н. Сысин, С.Н. Черкинский). В послевоенный период В.А. Рязанов сформулировал

главные принципы гигиенического регламентирования атмосферных загрязнений, что позволило ввести в санитарное законодательство первые ПДК для наиболее распространенных химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух населенных мест. В связи с развитием химической промышленности, внедрением в многие сферы производства и быта многочисленных химических веществ потребовались разработка методических основ гигиенического нормирования содержания вредных соединений в продуктах питания, почве, нормирование выделения химических веществ из полимерных материалов. Интенсивное развитие микробиологической промышленности привело к созданию новых методических приемов гигиенического регламентирования биологических факторов (грибковые, дрожжевые, белковые и бактериальные препараты). Увеличение мощности и расширение ассортимента продукции химико-фармацевтической промышленности потребовали разработки специфических методов гигиенического нормирования лекарственных препаратов, включая некоторые вещества биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты) в различных объектах окружающей среды.

Обширные исследования были проведены в целях разработки допустимых уровней воздействия разнообразных физических факторов: ионизирующего излучения, шума, вибрации, неионизирующих электромагнитных излучений (инфракрасное, ультрафиолетовое, видимое, лазерное, микроволновое, радиочастотное, низкочастотное), освещенности, микроклиматических факторов.

В медицине труда обоснованы принципы и методы гигиенического нормирования тяжести физического труда (физическая динамическая нагрузка, вес поднимаемого и перемещаемого груза, стереотипные рабочие движения, статическая нагрузка, рабочая поза, наклоны корпуса, перемещение в пространстве), напряженность труда (интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, монотонность нагрузок, режим труда).

В настоящее время в нашей стране и практически во всех экономически развитых странах существует обширная и разветвленная система нормативов, направленных на обеспечение безопасности человека, поддержание оптимального для конкретных социально-экономических условий уровня физического, психического и социального благополучия работающих и всего населения в целом.

Кроме того, нормативы допустимого содержания химических соединений и допустимые уровни физических факторов разрабатываются рядом международных организаций: Международной организацией труда (МОТ), Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ). Эти нормативы имеют рекомендательный характер и, по мнению международных экспертов, подлежат корректировке с учетом политических, экономических и социальных особенностей конкретной страны.

Несмотря на различные подходы к нормированию факторов окружающей среды, включая производственные факторы, существуют единые принципы обоснования гигиенических нормативов. В первую очередь это **государственный характер гигиенических нормативов и обязательность их соблюдения** всеми органами, организациями и отдельными лицами.

Второй принцип гигиенического нормирования заключается в **опережении обоснования нормативов по сравнению с появлением вредного фактора**. В соответствии с этим принципом гигиенические нормативы должны быть разрабо-

таны еще до того момента, когда человек войдет в контакт с потенциально вредным фактором. Данный принцип обеспечивает профилактическую направленность гигиенических нормативов и позволяет вовремя осуществить мероприятия по защите человека и окружающей среды. Кроме того, нарушение принципа опережения может приводить к значительным экономическим потерям из-за задержки производства, высокой стоимости природоохранных мероприятий, осуществляемых на действующих объектах. Гигиенические нормативы не могут основываться только на результатах натурных исследований состояния здоровья населения, уже подвергающегося воздействию вредного фактора (напомним, что латентный период развития некоторых злокачественных новообразований может достигать 25–30 лет). Необходимо разумное сочетание экспериментальных методов гигиенического нормирования с клинико-гигиеническими и эпидемиологическими методами.

При обосновании гигиенических нормативов приоритет отдается медико-биологическим, а не экономическим или технологическим критериям, например реальной технической достижимости рекомендуемых гигиенических нормативов в данный момент. **Принцип безвредности, или примата медико-биологических показателей**, при установлении гигиенических нормативов обеспечивает их профилактическую направленность и позволяет определять приоритетные направления для совершенствования технологических процессов.

Гигиенические нормативы содержания химических веществ в объектах окружающей среды (воде, атмосферном воздухе, почве, продуктах питания) устанавливаются с ориентацией на наиболее чувствительные группы населения (например, детей, лиц пожилого возраста и др.) на уровне защитно-приспособительных реакций, не выходящих за пределы физиологической нормы. При установлении гигиенических нормативов для производственных условий учитывается, что воздействию потенциально вредных факторов подвергаются лица трудоспособного возраста, проходящие предварительные и периодические медицинские осмотры. Воздействие осуществляется не на протяжении всей жизни, как в населенных местах, а только в период работы (по 6–8 ч в день на протяжении рабочего стажа). Таким образом, гигиенические нормативы всегда дифференцированы в зависимости от конкретного объекта окружающей среды (воздух рабочей зоны, почва, атмосферный воздух, воздух помещений, вода водоемов и питьевая вода, продукты питания, воздух герметически замкнутых объектов, выделения из полимерных материалов и т.д.) и экспонируемого контингента.

В связи со специфичностью и изменчивостью физико-химических свойств воды, почвы, атмосферного воздуха, пищевых продуктов животного и растительного происхождения, особенностями их воздействия на организм гигиенические нормативы устанавливаются отдельно для каждого объекта (**принцип разделения объектов санитарной охраны**). Химические соединения могут воздействовать не только прямым, но и косвенным путем (например, вследствие отказа населения от контролируемого водоисточника, ограничения водопользования и др.). В связи с этим при нормировании химических соединений в объектах учитываются различные виды неблагоприятных воздействий (**принцип учета всего комплекса возможных неблагоприятных эффектов исследуемого фактора**): влияние на органолептические показатели (внешний вид, запах,

**Таблица 10.1.** Некоторые показатели вредности

| Показатель вредности | Неблагоприятное воздействие |
|---|---|
| Органолептический | Появление посторонних запахов и привкуса, изменение цвета, окраски, внешнего вида, формы |
| Рефлекторный | Раздражающее действие на органы дыхания, глаза, ощущение запаха |
| Общесанитарный | Изменение численности сапрофитной микрофлоры, ее видового состава и активности; снижение способности воды, почвы к самоочищению |
| Санитарно-бытовой | Изменение климата, прозрачности атмосферы, бытовых условий, ландшафта и др. |
| Водно-миграционный | Миграция вещества из исследуемой среды в воду |
| Воздушно-миграционный | Миграция вещества из исследуемой среды в воздух |
| Транслокационный (фитоаккумуляционный) | Накопление вещества в растительных продуктах |
| Санитарно-гигиенический | Возможность создания у человека ощущения опасности или санитарно-гигиенического дискомфорта (например, окраска объектов окружающей среды органическими красителями) |
| Токсикологический (резорбтивный) | Неблагоприятное влияние на организм человека и/или лабораторных животных |

привкус и др.), рефлекторное действие, влияние на общесанитарные показатели (например, изменение состава и численности сапрофитной микрофлоры и т.д.), возможность миграции из одной среды в другую (переход вещества или его метаболита из почвы в воду, воздух, растения), санитарно-бытовой (изменение прозрачности атмосферы, условий проживания и др.), воздействие на организм человека (санитарно-токсикологический признак). Некоторые из используемых в гигиеническом нормировании показателей вредности приведены в табл. 10.1.

Очевидно, что не всякое воздействие фактора окружающей среды можно признать вредным. Реакция любого биологического объекта на внешнее воздействие сопровождается сложной гаммой изменений во многих органах и системах. Эти изменения могут быть функциональными, адаптационными. При установлении пороговых доз и концентраций необходимо дифференцировать состояние адаптационно-приспособительных механизмов (удовлетворительная адаптация, напряжение механизмов адаптации, перенапряжение механизмов адаптации, срыв адаптации).

В гигиене под **порогом вредного действия** принято понимать такую минимальную концентрацию вещества в объекте внешней среды (или дозу, попавшую в организм), при воздействии которой в организме (при конкретных условиях поступления вещества) возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология (И.В. Саноцкий). Пороговыми считают эффекты, расположенные между нормой и патологией.

При установлении порогов вредного действия (минимально действующих уровней) и максимальных недействующих доз (концентраций) изучают все

основные органы и системы, особенно те, которые наиболее чувствительны к исследуемому фактору. В качестве критериев для оценки вредных эффектов используются статистические (статические различия с параллельным контролем и/или значениями физиологической нормы), биохимические, метаболические, токсико-кинетические, физиологические и морфологические показатели, нагрузочные тесты. В частности, одним из метаболических критериев является «принцип песочных часов» — изменение активности ключевого фермента метаболической системы, уменьшение активности ферментных систем, сопровождающееся увеличением концентрации субстрата, изменение соотношений активности ферментов одного цикла, компенсаторное увеличение активности ферментной системы, для которой яд является субстратом, и др.

При установлении окончательной величины гигиенического норматива используется **принцип лимитирующего показателя вредности**, в соответствии с которым величина норматива выбирается на уровне наименьшей дозы (концентрации), установленной по различным критериям вредности (принцип учета «слабого звена»).

Гигиеническое нормирование осуществляется **с учетом особенностей дозо-эффективных зависимостей**, обусловленных механизмом действия факторов. Факторы окружающей среды, дающие так называемые нестохатические эффекты, имеют наличие порога, ниже которого неблагоприятные последствия не наблюдаются. Еще в XVI веке Парацельс отмечал: «Все вещества являются ядами; нет ни одного, который бы не был ядом. Только доза разделяет яд и лекарство». В специально подобранных координатах график зависимости доза—ответ для факторов с пороговым действием имеет вид прямой линии, пересекающей ось абсцисс в точке, соответствующей истинной недействующей дозе (концентрации). На самом деле в силу биологической вариабельности (различия в чувствительности различных людей) дозо-эффективная зависимость является не одной линией, а линейным диапазоном, отражающим колебания индивидуальных реакций на исследуемый фактор (**принцип вероятностного характера пороговых доз**). В связи с этим в последние годы при установлении пороговых доз гигиенисты стремятся получить их вероятностные оценки — вероятностные или реперные дозы. Такие дозы отражают реакцию определенной доли экспонируемой популяции (например, реакция у 1 или 10% особей) и для них могут быть найдены верхняя и нижняя доверительные границы.

Некоторые факторы, в частности эссенциальные (жизненно необходимые) элементы, имеют U-образную дозо-эффективную зависимость: в области оптимума риск развития неблагоприятных эффектов минимален, но при увеличении или уменьшении дозы (т. е. при выходе из зоны оптимума) риск начинает возрастать. Для подобных факторов, например фтора, целесообразно установление двух нормативных величин — минимальной и максимальной. В последние годы парадоксальные эффекты (так называемого гормезиса) малых уровней воздействия факторов окружающей среды привлекли внимание специалистов самого различного профиля.

Существенные особенности имеет гигиеническое нормирование факторов, дающих стохастические эффекты (мутагенез, канцерогенез). По современным представлениям, разделяемым, правда, далеко не всеми учеными, мутагенные

и канцерогенные факторы не имеют порога действия, вследствие чего теоретически их любая отличная от нуля доза способна привести к росту риска неблагоприятных изменений в состоянии здоровья. Существует множество аргументов в пользу как пороговой, так и беспороговой концепции действия мутагенов и канцерогенов. В современной гигиене, располагающей убедительными эпидемиологическими данными и сведениями о механизме развития отдаленных эффектов, некоторые канцерогены нормируются с учетом предположительного порога вредного действия (т. е. с применением тех же принципов и методов, которые используются при нормировании неканцерогенных факторов). Если имеются данные о линейной зависимости эффекта от дозы в области малых уровней воздействия и порога вредного действия установить нельзя, то гигиеническое нормирование осуществляется с учетом величины допустимого риска. При этом предполагается, что дозо-эффективная зависимость проходит через ноль, а в качестве допустимой принимается доза, теоретически вызывающая определенный приемлемый как для общества, так и для отдельного человека риск. В некоторых странах в качестве такого приемлемого для населения риска используется величина $10^{-6}$, что соответствует 1 дополнительному к существующему фону случаю рака среди 1 млн жителей. Для производственных условий обычно считается допустимым риск на уровне $10^{-3}$–$10^{-4}$.

Принцип учета пороговости неразрывно связан с другим принципом гигиенического нормирования — учетом **зависимости эффекта как от концентрации (дозы), так и от времени воздействия**. Величина дозы и продолжительность воздействия не только определяют время появления биологического эффекта, но и нередко влияют на его качественные характеристики. Например, в условиях острых воздействий бензол в основном влияет на центральную нервную систему, а при длительном воздействии малых доз и концентраций вызывает поражение системы кроветворения вплоть до развития лейкоза. Зависимость эффекта от дозы может быть сложной, фазовой, что отражает цикличность адаптационных реакций, чередование первичных приспособительных реакций, процессов истинной физиологической адаптации, временной адаптации, компенсации и элементов полома. Адаптация — истинное приспособление организма к изменяющимся условиям среды, которое происходит без каких-либо необратимых нарушений данной биологической системы и без превышения нормальных гомеостатических особенностей ее реагирования. При истинной адаптации организм сохраняет способность адекватно, без существенного напряжения, а тем более срыва реагировать на внешние воздействия. В отличие от адаптации компенсация характеризуется как временно скрытая патология, которая со временем может проявиться в виде заметных патологических изменений, т. е. декомпенсации.

Разграничение адаптационных, компенсаторных и патологических реакций остается одной из важнейших и сложных задач современной методологии гигиенического нормирования. Нередко зависимости доза–время–эффект удается выявить только в условиях эксперимента на лабораторных животных, в котором можно моделировать такие режимы экспозиции, которые нельзя воспроизвести в реальных натурных условиях (**принцип моделирования воздействия фактора в условиях эксперимента**). Кроме того, именно эксперимент позволяет

на практике осуществлять один из основополагающих принципов гигиенического нормирования, а именно принцип опережения.

В ряде случаев (при определении порогов раздражающего действия, порогов запаха) наблюдения проводят на людях-добровольцах. Однако базовой моделью при исследовании токсических и отдаленных эффектов химических соединений в нашей стране и за рубежом остаются лабораторные животные. В эксперименте воспроизводятся соответствующие реальные условия поступления веществ в организм (путь введения, экспозиция, режим воздействия и т.д.), учитываются возрастные, видовые, половые особенности чувствительности к действию вещества. Значение порога вредного действия, установленное в эксперименте на животных, при обосновании ПДК уменьшается на величину коэффициента запаса (фактора неопределенности), зависящую от показателей опасности исследуемого соединения, полноты данных об особенностях его вредного действия. Коэффициент запаса отражает возможные ошибки, которые связаны с переносом данных с животных на человека (межвидовые различия), переходом от «среднего» индивида к наиболее чувствительным лицам (индивидуальные различия) и др. Дополнительный вклад в медико-биологическую надежность устанавливаемых нормативов вносит использование принципа **ужесточения условий воздействия,** согласно которому в процессе эксперимента, как правило, ориентируются на наиболее опасный вариант экспозиции.

Несмотря на ведущее значение принципа моделирования воздействия фактора в условиях эксперимента, окончательным критерием медико-биологической надежности гигиенического нормирования являются результаты корректно проведенных натурных исследований. В связи с этим **единство эксперимента и результатов натурных (клинических, гигиенических, аналитических) исследований** является одним из важнейших принципов современной методологии гигиенического нормирования.

На практике этот принцип реализуется в **этапности исследований по гигиеническому нормированию.** Данный принцип отражает необходимость выбора стратегии исследования, выделения его важнейших этапов, проводимых в строгой последовательности и по возможности синхронно с этапами внедрения новых веществ или материалов.

Этапы и правила формирования заключений на каждом этапе зависят от объекта окружающей среды, в котором проводится нормирование. В общем виде связь между стадиями технологической разработки и токсикологической оценки можно представить как последовательную цепь: теоретический проект технологической схемы — предварительная токсикологическая оценка; лабораторная разработка технологической схемы — токсикологическая экспертиза; полузаводская установка — токсикологическая паспортизация и полная токсикологическая оценка; проектирование заводского производства — дополнительные токсикологические исследования; действующее производство — натурные гигиенические, медицинские и эпидемиологические исследования. Это можно представить в виде последовательности: анализ имеющихся данных — расчетные и экспресс-экспериментальные методы прогноза — эксперимент — натурные исследования (клинико-гигиеническая корректировка норматива).

В реальных условиях человек подвергается не изолированному воздействию какого-либо одного вещества, поступающего в организм конкретным путем (через воду или воздух), а сложному многофакторному влиянию. Необходимость учета всего многообразия воздействий отражена в **принципе комплексного (единого, интегрального) гигиенического нормирования**.

Различают следующие варианты многофакторных воздействий:

- комбинированное действие — одновременное действие одинаковых по природе факторов (например, шума и вибрации, нескольких химических веществ и др.);
- сочетанное действие — одновременное действие различных по природе факторов (например, шума и химических веществ);
- комплексное воздействие — одновременное поступление химического вещества сразу несколькими путями из одной или нескольких сред (например, из воздуха, с пищевыми продуктами, с водой, с газовыделениями из воды, полимерных материалов, путем всасывания через кожу и т.д.);
- последовательное действие — вариант комбинированного действия, при котором воздействие одного вещества сменяется воздействием другого вещества (например, в сельском хозяйстве, на малотоннажных предприятиях химико-фармацевтической промышленности работающие могут определенное время контактировать с одними веществами, которые затем сменяются другим набором химических соединений).

Наряду с этим возможен существенно различный режим воздействия. Постоянный режим предполагает относительную неизменность уровней воздействующих факторов, при интермиттирующем воздействии уровни факторов существенно различаются в разные моменты времени вплоть до пиковых подъемов, когда уровни воздействия достигают экстремальных значений. В ряде случаев, например при эксплуатации полимерных изделий, воздействие потенциально вредных химических веществ постепенно снижается.

В настоящее время особенности комбинированного действия веществ учитываются при гигиеническом нормировании вредных веществ во всех средах. Так, для атмосферного воздуха населенных мест установлено 56 коэффициентов комбинированного действия (для 36 бинарных смесей и 20 смесей из 3–5 компонентов).

Перспективна разработка максимально допустимых нагрузок всей совокупности факторов окружающей среды (Г.И. Сидоренко). При этом несомненно должен учитываться принцип **дифференциации нормативов с учетом климатогеографических условий**. В частности, данный принцип используется при гигиеническом нормировании содержания фтора в питьевой воде.

В последние годы внимание гигиенистов и экологов все больше привлекают вредные эффекты химических веществ, опосредованные через различные экологические системы. Значительная роль, которую играют экосистемы в переносе, трансформации, накоплении химических веществ, определила необходимость развития **эколого-гигиенического подхода**. Это один из аспектов вышеуказанного принципа комплексного (единого, интегрального) гигиенического нормирования. При эколого-гигиеническом подходе изучают все сложные процессы, происходящие с химическими веществами с момента их попадания в те или иные объекты и до момента их поступления в организм челове-

ка одновременно несколькими путями (т. е. с учетом полного маршрута движения вещества в окружающей среде) (схема 10.2). Эколого-гигиенические исследования включают в себя анализ качества среды с использованием современных химико-аналитических методов (хроматомасс-спектрометрия, хроматография и др.), изучение накопления и влияния соединений на различные биологические объекты, а также математическое моделирование процессов межсредового транспорта химических веществ. Методы математического моделирования позволяют прогнозировать сложные процессы, предшествующие поступлению химических соединений в организм, и предвидеть относительные дозы, получаемые человеком из различных объектов окружающей среды (схема. 10.3).

Действующие гигиенические нормативы не являются абсолютными, раз и навсегда заданными величинами. Одним из принципов гигиенического нормирования является **относительность нормативов** как отражение сегодняшнего уровня развития фундаментальной медицины. По мере получения новых экс-

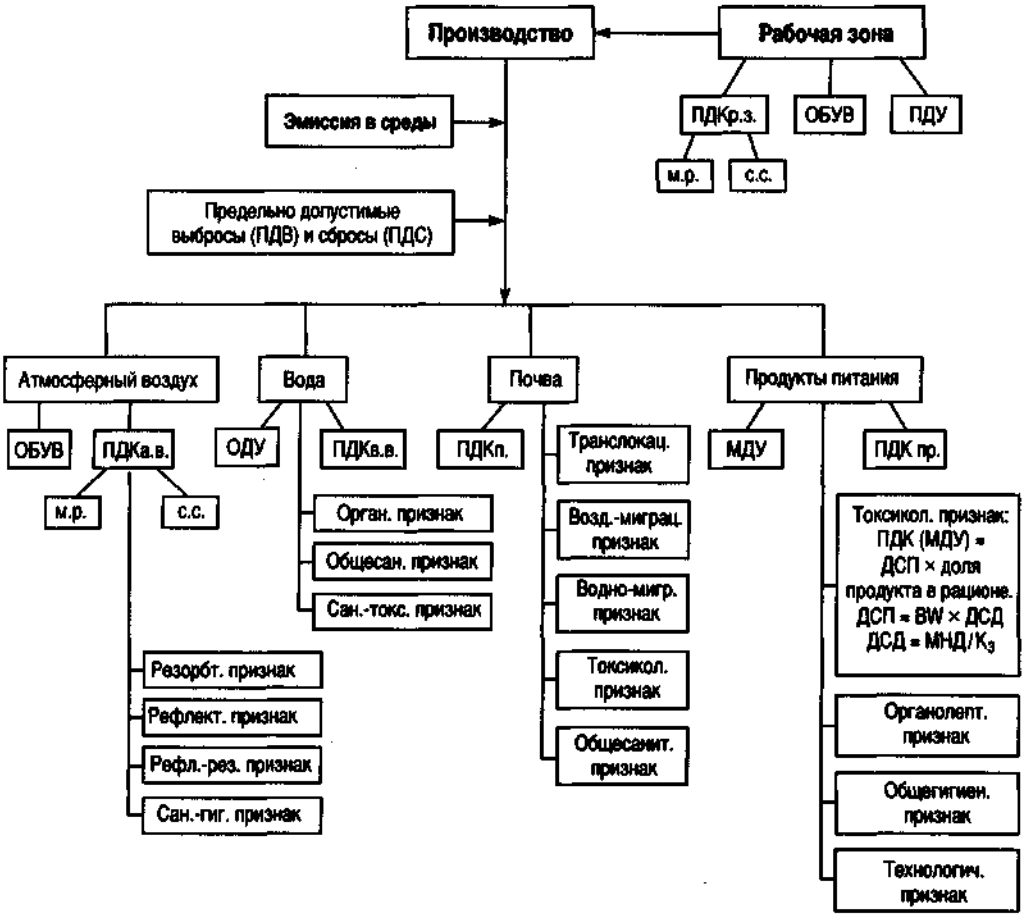



**Схема 10.2.** Виды гигиенических нормативов химических веществ в окружающей среде.

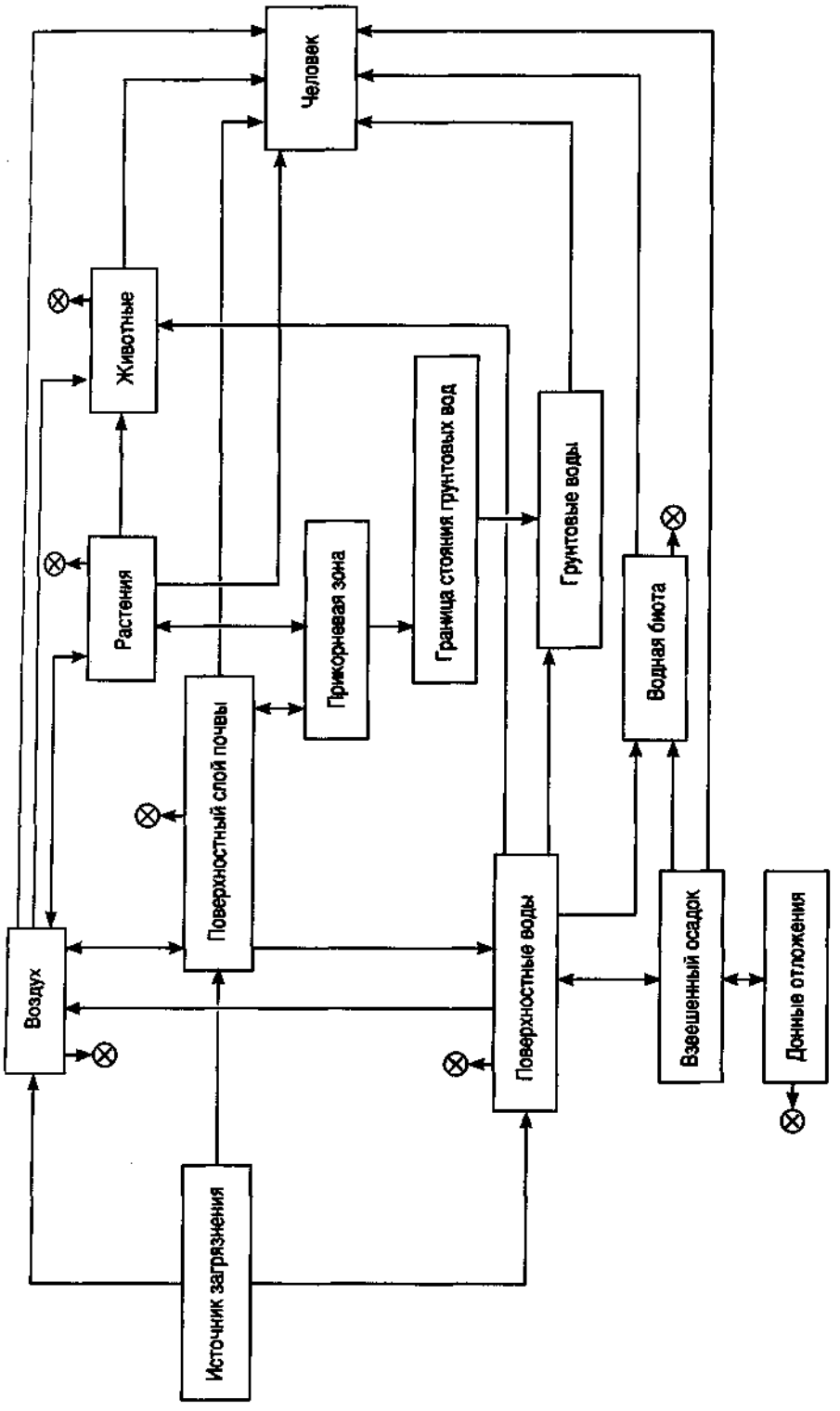



**Схема 10.3.** Основные пути транспорта химических веществ в окружающей среде и поступления в организм человека, учитываемые в мультимедийных моделях.

⊗ — процессы разложения, трансформации или выноса химических веществ за пределы исследуемой территории.

периментальных и эпидемиологических данных гигиенические нормативы пересматриваются, причем не обязательно в сторону снижения. Как уже было отмечено, величина порога, а следовательно, и значение гигиенического норматива во многом определяются корректностью использованного критерия вредности (т. е. правильностью установления границы между истинными адаптационными реакциями, предпатологическими и патологическими состояниями). Как отмечают некоторые исследователи, по мере углубления исследований пороги «просто» действия (т. е. реакции, не выходящей за пределы нормы) имеют тенденцию к снижению, а пороги истинного вредного действия, наоборот, повышаются.

Многие из рассмотренных принципов гигиенического нормирования нашли отражение в определении одного из ведущих гигиенических нормативов — предельно допустимой концентрации (ПДК).

**ПДК химического соединения во внешней среде** — такая концентрация, при воздействии которой на организм человека периодически или в течение всей жизни, прямо или опосредовано через экологические системы, а также через возможный экономический ущерб не возникает соматических или психических заболеваний (в том числе скрытых и временно компенсированных) или изменений состояния здоровья, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, обнаруживаемых современными методами сразу или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений (И.В. Саноцкий).

Приведенные в настоящей главе принципы гигиенического нормирования химических веществ в определенной степени близки к методологии нормирования других факторов окружающей среды (физических, биологических), но особенности их действия на организм определяют специфичность методов обоснования ПДК и предельно допустимых уровней (ПДУ).

Традиционная методология гигиенического нормирования требует больших затрат и значительного времени (от 1 года до 2–3 лет). В США токсикологические исследования одного химического вещества стоят от 500 тыс. до 1,5 млн долларов. Вместе с тем только в США работающие подвергаются воздействию более 65 000 промышленных химических веществ, а допустимые уровни воздействия в этой стране установлены менее чем для 1000 соединений. Рост числа новых химических веществ требует, с одной стороны, тщательной регистрации всех существующих и внедряемых в производство соединений, а с другой — значительного ускорения исследований по обоснованию гигиенических нормативов.

Постановлением Правительства РФ от 12.11.92 (№ 869) в нашей стране введена **обязательная государственная регистрация** потенциально опасных химических и биологических веществ, осуществляемая Российским регистром потенциально опасных химических и биологических веществ. Данная мера, несомненно, позволит полностью инвентаризировать все химические соединения, производимые и используемые в России, и в конечном итоге будет способствовать повышению надежности оценок потенциальной опасности веществ для здоровья человека и состояния окружающей среды.

В экономически развитых странах ежегодно в промышленность внедряется около 1000 новых химических веществ и материалов. Для ликвидации диспро-

порций между числом новых химических веществ и количеством разрабатываемых гигиенических нормативов в состав санитарно-гигиенических норм и правил, а также в некоторые ГОСТы введены наряду с ПДК **временные ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) и ориентировочные допустимые уровни (ОДУ)**. Обоснование временных нормативов проводится с использованием ускоренных экспериментальных и расчетных методов, а также по аналогии с ранее нормированными структурно близкими соединениями. В этих исследованиях широко используют компьютерные базы данных и информационно-прогнозирующие системы, математическое моделирование сложных зависимостей между химической структурой, физико-химическими свойствами и токсичностью потенциально вредных веществ, установление зависимостей между ПДК, параметрами хронического действия и показателями токсичности, получаемыми в краткосрочных исследованиях. Кроме того, для прогноза вредных эффектов используют культуры клеток, изолированных органов и тканей, биологические объекты различной сложности.

Гигиенические нормативы утверждаются Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации по рекомендации Комиссии по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Минздраве России и входят в состав санитарно-гигиенических норм и правил, а также в некоторые ГОСТы.

Наряду с описанными нормативами существуют допустимые уровни выделения вредных веществ из полимерных материалов в контактирующие с ними среды (вода, воздух, продукты питания). Устанавливаются также нормативы выделения опасных химических веществ, образующихся в результате термодеструкции различных материалов. Эти нормативы используются при гигиенической оценке новых материалов и изделий с целью недопущения выпуска продукции, создающей опасность для здоровья человека из-за миграции химических соединений или образования в результате их горения высокотоксичных компонентов.

Таким образом, в настоящее время в профилактической токсикологии и гигиене разработана система нормативов, регламентирующих уровни воздействия потенциально опасных химических соединений на здоровье человека. Методология гигиенического нормирования постоянно совершенствуется на основе анализа тенденций в изменении качества окружающей среды, а также достижений фундаментальных наук. В этом заключается относительность гигиенических нормативов, которое отнюдь не означает их неуклонного снижения. Ранее установленные нормативы могут быть и повышены, если это обосновано убедительными экспериментальными и эпидемиологическими данными.

Необходимо помнить, что гигиенические нормативы содержания химических веществ, за редким исключением характеризуют допустимые, а не оптимальные условия воздействия факторов окружающей среды. Их неукоснительное соблюдение минимально необходимо для обеспечения химической безопасности. Однако не следует и переоценивать вклад техногенных факторов, в том числе химических веществ, в развитие заболеваний человека. Неоправданная «хемофобия», так же как и недооценка опасности химических соединений, может привести к значительному прямому и косвенному ущербу здоровью человека.

## Гигиеническое нормирование химических веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Особенности принципов нормирования вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест определяются рядом факторов: возможностью влияния атмосферных загрязнений на окружающую среду и условия жизни людей; возможностью круглосуточного и длительного воздействия на население, в том числе на наиболее чувствительные контингенты (дети, пожилые и ослабленные лица, а также страдающие хроническими заболеваниями); вариабельностью уровней и экспозиции.

Методологические основы гигиенического нормирования атмосферных загрязнений, сформулированные отечественными учеными (В.А. Рязанов, Г.И. Сидоренко, М.А. Пинигин, К.А. Буштуева и др.), включают следующие положения.

Допустимой признается только такая концентрация химического вещества в атмосферном воздухе, которая не оказывает на человека прямого или косвенного вредного или неприятного действия, не влияет на его самочувствие и работоспособность.

Привыкание к вредным веществам, находящимся в атмосферном воздухе, рассматривается как неблагоприятный эффект.

Концентрации химических веществ в атмосфере, которые неблагоприятно действуют на растительность, климат местности, прозрачность атмосферы и бытовые условия жизни населения, считаются недопустимыми.

В связи с высокой вариабельностью концентраций атмосферных загрязнений их гигиеническое нормирование должно осуществляться с учетом времени усреднения экспозиций.

Гигиеническое нормирование атмосферных загрязнений осуществляется на основе лимитирующего показателя вредности.

Ведущую роль в гигиеническом нормировании играют экспериментальные исследования, позволяющие моделировать различные уровни и продолжительности экспозиции химических веществ, устанавливать зависимости эффекта от времени и интенсивности воздействий. Эпидемиологические исследования по изучению связи между воздействием атмосферных загрязнений и состоянием здоровья наиболее чувствительных групп населения позволяют внести коррективы в экспериментально обоснованные нормативы и оценить относительный вклад загрязнения атмосферного воздуха в нарушения состояния здоровья населения.

Согласно существующему определению ПДК атмосферных загрязнений — это концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее и будущие поколения, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни.

В зависимости от признака вредности атмосферные загрязнения подразделяются на вещества преимущественно рефлекторного действия, преимущественно резорбтивного действия, рефлекторно-резорбтивного действия, а также вещества, приводящие к санитарно-гигиеническому дискомфорту.

Под рефлекторным действием понимается реакция рецепторов верхних дыхательных путей — ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек,

задержка дыхания и т.п. Указанные эффекты возникают при кратковременном воздействии вредных веществ, поэтому рефлекторное действие лежит в основе установления максимальной разовой ПДК. Максимальная разовая ПДК (время усреднения пробы воздуха 20—30 мин) направлена на предупреждение рефлекторных реакций, связанных с кратковременными пиковыми подъемами концентраций вредного вещества.

Под резорбтивным действием понимают возможность развития общетоксических, гонадотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и от длительности воздействия. С целью предупреждения резорбтивного действия устанавливается среднесуточная ПДК. Контроль среднесуточной ПДК осуществляется либо путем непрерывной круглосуточной регистрации воздействующих концентраций, либо на основе вычисления средних арифметических значений разовых концентраций, полученных в обязательные сроки наблюдений (1, 7, 13 и 19 ч).

Некоторые вещества (например, органические красители), не оказывая в низких концентрациях ни рефлекторного, ни резорбтивного действия, при осаждении из воздуха могут придавать необычную окраску объектам окружающей среды, например снегу, создавая у человека ощущение опасности или санитарно-гигиенического дискомфорта. В связи с этим для ряда красителей ПДК установлены по санитарно-гигиеническому признаку вредности, который позволяет при соблюдении ПДК избежать появления необычной окраски объектов окружающей среды.

Для веществ, оказывающих избирательное рефлекторное действие, устанавливается только максимальная разовая ПДК. Химические соединения, способные давать как острые, так и хронические эффекты (вещества рефлекторно-резорбтивного действия), нормируются с использованием максимальной разовой ПДК по рефлекторным эффектам и среднесуточной ПДК по резорбтивному действию. Если резорбтивное действие проявляется на уровнях, значительно более низких по сравнению с концентрациями, вызывающими рефлекторные реакции, устанавливаются только среднесуточные ПДК (группа веществ резорбтивного действия). В ряде случаев для веществ данной группы одновременно обосновываются максимальные разовые ПДК (на уровне 98% вероятности их появления), предназначенные для определения верхней границы возможных колебаний концентраций этих соединений в атмосферном воздухе.

Обоснование максимальной разовой ПДК, как правило, проводится на 20—30 добровольцах обоего пола, кратковременно вдыхающих относительно низкие и безопасные для здоровья концентрации исследуемого вещества. Регистрируют реакции добровольцев на воздействие и затем путем анализа зависимости частоты реакций от уровней экспозиции устанавливают пороговую концентрацию, которая чаще всего соответствует уровню воздействия, вызывающему реакцию (например, ощущение запаха) у 16% участников эксперимента. По углу наклона зависимости концентрация—эффект определяют класс опасности и величину коэффициента запаса, используемого для перехода от пороговой к максимальной разовой ПДК. Чем больше угол наклона, тем более опасно исследуемое вещество: при угле наклона более 71° вещества относят к классу чрезвычайно опасных (1-й класс, коэффициент запаса 5—8), при

угле наклона 62–71° — к классу опасных (2-й класс, коэффициент запаса 4–5), 43–62° — умеренно опасных (3-й класс, коэффициент запаса 2–4), меньше 43° — к классу малоопасных (4-й класс, коэффициент запаса 1,5–2).

Среднесуточные ПДК определяют на основе порога хронического действия, устанавливаемого в 3–4-месячном эксперименте на лабораторных животных (что составляет около 10–15% продолжительности их жизни), подвергающихся ежедневному круглосуточному воздействию не менее 3 концентраций исследуемого вещества. Целью хронического опыта является определение максимальной недействующей и пороговой концентраций; выявление критических органов и систем организма, наиболее чувствительных к действию вещества, оценка опасности развития хронических эффектов, включая отдаленные последствия интоксикации; установление зависимости эффекта от интенсивности и продолжительности воздействия; характеристика адаптационных процессов в организме и обратимости наблюдаемых вредных эффектов. В качестве порога хронического действия используется концентрация, вызывающая изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, или скрытую (временно компенсированную) патологию, т. е. приводящая к напряжению механизмов адаптации организма и дающая эффекты на границе между нормой и патологией.

Для каждого нормируемого вещества проводится обоснование класса опасности, определяемого по комплексу показателей его токсичности и опасности: среднесмертельным дозам и концентрациям, зонам острого, хронического и биологического действия, порогам хронического действия и максимальным недействующим концентрациям. Выделяют 4 класса химических веществ: 1-й — чрезвычайно опасные, 2-й — высокоопасные, 3-й — опасные, 4-й — умеренно опасные. С учетом класса опасности и параметров токсикометрии вещества устанавливается величина коэффициента запаса для перехода от порога хронического действия к рекомендуемому значению среднесуточной ПДК. Для особо опасных химических соединений гигиенические нормативы не устанавливаются, а в перечне нормативов делается пометка о запрете их выброса в атмосферный воздух населенных мест.

Наряду с ПДК в систему гигиенических нормативов для атмосферного воздуха входит ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) — государственный временный гигиенический норматив максимально допустимого содержания загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест. Величины ОБУВ утверждаются Минздравом Российской Федерации сроком на 5 лет. После истечения этого срока ОБУВ должен быть переутвержден или отменен в зависимости от наличия новых данных о токсических свойствах вещества и перспектив его применения. Значение ОБУВ устанавливается с использованием расчетных и экспресс-экспериментальных методов на основании данных о параметрах острой токсичности вещества, значений его ПДК в воздухе рабочей зоны и воде водных объектов, закономерностей связей между физико-химическими свойствами, химической структурой и биологической активностью соединений определенных химических классов. Для расчета ОБУВ, как правило, используется одновременно несколько методических приемов, что позволяет значительно повысить надежность устанавливаемых временных нормативов. ОБУВ не могут быть разработаны для веществ, обладающих по-

тенциальной способностью давать отдаленные эффекты, если ПДК для этих веществ в других средах были установлены без учета этих эффектов.

Значения ПДК и ОБУВ используются при определении предельно допустимых выбросов (ПДВ) химических веществ в атмосферу. Величина ПДВ устанавливается для конкретных источников загрязнения атмосферы и ставит своей целью недопущение превышения максимальной разовой ПДК в атмосферном воздухе населенных мест.

Наряду с гигиеническими ПДК в ряде стран существуют нормативы, устанавливаемые по экотоксикологическим показателям (чаще всего по влиянию на растения). Экспертами ВОЗ для европейских стран рекомендованы среднегодовые концентрации в атмосферном воздухе диоксида серы 0,01–0,03 мг/м$^3$ (в зависимости от типа вегетации растений), окислов азота 0,03 мг/м$^3$. В США, кроме первичных стандартов, устанавливаемых по влиянию атмосферных загрязнений на здоровье населения, существуют вторичные стандарты, предназначенные для защиты животных, растений, зданий и предупреждения других вредных воздействий, способных ухудшить условия жизни человека. В частности, для диоксида серы вторичный стандарт составляет 1,3 мг/м$^3$ (средняя за 3 ч).

В последние годы внимание гигиенистов привлекает возможная аккумуляция атмосферных загрязнений в объектах окружающей среды (почве, воде, растениях), а также их химическая трансформация, иногда приводящая к образованию более токсичных и опасных по сравнению с исходными соединениями химических продуктов. В результате осаждения и сорбции химических веществ в окружающей среде в случае длительного загрязнения атмосферного воздуха могут создаваться повышенные концентрации потенциально опасных соединений в воде и продуктах питания, что представляет угрозу для здоровья человека. В связи с этим важное значение приобретает обоснование максимально допустимых нагрузок (МДН), учитывающих весь комплекс процессов, приводящих к формированию реального химического воздействия на организм человека (процессы межсредовых переходов, трансформации химических веществ, комплексное поступление разными путями из различных объектов окружающей среды, одновременное комбинированное воздействие нескольких химических соединений).

В атмосферном воздухе, как правило, одновременно присутствует несколько десятков, а иногда и сотен химических веществ, комбинированное действие которых может проявляться суммированием (аддитивное действие), потенцированием или антагонизмом. При совместном воздействии малых концентраций химических соединений наиболее распространены аддитивность и так называемое независимое действие, когда каждый из компонентов смеси действует независимо от других. В этой ситуации соблюдение ПДК отдельных компонентов полностью предотвращает неблагоприятные эффекты их смеси.

Гигиенический контроль комбинированных воздействий осуществляется на основе установления коэффициентов комбинированного действия (Кк.д.):

$$Кк.д. = C_1/ПДК_1 + C_2/ПДК_2 + ... + C_n/ПДК_n.$$

Сумма отношений фактических концентраций веществ в воздухе ($C_1$, $C_2$, $C_n$) к их ПДК не должна превышать установленной величины Кк.д. Для большинства нормированных смесей атмосферных загрязнений величина Кк.д.

близка к единице (аддитивное действие). Потенцирование (Кк.д.<1,0) или антагонизм (Кк.д.>1,0) выявлен лишь для отдельных смесей веществ.

За рубежом стандарты качества атмосферного воздуха разрабатываются для различных периодов усреднения, включая среднегодовые концентрации (табл. 10.2).

В нашей стране введение дифференцированных по времени воздействия ПДК сдерживается несовершенством и недостаточным развитием непрерывного мониторинга содержания химических веществ в атмосферном воздухе. Принятые в отечественном санитарном законодательстве среднесуточные ПДК, обоснованные в хронических (4-месячных) экспериментах, по сути являются среднегодовыми (М.А. Пинигин).

Как видно из табл. 10.2, за рубежом не устанавливаются ПДК для канцерогенных веществ — оценка риска их воздействия на здоровье человека осуществляется с использованием единичных рисков (*UR*), отражающих возрастание дополнительного риска развития злокачественных новообразований при увеличении концентрации вещества на 1 единицу (1 мкг/м$^3$ или 1 мг/м$^3$). Например, если величина *UR* исследуемого вещества равна 1,5 на 1 мг/м$^3$, а его концентрация в атмосферном воздухе (*C*) составляет 0,001 мг/м$^3$, то при пожизненном воздействии дополнительный (к уже существующему) риск развития рака (*R*) будет равен:

$$R = UR \cdot C = 1{,}5 \cdot 0{,}001 = 0{,}0015 = 1{,}5 \cdot 10^{-4}.$$

Полученная величина означает, что в рассматриваемой ситуации вероятность развития рака составляет 1,5 на 10 000. Если такому воздействию подвергнется 1 млн человек, то это приведет к появлению 150 новых заболеваний злокачественными новообразованиями: $10^6 \cdot (1{,}5 \cdot 10^{-4}) = 150$. Например, согласно величине *UR*, равной $6 \cdot 10^{-3}$, при концентрации бензола 0,001 мг/м$^3$ в популяции численностью 1 млн человек может возникнуть 6 дополнительных случаев рака. При концентрации полиароматических углеводородов 1 нг/м$^3$ по бенз(а)пирену среди 1 млн жителей 87 человек могут умереть от рака.

Для установления нормативного уровня содержания потенциального канцерогена в воздухе необходимо предварительно зафиксировать величину приемлемого (рассматриваемого в качестве пренебрежимо малого) дополнительного риска. Обычно за рубежом его величина принимается на уровне от $10^{-4}$ до $10^{-6}$, чаще $1{,}0 \cdot 10^{-6}$. Например, для вышеприведенного случая допустимая концентрация вещества при уровне приемлемого риска $1{,}0 \cdot 10^{-6}$ составит:

$$1{,}0 \cdot 10^{-6} = \text{ПДК} \cdot UR,$$
$$\text{ПДК} = (1{,}0 \cdot 10^{-6})/1{,}5 = 0{,}0000067 \text{ мг/м}^3.$$

Получаемые в результате подобных расчетов значения канцерогенных рисков характеризуют верхнюю, предельную границу возможного дополнительного риска, поэтому их применение может приводить к преувеличению канцерогенной опасности исследуемых экспозиций.

Для оценки возможного воздействия некоторых атмосферных загрязнений на здоровье населения эксперты ВОЗ рекомендуют использовать количественные показатели дополнительного риска нарушений состояния здоровья, связанного с возрастанием концентрации вещества. В частности, такой подход используется при оценке воздействия взвешенных частиц (табл. 10.3).

**Таблица 10.2.** Допустимые уровни некоторых загрязнений атмосферного воздуха населенных мест, мг/м$^3$

| Вещество | ВОЗ | США | Максимальная разовая ПДК/среднесуточная ПДК (лимитирующий признак, класс опасности) |
|---|---|---|---|
| Углерод монооксид | 100 (15 мин) | | 5/3 |
| | 60 (30 мин) | | (рез., 4-й) |
| | 30 (1 ч) | 40 (1 ч) | |
| | 10 (8 ч) | 10 (8 ч) | |
| Озон | | 0,235 (1 ч) | 0,16/0,03 |
| | 0,12 (8 ч) | 0,157 (8 ч) | (рефл.-рез., 1-й) |
| Азот диоксид | 0,2 (1 ч) | | 0,085/0,04 |
| | 0,04 (1 год) | 0,1 (1 год) | (рефл.-рез., 2-й) |
| Сера диоксид | 0,5 (10 мин) | | 0,5/0,05 |
| | 0,125 (24 ч) | 0,365 (24 ч) | (рефл.-рез., 3-й) |
| | 0,05 (1 год) | 0,08 (1 год) | |
| Взвешенные частицы | По зависимости концентрация–ответ | PM10: 0,15 (24 ч) | 0,5/0,15 |
| | | 0,05 (1 год); | (рез., 2-й) |
| | | PM2,5: 0,065 (24 ч) | |
| | | 0,015 (1 год) | |
| Бензол | $6 \cdot 10^{-3}$ (*UR*) | $8{,}3 \cdot 10^{-3}$ (*UR*) | 0,3/0,1 |
| | | | (рез., 2-й) |
| Дихлорметан | 3 (24 ч) | 3 (*RfC*) | 8,8/- (рефл., 4-й) |
| Формальдегид | 0,1 мг/м$^3$ (30 мин) | 0,013 (*UR*) | 0,035/0,003 (рефл.-рез., 2-й) |
| Бенз(а)пирен | 87 (*UR*) | 0,88 (*UR*) | -/0,00001 (рез., 1-й) |
| Стирол | 0,26 (1 нед) | 1 (*RfC*) | 0,04/0,002 (рефл.-рез., 2-й) |
| Тетрахлорэтилен | 0,25 (1 год) | 0,035 (*RfC*) | 0,5/0,06 (рефл. рез., 2-й) |
| | | 0,00052 (*UR*) | |
| Толуол | 0,26 (1 нед) | 0,4 (*RfC*) | 0,6/- (рефл., 3-й) |
| Трихлорэтилен | 0,00043 (*UR*) | 0,0018 (*UR*) | 4/1 (рефл.-рез., 3-й) |
| Мышьяк | 1,5[1] (*UR*) | 4,3 (*UR*) | -/0,003 (рез., 2-й) |
| Кадмий | 0,000005 (1 год) | 0,0002 (*RfC*) | -/0,0003 (рез., 1-й) |
| | | 1,8 (*UR*) | |
| Хром (VI) | 40 (*UR*) | 12 (*UR*) | -/0,0015 (рез., 1-й) |
| Марганец | 0,00015 (1 год) | 0,00005 (*RfC*) | 0,01/0,001 (рез., 2-й) |
| Свинец | 0,0005 (1 год) | 0,0015 (1 квартал) | 0,001/0,0003 (рез., 1-й) |
| Ртуть | 0,001 (1 год) | 0,0003 (*RfC*) | -/0,0003 (рез., 1-й) |
| Никель | 0,38 (*UR*) | 0,24 (*UR*) | -/0,001 (рез., 2-й) |

Примечание. PM10, PM2,5 — взвешенные частицы диаметром менее 10 и менее 2,5 мкм; *UR* — единичный риск — дополнительный пожизненный риск развития рака на 1 мг/м$^3$, (мг/м$^3$)$^{-1}$; *RfC* — референтные уровни воздействия, используемые для оценки риска развития вредных эффектов на здоровье при воздействии химических веществ на протяжении всей жизни человека; рез. — резорбтивное действие; рефл. — рефлекторное действие; рефл.-рез. — рефлекторно-резорбтивное действие.

**Таблица 10.3.** Процентные изменения риска для здоровья, связанные с увеличением экспозиции компонентов загрязнения атмосферного воздуха в условиях Западной Европы

| Показатель | PM10 на 10 мкг/м³ за 24 ч | $SO_2$, на 10 мкг/м³ за 24 ч | $O_3$, на 100 мкг/м³ для максимальной одночасовой концентрации за сутки |
|---|---|---|---|
| Общая смертность | 0,6 (0,3–1,5) | 0,6 (0,3–1,5) | (1–4) |
| Смертность от заболеваний органов дыхания | 1,2 (0,8–3,7) | 1,2 (0,3–3,3) | – |
| Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний | 0,8 (0,8–1,8) | 0,6 (0,3–1,5) | – |
| Госпитализация и обращаемость за скорой медицинской помощью | 0,5 (2) | 0,5 (0,1–0,9) (в возрасте 65 лет) | 6 (2–10) |
| Применение бронходилататоров (у больных бронхиальной астмой) | 2 (12) | – | – |
| Симптомы со стороны верхних дыхательных путей | 1,2 (7) | – | – |
| Симптомы со стороны нижних дыхательных путей | 1,3 (5) | – | – |
| Кашель | 1,3 (8) | – | – |
| Приступы астмы у больных бронхиальной астмой | 5 | – | – |

Под взвешенными частицами (взвешенным веществом) понимают недифференцированную по составу пыль (аэрозоль), за исключением аэрозолей органических и неорганических соединений, для которых установлены соответствующие гигиенические нормативы. При оценке воздействия взвешенных частиц за рубежом в последние годы в основном ориентируются на их респирабельную фракцию (размер частиц менее 10 мкм). Считается, что смертность городского населения, обусловленная загрязнением атмосферного воздуха, связана главным образом с мелкими частицами, имеющими диаметр менее 2,5 мкм. В связи с этим эксперты ВОЗ рекомендуют использовать показатели риска, дифференцированные в зависимости от размера взвешенных частиц (табл. 10.4).

Однако приведенные в табл. 10.4 показатели сильно зависят не только от соотношения частиц разного размера (во многом определяемого особенностями технологических процессов, оборудования, систем очистки промышленных выбросов в атмосферу), но и от условий жизни, а также состояния здоровья населения конкретного региона. В связи с этим рекомендации ВОЗ необходимо рассматривать как ориентировочные.

В гигиенической практике в качестве меры санитарного неблагополучия используется соотношение фактической концентрации загрязняющего вещества в воздухе и его ПДК (при условии сопоставимости времени усреднения концентраций). Однако для прогноза неблагоприятных изменений в организме человека это соотношение не всегда пригодно.

**Таблица 10.4.** Процентные изменения риска для здоровья при увеличении концентрации взвешенных частиц на 10 мкг/м$^3$

| Показатель | TSP | PM10 | PM2,5 |
|---|---|---|---|
| Общая смертность за сутки | 0,6 | 1,1 | 1,7 |
| Смертность от заболеваний органов дыхания | 1,7 | 2,6 | – |
| Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний | 0,9 | 1,7 | – |
| Госпитализация | – | – | 5,7 |
| Госпитализация по поводу астмы | – | – | 3,5 |
| Госпитализация лиц пожилого возраста по поводу хронических обструктивных заболеваний легких | – | 3,3 | – |
| Обращение за скорой медицинской помощью | – | 3,4 | – |
| Применение бронходилататоров у больных астмой | – | 7 | – |
| Симптомы обострения у больных астмой | – | 5 | – |
| Симптомы со стороны верхних дыхательных путей | – | 1,5 | – |
| Симптомы со стороны нижних дыхательных путей | – | 2,6 | – |
| Кашель | – | 2,4 | – |

Примечание. TSP – общие взвешенные частицы (без учета дисперсности).

Для 38% всех нормированных в нашей стране химических веществ ПДК в атмосферном воздухе установлены по их рефлекторному действию (пороги запаха или раздражающего действия) и только 37% нормированных веществ имеют резорбтивный признак вредности. Последствия превышения ПДК некоторых веществ могут ограничиться появлением жалоб населения на посторонние запахи, а риск развития токсических эффектов будет незначительным. В связи с этим при оценке возможных последствий воздействия химических загрязнений атмосферного воздуха врач должен анализировать весь спектр неблагоприятных эффектов изучаемого вещества и их зависимость от уровней воздействия и продолжительности экспозиции. В качестве примера на рис. 3.14 приведен токсикологический профиль свинца.

Считают, что вредные эффекты свинца наиболее тесно коррелируют с его концентрацией в крови, которая в свою очередь зависит от его содержания в объектах окружающей среды. Так, при концентрации свинца в атмосферном воздухе на уровне 0,00015 мг/м$^3$ его содержание в крови детей в возрасте 1–6 лет составляет 10 мкг/дл. Согласно существующим критериям, нормальным уровнем свинца в крови детей считается концентрация 0–9 мкг/100 мл, при длительно существующей концентрации 10–19 мкг/100 мл возможны некоторые нарушения поведения и обучения детей, при уровне 20–44 мкг/100 мл некоторые дети могут нуждаться в лечении, уровень 45–69 мкг/100 мл представляет значительную угрозу здоровью ребенка, а при концентрации более 70 мкг/100 мл необходимо неотложное медицинское вмешательство.

Значения ПДК и ОБУВ химических веществ используются санитарно-эпидемиологической службой при осуществлении предупредительного и текуще-

го санитарного надзора в области охраны атмосферного воздуха, а также используются предприятиями, учреждениями и организациями, занимающимися проектированием, размещением, строительством, реконструкцией и эксплуатацией объектов, являющихся источниками загрязнения атмосферного воздуха. К 1998 г. в России были установлены ПДК в атмосферном воздухе населенных мест для 628 химических веществ, обосновано 1495 ОБУВ и регламентировано комбинированное действие 56 смесей химических соединений.

## Нормирование химических веществ в воздухе рабочей зоны

В отличие от атмосферных загрязнителей, действующих круглосуточно на все группы населения, включая детей и ослабленных людей, промышленные химические вещества в условиях производства воздействуют в течение 6—8 ч на лиц трудоспособного возраста, проходящих предварительные (перед поступлением на работу) и периодические медицинские осмотры. В связи с этим критерии установления ПДК в воздухе рабочей зоны отличаются от критериев обоснования гигиенических нормативов атмосферных загрязнителей.

**ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны** определяются как концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не должны вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Воздействие вредного вещества на уровне ПДК не исключает возможности нарушений состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью.

**Вредное вещество** — вещество, которое при контакте с организмом человека может вызвать профессиональное заболевание или отклонение в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе воздействия вещества, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

**Рабочая зона** — пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих. На постоянном рабочем месте работающий находится большую часть своего рабочего времени (более 50% или более 2 ч непрерывно). Если при этом работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

По степени опасности промышленные вредные вещества делятся на 4 класса в зависимости от значений средних смертельных доз и концентраций для лабораторных животных ($LD_{50}$, $LC_{50}$) при пероральном, накожном и ингаляционном путях поступления, ПДК, а также таких показателей, как зоны острого и хронического действия, коэффициент возможности ингаляционного отравления. Классификация промышленных вредных веществ приведена в табл. 10.5.

Для воздуха рабочей зоны устанавливаются максимальные разовые и среднесменные ПДК. Первые разрабатываются практически для всех химических веществ, используемых в промышленности или сельском хозяйстве. Средне-

**Таблица 10.5.** Классификация вредных веществ по степени токсичности и опасности

| Показатель | Класс | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й |
| ПДК вредного вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м$^3$ | <0,1 | 0,1–1,0 | 1,1–10 | >10 |
| Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг | <15 | 15–150 | 151–5000 | >5000 |
| Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг | <100 | 100–500 | 501–2000 | >2000 |
| Средняя смертельная концентрация, мг/м$^3$ | <500 | 500–5000 | 5001–50 000 | >50 000 |
| Коэффициент возможности ингаляционного отравления | >300 | 300–30 | 29–3 | <3 |
| Зона острого действия | <6 | 6–18 | 18,1–54 | >54 |
| Зона хронического действия | >10 | 10–5 | 4,9–2,5 | <2,5 |

сменные ПДК наряду с максимальными разовыми устанавливаются для химических веществ, обладающих выраженными кумулятивными свойствами, т. е. способных накапливаться в организме и вызывать хронические отравления (бензол, кадмий, соединения фтора, ртуть, мышьяк, молибден и др.). Чаще всего соотношение максимальной разовой и среднесменной ПДК составляет 2–5.

Максимальная разовая ПДК — концентрация вредного вещества в зоне дыхания работающих, усредненная периодом кратковременного отбора проб воздуха (15 мин, для аэрозолей до 30 мин). В течение рабочей смены продолжительность действия на работающего концентрации, равной максимальной разовой ПДК, не должна превышать 15 мин (для аэрозолей преимущественно фиброгенного действия — 30 мин). Такое воздействие может повторяться не чаще 4 раз в смену.

Среднесменная ПДК — это средняя концентрация, полученная при непрерывном или прерывистом отборе проб воздуха не менее чем за 75% времени рабочей смены, или средневзвешенная по времени всей рабочей смены в зоне дыхания работающих на местах постоянного или временного пребывания. Расчет средневзвешенной по времени воздействия концентрации осуществляется по формуле:

$$C_{с.в.} = (Ct_1 \cdot t_1 + Ct_2 \cdot t_2 + \ldots + Ct_n \cdot t_n)/(t_1 + t_2 + \ldots t_n),$$

где $C_{с.в.}$ — средневзвешенная концентрация, $Ct_1$, $Ct_2$, $C_n$ — концентрации вещества в воздухе в периоды времени $t_1$, $t_2$, $t_n$.

В последние годы в перечни ПДК, утверждаемые Минздравом РФ, введены пометки о необходимости полного исключения прямого контакта работающих с некоторыми особо опасными веществами. Технологический процесс производства таких соединений должен исключать их воздействие на организм работающих через органы дыхания и кожные покровы. При этом, как правило, одновременно запрещается и поступление данных веществ в окружающую среду (атмосферный воздух, водные объекты). В отдельных случаях для веществ, попадание которых в воздух рабочей зоны в виде паров и аэрозолей в силу физико-химических свойств исключено, гигиенические нормативы не устанавливаются.

В зависимости от особенностей вредного действия в перечни ПДК вносятся пометки об опасности вещества при попадании на кожу и слизистые оболочки глаз (пометка +), аллергизирующем (А), канцерогенном (К), остронаправленном (О), фиброгенном (Ф) действии. Для веществ с остронаправленным действием продолжительность отбора пробы не должна превышать 5 мин. Это требование обусловлено тем, что даже однократные кратковременные подъемы концентраций таких веществ (например, синильной кислоты) могут дать вредные эффекты. Вещества с остронаправленным механизмом действия требуют автоматического контроля за их содержанием в воздухе (цианистый водород, хлористый водород, фтористый водород и др.). Для каждого из нормируемых веществ в перечне ПДК указывается его преимущественное состояние в воздухе рабочей зоны: пары (п), аэрозоли (а), смесь паров и аэрозолей (п+а).

На период, предшествующий проектированию производства (для опытных и полузаводских установок), устанавливается временный (на срок до 2 лет) гигиенический норматив максимально допустимого содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны — ОБУВ. Данный норматив обосновывается с использованием расчетных и экспресс-экспериментальных методов по параметрам токсикометрии (среднесмертельным дозам и концентрациям, порогам острого действия, коэффициентам кумуляции), ПДК, установленным в других средах (вода водоемов, атмосферный воздух) по токсикологическому признаку вредности, а также с помощью интерполяций и экстраполяций в рядах соединений, близких по химической структуре, физическим и химическим свойствам, характеру биологического действия.

Для веществ, оказывающих выраженное кожно-резорбтивное действие, в дополнение к ПДК разрабатываются ПДУ загрязнения кожных покровов. Величины ПДУ характеризуют максимально допустимое содержание химического вещества в смывах с поверхности кожи работающих и выражаются в миллиграммах на квадратный сантиметр кожного покрова.

В последние годы для контроля суммарного воздействия химических веществ предложено использовать тесты экспозиции и биологические ПДК (БПДК), основанные на концентрации исходного химического соединения или его метаболитов в биологических средах (кровь, моча, волосы, ногти). Тест экспозиции — содержание вредного вещества (метаболита) в тканях или в выделениях организма либо интенсивность эффекта, патогенетическая значимость которого четко доказана, соответствующие определенной экспозиции. По сути тест экспозиции является одной из разновидностей биомаркеров и ориентирован на производственные воздействия. Допустимое значение теста экспозиции представляет собой БПДК. БПДК — уровень вредного вещества (или продуктов его превращения) в организме работающих (кровь, моча, выдыхаемый воздух, волосы) или биологический ответ наиболее поражаемой системы организма (например, содержание метгемоглобина, активность холинэстеразы и др.), при котором непосредственно в процессе воздействия или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений не возникнет заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, определяемых современными методами исследования. Для веществ, являющихся естественными метаболитами организма, необходимо устанавливать границы нормы для лиц, не подвергающихся профессиональному воздействию данного вещества, с уче-

том географического региона, условий питания, возраста, времени года и других факторов, которые могут влиять на этот показатель. БПДК регламентируют общее поступление химического вещества всеми возможными в условиях производства путями (при вдыхании, через кожу, через рот).

Примерами тестов экспозиции могут служить повышение содержания карбоксигемоглобина в крови при воздействии монооксида углерода, метгемоглобина при отравлениях метгемоглобинобразующими ядами, снижение активности холинэстеразы при воздействии фосфорорганических пестицидов и др. В частности, при понижении активности холинэстеразы крови на 25–30% симптомов отравления не возникает. При ингибировании активности этого фермента на 50–70% возникает легкое отравление. При отравлениях средней тяжести активность снижена на 80–90%, а при тяжелых отравлениях активность холинэстеразы крови может быть полностью угнетена.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких веществ разнонаправленного действия (т. е. обладающих независимым механизмом взаимодействия) ПДК остаются такими же, как и при изолированном действии. Аналогичный подход используется и в случае антагонистических взаимоотношений между компонентами смеси. При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного (т. е. аддитивного) действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них в воздухе к их ПДК не должна превышать единицы. В случае доказанного потенцирования необходимо тщательное клинико-гигиеническое наблюдение за производственной средой и состоянием здоровья работающих. Вопрос о регламентации подобных комбинаций должен быть рассмотрен специально в каждом конкретном случае. ПДК аэрозолей (в том числе и их суммарная концентрация) не должна превышать 10 мг/м$^3$.

Одним из ведущих принципов установления гигиенических нормативов является опережающее осуществление профилактических мероприятий до внедрения вредного фактора в практику. Ни одно химическое вещество не может быть внедрено в производство без предварительной оценки его токсичности и опасности. Гигиенические нормативы устанавливают в несколько этапов в соответствии со стадиями промышленного внедрения вещества (табл. 10.6).

Большой экспериментальный материал, накопленный в токсикологии и гигиене, разработка достаточно надежных расчетных и экспресс-экспериментальных методов, возможность более широкого нормирования по аналогии с ранее изученными структурно близкими веществами позволили существенно сузить показания для обоснования гигиенических нормативов на основе установления порогов хронического действия и тем самым сократить сроки и стоимость исследований. Для веществ, принадлежащих к неизученным или малоизученным в токсиколого-гигиеническом отношении химическим классам, а также для соединений, подлежащих широкому внедрению (контакт не менее чем с 30 работающими), хронический эксперимент, как правило, является основным элементом схемы обоснования ПДК.

В промышленной токсикологии общая продолжительность хронического опыта с ежедневной, кроме выходных дней, ингаляционной затравкой лабораторных животных составляет 4 мес. Время ежедневной экспозиции зависит

**Таблица 10.6.** Стадии технологической разработки и токсикологической оценки (по И.В. Саноцкому)

| Стадии технологической разработки | Стадии токсикологической оценки | Содержание токсикологических исследований |
|---|---|---|
| Теоретический проект технологической схемы | Предварительная токсикологическая оценка | Анализ данных о токсичности используемых веществ. Прогноз параметров токсикометрии |
| Лабораторная разработка технологической схемы | Токсикологическая экспертиза. Токсикологическая паспортизация | Острые и подострые опыты на животных. Токсикологические испытания технологических образцов |
| Полузаводская установка | Полная токсикологическая оценка | Хронические опыты на животных. Изучение отдаленных эффектов. Обследование работающих. Формулирование медико-технических требований для проектирования заводского производства |
| Проектирование заводского производства | Дополнительные токсикологические исследования | Изучение механизмов действия, ранней и дифференциальной диагностики, экспериментальная терапия и др. |
| Заводское производство (применение) | Натурные гигиенические и клинические исследования | Изучение условий труда, состояния здоровья работающих. Эпидемиологические исследования. Клиническое испытание экспериментальной профилактики, диагностики, терапии. Корректировка медико-технических требований к производству |

от величины легочной вентиляции у исследуемого вида животных и составляет для мышей 2 ч, для крыс — 4 ч. После окончания воздействия за животными устанавливается наблюдение в течение 1 мес, для определения степени обратимости наблюдавшихся в процессе эксперимента изменений состояния здоровья подопытных животных.

Порог хронического действия промышленного вредного вещества — это его минимальная концентрация, при воздействии которой в организме (при конкретных условиях поступления веществ и стандартной статистической группе животных) возникают изменения, выходящие за пределы физиологических реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология.

При установлении ПДК полученное в эксперименте значение порога хронического действия уменьшается на величину коэффициента запаса, зависящего от степени токсичности и опасности вещества, его кумулятивных свойств, избирательного специфического действия, выраженности видовых различий в чувствительности к исследуемому соединению.

Необходимым этапом обоснования, проверки и корректировки ПДК являются клинико-гигиенические исследования на действующем производстве не позднее 5 лет с момента внедрения вещества в производство. Для веществ, дающих отдаленные эффекты (канцерогенное действие, ускорение старения организма и др.), проверка ПДК проводится через 10–20 лет от начала контакта с вредным веществом. Целью клинико-гигиенических исследований является установление связи условий труда и уровней экспозиции вредного вещества с заболеваемостью и другими показателями здоровья работающих.

В отличие от нашей страны, гигиенические нормативы в США (допустимые уровни воздействия) и ряде других стран устанавливаются с учетом не только медико-биологических критериев, но и экономической и технологической достижимости стандартов. В США действуют три вида нормативов: среднесменные, допустимые уровни кратковременного воздействия так называемые потолочные уровни воздействия, которые не должны превышаться ни в один из моментов (максимальный период усреднения пробы воздуха 5 мин). Для канцерогенов допустимые уровни воздействия в США устанавливаются на уровне риска $10^{-3}$.

В большинстве случаев зарубежные нормативы обоснованы немногочисленными и весьма противоречивыми данными о случаях отравлений на производстве. Только для относительно небольшого числа нормированных в США соединений (несколько десятков) допустимые уровни воздействия разработаны на основе порогов хронического действия или результатов эпидемиологических исследований. Этим главным образом и объясняются более низкие значения российских ПДК для основной массы вредных веществ по сравнению с зарубежными стандартами. Вместе с тем допустимые уровни воздействия для ряда химических соединений (в основном для веществ канцерогенного или аллергизирующего действия) ниже российских ПДК. Данное обстоятельство подчеркивает важность использования материалов исследований, полученных в разных странах, и международной гармонизации критериев и принципов гигиенического нормирования.

К 1998 г. в России были утверждены ПДК в воздухе рабочей зоны для 2259 вредных веществ и обоснованы ОБУВ для 494 химических соединений.

## Гигиеническое нормирование химических веществ в водной среде

Особенности нормирования химических веществ в водной среде обусловлены несколькими факторами.

С гигиенических позиций оценивается уровень загрязнения воды, предназначенной для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения. Нормативы качества воды распространяются не на весь объект водопользования, а только на пункты водопользования населения.

Вода используется не только для питья, приготовления пищи, личной гигиены, но и для хозяйственно-бытовых и рекреационных целей. В связи с этим при нормировании учитываются как непосредственное влияние химических загрязнителей на организм (санитарно-токсикологический показатель вредности), так и изменение органолептических свойств воды и процессов самоочищения воды водоемов (органолептический и общесанитарный показатели вредности).

Для всех водных объектов, используемых населением (поверхностные и подземные воды, питьевая вода, вода систем горячего водоснабжения), устанавливаются единые гигиенические нормативы. Это связано с относительно низкой эффективностью и большой стоимостью систем очистки на водопроводных сооружениях. С гигиенических и экономических позиций гораздо более эффективно предупреждение загрязнения водных объектов, чем очистка уже загрязненной воды.

К особенностям гигиенического нормирования химических веществ в водной среде относится необходимость исследования стабильности химических соединений, процессов их трансформации (под влиянием естественных процессов самоочищения, процессов водоподготовки, очистки сточных вод, обеззараживания и др.). При этом оценивают влияние на водный объект и организм млекопитающих не только исходных веществ, но и продуктов их деструкции и трансформации.

В качестве ПДК принимается наименьшая из пороговых концентраций, установленных по разным критериям вредного действия. ПДК химического вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования — максимальная концентрация вещества в воде, которая при поступлении в организм в течение всей жизни не должна оказывать прямого или опосредованного влияния на здоровье настоящего и последующих поколений, в том числе в отдаленные сроки жизни, а также не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

Для эссенциальных элементов, попадающих в организм человека в основном с водой (например, фтора), регламентируется как верхний, так и нижний предел допустимого содержания в воде. В опресненной воде, подлежащей коррекции по солевому составу, нормируется минимальное содержание кальция (30 мг/л) и магния (5—10 мг/л). Гигиенические нормативы содержания фтора в воде дифференцированы с учетом климатического района и присущей каждому из этих районов величины водопотребления.

Наряду с ПДК в официальных перечнях нормативов указываются класс опасности и лимитирующий признак вредности, по которому установлена ПДК: санитарно-токсикологический (с.-т.), общесанитарный (общ.), органолептический (орг.) с расшифровкой изменения органолептических свойств воды. Эти изменения могут проявляться в изменении запаха воды (зап.), увеличении мутности (мутн.), появлении окраски (окр.), образовании пены (пен.) или пленки на поверхности воды (плен.), появлении опалесценции (оп.).

Для некоторых особо опасных загрязнений ПДК не устанавливается и в перечне нормативов указывается недопустимость сброса данного соединения в водные объекты. Специальную пометку имеют вещества, опасные при поступлении в организм из воды через кожные покровы.

В соответствии с действующей классификацией (Г.Н. Красовский) вещества подразделяются на 4 класса: чрезвычайно опасные (1-й класс), высокоопасные (2-й класс), опасные (3-й класс), умеренно опасные (4-й класс). Для соединений 1-го и 2-го классов риск развития неблагоприятных эффектов у человека в случае превышения ПДК наиболее значителен (табл. 10.7).

Классы опасности учитывают при выборе соединений, подлежащих первоочередному контролю в воде в качестве индикаторных веществ; установлении последовательности водоохранных мероприятий, требующих дополнительных капиталовложений; обосновании рекомендаций по замене в технологических процессах высокоопасных веществ на менее опасные; определении очередности в разработке чувствительных методов аналитического определения веществ в воде.

Для веществ, перспективы применения которых не определены, устанавливается временный (на 3 года) гигиенический норматив — ориентировочный допустимый уровень (ОДУ). ОДУ разрабатывается на основе расчетных и экс-

**Таблица 10.7.** Классификация веществ по степени опасности при этапном установлении ПДК

| Этапы оценки опасности вещества | Критерий | Класс | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й |
| I | МНК/$ПК_{орг}$ | – | 1 | 1–10 | 10 |
| | МНК/$ПК_{сан}$ | – | 1 | 1–10 | 10 |
| II | МНК, мг/л | 0,001 | | | |
| III | $LD_{50}$/МНД | $10^6$ | $10^6$–$10^5$ | $10^5$–$10^4$ | $10^4$ |
| IV | $ПД_{отд}/ПД_{общ}$ | 1 | 1–10 | 10–100 | 100 |

Примечание. МНК — максимальная недействующая концентрация в хроническом опыте, мг/л; $ПК_{орг}$, $ПК_{сан}$ — пороговые концентрации соответственно по органолептическому и общесанитарному признакам вредности; МНД — максимальная недействующая доза, мг/кг; $ПД_{отд}$, $ПД_{общ}$ — пороговые дозы, мг/кг, установленные с учетом отдаленных и общетоксических эффектов.

пресс-экспериментальных методов прогноза токсичности и применяется только на стадии предупредительного санитарного надзора за проектируемыми или строящимися предприятиями, реконструируемыми очистными сооружениями. По истечении срока действия ОДУ подлежит пересмотру или замене на ПДК с учетом полученных дополнительных данных о параметрах токсичности и опасности исследуемого вещества.

В случае присутствия в воде нескольких веществ 1–2-го классов опасности сумма отношений фактических концентраций каждого из них к их ПДК не должна превышать единицы. При одновременном присутствии в воде нескольких веществ других классов опасности контроль качества водной среды проводится на основе индивидуальных ПДК.

Наряду с гигиеническими нормативами в нашей стране существуют ПДК и ОБУВ веществ в воде рыбохозяйственных водных объектов. ПДК в воде рыбохозяйственного водного объекта — это экспериментально установленный рыбохозяйственный норматив максимально допустимого содержания загрязняющего вещества в воде водного объекта, при котором в нем не возникают последствия, снижающие его рыбохозяйственную ценность. Данные величины являются одной из разновидностей экологических нормативов и не могут использоваться для оценки непосредственного вредного воздействия водных загрязнений на состояние здоровья человека.

Гигиенические и рыбохозяйственные нормативы применяются для установления нормативов предельно допустимого сброса (ПДС) сточных вод в водоемы. Величина ПДС рассчитывается для каждого конкретного источника загрязнения и ставит своей целью недопущение превышения действующих нормативов качества воды водного объекта.

Обоснование гигиенических нормативов химических веществ в воде водных объектов осуществляется в несколько этапов (табл. 10.8).

Согласно приведенной методической схеме переход к следующему этапу нормирования осуществляется тогда, когда полученная на предыдущих этапах информация недостаточна для обоснования ПДК. Данная схема предусматривает широкое использование расчетных и экспресс-экспериментальных методов и сравнительную оценку опасности веществ по их влиянию на организм

**Таблица 10.8.** Методическая схема этапного установления гигиенических ПДК химических веществ в воде водных объектов (по Г.Н. Красовскому)

| Этап | Варианты схемы | Оценка ДК | Класс опасности* |
|---|---|---|---|
| I | Сокращенная | По результатам острого опыта и расчета ДК | 4-й |
| II | Ускоренного нормирования | По результатам острого и подострого опытов и расчета ДК | 3-й |
| III | На основе хронического опыта | По результатам острого, подострого и хронического опытов и расчета ДК | 2-й |
| IV | Развернутая (полная) | По результатам острого, подострого, хронического и пожизненного опытов и расчета ДК | 1-й |

Примечание. * — класс опасности веществ, позволяющий завершить исследования на соответствующем этапе; ДК — допустимая концентрация. Изучение влияния веществ на органолептические свойства воды и санитарный режим водоемов, а также оценка стабильности веществ в воде проводится в полном объеме независимо от используемого варианта схемы.

животных, органолептические свойства воды и способность водных объектов к самоочищению.

Исследование влияния вещества на санитарный режим водоема включает учет динамики растворенного в воде кислорода, процессов аммонификации и нитрификации, биохимического потребления кислорода (БПК), развития и отмирания сапрофитной микрофлоры.

Изучение влияния химического соединения на органолептические свойства воды предусматривает оценку запаха и привкуса воды, установление пороговых концентраций по способности вещества придавать воде мутность, постороннюю окраску, образовывать пену и пленку на поверхности, вызывать опалесценцию.

Токсикологические исследования включают в себя проведение острого, подострого (на протяжении 1–2 мес) и хронического опытов. В хроническом токсикологическом эксперименте в течение 6–8 мес исследуется действие 3–4 перорально вводимых доз химического вещества. Целью хронического опыта является установление МНД и пороговой доз. Расчет максимально допустимой концентрации вещества в воде проводится исходя из величины МНД (мг/кг), средней массы человека (60 кг) и средней величины водопотребления, составлявшей в бывшем СССР 3 л (в европейских странах и США стандартная величина потребления питьевой воды принимается равной 2 л):

$$\text{МНК (мг/л)} = (\text{МНД} \cdot 60)/3 = \text{МНД} \cdot 20.$$

Полученную величину МНК сопоставляют с пороговыми концентрациями, установленными по другим признакам вредности, и в качестве ПДК принимают наименьшую из сравниваемых величин.

К 1998 г. в России были разработаны ПДК для 1343 и ОДУ для 402 химических веществ. Нормативы для 2/3 исследованных веществ установлены по органолептическому и общесанитарному показателям. Играя важную роль в предупредительном и текущем санитарном надзоре и обеспечивая оценку общего санитарного благополучия водных объектов, гигиенические нормативы тем не менее далеко не всегда пригодны для оценки возможных неблагоприятных

влияний химических загрязнений на здоровье населения. В последние годы в нашей стране ведутся научные разработки, направленные на установление в дополнение к ПДК количественных показателей, отражающих прямое влияние химических веществ на здоровье человека.

ВОЗ рекомендует при установлении допустимых уровней воздействия для воды использовать допустимые суточные дозы (ДСД) или допустимое (приемлемое) суточное поступление (ДСП или ADi). ДСП — максимальное количество вещества, ежедневное общее поступление которого в организм в течение всей жизни не оказывает отрицательного действия на здоровье.

ДСП рассчитывают по уровню ненаблюдаемого вредного эффекта (*NOAEL*) или нижнему уровню наблюдаемого вредного эффекта (*LOAEL*). Величина *NOAEL* соответствует принятому в нашей стране понятию МНД, а величина *LOAEL* аналогична порогу хронического действия. Для расчета ДСП значение *NOAEL* (или *LOAEL*) делится на величину фактора неопределенности (коэффициент запаса), отражающего возможные неточности, обусловленные использованием *LOAEL* вместо *NOAEL*, экстраполяцией с животных на человека; индивидуальными различиями в чувствительности людей (экстраполяция со «среднего» человека на наиболее чувствительные группы населения); экстраполяцией с относительно кратковременных воздействий на пожизненную экспозицию; экстраполяцией с исследованного в эксперименте пути воздействия на пероральное поступление; неполнотой базы данных о вредных эффектах химического вещества.

При установлении рекомендуемого допустимого уровня воздействия (*GV*) учитывается относительный вклад водного пути поступления в суммарную суточную дозу вещества, получаемую человеком из различных объектов окружающей среды (чаще вместе с пищевыми продуктами):

$$GV = (ADi \cdot W \cdot P)/I,$$

где *ADi* — допустимое суточное поступление, мг/кг; *W* — средняя масса тела человека (взрослые — 60 кг, дети — 10 кг, новорожденные — 5 кг); *P* — среднее суточное потребление воды (взрослые — 2 л, дети — 1 л, новорожденные — 0,75 л); *I* — относительный вклад вещества, поступающего с водой, в величину общей суточной дозы.

Для канцерогенных веществ ВОЗ рекомендует допустимые уровни воздействия при величине дополнительного риска $10^{-5}$.

В США для контроля качества воды используются величины максимального уровня (*MCL*) и максимального целевого уровня (*MCLG*) содержания химического вещества. Дополнительно разрабатываются рекомендательные показатели допустимого воздействия на здоровье для кратковременного и длительного воздействия на детей, хронического и пожизненного воздействия на взрослых. Величины *MCLG* представляют собой те уровни, к достижению которых следует стремиться при проведении водоохранных мероприятий. Для всех канцерогенов *MCLG* равны нулю. Значения *MCL* — это обязательные федеральные нормативы содержания химических веществ в воде. Для канцерогенов величины *MCL* либо не устанавливаются (с одновременным указанием на необходимость специальной обработки воды), либо соответствуют концентрациям с дополнительным канцерогенным риском $10^{-4}$—$10^{-6}$.

## Гигиеническое регламентирование химических веществ в почве

Почва представляет собой сложную малодинамичную, многофакторную систему, меняющуюся на небольших климатоландшафтных территориях, что обусловлено различными видами и подтипами почв, стандартизировать которые чрезвычайно трудно. Основные положения теории и практики гигиенического нормирования экзогенных химических веществ, сформулированные Г.И. Сидоренко и Е.И. Гончаруком, заключаются в следующем.

Не всякое поступление экзогенных химических веществ в почву следует рассматривать как опасное для здоровья человека и окружающей среды. В почве допустимо присутствие определенного количества примесей.

Регламентация поступления химических веществ в почву основана на недопущении превышения их действия выше адаптационной возможности самых чувствительных групп населения или порога экологической (самоочищающей) способности почвы. Под порогом вредного биологического действия подразумевается такое количество химического вещества в почве, которое приводит к переходу количественных физиологических, биохимических или структурных изменений в качественные, имеющие характер предпатологии у самых чувствительных групп населения. Под порогом экологической возможности почвы или порогом ее способности к самоочищению подразумевают такое действие нормируемого вещества или группы веществ на почву, когда количественные изменения способности к самоочищению переходят в качественные, выражающиеся изменением времени и скорости процессов самоочищения, характерных для данного вида почвы в заданном климатоландшафтном регионе.

Установление допустимого содержания химического вещества в почве основывается на данных, полученных в экстремальных почвенно-климатических условиях, способствующих максимальной миграции вещества в контактирующие с почвой среды (вода, воздух, растения) и наиболее интенсивному воздействию на процессы самоочищения и почвенный микробиоценоз. Такие качества в наибольшей степени свойственны песчаной почве. Исследования должны проводиться на растениях, которые максимально накапливают изучаемое вещество (фитотест).

С целью обеспечения безопасности для здоровья людей исследования по обоснованию ПДК проводятся с использованием биологических, лабораторных и математических моделей в стандартных почвенно-климатических условиях с последующим переносом полученных данных на натурную почву и организм человека.

Гигиенические нормативы для почвы устанавливаются с учетом лимитирующего показателя вредности — общесанитарного (влияние на способность почвы к самоочищению и ее биологическую активность: изменение численности основных физиологических групп почвенных микроорганизмов, инвертазной, дегидрогеназной, нитрифицирующей и других видов ферментативной активности почвы), миграционно-водного (переход вещества из почвы в воду), миграционно-воздушного (переход из почвы в воздух), органолептического (изменение пищевой ценности продуктов растительного происхождения, органолептических свойств атмосферного воздуха, воды и пищевых продуктов),

фитоаккумуляционного (переход в растения и накопление в них) и санитарно-токсикологического. Последний учитывает возможность поступления веществ, содержащихся в почве, в организм человека одновременно несколькими путями: с пылью, с вдыхаемым атмосферным воздухом, питьевой водой, продуктами питания, через кожные покровы.

Под пороговой концентрацией по этому показателю вредности понимается такое максимальное количество экзогенного химического вещества в почве (миллиграмм на килограмм абсолютно сухой почвы), при котором его поступление в организм по одному из экологических путей миграции (почва—растение—человек, почва—растение—животное—человек, почва—атмосферный воздух—человек, почва—вода—человек, почва—вода—рыба—человек и др.) или при непосредственном контакте с почвой, а также при комплексном одновременном суммарном поступлении различными путями или при сочетанном действии с почвенной пылью не оказывает отрицательного прямого или отдаленного действия на здоровье.

Чрезвычайная вариабельность климатогеографических условий формирования почв позволяет рассматривать экспериментально обоснованную ПДК как эталонную отсчетную величину, установленную в экстремальных, строго стандартизованных почвенно-климатических лабораторных условиях. Для конкретных почвенно-климатических условий должна устанавливаться региональная величина ПДК, учитывающая влияние многочисленных факторов почвы (содержание гумуса, pH) и климатических условий.

**ПДК экзогенного химического вещества в почве** — его максимальное количество (в миллиграммах на килограмм пахотного слоя абсолютно сухой почвы), установленное в экстремальных почвенно-климатических условиях, которое гарантирует отсутствие отрицательного прямого или опосредованного через контактирующие с почвой среды воздействия на здоровье человека, его потомство, санитарные условия жизни и способность почвы к самоочищению.

Наряду с установлением единой ПДК для конкретного почвенно-климатического региона, т. е. региональной ПДК, производится расчет предельно допустимого уровня внесения (ПДУВ) химических веществ в почву и их безопасного остаточного количества (БОК). ПДУВ характеризует безопасное для здоровья людей количество химических веществ, вносимых в почву в начале ее обработки (например, ядохимикатов или минеральных удобрений). БОК — безопасное для здоровья людей количество экзогенного вещества в почве перед обработкой полей, выходом сельскохозяйственных рабочих на поля после обработки почвы и в конце вегетационного периода у растений.

Показатели рассчитываются по следующим формулам:

$$\text{ПДУВ} = (\text{ПДК} \cdot 2d \cdot 10^2)/F,$$
$$\text{БОК} = \text{ПДК} \cdot F\,(t_к)/100,$$

где $d$ — плотность почвы, г/дм$^3$; $F$ — остаточное количество вещества для конкретных почвенно-климатических условий, мг/кг; $t_к$ — контрольный момент времени, сут.

Принципиальная схема гигиенического нормирования экзогенных веществ в почве предусматривает 5 этапов исследования:

1. Изучение физико-химических свойств вещества и его стабильности в почве.

2. Определение объема экспериментальных исследований и установление ориентировочных пороговых концентраций по каждому показателю вредности с использованием методов математического моделирования миграции, фитоаккумуляции (транслокации) и деструкции химических веществ в почве.

3. Проведение лабораторного эксперимента по обоснованию пороговых концентраций по всем 6 показателям вредности и установление лимитирующего показателя, а также величины ПДК.

4. Расчет ПДУВ и БОК.

5. Изучение влияния загрязненной экзогенными химическими веществами почвы на состояние здоровья населения с целью корректировки обоснованных в эксперименте гигиенических нормативов.

В качестве временного гигиенического норматива для новых химических веществ, в частности пестицидов, в гигиене почвы используется ориентировочное допустимое количество (ОДК). ОДК устанавливают при помощи расчетных методов.

## Гигиеническое нормирование химических веществ в продуктах питания

При нормировании химических веществ в пищевых продуктах ПДК устанавливают с учетом ДСД или ДСП. Пищевой рацион и его химический состав чрезвычайно разнообразны, что не позволяет экспериментально определять допустимое содержание химического вещества в каждом пищевом продукте.

При нормировании вредных веществ в продуктах питания используют органолептический, обеспечивающий сохранение органолептических свойств продукта, общегигиенический (предупреждение снижения биологической ценности пищевого продукта, ухудшения технологических свойств в процессе обработки), технологический (присутствие веществ в обрабатываемом продукте в соответствии с технологическим регламентом его получения), токсикологический показатели вредности.

На 1-м этапе нормирования осуществляется предварительная токсикологогигиеническая оценка исследуемого вещества, предусматривающая анализ данных литературы о свойствах изучаемого и структурно близких к нему соединений, особенностей технологического процесса. Задачей 2-го этапа является определение стойкости вещества в процессе кулинарной обработки и при хранении, а также возможных продуктов его деструкции и трансформаций.

На 3-м этапе исследуют влияние вещества на органолептические свойства пищевого продукта и устанавливают концентрацию вещества, не ухудшающую эти свойства. 4-й этап исследований предусматривает оценку возможного влияния вещества на биологическую ценность продуктов питания с определением пороговой концентрации по общегигиеническому показателю вредности.

На 5-м этапе проводятся острые, подострые и хронические токсикологические эксперименты. Хронический опыт по установлению максимальной недействующей и пороговой доз исследуемого химического вещества проводится на лабораторных животных, получающих в течение 8–12 мес, а в неко-

торых случаях на протяжении всей жизни химическое вещество в составе пищевого рациона. На основе полученных данных проводится расчет допустимой суточной дозы (мг/кг) путем снижения порога хронического действия на величину коэффициента запаса. Последний определяется с учетом абсолютной величины порога хронического действия, выраженности кумулятивных свойств и устойчивости вещества к действию факторов окружающей среды. Обычно величина коэффициента запаса находится в диапазоне 30–100.

Задачей 6-го этапа является исследование возможных отдаленных эффектов нормируемого вещества. Если установлено, что вещество является слабым канцерогеном или мутагеном, то применяют коэффициент запаса, превышающий 100. Такое вещество не допускается для использования в качестве пищевой добавки и не должно присутствовать в продуктах детского и диетического питания. Присутствия веществ с выраженными канцерогенными свойствами в продуктах питания, как правило, не допускается.

Информация, полученная на этих этапах, достаточна для установления ДСП и ПДК. Допустимое суточное поступление нормируемого вещества в миллиграммах рассчитывают по ДСД и средней массе тела взрослого человека (60 кг) и ребенка (30 кг).

ПДК (в миллиграммах вещества на килограмм продукта) определяется расчетным путем по значению ДСП и количеству продукта в суточном рационе:

$$ПДК=(ДСП \cdot Пс)/(Мпр \cdot 100),$$

где Пс — фактическое или прогнозируемое содержание вещества в данном продукте (в процентах ДСД или общего содержания вещества в продуктах); Мпр — масса данного продукта в стандартном суточном рационе, кг.

Наряду с ПДК в гигиене питания используется МДУ. По содержанию и методам обоснования величины ПДК и МДУ полностью тождественны. МДУ используется только при нормировании пестицидов в продуктах питания, для остальных чужеродных веществ применяют ПДК.

Значения ДСП и ДСД для многих пищевых добавок, пестицидов и некоторых микро- и макроэлементов разработаны Комитетом экспертов Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций и экспертной группой ВОЗ (ФАО/ВОЗ).

## Гигиеническое нормирование физических факторов окружающей среды

В отличие от многих биологических и химических загрязнителей, большинство физических факторов являются естественными, природными компонентами биосферы Земли. Физические факторы формируют физическую среду, оказывающую разнообразное энергетическое воздействие на организм человека.

К физическим факторам относятся температура, влажность и подвижность воздуха, неионизирующие электромагнитные излучения (ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное, лазерное, микроволновое, радиочастотное, низкочастотное), статические электрические и магнитные поля, ионизирующее излучение, шум, локальная и общая вибрация, ультразвук.

**Электромагнитные излучения** (ЭМИ) распространяются в виде электромагнитных волн, основными характеристиками которых являются длина волны (в метрах), частота колебаний (в герцах) и скорость распространения (в метрах в секунду). К неионизирующим ЭМИ и полям относят ЭМИ радиочастотного и оптического диапазонов, а также условно-статические электрические и магнитные поля. Последние, строго говоря, излучениями не являются.

Неионизирующие ЭМИ могут иметь как антропогенное, так и природное происхождение.

Еще в первой половине XX века А.Л. Чижевский, В.И. Вернадский обратили внимание на естественные электромагнитные поля (ЭМП): постоянное магнитное поле Земли, электростатическое поле и переменные ЭМП в диапазоне частот от $10^{-3}$ до $10^{12}$ Гц.

Естественные ЭМП, в том числе **геомагнитное поле** (ГМП), могут оказывать неоднозначное воздействие на организм человека. Геомагнитные возмущения влияют на биологические ритмы и другие процессы в организме, приводя к увеличению числа клинически тяжелых заболеваний, например инфаркто миокарда и инсультов. Длительное пребывание человека под воздействием ослабленных естественных ЭМИ (работа в экранированных сооружениях — метрополитене, в служебных помещениях речных и морских судов, на подводных лодках и др.) может приводить к дисбалансу основных нервных процессов в виде преобладания торможения, дистонии сосудов мозга, нарушениям механизмов регуляции вегетативной нервной системы, изменениям в иммунной системе.

Основными нормируемыми параметрами ГМП являются его интенсивность (в единицах напряженности магнитного поля или в единицах магнитной индукции) и коэффициент ослабления. Последний характеризует ослабление ГМП внутри экранированного объекта и равен отношению интенсивности ГМП открытого пространства к интенсивности внутреннего магнитного поля на рабочем месте. Ослабление ГМП на рабочих местах персонала в течение рабочей смены не должно превышать 2 раз по сравнению с его интенсивностью в открытом пространстве на территории, прилегающей к месту их расположения.

**Статические электрические поля** (СЭП) представляют собой поля неподвижных электрических зарядов либо стационарные электрические поля постоянного тока. СЭП образуются на многих производствах — в текстильной, деревообрабатывающей, химической промышленности, вблизи работающих электроустановок и линий электропередачи постоянного тока высокого напряжения. Основными физическими параметрами СЭП являются напряженность поля и потенциалы его отдельных точек. Напряженность СЭП определяется отношением силы, действующей на точечный заряд, к величине этого заряда. Энергетические характеристики СЭП определяются потенциалами точек поля.

Воздействие СЭП проявляется в развитии астеноневротического синдрома и вегетососудистой дистонии. Субъективные симптомы и объективно обнаруживаемые функциональные нарушения у лиц, работающих в условиях воздействия СЭП, не имеют специфических особенностей (головная боль, раздражительность, нарушение сна, тенденция к эритропении, снижению содержания гемоглобина в крови, незначительный лимфоцитоз и моноцитоз).

ПДУ СЭП непрофессионального воздействия составляет 15 кВ/м. На рабочих местах предельно допустимая напряженность СЭП не должна превышат

при воздействии до 1 ч — 60 кВ/м, при воздействии в течение 2 ч — 42,5 кВ/м, 4 ч — 30 кВ/м, 9 ч — 20 кВ/м. Установлены гигиенические нормативы для условий сочетанного действия СЭП и ионных токов на персонал, обслуживающий энергосистемы постоянного тока ультравысокого напряжения.

Источниками **постоянных магнитных полей** (ПМП) являются линии передачи постоянного тока, различные электротехнические устройства, электромагниты и др. Основными физическими характеристиками ПМП являются напряженность поля (в амперах на метр), магнитный поток (в веберах), магнитная индукция (в теслах).

Наиболее чувствительны к действию ПМП регуляторные системы организма (нервная, сердечно-сосудистая, нейроэндокринная и др.). Изменения в состоянии здоровья у лиц, работающих с источниками ПМП, проявляются в вегетодистонии, астеновегетативном и периферическом вазовегетативном синдромах. Отмечаются функциональные изменения сердечно-сосудистой системы (брадикардия, иногда тахикардия, изменение на ЭКГ зубца *Т*, тенденция к гипотензии). Возможны незначительное снижение числа эритроцитов и содержания гемоглобина в крови, умеренный лейко- и лимфоцитоз. Периферический вазовегетативный синдром (вегетативно-сенситивный полиневрит) характеризуется вегетативными, трофическими, сенситивными расстройствами в дистальном отделе рук, иногда сочетающимися с легкими двигательными и рефлекторными нарушениями. Ряд исследований указывают на возможную связь между воздействием ПМП и риском развития лейкемии.

ПДУ воздействия ПМП на работающих составляет 8 кА/м (10 мТл). Разработаны рекомендации по нормированию ПМП с учетом времени, условий воздействия (на все тело, на кисти рук, плечевой пояс), напряженности и магнитной индукции. Международным комитетом по неионизирующим излучениям рекомендован ПДУ для непрерывного воздействия ПМП на население, равный 0,01 Тл.

К **электромагнитным излучениям радиочастотного (или радиоволнового) диапазона** относятся ЭМП с частотой от 3 до 312 Гц (длина волны от 1 000 000 км до 0,1 мм). Источники ЭМИ радиочастотного диапазона широко используются в самых различных видах промышленности (радиовещание, телевидение, радиолокация и др.). ЭМИ возникают вблизи воздушных линий электропередачи, трансформаторных подстанций, электроприборов.

Частью сверхнизкочастотного диапазона радиочастотного спектра являются **ЭМП промышленной частоты**. Диапазон промышленных частот представлен частотой 50 Гц (длина волны 6000 км). Источниками подобных ЭМП являются различные виды производственного и бытового электрооборудования переменного тока, включая подстанции и линии электропередачи сверхвысокого напряжения.

Основную опасность для организма человека представляет влияние наведенного электрического тока на возбудимые структуры (нервная, мышечная ткань). Степень воздействия определяет плотность наведенного в теле вихревого тока. Электрические поля рассматриваемого диапазона частот мало проникают в тело человека, а для магнитных полей организм практически прозрачен. Плотность наведенного тока для электрического поля возрастает с увеличением частоты и напряженности электрического поля и зависит от свойств

различных тканей. Величина плотности наведенного тока определяется величиной магнитной индукции и зависит от проводимости тканей.

Биологическое действие ЭМП промышленной частоты проявляется в функциональных изменениях нервной и сердечно-сосудистой систем. Возможны изменение артериального давления, ЭКГ и ЭЭГ, содержания холестерина в крови, изменение соотношения полов в потомстве, тенденция к увеличению числа хромосомных аберраций в лимфоцитах, канцерогенное (лейкогенное) действие. В последние годы большое внимание уделяется риску развития лейкемии и опухолей мозга у населения, проживающего вблизи воздушных линий электропередачи и других электроустановок, генерирующих ЭМП промышленных частот.

Гигиеническое нормирование ЭМП промышленных частот осуществляется раздельно для электрического и магнитного полей. Нормируемым параметром электрического поля является напряженность (в вольтах на метр), магнитного поля — магнитная индукция (мЕл, в теслах) или напряженность магнитного поля (в амперах на метр). ПДУ воздействия электрических полей промышленных частот для полного рабочего дня составляет 5 кВ/м, а ПДУ для воздействия не более 10 мин — 25 кВ/м. Для населения ПДУ воздействия электрических полей промышленных частот, создаваемых воздушными линиями сверхвысокого напряжения, составляет от 0,5 кВ/м внутри жилых зданий и 1,0 кВ/м на территории зоны жилой застройки до 20 кВ/м в труднодоступных районах.

ПДУ магнитных полей промышленной частоты регламентируют уровни непрерывных и прерывистых воздействий МП в зависимости от длительности импульсов, интервалов между ними, времени воздействия в течение рабочего дня и составляют от 1,4 до 10,0 кА/м. Величина ПДУ определятся также контактом человека с магнитным полем (воздействие на все тело, локальное воздействие на конечности). С учетом возможного канцерогенного действия магнитных полей промышленных частот международные организации рекомендуют рассматривать как безопасные для населения уровни воздействия 60 А/м (100 мкТл), для профессионалов — 400 А/м (500 мкТл). Отечественные исследователи предложили снизить ПДУ воздействия магнитных полей промышленных частот для производственных условий. Так, при воздействии в течение всего рабочего дня этот уровень должен составлять 100 мкТл (80 А/м), при воздействии в течение 1 ч — 3 мТл (1600 А/м).

ЭМП радиочастотного диапазона образуются в процессе эксплуатации антенных систем радиолокационных станций (РЛС), радио- и телестанций, систем мобильной радиосвязи. Источником ЭМИ радиочастотного диапазона могут являться также воздушные линии электропередачи.

Биологическое действие внешних ЭМП обусловлено наведением внутренних полей и электрических токов в тканях тела человека. Поглощение энергии ЭМП в тканях определяется колебанием свободных зарядов с возникновением токов проводимости и потерями энергии, связанными с электрическим сопротивлением среды и колебанием дипольных моментов с частотой воздействующего поля с потерями энергии в результате трения дипольных молекул в вязкой среде.

В спектре ЭМИ радиочастотного диапазона выделяют: ЭМП с частотой до 30 МГц; ЭМП с частотой более 10 ГГц; ЭМП с частотой от 30 МГц до 10 ГГц. В первой области происходит быстрое падение поглощения с уменьшением

частоты. Во второй области энергия ЭМИ быстро затухает при проникновении внутрь ткани (практически вся энергия поглощается в поверхностных слоях биоструктур). Третья область имеет ряд максимумов поглощения, при которых тело как бы втягивает в себя поле и поглощает энергии больше, чем приходится на его поперечное сечение. В этом случае создаются условия для максимумов поглощения («горячих пятен»). При частотах 750–2500 МГц максимум поглощения локализуется в области головы, в диапазоне частот 50–300 МГц зоной максимума становится все тело человека.

Критическими органами при воздействии ЭМИ радиочастотного диапазона являются центральная нервная система, глаза, гонады, возможны влияние на систему крови, сердечно-сосудистую и нейроэндокринную системы, иммунитет, обменные процессы, индукция канцерогенеза.

Биологическое действие ЭМИ зависит от длины волны (или частоты излучения), режима генерации (непрерывный, импульсный), условий воздействия (постоянное, прерывистое), интенсивности и длительности экспозиции. С увеличением длины волны (или снижением частоты излучения) биологическая активность ЭМИ снижается. Наиболее активны санти-, деци- и метровый диапазоны радиоволн.

ПДУ для производственного воздействия ЭМИ дифференцированы с учетом частотного диапазона. В диапазоне до 30 кГц основным нормируемым параметром является напряженность электрического и магнитного полей: 500 В/м и 50 А/м для полного рабочего дня, 1000 В/м и 100 А/м для воздействий не более 2 ч в смену.

В диапазоне выше 30 кГц используется дозный (энергетический) подход. Наряду с напряженностью электрического (Е) и магнитного (Н) полей, плотности потока энергии (ППЭ) в диапазоне частот до 300 МГц нормируется энергетическая экспозиция (ЭЭ) за рабочий день.

ПДУ интенсивности ЭМИ в диапазоне частот 30 кГц–300 ГГц определяется в зависимости от времени воздействия и предельно допустимой энергетической экспозиции ($ЭЭ_{ПДУ}$).

ПДУ напряженности электрического поля ЭМИ радиочастотного диапазона для непрерывного воздействия на население установлены с учетом частоты: 0,003–0,3 МГц — 25 В/м, 0,3–3 — 15 В/м, 3–30 — 10 В/м, 30–300 — 3 В/м, 300–300 000 — 10 В/м. Одновременно для населенных мест установлены ПДУ ЭМИ радиолокационных станций.

В связи с распространением радиотелефонов и видеодисплейных терминалов (ВДТ) потребовалось гигиеническое нормирование ЭМИ, генерируемых этими устройствами. Для систем сотовой радиосвязи установлен временный допустимый уровень воздействия 100 мкВт/см$^2$. ПДУ для ЭМИ, создаваемых ВДТ, дифференцированы с учетом расстояния от стенок ВДТ: на расстоянии 50 см напряженность электрического поля в диапазонах частот 4 Гц–2 кГц не должна превышать 25 В/м, 2–400 кГц — 2,5 В/м. На расстоянии 10 см от экрана допустимый поверхностный электростатический потенциал составляет 500 В.

Одним из относительно новых потенциально вредных физических факторов стало **лазерное излучение** (ЛИ). Биологическое действие ЛИ зависит от длины волны, мощности (энергии) излучения, продолжительности экспозиции, частоты следования световых импульсов, размеров облучаемой области и анатомо-физиологических особенностей облучаемой ткани (глаза, кожа).

Энергия ЛИ, поглощенная тканями, преобразуется в другие виды энергии: тепловую, механическую, энергию фотохимических процессов, что может вызывать тепловой, ударный эффект, световое давление и др.

Основную опасность ЛИ представляет для органа зрения. Сетчатка глаза может быть поражена лазерами видимого (0,38–0,7 мкм) и ближнего инфракрасного (0,75–1,4 мкм) диапазонов. Лазерное ультрафиолетовое (0,18–0,38 мкм) и дальнее инфракрасное (более 1,4 мкм) излучение не достигает сетчатки, но может повредить роговицу, радужную оболочку и хрусталик. Взаимодействие ЛИ с кожными покровами зависит от длины волны и пигментации кожи. ЛИ дальней инфракрасной области сильно поглощаются кожными покровами и создают опасность возникновения ожогов.

Хроническое действие низкоэнергетического рассеянного ЛИ может приводить к неспецифическим изменениям (невротические состояния, сердечно-сосудистые расстройства, изменения эндокринной и иммунной систем). У лиц, обслуживающих лазеры, часто выявляются астенические и вегетативно-сосудистые расстройства.

Гигиеническое нормирование ЛИ основано на критериях биологического действия, обусловленного областью электромагнитного спектра: 0,18–0,38 мкм – ультрафиолетовая область; 0,38–0,75 мкм — видимая область; 0,75–1,4 мкм – ближняя инфракрасная область; свыше 1,4 мкм — дальняя инфракрасная область.

В основу установления ПДУ положены минимальные, пороговые повреждения в облучаемых тканях (сетчатке, роговице, коже). Нормируемыми параметрами являются энергетическая экспозиция ($Дж \cdot м^{-2}$), облученность ($Вт \cdot м^{-2}$), энергия (в джоулях), мощность (в ваттах).

Многообразное воздействие на организм человека оказывает **ультрафиолетовое излучение** (УФИ), генерируемое как естественными, так и искусственными источниками. К УФИ относят ЭМИ с длиной волны от 200 до 400 нм и частотой от 1013 до 1016 Гц. По биологическому действию выделяют УФ-А (длинноволновое, ближнее УФИ) — излучения с длиной волны 400–320 нм; УФ-В (средневолновое УФИ, загарная радиация) — 320–280 нм; УФ-С (коротковолновое, далекое УФИ, бактерицидная радиация) — 280–200 нм.

Волны длиной менее 200 нм не оказывают существенного биологического действия, так как поглощаются в атмосферном воздухе. Воздействие УФ-С на кожу и орган зрения приводит к неприятным ощущениям с последующим небольшим покраснением. Наиболее вредное действие оказывают УФ-В. Излучения диапазона УФ-А могут усиливать биологическое действие УФ-В, а также вызывать повреждения тканей при одновременном воздействии с химическими веществами, обладающими фототоксическими, фотосенсибилизирующими и фотоканцерогенными свойствами.

Отрицательное воздействие на организм человека может оказывать как избыточное, так и недостаточное УФИ. Известна роль УФИ в развитии рахита вследствие авитаминоза D и нарушения фосфорно-кальциевого обмена, снижения защитных сил организма.

К действию УФИ чувствительны глаза. Роговица наиболее чувствительна к излучению с длиной волны 260–280 нм. Однако возникновение острой катаракты возможно при воздействии УФИ с длиной волны 337 нм, длительностью импульса 10 нс (доза 1 $Дж/см^2$). Для конъюнктивы наиболее опасно УФИ в интервале 240–274 нм.

Острая воспалительная реакция наружных оболочек глаза при воздействии ультрафиолетовых лучей носит название «фотоофтальмия», или «солнечная фотоофтальмия». Она развивается после латентного периода (30 мин — 24 ч) и сопровождается блефароспазмом, светобоязнью, чувством «песка в глазах», нарушением темновой адаптации.

Фотобиологические явления в коже при действии УФИ могут быть полезными и неблагоприятными. К первым относятся фотосинтез витамина $D_3$ (антирахитическое действие), загар, утолщение эпидермиса и в определенных ситуациях эритема. Загар и утолщение эпидермиса снижают повреждение кожи при последующем действии УФИ. Антирахитическое действие оказывает УФИ с длиной волны менее 315 нм.

Максимум канцерогенной активности УФИ приходится на диапазон 295—300 нм, но этот эффект наблюдается и в более широком диапазоне — 285—320 нм. Канцерогенный эффект дает высокие дозы УФ-А (в 100—1000 раз выше доз в области УФ-В). В последние 20 лет частота меланомы кожи увеличивается на несколько процентов в год.

Нормируемой величиной для УФИ является облученность, измеряемая в ваттах на квадратный метр. Для производственных помещений нормативы дифференцированы с учетом области УФИ (УФ-А, УФ-В, УФ-С), длительности (от 0,1 с до 8 ч) и режима (однократное, повторное) облучения. При профилактическом ультрафиолетовом облучении людей регламентированы облученность и суточная доза в эффективных и энергетических единицах. Эти нормы установлены для диапазона 280—400 нм и подразделены на минимальные, максимальные и рекомендуемые.

При гигиеническом нормировании **видимого излучения** (лучи с длиной волны 400—760 нм), кроме оптимальной величины, определяется и нижняя граница, за которой зрительный анализатор не может выполнять работу в заданном объеме. Верхняя граница норматива в условиях искусственной световой среды определяется прежде всего техническими и энергетическими возможностями. Видимое излучение создается естественными и искусственными источниками света с различными спектральными характеристиками. Длительное отсутствие или недостаточность видимого излучения может приводить как к нарушениям функционального состояния отдельных органов и систем, так и к развитию ряда патологических состояний (аномалии рефракции, нарушения биологических ритмов, изменения в центральной нервной системе, нарушения биохимических и иммунных реакций).

Гигиенического нормирования минимальной длительности естественного освещения нет. В промышленном и жилищном строительстве естественное освещение нормируется не в абсолютных, а в относительных величинах (световой коэффициент, коэффициент естественной освещенности).

Под рациональным искусственным освещением понимают освещение, достаточное по количеству, хорошее по качеству, экономичное и безопасное в эксплуатации. Видимое излучение дает человеку до 90% всей информации об окружающем мире. Около 30—50% всех несчастных случаев на производстве в той или иной степени связаны с освещением.

Основное требование, которому должна отвечать осветительная установка, — это создание достаточного уровня освещенности в помещении и дос-

таточной освещенности (яркости) рассматриваемых предметов. Рациональное освещение должно быть равномерным, обеспечивать хорошую видимость объектов, которые приходится различать в процессе работы. Недопустимы прямая и отраженная блескость, пульсация освещенности, резкая разница в яркостях окружающих поверхностей и глубокие тени на рабочих местах. По спектральному составу искусственное освещение должно приближаться к естественному свету.

Качественными показателями освещения являются равномерность распределения яркостей в освещаемом помещении и на рабочих поверхностях, показатель ослепленности (или показатель дискомфорта), коэффициент пульсации освещенности, спектральный состав излучения. Количественной характеристикой освещения служит освещенность (в люксах), определяемая отношением светового потока, падающего на освещаемую поверхность, к площади этой поверхности. Яркость — это поверхностная плотность силы света в данном направлении. Сила света точечного источника — пространственная плотность светового потока. Единица силы света — кандела, яркость выражается в канделах на квадратный метр. Слепящее действие осветительной установки отражает показатель ослепленности — отношение пороговых разностей яркости при наличии и отсутствии слепящих источников в поле зрения. Слепящее действие осветительных установок в общественных и административно-бытовых зданиях характеризуется показателем дискомфорта. Это критерий оценки дискомфортной блескости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения. Одним из критериев гигиенического нормирования является коэффициент пульсации освещенности, характеризующий относительную глубину колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током.

Нормы искусственного освещения дифференцированы с учетом размера объекта различения, контраста объекта с фоном и характеристики фона. В соответствии с этим зрительные работы разделены на разряды и подразряды (всего 26). Необходимый уровень освещенности тем выше, чем темнее фон, меньше размер различаемой детали и контраст объекта с фоном. Максимальный нормируемый уровень освещенности для работ наивысшей точности при комбинированном освещении составляет 5000 лк (при малом контрасте и темном фоне); минимальный уровень освещенности при общем освещении для работ малой точности и грубых работ равен 200 лк.

В настоящее время разработаны гигиенические требования к освещению производственных помещений, помещений общественных, жилых и вспомогательных зданий, наружному освещению городских и сельских поселений, аварийному освещению, архитектурному, витринному и рекламному освещению и др.

Оптическое излучение в пределах от 0,78 до 1000 мкм представлено **инфракрасным излучением (ИКИ)**, генерируемым любыми нагретыми телами. Источники ИКИ делятся на естественные (солнечная радиация) и искусственные (электрические дуги, источники лучистого тепла и другие производственные и бытовые температурные источники). ИКИ подразделяется на несколько диапазонов: ИК-А (длина волны 0,48–1,0 мкм), ИК-В (1,4–3,0 мкм), ИК-С (3,0–30 мкм). Лучи области ИК-А лучше проникают через кожу, кости и оболочки

мозга. Длинноволновое ИКИ не оказывает неблагоприятного действия на организм, если его величина не превышает величины, излучаемой самим человеком (2,5—25 мкм с максимумом энергии излучения в области 9,3—9,4 мкм).

В соответствии с Международным регламентом радиосвязи фотобиологический спектр ИКИ подразделяется на следующие диапазоны: А (ближний) с длиной волны 0,76—2,5 мкм; В (средний) — 2,5—25 мкм; С (дальний) — 25—100 мкм. В реальной жизни человек сталкивается с источниками ИКИ, у которых длина волны с максимумом энергии излучения не превышает 14,6 мкм (при температуре 70 °С).

Теплоотдача излучением в комфортных метеорологических условиях составляет 43,8—59,1% всех теплопотерь. Поверхность тела, участвующая в лучистом теплообмене, составляет 71—95%.

Биологически действие ИКИ проявляется в основном в тепловом эффекте. Энергия ИКИ поглощается в основном в эпидермисе. Воздействие ИКИ может приводить к разнообразным биологическим реакциям: уменьшению числа лейкоцитов и тромбоцитов в крови, понижению тонуса вегетативной нервной системы, повышению содержания кальция в крови, нарушению проницаемости биологических мембран, иммунным реакциям и др. Главную опасность при чрезмерном воздействии ИКИ представляет термальное поражение сетчатой оболочки глаза, травма хрусталика с последующим развитием катаракты.

С целью профилактики неблагоприятного действия ИКИ для работ разных категорий тяжести установлены сочетания температуры и скорости движения воздуха при воздушном душировании. Разработаны рекомендации по выбору защитных костюмов в зависимости от величины теплового излучения, продолжительность периодов непрерывного облучения и пауз при различных уровнях ИКИ. С целью гигиенического контроля систем отопления (обогрева) с инфракрасными излучателями (лучистое отопление) обоснованы требования к интенсивности теплового излучения, исключающие его неблагоприятное влияние на человека.

Комплекс физических факторов, влияющих на теплообмен человека с окружающей средой, его тепловое состояние и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда, обозначается термином **«микроклимат»**.

Показателями микроклимата являются температура воздуха и его относительная влажность, скорость движения, тепловое излучение. Напряжение систем терморегуляции, нарушение температурного гомеостаза человека могут приводить к разнообразным функциональным и патологическим нарушениям, изменению реакций организма на другие потенциально вредные воздействия (сочетанное действие с вибрацией, шумом, химическими веществами).

Оптимальное тепловое состояние человека характеризуется отсутствием общих и/или локальных дискомфортных теплоощущений, минимальным напряжением механизмов терморегуляции и служит предпосылкой длительного сохранения высокой работоспособности.

Допустимое тепловое состояние сопровождается незначительными общими и/или локальными дискомфортными теплоощущениями, сохранением термостабильности организма в течение всей рабочей смены при умеренном напряжении механизмов терморегуляции. При этом может быть временное (в тече-

ние рабочей смены) снижение работоспособности, но состояние здоровья не нарушается.

Предельно допустимое тепловое состояние человека проявляется выраженными общими и/или локальными дискомфортными теплоощущениями, значительным напряжением механизмов терморегуляции. Это состояние не гарантирует сохранения термического гомеостаза и здоровья, ограничивает работоспособность.

Недопустимо тепловое состояние с чрезмерным напряжением механизмов терморегуляции, приводящим к нарушению состояния здоровья.

При гигиеническом нормировании микроклимата в производственных помещениях исходят из поддержания теплового состояния работающих на оптимальном или допустимом уровне. Нормы микроклимата дифференцированы с учетом периода года, категории работ по уровню энергозатрат (в ваттах). Для жилых, общественных и административных помещений установлены оптимальные и допустимые параметры температуры и относительной влажности воздуха, скорости движения воздуха и интенсивности теплового облучения для холодного/переходного и теплого периодов года. Например, для теплого периода года оптимальными считаются температура 22–24 °С, относительная влажность 40–60%, скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. Допустимы для этого периода года температура 20–28 °С, относительная влажность 20–60%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с, интенсивность теплового облучения не более 35 Вт/м$^2$.

Одной из основ гигиенического нормирования ионизирующих излучений является их способность давать стохастические и нестохастические эффекты. К стохастическим (вероятностным) эффектам относят те, которые не имеют порога: с изменением воздействующей дозы изменяется вероятность возникновения вредных последствий, а не их тяжесть. Основными стохастическими эффектами являются канцерогенные и генетические. К сомато-стохастическим эффектам относят злокачественные новообразования и опухоли, индуцируемые излучением. Генетические эффекты (например, врожденные уродства) возникают в результате мутаций и других нарушений в структурах половых клеток. Генетические эффекты, так же как и сомато-стохастические, теоретически возможны при любой дозе, отличной от нуля. Предполагается, что стохастические эффекты имеют беспороговую линейную зависимость вероятности развития неблагоприятного эффекта от величины дозы.

К нестохастическим соматическим эффектам относят поражения, вероятность и тяжесть которых растут по мере увеличения дозы и для которых существует порог, ниже которого вредный эффект не наблюдается. К таким эффектам относят локальное незлокачественное повреждение кожи (лучевой ожог), катаракту (помутнение хрусталика), повреждение половых клеток (временная или постоянная стерилизация) и др.

В основе системы радиационной безопасности лежат следующие главные принципы:

- непревышение допустимого предела индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения;
- запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества

польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением;

- поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения.

Гигиенические нормативы дифференцированы для разных групп облучаемых лиц:

- персонал (группа А — лица, работающие с техногенными источниками; группа Б — лица, находящиеся по условиям работы в сфере воздействия техногенных источников);
- все население, включая персонал, вне сферы воздействия техногенных источников и условий их производственной деятельности.

Для облучаемых предусмотрено 3 класса нормативов: основной дозовый предел (эффективная или эквивалентная доза за год, в зивертах), допустимые уровни многофакторного (для одного радионуклида или одного вида внешнего излучения) пути поступления или воздействия (пределы годового поступления, допустимая среднегодовая объемная активность, удельная активность); контрольный уровень (дозы и уровни), устанавливаемый администрацией учреждения по согласованию с органами госсанэпиднадзора (см. табл. 11.11).

Одним из наиболее распространенных природных и техногенных физических факторов производственной и окружающей среды является **шум** — любой нежелательный звук или совокупность таких звуков. Звук представляет собой волнообразно распространяющийся в упругой среде колебательный процесс. Характеристикой этих волн является звуковое давление — переменное давление, возникающее при прохождении звуковых волн дополнительно к атмосферному давлению. Параметрами звуковой волны являются также период, частота и амплитуда колебаний. Спектр шума отражает совокупность частот звуковой волны. Для гигиенической оценки шума используют звуковой диапазон от 45 до 11 000 Гц, включающий 9 октавных полос со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц.

Для сравнительной характеристики интенсивности звука в диапазоне от порога слышимости до болевого порога используется логарифм звукового давления — децибел (дБ). Ноль децибел соответствует звуковому давлению $2 \cdot 10^{-5}$ Па, что приблизительно соответствует порогу слышимости тона с частотой 1000 Гц.

Шум как общебиологический раздражитель может влиять практически на все органы и системы организма. Кроме интенсивности, на характер биологического действия шума существенно влияет его частотный спектр. Более неблагоприятны высокие частоты (выше 1000 Гц). Импульсный шум, возникающий от ударных процессов (ковка, штамповка и др.), а также шум, в спектре которого имеются слышимые дискретные тоны, более агрессивен по сравнению с постоянным шумом.

В основе гигиенического нормирования шума лежит установление его ПДУ. Для производственных условий при соблюдении ПДУ допускается ухудшение и изменение внешних показателей деятельности (эффективности и производительности) при обязательном возврате к прежней системе гомеостатического регулирования исходного функционального состояния с учетом адаптационных изменений. Нормирование шума проводится по комплексу показателей

(специфические и неспецифические реакции, снижение работоспособности, развитие дискомфортных реакций) с учетом их гигиенической значимости.

ПДУ шума на рабочих местах (табл. 10.9) дифференцированы с учетом напряженности трудового процесса, вида трудовой деятельности (категории тяжести труда), частоты звука (октавной полосы).

Гигиеническое нормирование шума призвано обеспечить сохранение здоровья и работоспособности населения, проживающего в условиях постоянного шума (нормативные уровни должны быть безвредными как при кратковременном, так и при длительном действии на протяжении всей жизни человека). Нормативные уровни должны быть ниже порога раздражающего субъективного действия, не оказывать неблагоприятного влияния на функциональное состояние организма при кратковременном и длительном действии, быть гораздо ниже уровней, принятых на производстве для 8-часовой рабочей смены.

Для населенных мест допустим такой уровень шума, который не оказывает на человека прямого или косвенного вредного или неприятного действия, не снижает его работоспособности, не влияет на самочувствие и настроение.

Существующие санитарные нормы устанавливают допустимые значения уровней шума, проникающего в помещения жилых и общественных зданий от внешних и внутренних источников, и допустимые значения уровней шума на территории жилой застройки. Постоянный шум нормируется по уровням звукового давления (в децибелах) в октавных полосах частот. Для ориентировочной оценки постоянного шума допускается использование уровня звука, дБА.

Для непостоянного шума нормируются эквивалентные (по энергии) уровни звука (дБА) и максимальные уровни звука.

Уровень шума и время его действия, как правило, непостоянны. В связи с этим для оценки непостоянных шумов введено понятие эквивалентного уровня,

**Таблица 10.9.** ПДУ звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для труда разных категорий тяжести и напряженности (дБА)

| Категория напряженности труда | Физическая нагрузка | | Тяжелый труд | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | легкая | средняя | I степени | II степени | III степени |
| Легкий | 80 | 80 | 75 | 75 | 75 |
| Средний | 70 | 70 | 65 | 65 | 65 |
| Напряженный труд | | | | | |
| I степени | 60 | 60 | – | – | – |
| II степени | 50 | 50 | – | – | – |

Примечание. дБА — показатель шумомера по шкале А. Для тонального и импульсного шума ПДУ на 5 дБА меньше указанных в таблице значений. Для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления — на 5 дБА меньше фактических уровней шума в помещениях, если последние не превышают табличных значений (поправка для тонального и импульсного шума при этом не учитывается), в противном случае — на 5 дБА меньше табличных значений. Дополнительно для колеблющегося во времени и прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБА, а для импульсного шума — 125 дБА.

получаемого путем интегрирования звукового давления по времени. С эквивалентным уровнем связана и доза шума, учитывающая не только уровень, но время действия шума, т. е. кумулятивное действие за длительную экспозицию.

Доза шума отражает количество переданной энергии и тем самым может служить мерой шумового воздействия. Разработаны специальные пересчетные таблицы для перехода от уровней звукового давления (дБ) к квадратам давления ($Па^2$) и установления связи между длительностью шумовой экспозиции, уровнем и дозой шума.

Дозовый подход к оценке шумового фактора позволяет определять интегрированную суммарную характеристику суточной дозы шума с учетом видов жизнедеятельности человека (работа, отдых, сон) и оценивать зависимость состояния здоровья населения от суммарных шумовых нагрузок, а также их сочетанного действия с другими факторами окружающей среды.

Особым вариантом звуковых колебаний является **инфразвук**, представляющий собой любые акустические колебания или их совокупность в частотном диапазоне ниже 20 Гц. Физической характеристикой инфразвука является среднеквадратическое значение звукового давления (в децибелах). Для гигиенической оценки практический интерес представляют октавные полосы со среднегеометрическими частотами 2; 4; 8 и 16 Гц или 12 третьоктавных полос (1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16 и 20 Гц).

Инфразвук не создает у человека слуховых ощущений. Длительное воздействие инфразвука на население приводит к росту жалоб на нарушения сна, дневного отдыха, частые головные боли. Высокие уровни инфразвука могут приводить к головокружению, тошноте, ознобу, дрожанию, болям при глотании, удушью, появлению чувства страха, тревоги, нарушениям функций желудочно-кишечного тракта, затруднению дыхания, а также вызывать многообразные вегетативные и вестибуло-соматические реакции.

ПДУ инфразвука установлены с учетом его возможного влияния на заболеваемость, состояние психоэмоциональной сферы, когнитивной функции у человека, а также результатов экспериментальных исследований на животных (состояние вестибулярного и слухового анализаторов, показателей нейрогуморальной регуляции и гомеостаза). Для производственных условий допустимые уровни инфразвука установлены с учетом тяжести и напряженности трудового процесса. Кроме того, в нашей стране существуют допустимые уровни инфразвука для территорий жилой застройки, помещений жилых и общественных зданий.

Другим видом не слышимых человеком упругих колебаний и волн является **ультразвук** (частота колебаний свыше 20 кГц). Область ультразвуковых волн в воздухе составляет от 1,6 до $0,3 \cdot 10^{-4}$ см, в жидкостях — от 6 до $1,2 \cdot 10^{-4}$ см, в твердых телах — от 20 до $4 \cdot 10^{-4}$ см.

Биологическое действие ультразвука определяется интенсивностью колебаний, частотой, временными параметрами (постоянный, импульсный), длительностью экспозиции, чувствительностью различных тканей, способом распространения колебаний (контактный при соприкосновении рук или других частей тела с источником ультразвука, воздушный — акустический). Наиболее чувствительны к действию ультразвука центральная и периферическая нервная системы, сердечно-сосудистая, эндокринная системы, слуховой и вестибулярный анализаторы. На начальных стадиях поражения развиваются вегетососу-

дистая дистония и астенический синдром. Общецеребральные нарушения часто сочетаются с явлениями вегетативного полиневрита рук.

Нормируемыми параметрами воздушного ультразвука являются уровни звукового давления (в децибелах) в третьоктавных полосах. При нормировании контактного ультразвука учитываются пиковые значения виброскорости или ее логарифмические уровни (в децибелах) в октавных полосах частот. Разработаны гигиенические рекомендации по оптимизации и оздоровлению условий труда медработников, занятых ультразвуковой диагностикой. Так, площадь диагностического кабинета должна быть не менее 20 м$^2$, санитарное благоустройство включает подводку горячей и холодной воды, приточно-вытяжную вентиляцию, определенные параметры микроклимата. Расчетная норма нагрузки врача при 6,5 ч работы составляет 33 условные единицы.

В настоящее время одно из первых мест в структуре профессиональной патологии занимает вибрационная болезнь, возникающая вследствие производственного воздействия **локальной и общей вибрации**.

Изменения в организме, связанные с действием вибрации, обусловлены энергией колебания, которая прямо пропорциональна среднеквадратической величине колебательной скорости. Величина колебательной скорости, поглощенной телом человека ($Q$), прямо пропорциональна площади контакта, времени воздействия и интенсивности раздражителя:

$$Q = S \cdot T \cdot I,$$

где $S$ — площадь контакта, м$^2$; $T$ — длительность воздействия, с; $I$ — интенсивность вибрации, кгм/(м$^2$ · с).

Интенсивность вибрации, а следовательно, колебательная энергия, прямо пропорциональна квадрату колебательной скорости:

$$I = V^2 \cdot Z/S,$$

где $V$ — среднеквадратическое значение колебательной скорости, м/с; $Z/S$ — модуль входного удельного импеданса в зоне контакта, кг/(с · м$^3$).

Механический импеданс определяется как отношение колебательной силы к результирующей колебательной скорости в точке приложения этой силы. Колебательная скорость $10^{-4}$ м/с улавливается человеком как порог восприятия, при скорости 1 м/с возникает болевое ощущение.

По способу передачи механических колебаний на человека различают общую вибрацию, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека, и локальную вибрацию, передающуюся через руки.

Биологическое действие вибрации зависит от способа передачи колебаний (общая и локальная вибрация), спектра вибрации (узкополосная и широкополосная вибрация), частотного состава (низкочастотные 1—4 Гц для общих вибраций, 8—16 Гц для локальных вибраций; среднечастотные, высокочастотные), временны́х характеристик (постоянные и непостоянные вибрации), времени воздействия, выполняемой работы и др.

Местная вибрация малой интенсивности может оказывать благоприятное влияние, устраняя трофические изменения, улучшая функциональное состояние центральной нервной системы. При увеличении интенсивности колебаний и длительности воздействия вибрации развивается вибрационная болезнь.

При действии локальной вибрации на первый план выходят местные сосудистые нарушения (синдром Рейно профессионального происхождения, травматическая вазоспастическая болезнь, феномен «белых пальцев»). В клинике вибрационной болезни выделяют периферический ангиодистонический синдром, вегетативно-сенсорную полинейропатию. Помимо периферических сосудистых и сенсорных расстройств, возможны развитие дистрофических нарушений опорно-двигательного аппарата рук и плечевого пояса, нарушения мозгового кровообращения и синдром энцефалополинейропатии.

При общей вибрации механические колебания воздействуют на все туловище человека. В клинике вибрационной болезни от воздействия общей вибрации ведущими считают церебрально-периферический ангиодистонический синдром, синдром вегетосенсорной полинейропатии в сочетании с синдромом полирадикулонейропатии, вторичным пояснично-крестцовым синдромом. Клиническая картина вибрационной болезни нередко чрезвычайно полиморфна и складывается из нейрососудистых нарушений, поражений нервно-мышечной системы, опорно-двигательного аппарата, изменений обмена веществ и др.

Производственная вибрация нормируется по спектру колебательной виброскорости в октавных или третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами от 0,8 до 80 Гц для общей вибрации и от 8 до 1000 Гц для локальной вибрации для каждого направления ее действия. Допустимые уровни дифференцированы в соответствии с характером трудовой деятельности для стационарного технологического оборудования, самоходных и ручных машин, а также с учетом специфики воздействия вибрации, определяющей особенности развития утомления и патологии у работающих.

При частотном (спектральном) анализе нормируются средние квадратические значения виброскорости (м/с) и виброускорения (м/с$^2$) или их логарифмические уровни в октавных полосах частот.

При интегральной оценке вибрации с учетом времени ее воздействия нормируется эквивалентное корректированное значение виброскорости, виброускорения или их логарифмический уровень. Данный подход позволяет учесть временные параметры вибрационного воздействия.

# ГЛАВА 11

# ГИГИЕНА ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

## Больничная гигиена

Больничная гигиена разрабатывает нормативы и требования к размещению, планировке и санитарно-техническому обеспечению лечебно-профилактических учреждений с целью создания оптимальных условий пребывания больных, эффективного проведения лечебного процесса и благоприятных условий труда медицинского персонала.

Программа действий по снижению заболеваемости населения, укреплению его здоровья осуществляется по четырем основным направлениям: во-первых, это развитие фундаментальных научных исследований как теоретический основы для разработки эффективных методов лечения и профилактики заболеваний, во-вторых, организация высококвалифицированной специализированной медицинской помощи населению, в-третьих, создание и внедрение в медицинскую практику новых диагностических методов, современной аппаратуры для лечения и диагностики, высокоэффективных лекарственных препаратов, и, наконец, в-четвертых, широкое использование профилактических мероприятий как одного из важных звеньев в системе мер по сохранению и укреплению здоровья населения.

В Российской Федерации существуют разнообразные лечебно-профилактические учреждения, имеющие определенные задачи и выполняющие строго определенные функции. К ним относятся:

- больничные учреждения (больницы различной мощности);
- диспансерные учреждения (противотуберкулезный, кожно-венерологический, онкологический, психоневрологический диспансеры и т.д.);
- амбулаторно-поликлинические учреждения (городские, районные, стоматологические поликлиники,

медико-санитарные части, врачебные здравпункты на предприятиях и т.д.);
- учреждения охраны материнства и детства (родильные дома, детские консультации, ясли, дома ребенка);
- санаторно-курортные учреждения;
- лечебные учреждения скорой медицинской помощи;
- санитарно-противоэпидемические учреждения (санэпидцентры, противомалярийные станции, дезинфекционные станции и т.д.).

В системе лечебно-профилактической помощи населению важное место занимает стационарная помощь.

Дальнейшее улучшение медицинской помощи населению связано с организацией многопрофильных и специализированных больниц, оснащенных высококачественным современным медицинским и инженерным оборудованием, имеющих централизованные лечебно-диагностические и вспомогательные службы, отвечающих всем медико-технологическим и санитарно-гигиеническим требованиям. Современная больница должна иметь высокомеханизированные центры материально-технического обеспечения по питанию больных, снабжению бельем, стерильным материалом, медикаментами, инженерно-техническому обслуживанию.

Больница не только оказывает населению стационарную лечебную помощь, но и осуществляет специализированную консультативную деятельность и проводит профилактические мероприятия. Крупные больницы (областные, краевые, республиканские) ведут также организационно-методическую работу.

Следовательно, наряду с высококвалифицированной и специализированной лечебной деятельностью больница осуществляет мероприятия по предупреждению рецидивов болезней, организует профилактический контроль за больными с учетом отдаленных результатов лечения, проводит большую работу по экспертизе трудоспособности, восстановительному лечению, возвращению больных к общественно полезному труду.

Больницы подразделяются на областные (краевые, республиканские), городские, центральные, районные, сельские, участковые. Больницы могут быть многопрофильными с различным числом специализированных отделений и специализированные (однопрофильные — инфекционные, туберкулезные, психиатрические и др.). В 1968 г. выделены больницы скорой медицинской помощи.

В настоящее время в Российской Федерации есть тенденция к созданию крупных специализированных центров.

При разработке гигиенических требований к размещению, планировке и санитарно-техническому благоустройству больниц следует исходить из двух основных положений:
- для больного должны быть созданы благоприятные условия пребывания в стационаре, обеспечен лечебно-охранительный режим, условия для предотвращения внутрибольничных инфекций и исключена возможность действия неблагоприятных факторов окружающей среды (городского шума, токсичных веществ атмосферного воздуха и т.д.);
- больничные учреждения — есть производственная среда для медицинского персонала, где используют радиоактивное, рентгеновское, лазерное излучение, ультразвук, СВЧ-излучение, различные лекарственные средства, анестетики и т.д.

Работа медицинского персонала имеет специфику — большое нервно-эмоциональное напряжение, ночные дежурства, экстремальные ситуации и т.д. Эти особенности определяют требования к созданию благоприятных условий работы, исключению возникновения профпатологии.

Современная больница — это сложный комплекс зданий, обеспечивающий самые различные функции. В последние годы четко прослеживается тенденция к усложнению структуры и функций больниц.

Планомерное развитие больничное строительство получило лишь во времена Петра I, когда были открыты богадельни во всех губерниях «для призрения за счет церковно-свечных сумм раненых и увечных офицеров и нижних чинов». Это были больницы казарменного типа, состоящие из анфилады проходных залов на 30—40 коек, без коридора. Затем был выделен центральный коридор. Однако подобные больницы коридорно-казарменного типа становились очагами внутрибольничной инфекции, так как санитарно-техническое благоустройство было примитивным. В 1707 г. был построен «гошпиталь» в Москве, в Лефортово. К этому же времени относится и развитие первых курортов, где больных лечили минеральными водами и грязями (Кавказские Минеральные Воды и др.). Однако росту числа больничных учреждений не соответствовало их санитарное благоустройство. Часто в таких больницах отсутствовали канализация и водопровод, палаты были полутемными, с плохой вентиляцией, отопление было печное. Больные помещались в палаты без учета характера их заболевания, результатом чего становились массовые внутрибольничные заражения. Об этом в свое время говорил Н.И. Пирогов. Он указывал, что в Крымскую войну Россия потеряла больше солдат от внутрибольничных заражений, чем от ран и увечий. Прогресс медицинской науки и гигиены нашел отражение и в больничном строительстве. В начале XIX века возникают больничные учреждения нового типа, построенные по так называемой павильонной системе.

Больницы стали строить в виде комплекса небольших зданий (павильонов), состоящих из больших залов-палат с двусторонним освещением, обилием солнца и воздуха. В этих больницах, кроме палат, были и некоторые санитарные и хозяйственные подсобные помещения. Этот тип больниц имел огромные преимущества перед казарменными больницами и надолго утвердился в практике больничного строительства. В дальнейшем павильонная система была трансформирована и представляла собой отдельные здания, внутри которых была серия палат с коридором.

Павильонная застройка обеспечивала предупреждение внутрибольничных инфекций; малоэтажные корпуса позволяли активно использовать больничный сад для прогулок больных, стало проще создавать благоприятный лечебно-охранительный режим.

С конца прошлого века в больничном строительстве принимают участие выдающиеся деятели медицинской науки — Н.И. Пирогов, Н.В. Склифосовский, С.П. Боткин, Ф.Ф. Эрисман. На этом этапе были сформированы основные гигиенические требования к строительству и планировке больниц.

Дальнейшее развитие медицинской науки, применение рентгенодиагностики, функциональной диагностики, физиотерапии, водо- и грязелечения и других методов привели к тому, что павильонная застройка стала тормозить

лечебно-диагностический процесс. Оказание специализированной медицинской помощи больным при территориальном разобщении отделений стало затруднительным. Оказалось экономически невыгодно иметь в каждом больничном корпусе дорогостоящую лечебно-диагностическую аппаратуру, коэффициент использования которой был невелик. Следующим этапом больничного строительства стала централизованная система застройки. При такой застройке все функциональные подразделения больницы — лечебные отделения, поликлиника, административные помещения размещались в одном многоэтажном здании. Стало возможно более рационально использовать все лечебно-диагностические кабинеты, облегчались условия эксплуатации санитарно-технических устройств и оборудования, укорачивались пути движения больных, персонала, ускорялась доставка пищи из пищеблока в палаты, сокращались строительно-эксплуатационные расходы. Существенным преимуществом было также уменьшение площади больничного участка по сравнению с павильонной застройкой. Компактная планировка территории больницы позволяла увеличить норму зеленых насаждений на 1 койку на 20—30%.

Однако множество отделений (поликлиника, административные помещения) в одном корпусе создавало определенные трудности в организации лечебно-охранительного режима и профилактике внутрибольничных инфекций, затрудняло использование больничного сада для прогулок больных. Недостатки централизованной системы застройки привели к поиску новых композиционных решений больничных комплексов. Так появилась смешанная система застройки, при которой приемное отделение и все основные соматические и клинико-диагностические отделения (рентгеновское, физиотерапевтическое, клинико-диагностическая лаборатория), аптека размещаются в главном корпусе, а поликлиника, родильное, детское, инфекционное отделения — в отдельных зданиях. Отдельные здания имеют административно-хозяйственные службы и патологоанатомическое отделение.

Смешанная система застройки сочетает в себе многие преимущества децентрализованной (павильонной) и централизованной систем и до 60-х годов такие больницы на 120—400 коек вполне соответствовали развитию медицинской науки и техники и с гигиенической точки зрения создавали благоприятные условия для больных. Основные архитектурно-планировочные решения больницы позволяли осуществлять профилактику внутрибольничной инфекции и создавать лечебно-охранительный режим.

В дальнейшем стало возможным строительство крупных многопрофильных больниц. Смешанная застройка была модернизирована и стала называться блочной системой. При блочной системе все отделения, занимающие самостоятельные здания, объединяются в один общий блок и соединяются переходами. В отдельные здания выносятся инфекционные и радиологические отделения, а также вспомогательные службы. Опыт показывает, что структура и функции больницы должны находиться в единстве и тесной взаимосвязи. Принципиальное изменение функций больницы неизбежно ведет к изменению ее структуры.

В начале 70-х годов появились новые виды лечебной медицины, например реаниматология, трансплантация органов, применение лазеров. В арсенале врачей появились аппараты искусственного кровообращения, дыхания, барокамеры и другое современное оборудование.

Развитие специализированных видов медицинской помощи, улучшение технической оснащенности привели к изменениям структуры и функции больниц. За последние годы сформировались новые структурные подразделения — отделения анестезиологии и реанимации, функциональной диагностики, интенсивной терапии, реабилитации (вспомогательного лечения), ожоговые, нейрохирургические отделения и др.

В современных больницах наибольшим изменениям подвергаются лечебно-диагностические отделения в связи с развитием новых методов лечения и диагностики, увеличиваются рабочие площади этих отделений. Например, только за последние 10 лет площадь на 1 койку в отделении функциональной диагностики увеличилась в 8 раз, в рентгеновском и операционном блоках — в 2 раза, в отделении восстановительного лечения — в 1,5 раза. С 1965 г. выделены самостоятельные отделения радионуклидной диагностики, а с 1971 г. — отделения реанимации.

Это привело к созданию специализированных многокоечных отделений, имеющих современное оборудование, штат высококвалифицированных сотрудников и специальную инженерно-техническую службу по обслуживанию дорогостоящего оборудования.

Наряду с многопрофильными больницами появились специализированные больницы — детские, психиатрические, инфекционные, туберкулезные, глазные, онкологические, радиологические, акушерско-гинекологические и т.д. Часто крупные больницы становятся базой медицинского учебного заведения и в таком случае называются клиническими.

В большинстве зарубежных стран и в Российской Федерации наблюдается тенденция к строительству крупных больниц (более чем 600—1000 коек), что позволяет более рационально использовать коечный фонд, дорогостоящую медицинскую технику и уменьшить затраты на строительство. Основным направлением больничного строительства в перспективе будут специализация и централизация функционально однородных отделений и служб как внутри больницы, так и за ее пределами.

Намечается тенденция централизации межбольничных вспомогательных служб — пищеблоков, аптек, стерилизационных и патологоанатомических служб, прачечных и пр. Такие службы, выделенные из структуры больниц, можно преобразовать в централизованные высокомеханизированные предприятия. Создаются, например, клинико-диагностические центры, оснащенные высокоэффективной электронно-аналитической и телеметрической техникой с широким применением кибернетики. Организуются биохимические и лабораторные центры. Современная многопрофильная больница — это сложный комплекс различных подразделений, выполняющих различные функции, где работают не только медицинские работники, но и инженерно-технический и обслуживающий персонал.

В современной больнице выделены 10 основных структурных подразделений:

- приемные отделения и помещения выписки больных;
- палатные отделения;
- лечебно-диагностические отделения;
- лаборатории;
- центральное стерилизованное отделение;

- аптека;
- служба приготовления пищи;
- патологоанатомическое отделение;
- административно-хозяйственная служба;
- прачечная.

Многие подразделения имеют разновидности и, следовательно, свои планировочные особенности. Например, палатные отделения делятся на неинфекционные отделения для взрослых, для детей, инфекционное отделение, радиологическое отделение и т.д. Лечебно-диагностические отделения делятся на операционный блок, отделения анестезиологии — реанимации, отделение функциональной диагностики, рентгеновское отделение, отделение восстановительного лечения и т.д. Часто это сложные по планировочному решению отделения с большим набором помещений различного назначения. Приемные отделения для инфекционных и неинфекционных больных имеют особенности структуры и планировки. Административно-хозяйственная служба включает в себя большое число помещений различного назначения. Это не только административные (канцелярия, бухгалтерия, медицинский архив, библиотека), но и хозяйственные помещения (бельевые, кладовые мебели и приборов, гардеробные и т.д.).

Таким образом, существуют большое разнообразие структурных подразделений, различных по назначению, со своими планировочными решениями, санитарно-техническим оборудованием и архитектурной композицией (рис. 11.1).

В крупных больницах (от 600 до 2000 коек и более) палатный блок выделяется как самостоятельный элемент, в силу этого увеличивается этажность зданий. Санитарными нормативами рекомендуется строить больницы не более 9 этажей, но для очень крупных больниц этажность может быть увеличена. В последнее время наиболее распространена застройка по системе моноблоков,

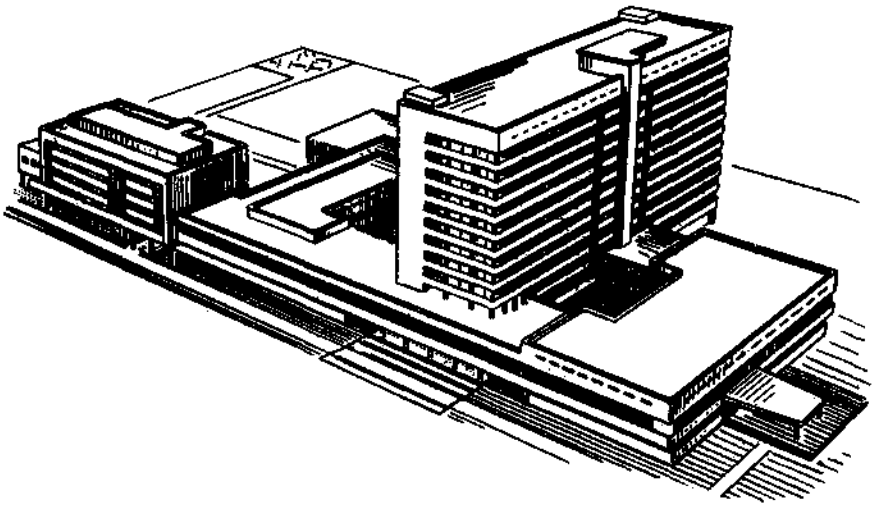


**Рис. 11.1.** Городская многопрофильная больница на 600 коек с поликлиникой на 900 посещений в смену.

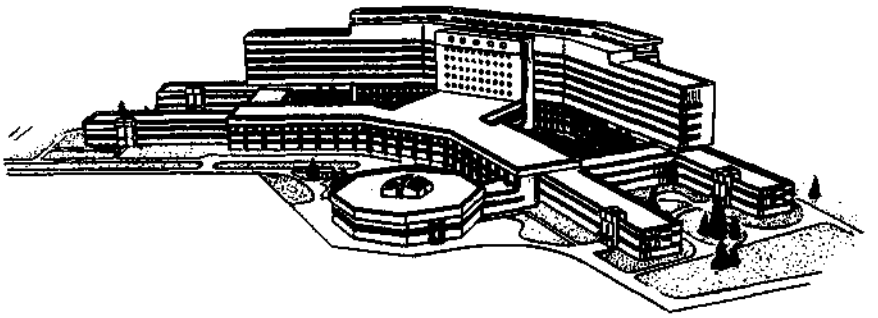


**Рис. 11.2.** Детская больница на 1000 коек.

когда в одном блоке размещены палатные отделения, в другом лечебно-диагностические. Часто палатный блок многоэтажный, а лечебно-диагностический блок низкий и протяженный. Эти блоки соединяются в различные композиции, например, Т-, У-, Н-образные (рис. 11.2).

В последние годы в России появился новый тип больницы, не имеющий аналогов за рубежом, — это больница скорой медицинской помощи. Такая больница строится в городах с населением более 500 000 и служит для оказания экстренной медицинской помощи пострадавшим при несчастных случаях и больным в особо опасных состояниях (отравления, ожоги, шок и т.д.).

Больница восстановительного лечения для детей предназначена для лечения и восстановления нарушенных функций опорно-двигательного аппарата у детей в возрасте от 1 года до 15 лет и развития трудовых навыков у детей старшего возраста.

Новым этапом в проектировании лечебно-профилактических учреждений является создание крупных больничных комплексов (городков) для обслуживания населения промышленных центров. Они рассчитаны на медицинское обслуживание жителей не только городов, но и небольших пригородных городов и поселков, тяготеющих к этим промышленным центрам (рис. 11.3).

Вершиной развития современного больничного строительства является организация медицинских центров: это онкологический, кардиологический центры, центр охраны здоровья матери и ребенка, центр педиатрической помощи и др.

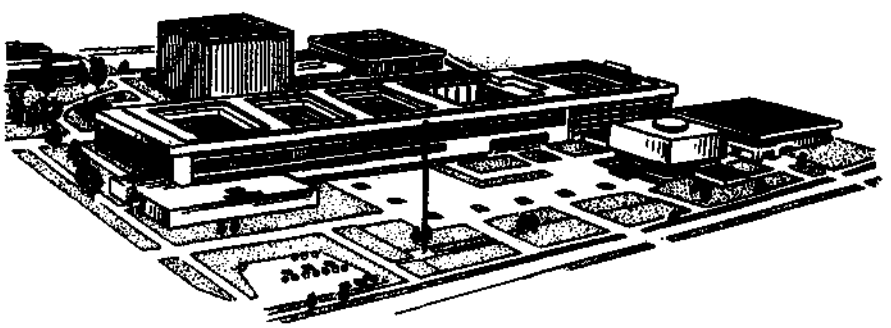


**Рис. 11.3.** Больничный городок РГМУ на юго-западе Москвы.

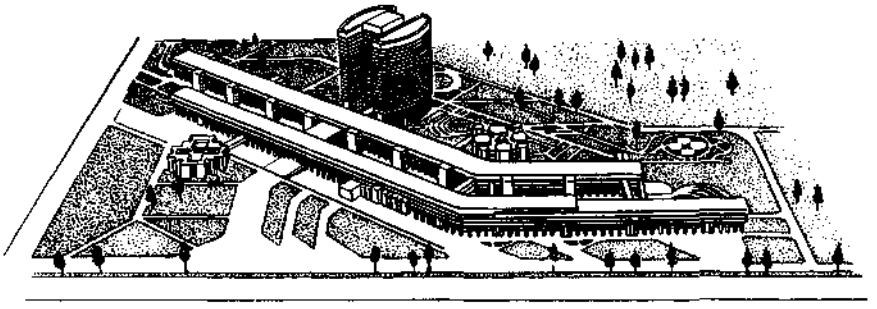


Рис. 11.4. Всесоюзный онкологический научный центр АМН СССР.

В 70-х годах открылся Онкологический научный центр АМН СССР в Москве. Это крупнейшее в стране научно-исследовательское и лечебно-профилактическое учреждение, разрабатывающее проблемы лечения рака. В него входит 24-этажная башня-клиника на 1000 человек и 2 протяженных 5- и 7-этажных здания. В первом располагаются подразделения, имеющие небольшие внешние связи, — поликлиника, приемные отделения, консультативный центр. Во втором здании располагаются лечебно-диагностические кабинеты. Самостоятельный участок занимают радиологический корпус и корпуса научно-исследовательского сектора, куда входят здания для научных подразделений, химический корпус, центр молекулярных исследований, виварий.

Центр имеет пансионат для приезжих больных и гостиницу для командированных ученых и врачей (рис. 11.4).

В 1982 г. в Москве открылся Всесоюзный кардиологический центр АМН СССР. В центре проводят фундаментальные исследования в области лечения и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, осуществляют координацию исследований по этой проблеме в стране. Центр является также базой подготовки высококвалифицированных кадров кардиологов для научных и лечебных учреждений (рис. 11.5).

В планировочном отношении центр имеет 4 функциональные зоны: 11-этажный теоретический корпус; клинические корпуса; здания поликлиники и консультативного центра; административный корпус с конференц-залом, а также инженерные сооружения и виварий.

В пространственном отношении здания располагаются в виде поясов около площади.

Клинические корпуса строго дифференцированы и имеют отделения сердечной недостаточности, гипертоническое, неотложной медицинской помощи, приобретенных пороков сердца и сосудов, восстановительного лечения. Палатные отделения компонуются из блоков на две одноместные палаты. Имеются новейшие средства помощи и ухода за больными.

В теоретическом корпусе размещаются различные научные лаборатории: биохимии, биофизики, нормальной и патологической физиологии, радиологии—рентгенологии, фармакологии и т.д. Специальные помещения занимает вычислительный центр.

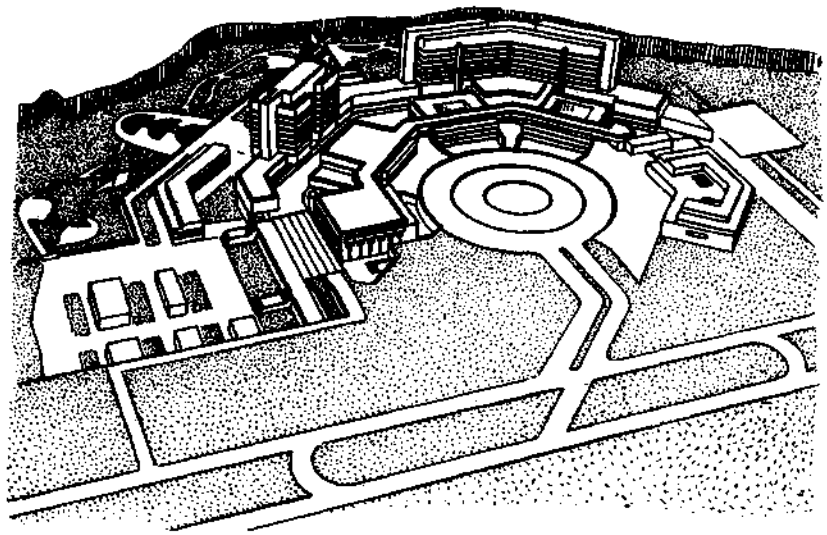


**Рис. 11.5.** Всесоюзный кардиологический научный центр АМН СССР.

Кардиологическая служба страны осуществляет всю работу по профилактике и лечению заболеваний сердца и сосудов на основании комплексной программы, в которой принимают участие как гигиенисты, так и врачи различных лечебно-профилактических учреждений, поликлиники, стационара, санатория.

На примере кардиологической службы страны можно проследить проведение в жизнь такой комплексной программы. Первичное звено — это кардиологический кабинет поликлиники, его основная задача — выявление людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями, организация их лечения и контроля за их здоровьем. Следующее звено — кардиологическое отделение больницы работающее в тесном контакте с кардиологическими кабинетами поликлиники и специализированной кардиологической службой скорой медицинской помощи. Оно обеспечивает неотложную и плановую госпитализацию больных, осуществляет специализированную стационарную помощь. Далее следует областной кардиологический диспансер, который наряду с осуществлением высококвалифицированной специализированной медицинской помощи является организационно-методическим центром по руководству всей кардиологической службой области. К завершающему этапу кардиологической службы относятся кардиологические санатории, где проводят долечивание и реабилитацию больных, перенесших, например, инфаркт миокарда.

Развитие больничного строительства продолжается. Появляются новые идеи организации лечебного процесса, соответственно появляются новые типы больниц. За последние годы за рубежом (США, Англия, Дания, Чехословакия стали использовать иной принцип организации лечебного процесса — создание больничных отделений не по профилю заболеваний, а по тяжести болезни, т. е. для больных, нуждающихся в интенсивной терапии и реанимации для больных-хроников, нуждающихся в восстановительном лечении. Созда-

ние таких специализированных отделений позволяет организовать и высококвалифицированный лечебный процесс поточным методом в относительно короткие сроки. В такие отделения объединяются больные с различными заболеваниями, но в состоянии одинаковой тяжести.

В последние годы появился новый тип больницы для больных хроническими и длительно текущими заболеваниями, где больные лечатся и находятся под контролем врачей несколько месяцев. В Москве создан артрологический центр по лечению больных с заболеваниями суставов и опорно-двигательного аппарата. Больной проходит полное клиническое обследование в поликлинике, в стационаре находится всего 7—10 дней, где купируются обострения заболевания и определяется схема лечения. После выписки из стационара больной продолжает медикаментозное лечение дома и проходит курс восстановительного лечения амбулаторно в центре. На протяжении всего периода лечения больной находится под наблюдением своего врача. Такая система лечения позволяет пройти через стационар большому числу больных, экономически выгодна и дает хороший лечебно-профилактический эффект.

В настоящее время за рубежом развивается идея «индустриализации» лечебного процесса, когда больной проходит лечение по определенным этапам: 1-й этап — обследование и диагностика заболевания, 2-й этап — лечение, 3-й этап — восстановление, экспертиза трудоспособности, контроль отдаленных последствий и оценка эффективности лечения. Каждый этап осуществляет своя бригада специалистов, т. е. больной в процессе лечения наблюдается несколькими врачами. Сущность такой системы — поточный метод обследования и лечения больных, высокоэкономичный и эффективный. Однако такой метод выхолащивает индивидуальность лечения, лишает больного психологического контакта со «своим» врачом, исключает влияние на больного личности врача. Таким образом, с развитием медицинской науки и техники, с изменением структуры заболеваний населения и задач здравоохранения на конкретном историческом этапе появляются новые идеи и принципы больничного строительства, новые архитектурно-планировочные решения больниц, их оборудования и оснащения. При санитарной экспертизе объектов больничного строительства осуществляется оценка ситуационного и генерального плана больниц, а также внутренней планировки различных подразделений больничного комплекса.

С 50-х годов больничное строительство стало типовым. Это значит, что типовой проект лечебного учреждения увязывают с конкретной местностью и ситуацией (окружением) на данной территории. При строительстве больницы прежде всего рассматривают ситуационный план, т. е. размещение больницы на территории города, и выбирают участок для нее.

Больницы могут размещаться на окраине города и на участках, расположенных в окружении городской застройки. Общесоматические больницы располагаются, как правило, в пределах населенных пунктов, специализированные больницы (психиатрические, туберкулезные и др.) с длительными сроками лечения больных целесообразно размещать в природной зоне, среди зеленых массивов.

Амбулаторно-поликлинические учреждения должны находиться в пределах пешеходной доступности для населения. При размещении больницы в преде-

лах городской застройки необходимо уменьшить плотность застройки участка, высвобождая площадь для больничного парка. Это в свою очередь диктует застройку участка больничными зданиями преимущественно высотной композиции.

Больницы, находящиеся на окраине города, имеют более разобщенную композицию и относительно небольшую этажность зданий, что создает возможность максимального использования природных факторов.

Участок для больницы следует выбирать с учетом линий общественного пассажирского транспорта и общегородских инженерных сооружений (водопровод, канализация). Участок больницы должен располагаться на возвышенной, сухой и хорошо проветриваемой местности, вблизи зеленых массивов.

Лечебные учреждения следует располагать вдали от источников шума и загрязнения атмосферного воздуха, промышленных предприятий, железнодорожных путей, городских магистралей с интенсивным движением транспорта, аэродромов, больших спортивных сооружений, коммунальных объектов по очистке и обезвреживанию сточных вод и твердых отбросов, производственных зон совхозов и др. Между больничным участком и промышленными предприятиями должны соблюдаться санитарно-защитные зоны. Больницы располагают с наветренной стороны по отношению к объектам, загрязняющим воздух.

Больницы рекомендуется строить на хорошо инсолируемых, сухих, возвышенных территориях со спокойным рельефом. Наиболее благоприятны пологие склоны, обращенные в южную сторону, что обеспечивает естественный сток атмосферных вод и лучшие условия инсоляции.

Пути сообщения с больницей должны быть удобными, проезжая часть дорог должна быть асфальтирована в целях снижения шума и вибрации от транспорта. Наиболее рациональна прямоугольная конфигурация больничного участка с соотношением сторон 1 : 2 или 2 : 3, что позволяет удобно разместить корпуса больницы с подъездными путями к ним. Лечебные корпуса должны располагаться не ближе 50 м от красной линии улицы для ослабления городского шума.

Размеры участка больницы определяются системой застройки и числом коек (табл. 11.1).

При гигиенической оценке больничного строительства большое значение имеет рациональное расположение больничных зданий на территории участка. Размещение зданий на территории больничного участка принято называть генеральным планом, который в значительной мере определяется системой застройки.

**Таблица 11.1.** *Размеры площади участка больницы (в га) в зависимости от системы застройки*

| Число коек | Децентрализованная | Смешанная | Централизованная |
|---|---|---|---|
| 100 | 3,0 | 2,5 | 2,0 |
| 300 | 4,5 | 4,0 | 3,5 |
| 600 | 6,5 | 6,0 | 5,5 |
| 1000 | 11,0 | 10,5 | 10,0 |

В настоящее время существует 3 системы застройки больничных комплексов: централизованная, децентрализованная (павильонная) и смешанная. Эти термины следует понимать условно, поскольку существует ряд переходных форм. При павильонной системе застройки больничный комплекс расчленяется по всем или по основным отделениям, которые размещаются в отдельных корпусах (например, терапевтическое, акушерское, хирургические отделения). Такая застройка благоприятна в смысле предупреждения внутрибольничных инфекций, облегчает использование больными парка и создание охранительного режима. Однако большая земельная площадь, необходимость возведения дополнительных подсобных и диагностических помещений, увеличение путей передвижения больных и персонала удорожают строительство и делают такую застройку неприемлемой в условиях современного города.

Централизованная система застройки, когда все отделения сосредоточены в одном корпусе за исключением инфекционного и патологоанатомического, имеет ряд преимуществ. При такой системе рациональнее используются все лечебно-диагностические кабинеты (рентгеновский, лаборатории функциональной диагностики и т.п.), облегчается эксплуатация санитарно-технических устройств и оборудования, укорачиваются пути движения больных, персонала, ускоряется доставка пищи из пищеблока в палаты, сокращаются строительно-эксплуатационные расходы.

В городских условиях централизованная система требует меньших земельных площадей, чем павильонная, из-за уменьшения процента застройки (с 15 при децентрализованной до 7–8), что позволяет увеличить норму зеленых насаждений на 1 койку на 20–30%.

Однако размещение в одном корпусе различных отделений, особенно поликлиники и административной части, создает определенные трудности в организации лечебно-охранительного и санитарного режима и использовании больничного парка для прогулок.

При смешанной системе все основные соматические отделения размещаются в главном корпусе, а инфекционное, родильное, детское отделения, поликлиника и административная часть располагаются в отдельных зданиях.

В настоящее время при строительстве крупных многопрофильных больниц применяется блочная система застройки. При этой системе почти все отделения располагаются в моноблоках и объединяются теплыми переходами. В отдельные здания выносятся инфекционное, радиологическое, патологоанатомическое отделения, административно-хозяйственная часть.

С гигиенической точки зрения важен процент застройки участка, наиболее приемлема застройка не более 15% всей площади. Это дает возможность организовать аэро- и гелиотерапию и в случае необходимости расширить строительство больницы.

Под зеленые насаждения должно отводиться не менее 60% площади участка. По периметру участка устраивают защитную зеленую полосу. Остальная площадь отводится под подъездные пути и пешеходные дорожки. В целях создания оптимального санитарно-противоэпидемического, лечебно-охранительного режима и психологического комфорта на территории больницы выделяют несколько функциональных зон: лечебных неинфекционных корпусов, поликлиники, патологоанатомического корпуса, хозяйственных построек (хоздвор).

К территории больницы предусматривают несколько подъездных путей: в зоны лечебных корпусов, к патологоанатомическому корпусу и в хозяйственную зону.

Между инфекционными и хозяйственными корпусами и корпусами соматическими должны быть разрывы не менее 50 м. Наибольшее значение имеет размещение лечебных корпусов с точки зрения аэрации и инсоляции, поэтому палатный фронт лечебных корпусов в средней климатической полосе должен быть ориентирован на юго-восток. В южной полосе для защиты палат от перегревания рекомендуется южная или северная ориентация. Наиболее неблагоприятна в этих широтах западная ориентация.

Зона озеленения позволяет больным отдыхать на свежем воздухе и помогает созданию лечебно-охранительного режима. Значение зеленых насаждений велико и определяется их влиянием на микроклиматические условия окружающей среды. На озелененных участках создается благоприятный микроклимат как летом, так и зимой. В летнее время температура воздуха снижается, зимой повышается. Благодаря увеличенной влажности и снижению подвижности воздуха создается ощущение прохлады. Летом снижаются радиационные температуры почвы и ограждений, зданий, тротуаров, что особенно важно для южных городов. В зоне озеленения интенсивность шума снижается на 30–40% первоначальной величины. Ветрозащитное действие деревьев распространяется на расстояние, равное их десятикратной высоте.

Зелень оказывает также противопылевое действие как летом, так и зимой. Это объясняется выпадением из воздуха пылевых частиц вследствие снижения скорости ветра при прохождении воздуха через зеленые насаждения. Крона, смолистые стволы не только задерживают пыль, но и адсорбируют газы и пары, а также бактериальные взвеси. Особенно велико пылезащитное значение кустарниковых бордюров и газонов, которые, фильтруя воздух, очищают его. Говоря о значении зелени для чистоты атмосферного воздуха, следует упомянуть о фитонцидах. Еще из древней медицины известно благотворное влияние на заживление ран листьев подорожника, алоэ и т.д. Тысячи видов растений и деревьев выделяют фитонциды (эфирные масла, смолы, летучие вещества), которые губительно действуют не только на сапрофитные, но и на патогенные микроорганизмы. Фитонциды листьев березы, можжевельника, тополя и пихты оказывают бактерицидное действие, убивают стафилококки, стрептококк, микобактерию туберкулеза. Листья дуба и хвоя выделяют фитонциды, убивающие кишечную палочку, возбудителей дизентерии, брюшного тифа. Оздоровляющее действие дубовых рощ и сосновых боров общеизвестно.

Рекомендуется максимальное озеленение больничной территории не только внутриусадебными зелеными насаждениями, но и защитной полосой по периметру больничного участка из расчета 25 м$^2$ на 1 койку с устройством площадок для климатотерапии и лечебной физкультуры.

В генеральном плане больниц необходимо предусмотреть устройство отдельных площадок с зелеными насаждениями для неинфекционных, инфекционных и детских отделений. В детских отделениях целесообразно устраивать также балконы, террасы, навесы и т.д.

Планировка участков детских больниц должна предусматривать прогулки детей с соблюдением принципа групповой изоляции.

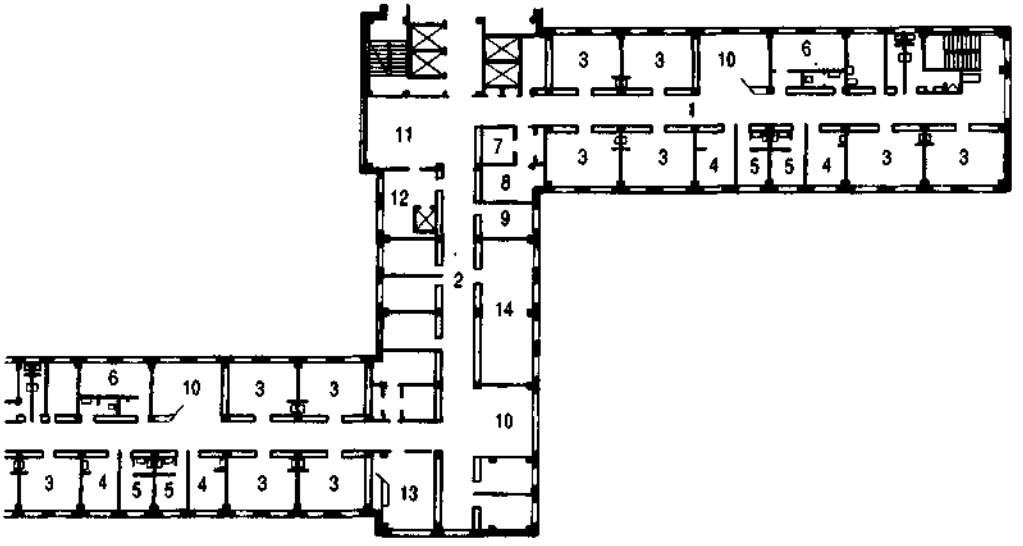



**Рис. 11.6.** План типового отделения на 60 коек в районной больнице на 300 коек.

1 — терапевтическая секция на 30 коек; 2 — общее помещение для терапевтических отделений; 3 — палата на 4 койки; 4 — палата на 2 койки; 5 — палата на 1 койку; 6 — процедурная; 7 — клизменная; 8 — ванная комната; 9 — кабинет врача; 10 — помещение дневного пребывания больных; 11 — столовая; 12 — буфетная; 13 — палата интенсивной терапии; 14 — помещение для кондиционеров.

На территории детской больницы несколько изолированных друг от друга участков предназначены для прогулок и отдыха детей различного возраста из разных отделений.

К внутренней планировке больниц также предъявляются определенные санитарно-гигиенические требования. Основное звено больничного отделения — палатная секция. Наиболее традиционна линейная форма палатной секции, что объясняется простотой планировки и конструктивного решения, удобством размещения вспомогательных помещений и коммуникаций, хорошей обзорностью палат с поста дежурной медсестры, достаточной инсоляцией, удобством обслуживания больных и т.д. (рис. 11.6).

Различают однокоридорные и двухкоридорные палатные отделения.

Однокоридорные отделения могут быть с односторонней и двусторонней застройкой коридора.

Односторонняя застройка коридора — наиболее ранняя система; она использовалась в больницах павильонного типа с небольшим числом коек. При такой застройке палатный фронт ориентирован на южные румбы, боковой коридор — на северные, он служит также резервуаром чистого воздуха, используется для дневного пребывания больных. Такая планировка допускает хорошую инсоляцию палат и их активное естественное проветривание. Однако такая планировка экономически невыгодна, поэтому возник другой вид внутренней планировки — однокоридорный с двусторонней застройкой. Она стала типичной для больниц централизованной системы. Такое отделение имеет центральный коридор, по обе стороны которого располагаются палаты и под-

**Таблица 11.2.** Требования к ориентации помещений больниц

| Помещения | Южнее 45° с. ш. | 45–55° с. ш. | Севернее 55° с. ш. |
|---|---|---|---|
| Палаты | Ю, ЮВ, В, С*, СВ*, СЗ* | Ю, ЮВ, В, СВ*, СЗ* | Ю, ЮВ, ЮЗ, СЗ*, СВ* |
| Операционные, реанимационные, секционные | С, СВ, СЗ | С, СВ, СЗ | С, СВ, СЗ, В |

* Допускается ориентация окон палат, общее число коек в которых составляет не более 10% общего числа коек отделения.

собные помещения. Сквозное естественное проветривание палат стало невозможным, потребовалась искусственная вентиляция. Не все палаты имеют благоприятную ориентацию по странам света: в палатах, обращенных на северные румбы, формируются менее благоприятные условия микроклимата и инсоляции (табл. 11.2).

В дальнейшем как переходный вариант однокоридорной застройки появилась пунктирная застройка коридора, т. е. предусматривались свободные участки коридора, что создавало световые разрывы (холлы), которые использовались для дневного пребывания больных (табл. 11.3, 11.4).

**Таблица 11.3.** Температура воздуха и кратность воздухообмена в больничных помещения

| Помещения (палаты) | Температура, °С | Воздухообмен в 1 ч | |
|---|---|---|---|
| | | приток | вытяжка |
| Палаты для взрослых больных, помещения для матерей детских отделений, помещения для гипотермии, палаты для больных туберкулезом (взрослых и детей) | 20 | 80 м³ на 1 койку | |
| Палаты для больных гипотиреозом | 24 | То же | |
| Палаты для больных тиреотоксикозом | 15 | » » | |
| Манипуляционно-туалетные для новорожденных | 25 | 1,5 | 2 |
| Послеоперационные палаты, реанимационные залы, палаты интенсивной терапии, родовые палаты, родовые боксы, операционные, операционно-диализные, наркозные, палаты на 1–2 койки для больных с ожогами | 22 | По расчету, но не менее 10 | |
| Послеродовые палаты | 22 | 80 м³ на 1 койку | |
| Палаты на 3–4 койки для больных с ожогами, палаты для детей | 22 | То же | |
| Палаты для недоношенных, травмированных, грудных и новорожденных детей | 25 | По расчету, но не менее 80 м³ на 1 койку | |
| Боксы и полубоксы, фильтр-боксы, предбоксы, палатные секции инфекционного отделения | 22 | 2,5 (подача воздуха в коридор) | 2,5 |
| Предродовые, фильтры, приемно-смотровые, перевязочные, манипуляционные, предоперационные, процедурные, помещение для сцеживания грудного молока, комнаты для кормления детей в возрасте до 1 года, помещения для прививок | 22 | 1,5 | 2 |
| Шлюзы в боксах и полубоксах инфекционных отделений | 20 | – | – |
| Малые операционные | 22 | 10 | 5 |
| Помещения для хранения трупов | 2 | – | 3 |

Таблица 11.4. Нормы освещенности больничных помещений

| Помещения | Освещенность рабочих поверхностей, лк | Источник света |
|---|---|---|
| Операционные | 400 | л. л. |
| Родовая, диализная, реанимационные залы | 200 | л. н. |
| Наркозная, перевязочная (чистая, гнойная, гипсовая) | 500<br>200 | л. л.<br>л. н. |
| Предоперационная | 300<br>150 | л. л.<br>л. н. |
| Кабинеты хирургов, акушеров-гинекологов, травматологов, педиатров, инфекционистов, дерматовенерологов, аллергологов, стоматологов, смотровые, приемно-смотровые боксы | 500<br>200 | л. л.<br>л. н. |
| Кабинеты функциональной диагностики, эндоскопические кабинеты | 150<br>150 | л. н.<br>л. л. |
| Фотарии, помещения электро-светолечения, аэроионолечения, теплолечения, лечебной физкультуры, массажа, механотерапии | 75 | л. н. |
| Кабинет рентгенобронхоскопии, лапароскопии | 200 | л. н. |
| Рентгенодиагностический кабинет | 50 | л. н. |
| Кабинеты флюорографии, рентгеновских снимков зубов, приготовления бария | 200<br>100 | л. л.<br>л. н. |
| Радиометрическая, дозиметрическая | 300<br>150 | л. л.<br>л. н. |
| Кабинет для терапии излучениями высоких энергий, сканерная | 300<br>150 | л. л.<br>л. н. |
| Кабинет внутриполостной гамма-терапии | 400<br>200 | л. л.<br>л. н. |
| Палаты детских отделений для новорожденных, послеоперационные палаты, палаты интенсивной терапии и для больных глаукомой, приемные фильтры и боксы | 150<br>75 | л. л.<br>л. н. |
| Палаты психиатрических отделений | 100 | л. л. |
| Кабинеты врача-лаборанта, для взятия проб крови, проб цитологических исследований, коагулографии, фотометрии, освоения методик | 300<br>150 | л. л.<br>л. н. |
| Кабинеты медсестер, сестер-хозяек, посты дежурных медсестер, моечные | 300<br>150 | л. л.<br>л. н. |
| Коридоры в операционном блоке, родовых, в отделениях реанимации и интенсивной терапии, коридоры-ожидальные в амбулаторно-поликлинических отделениях | 150<br>75 | л. л.<br>л. н. |
| Коридоры в палатных отделениях | 100<br>50 | л. л.<br>л. н. |

Условные обозначения: л. н. – лампы накаливания; л. л. – лампы люминесцентные.

В связи с развитием строительства многокоечных больниц блочной системы, с увеличением этажности зданий возникла необходимость максимальной компактности больничного комплекса в условиях города. В 70-х годах появились двухкоридорные палатные отделения, которые располагались в высотном блоке по всему периметру здания. Отделение имеет два параллельных коридора, по наружным сторонам которого и в торце здания располагаются

палаты. Территория между двумя коридорами занята вспомогательными помещениями, кабинетами врачей, шахтами для санитарно-технического оборудования и транспортными узлами.

Палаты ориентированы на 3 стороны горизонта, но помещения центральной части отделения плохо вентилируются, отсутствует естественное освещение. Для создания благоприятного микроклимата и воздушного режима в помещениях такого отделения необходимо кондиционирование воздуха, эффективное искусственное освещение лампами дневного света.

Увеличение ширины моноблоков корпусов позволило создать компактную двухкоридорную застройку отделения, когда палаты ориентированы на все стороны горизонта. Появились разнообразные варианты такой застройки – Т-образные, угловые, многоугольные, квадратные, криволинейные, круглые. Такие отделения компактны, имеют хорошую обзорность, экономически выгодны, но с гигиенической точки зрения все они имеют те или иные недостатки. Это неудовлетворительная инсоляция в ряде палат, отсутствие естественного освещения в помещениях, расположенных в центре отделения, трудности создания благоприятного воздушного режима. Расположение лифтов в центре отделения создает дополнительный шум.

## Основные структурные подразделения больницы

В структуре больницы предусмотрены следующие подразделения: 1) приемное отделение (с диагностическими койками или изолятором); 2) палатные специализированные отделения; 3) отделение анестезиологии и реанимации и палаты интенсивной терапии; 4) лечебно-диагностическое отделение, куда входят кабинеты рентгеновские, радиологические, физиотерапевтические, функциональной диагностики, лечебной физкультуры, лабораторной диагностики, клинические, биохимические, бактериологические и др.; 5) патологоанатомическое отделение; 6) административно-хозяйственная часть (канцелярия, кухня, прачечная, гараж). Самостоятельными подразделениями являются аптека и поликлиника.

В крупных больницах, кроме того, могут быть дополнительные структурные подразделения: 1) консультативная поликлиника с пансионатом для больных, прибывших из отдаленных районов; 2) отделение экстренной медицинской помощи (со средствами авиации и наземного транспорта); 3) организационно-методический отдел с отделением медицинской статистики; 4) гостиница для врачей и медсестер, прибывших на специализацию.

Важнейшим подразделением больницы является приемное отделение. В приемном отделении осуществляются осмотр и обследование вновь поступивших больных, их распределение по характеру и тяжести заболевания, проводится санитарная обработка больных и оформление первичной медицинской документации. В случае необходимости в приемном отделении оказывают первую медицинскую помощь, а также проводят наблюдение за больными до уточнения диагноза (осадочные палаты). В крупных больницах в состав приемного отделения входит реанимационная палата для оказания экстренной медицинской помощи при нарушении жизненно важных функций. В больницах н

500 коек и более организуется диагностическое отделение из расчета 2–3 койки на 100 больничных коек.

Планировка приемного отделения должна исключать возможность перекрестного заражения больных. Обычно выделяются ожидальная, смотровая комната и помещение для санитарной обработки больных (в крупных больницах по типу шлюза). Кроме того, в состав приемного отделения входят вестибюль-ожидальная, регистратура со справочной, кабинет дежурного врача, уборные для персонала и больных, помещения для хранения одежды больных, каталок и предметов уборки. Помещения для выписки больных располагаются обычно смежно с вестибюлем. Важно, чтобы выписавшийся из больницы человек уходил через отдельную дверь, разобщенную с входом для поступающих больных.

С целью предотвращения внутрибольничных инфекций приемные отделения для детского, акушерского, туберкулезного, инфекционного, кожно-венерологического отделений должны быть самостоятельными и располагаться при каждом из этих отделений. Помещения для приема и выписки психически больных должны быть самостоятельными и располагаться в самом отделении.

При централизованной и смешанной системах застройки больниц приемное отделение размещается в главном корпусе, при децентрализованной системе — в корпусе с наибольшим числом коек. Во всех случаях приемное отделение должно располагаться вблизи въезда на территорию больницы. Путь санитарной машины с улицы к приемному отделению должен быть кратким, не пересекаться с внутренними дорогами больницы, участка. Сейчас в новых больницах проектируется пандус для санитарной машины со специальным тамбуром у входа в приемное отделение.

Основной структурной и функциональной единицей больничного здания является больничная секция, представляющая собой изолированный комплекс из палат, лечебно-вспомогательных и хозяйственных помещений, коридора и санитарного узла. Больничная секция предусматривается для больных с однородными заболеваниями. Палатная секция на 25–30 коек считается наиболее целесообразной для обеспечения благоприятных условий пребывания, успешной организации лечебного процесса и ухода за больными, поддержания чистоты и порядка в помещениях. Две палатные секции составляют отделение, которое имеет общий штат медицинского персонала.

Палатное отделение — основной функциональный элемент стационара. Вместимость отделения, как правило, 60 коек, в отдельных случаях она может быть увеличена до 90–120 коек или уменьшена до 15–45 коек. В каждой палатной секции для взрослых проектируется 60% палат на 4 койки и по 20% однокоечных и двухкоечных палат. На обе секции палатного отделения предусматривается нейтральная зона, где находятся помещения для дневного пребывания больных, кабинеты врачей, сестры-хозяйки, старшей медсестры, буфетная и столовая, а также специальные помещения (процедурная, кабинеты врачей-специалистов), санузлы.

В больничном корпусе палатные секции занимают около 60% площади. Сейчас отношение площади палат к вспомогательным помещениям составляет 1:1 и увеличивается в пользу последних. Отделение снабжено лифтами и лестницами. Пищу доставляют в отделение специальным лифтом, находящимся

в буфетной. Палаты должны группироваться компактно, обслуживающие помещения (процедурная, клизменная и др.) обосабливаются. Посты медсестер должны располагаться так, чтобы медсестра со своего рабочего места могла просматривать коридор и входы во все палаты и вспомогательные помещения. Важным элементом палатной секции являются коридоры и лестницы.

Коридоры не только связывают помещения, но и представляют собой удобную вспомогательную площадь. Достаточно широкие коридоры (не менее 2,5 м) можно использовать в качестве столовых, постов для медсестер, помещений для дневного пребывания больных. Кроме того, коридоры (особенно боковые) являются дополнительными резервуарами чистого воздуха, что допускает сквозное проветривание палат. Ширина коридора не менее 2,4–2,5 м, она должна допускать свободное передвижение и повороты носилок и каталок.

Лестницы должны также обеспечить свободное передвижение санитаров с носилками, удобные повороты носилок на междумаршевых площадках. Ширина маршей должна быть не менее 1,6–1,8 м.

Санитарные узлы выносят на периферию секции. В современных больницах санитарные узлы находятся при палатах («приближенные» санузлы), что очень удобно для больных.

С гигиенической точки зрения наиболее целесообразны палаты на 1–2 койки. Палаты на 4 человека удобны для обслуживания больных и экономически оправданы. Санитарными нормами проектирования палатные отделения разделены на 4 группы:

- неинфекционные отделения для взрослых, в том числе психиатрические;
- детские неинфекционные отделения;
- инфекционные отделения;
- радиологические отделения.

Такое деление проведено с учетом специфики лечебного процесса (использование радиоактивных веществ), особенностей заболеваний (опасность внутрибольничного заражения) или возраста больных.

Палаты — место круглосуточного пребывания больных, поэтому они должны иметь достаточную площадь и кубатуру на 1 больного с благоприятным тепловым, воздушным и световым режимом. В связи с этим в неинфекционных отделениях предусматриваются следующие оптимальные величины площади и кубатуры палаты:

- однокоечная палата без шлюза — 9 м$^2$;
- однокоечная палата со шлюзом — 12 м$^2$;
- в палатах на 2 койки и более — 7 м$^2$ на 1 койку;
- высота палат — не менее 3 м;
- кубатура на 1 койку — не менее 20 м$^3$.

Третьим структурным подразделением современной больницы является лечебно-диагностическое отделение. Как указывалось выше, это подразделение больницы наиболее мобильно и обширно, подвергается наибольшей модернизации. Увеличение площадей больничного комплекса определяется в основном расширением этого подразделения, появлением новых структурных единиц в его составе.

Операционный блок — основная структурная единица лечебно-диагностического отделения. Планировка и режим работы операционного блока должны

обеспечить максимальную асептику. Основным условием размещения операционного блока является его надежная изоляция от других подразделений и служб больницы при сохранении удобных связей с отделением анестезиологии, палатными отделениями хирургического профиля, центральным стерилизационным отделением. С этой точки зрения для операционного блока лучше выделять отдельную пристройку или крыло корпуса больницы. Можно также размещать операционный блок на верхнем этаже больницы и обязательно в тупиковой зоне (по горизонтали или вертикали). Для соблюдения асептики в операционном блоке выделяют чистую и гнойную зоны. Набор и планировка помещений для чистых и гнойных операций идентичен. В планировочном отношении помещения операционного блока условно делят на 4 группы в зависимости от степени соблюдения асептики и защиты от внутрибольничных инфекций. Самые строгие требования в отношении асептики предъявляются к операционным, затем следуют предоперационные и наркозные, далее помещения для хранения крови, аппаратуры и, наконец, помещения для персонала (протокольные, сестринская, лаборатория срочных анализов) и «чистая зона» санпропускника для персонала (табл. 11.5, 11.6; рис. 11.7, 11.8).

Операционную желательно проектировать на один стол, площадью 36–48 м$^2$ при высоте помещения не менее 3,5 м. Операционные, предназначенные для демонстрации, должны иметь смотровые галереи, купола и телевизионные

**Таблица 11.5.** Носительство патогенных стафилококков среди отдельных груп обслуживающего персонала (средние данные)

| Контингент | Носители | |
|---|---|---|
| | абс. | % |
| Санитарки | 88 | 69,1 |
| Медсестры и другой средний медицинский персонал | 244 | 53,5 |
| Врачи, заведующие отделением, доценты и другие научные работники | 186 | 41,8 |
| Всего ... | 518 | 54,8 |

**Таблица 11.6.** Обсеменение патогенными стафилококками смывов с различных предметов больничной среды (средние данные)

| Отделения | Всего проб | Содержат патогенные стафилококки | |
|---|---|---|---|
| | | абс. | % |
| Для недоношенных детей | 317 | 18 | 5,78 |
| Для новорожденных | 105 | 9 | 8,57 |
| Для грудных детей | 186 | 14 | 7,52 |
| Для детей раннего возраста | 294 | 26 | 8,84 |
| Для детей с хронической неспецифической пневмонией | 394 | 49 | 12,44 |
| Хирургические | 412 | 43 | 10,44 |
| Ревматологические | 119 | 17 | 14,28 |
| Всего ... | 1827 | 176 | 9,63 |

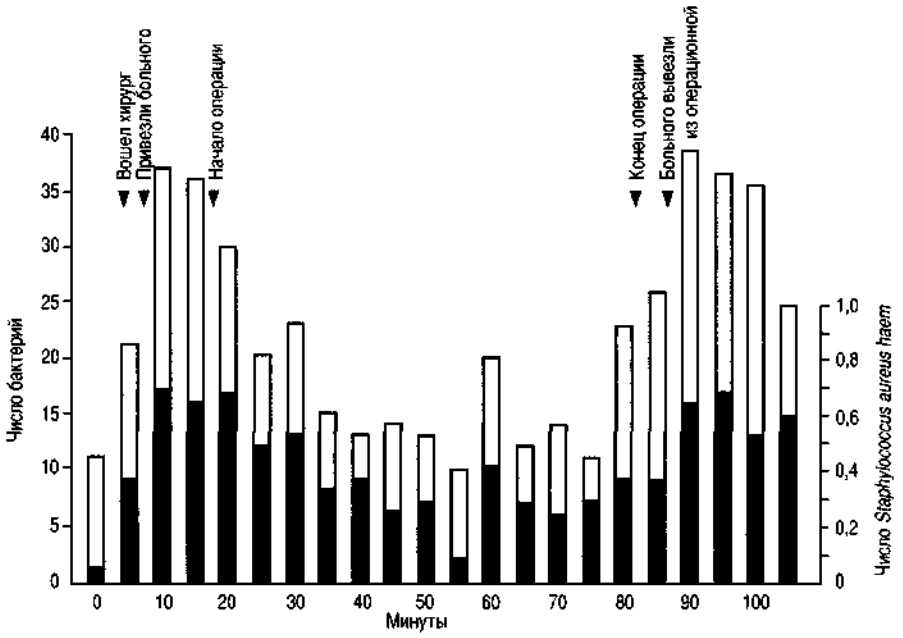



**Рис. 11.7.** Результаты бактериологического исследования проб воздуха во время одной операции.

Темная часть столбика — общее число бактерий; светлая — число *Staphylococcus aureus*.

**Рис. 11.8.** Профилактика внутрибольничных инфекций (по Э.Б. Боровику).

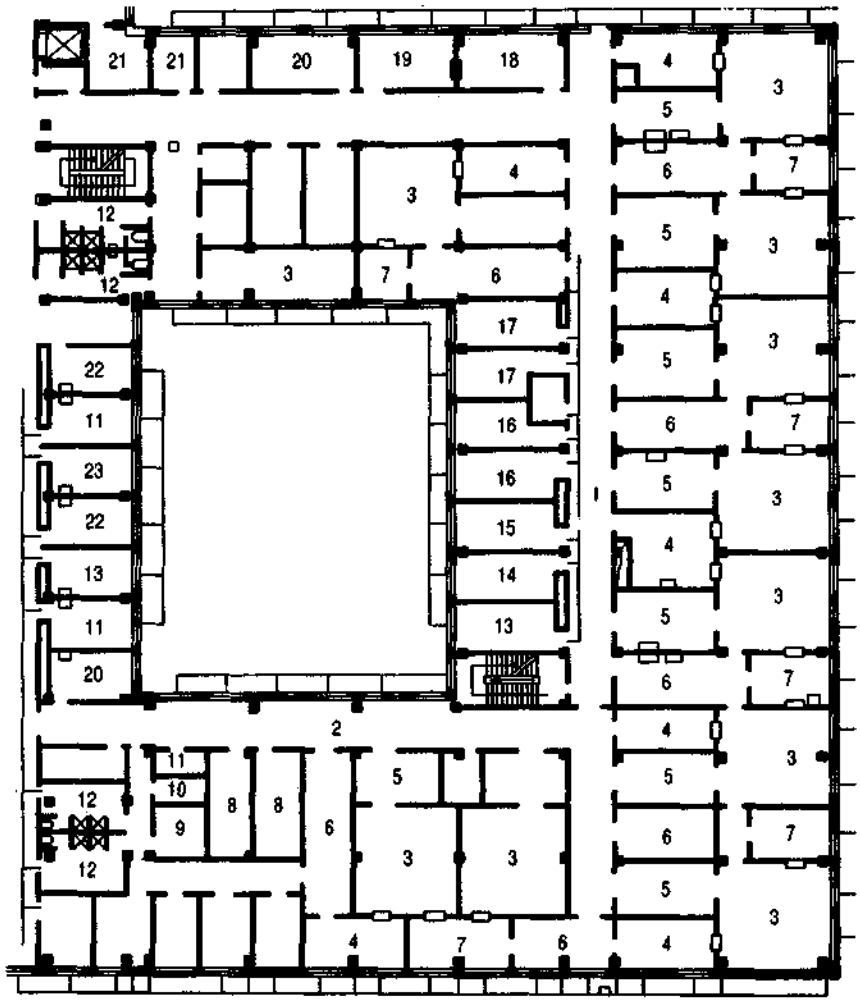



**Рис. 11.9.** План операционного блока городской многопрофильной больницы на 600 коек.
1 — «чистый» операционный блок; 2 — «гнойный» операционный блок; 3 — операционная; 4 — аппаратная; 5 — наркозная; 6 — предоперационная; 7 — стерилизационная; 8 — помещение для хранения рентгеновских пленок; 9 — чистая бельевая; 10 — материальная; 11 — помещение для хранения чистого инструмента; 12 — санпропускник; 13 — помещение для хранения крови; 14 — комната медсестер; 15 — комната анестезиологов; 16 — комната хирургов; 17 — протокольная; 18 — монтажная АИК; 19 — мойка АИК; 20 — помещение для разборки и мытья инструментов; 21 — помещение для приготовления и хранения гипса; 22 — кабинет заведующего отделением; 23 — лаборатория срочных анализов.

установки (рис. 11.9). За последние годы в практике зарубежного строительства больниц появилась тенденция проектировать операционные залы без окон с целью защиты от шума и пыли. Однако появилось сообщение, что персонал, работающий в таких помещениях с искусственным освещением, предъявляет жалобы на повышенную утомляемость и плохое самочувствие.

Отделение анестезиологии-реанимации предусматривается в многопрофильных больницах вместимостью 500 коек и более. Как правило, в крупных боль-

ницах создаются два подразделения — для вновь поступающих больных и для больных из операционного блока и других отделений больницы. Одно подразделение анестезиологии-реанимации располагается на первом этаже при приемном отделении больницы, второе — в блоке лечебно-диагностических отделений, ближе к операционному блоку.

Основные структурные единицы отделения: реанимационная, предреанимационная (18 м$^2$), палаты интенсивной терапии, лаборатория срочных анализов (36—48 м$^2$), помещения для диагностической и лечебной аппаратуры и другие вспомогательные помещения.

При планировке отделения должно быть все предусмотрено для обеспечения лечебного и диагностического процесса; подводка кислорода и других лечебных газов, вакуума, электрического тока, воды к каждой койке и создана возможность размещения у койки того или иного оборудования, связь с центром наблюдения за больными.

Мощность отделений функциональной диагностики зависит от числа коек в лечебном учреждении. В больницах на 400 коек и более устраиваются два отделения: одно для обслуживания больных стационара, другое для поликлинического отделения. В состав отделения функциональной диагностики входят различные кабинеты для проведения специальных методов исследования. Это кабинеты электрокардиографии, векторкардиографии, оксигемотерапии и капилляроскопии, электрокинографии, тахоосциллографии, пульсотахометрии, осциллографии и плетизмографии, баллистокардиографии, реовазографии, кабинеты для исследования основного обмена, обследования органов дыхания и эндокринной системы, кабинеты электроэнцефалографии, миографии, кабинеты для эндоскопических исследований желудка, кишечника, бронхов, мочевого пузыря. Лечебно-диагностический процесс в современных больницах предусматривает также разнообразные рентгеновские исследования.

Рентгенодиагностическая служба больницы организуется на базе центрального рентгенодиагностического отделения с самостоятельными рентгеновскими кабинетами в некоторых отделениях (инфекционных, туберкулезных, приемных отделениях и т.д.). Целесообразно размещать центральное рентгеновское отделение на стыке стационара и поликлиники, на одном из этажей лечебно-диагностического корпуса больницы. Окна процедурных этого отделения не должны выходить на пешеходные дороги или располагаться вблизи других лечебных корпусов больницы. Специальные рентгенодиагностические кабинеты (для уро-, бронхо-, ангиографии) следует размещать вблизи палатных секций или операционных блоков. Защита от рентгеновского излучения смежных помещений обеспечивается применением в ограждающих конструкциях свинца, баритовой штукатурки, бетона. Толщину ограждений рассчитывают с учетом радиационной безопасности.

В планировочном отношении выделяется стандартный блок — процедурная, пультовая, фотолаборатория. Подсобные помещения отделяют от этого блока коридором. Помещение процедурной должно обеспечивать свободное размещение аппаратуры, возможность подъезда каталки с больным и свободный разворот носилок. Маршруты движения больных в процедурной должны быть прямолинейны, без обхода оборудования, мебели.

**Отделение восстановительного лечения или реабилитации** используется для обслуживания больных как стационара, так и поликлинического отделения. В целях профилактики внутрибольничной инфекции в планировочном решении отделения предусматривается разобщение больных стационара и поликлинического отделения, устраиваются два входа.

В отделении восстановительного лечения проводят все виды терапевтического лечения (электро-, свето-, водо-, грязелечение), лечебную физкультуру, массаж, механо- и трудотерапию. В современных больницах эти отделения часто занимают отдельный корпус, так как помещения этого отделения весьма объемны. В корпусе имеется отделение физиотерапии с кабинетами электро- и светолечения, микроволновой и ультравысокочастотной терапии, а также ингаляторий; кабинет теплолечения с кабинетами для тепловых процедур, аппликаций парафина и озокерита. Отделение водолечения имеет душевой зал, помещения для ванн (общих, местных, субаквальных), подводного душ-массажа. Обязательным элементом такого отделения является плавательный бассейн площадью не менее 180 м$^2$.

В арсенале лечебно-восстановительного лечения используется грязелечение. Для грязелечебных процедур устраивают кабины для раздевания, залы для грязелечения из расчета 8–12 м$^2$ на 1 кушетку в душевой кабине. Для занятий лечебной физкультурой предусматриваются как отдельные кабинеты, так и залы для групповых занятий общей площадью не менее 100 м$^2$. Имеются также отдельные кабинеты для массажа и механотерапии. Кроме специальных кабинетов, в этом отделении предусматриваются комнаты отдыха для больных после лечебных процедур. Комнаты отдыха должны быть оборудованы кушетками и креслами для отдыха. К служебным помещениям, кроме кабинета врача, относятся кладовые для белья, баллонов с кислородом и углекислотой, помещения для ремонта и хранения аппаратуры, душевые комнаты для персонала.

Важным элементом лечебно-диагностического отделения являются клинико-диагностические лаборатории. Современные физико-химические методы исследования, применение электроники и автоматики делают клинико-диагностические лаборатории мощными специализированными отделениями, способными проводить самые сложные и тонкие исследования.

В многокоечной больнице имеется мощное клинико-диагностическое подразделение, куда входят специализированные отделения: клиническое (для исследования мочи, кала, мокроты, желудочного сока), гематологическое, биохимическое, микробиологическое, серологическое, цитологическое. Клинико-диагностические лаборатории имеют отдельные помещения для приема и регистрации анализов от больных стационара и поликлиники, помещения для фотометрии, центрифугирования, для окраски проб и препаратов. В микробиологических лабораториях обязательны боксы для бактериологических исследований, средоварня, моечные, служебные помещения, кладовые для инструментария и белья, душевые для персонала. Помещения микробиологического отделения должны быть изолированы от остальных помещений лаборатории, для посетителей имеется отдельный вход.

В многокоечных больницах предусматривается самостоятельное патологоанатомическое отделение. Патологоанатомическое отделение размещается, как правило, в отдельном здании, имеет свои подъездные пути и располагается на

отдельном участке больничного парка. Секционная площадью не менее 20 м$^2$ рассчитана на один стол. В больницах на 600 коек и более допускаются секционные на два стола соответственно большей площади. В набор помещений этого отделения, кроме секционных, входят предсекционная, лаборатория гистологических исследований, фотолаборатория, препараторская, помещения для хранения трупов, траурный зал, а также служебные и другие помещения для персонала, канцелярия, вестибюль-ожидальная.

Помещения для вскрытия трупов инфекционных больных должны быть изолированы и иметь отдельный вход снаружи.

## Особенности планировочных решений специализированных отделений больниц

Планировка детских отделений должна исключать внутрибольничные заражения (табл. 11.7). Детские отделения изолированы от отделений взрослых и имеют самостоятельные подразделения (приемное отделение, лечебно-диагностическое отделение). Детское отделение на 60 коек и более размещается в отдельном корпусе с самостоятельными подъездными путями и озелененным участком. В детских отделениях набор помещений в каждой секции должен предусмотреть возможность самостоятельного функционирования секции на случай установления карантина в одной из секций. Все палаты в отделениях для детей до 3 лет должны быть боксированными, не менее 40–50% боксированных палат выделяют для детей до 7 лет и не менее 10–20% — в отделениях для детей старше 7 лет. В детских отделениях устраивают открытые веранды со съемным остеклением из расчета 2,5 м$^2$ на 1 ребенка. Общая площадь веранд должна обеспечить одномоментное размещение на них 50% больных отделения (табл. 11.8).

Для приема детей в неинфекционные отделения должны быть предусмотрены боксы в количестве 5% от числа коек в отделении и приемно-смотровые бок-

**Таблица 11.7.** Носительство патогенных стафилококков среди персонала и больных детей с учетом сезонов года

| Сезон года | Контингент обследованных | Обследовано | Из них являлись носителями | |
|---|---|---|---|---|
| | | | абс. | % |
| Зима | Персонал | 138 | 93 | 68,1 |
| | Дети | 230 | 158 | 68,7 |
| Весна | Персонал | 135 | 76 | 56,4 |
| | Дети | 196 | 121 | 61,9 |
| Осень | Персонал | 137 | 60 | 53,8 |
| | Дети | 207 | 121 | 58,7 |
| Лето | Персонал | 125 | 51 | 40,7 |
| | Дети | 194 | 98 | 50,6 |
| Всего... | Персонал | 513 | 230 | 54,05 |
| | Дети | 323 | 498 | 60,51 |

**Таблица 11.8.** Площади помещений отделения детской больницы

| Помещения | Площадь, м² |
|---|---|
| Полубокс на 1 койку | 22 |
| Палата на 1 койку | |
| без шлюза | 9 |
| со шлюзом | 12 |
| Палата на 2, 3 и 4 койки | 6 на койку |
| Кабинет врача | 10 |
| Процедурная | 18 |
| Столовая (для детей старше 3 лет) | 18 |
| Комната для игр (для детей в возрасте от 1 года до 6 лет) | 25 |
| Помещение дневного пребывания (для детей от 7 лет и старше) | 25 |
| Веранда отапливаемая (из расчета 50% детских коек в палатной секции) | 2,5 на койку |
| для больниц восстановительного лечения | 3,5 на койку |

сы – 3% числа коек. Для детей старше 1 года вместимость палат не более 4 коек, для детей до 1 года планируют палаты на 2 кроватки. Площадь на одну кроватку не менее 6 м². Помещения (спальня, комната отдыха-столовая, санузел) для матерей должны находиться вне отделения, количество мест в этих помещениях следует принимать равным 50% от числа коек для детей в возрасте до 3 лет.

Планировочные решения акушерского отделения должны обеспечить строгую изоляцию здоровых рожениц от больных, обеспечить поточность поступления рожениц в отделение, способствовать исключению внутрибольничного заражения (табл. 11.9). В акушерском отделении имеются физиологический и обсервационный блоки (так называемое 2-е, или сомнительное отделение) для рожениц с повышенной температурой, гнойничковыми и другими заболеваниями.

В приемно-смотровых помещениях акушерского отделения устраивается фильтр, через который роженица проходит из вестибюля-ожидальной. Предусмотрены две смотровые — одна для поступающих в родовое физиологическое отделение и в отделение патологии беременности и вторая для поступающих в обсервационное отделение. После осмотра в комнате-фильтре, где проводят термометрию, сбор анамнеза и уточнение эпидемиологических данных, выявляют гнойничковые заболевания кожи, грипп, ангину и т.д., роженица направляется в смотровую. Из смотровой роженица попадает в помещение для санитарной обработки и затем в отделение.

**Таблица 11.9.** Критерии оценки микробной обсемененности воздуха в родильных домах

| Помещения | Отбор проб воздуха | Общее число колоний в 1 м³ воздуха |
|---|---|---|
| Операционные, родильные залы 1-го и 2-го отделений | До начала работы<br>Во время работы | Не выше 500<br>Не выше 1000 |
| Детские палаты 1-го и 2-го отделений, палаты для недоношенных и ослабленных детей | В подготовленных к приему детей | Не выше 750 |

Как физиологическое, так и обсервационное отделение имеет общую планировочную схему — предродовые палаты, родовой блок, палаты интенсивной терапии, послеродовые палаты, палаты для новорожденных. В каждом отделении предусмотрен самостоятельный набор лечебно-диагностических и вспомогательных помещений. Медицинский персонал строго закреплен за каждым отделением. В последнее время появилась новая тенденция в планировочном решении акушерских отделений — палаты на 1—2 родильницы с новорожденными совместно. Первые результаты работы таких отделений говорят о благоприятных условиях для родильниц и детей. С гигиенической точки зрения указанная планировка не вызывает возражений.

Помещения для выписки родильниц из послеродового физиологического и из обсервационного отделения должны быть раздельными. Комната для одевания родильниц и новорожденных должна располагаться рядом с помещениями для посетителей.

**Радиологическое отделение.** Планировочное решение радиологического отделения предусматривает максимальную изоляцию радиоактивно-опасных технологических процессов и зонирование помещений отделения по степени радиационной опасности. Радиологическое отделение либо размещается в отдельном корпусе, либо занимает изолированную пристройку к главному корпусу.

Радиологическое отделение включает самостоятельные подразделения: радионуклидной диагностики, отделения открытых, отделение закрытых радионуклидов и отделение дистанционной лучевой терапии. Обычно эти отделения располагаются в порядке возрастания количества радиоактивных веществ и могут располагаться поэтажно или по горизонтали в такой же последовательности. Отделение дистанционной лучевой терапии, как правило, размещается на первом этаже с максимальным удалением от так называемых нелучевых помещений.

При размещении рабочих помещений в радиологическом отделении учитывается общий планировочный принцип; разделение помещений на радиационно опасные («грязная» зона) и на «чистые» помещения. Так, в отделении радионуклидной диагностики выделяются процедурные, где вводят радиоактивные вещества, и помещения, где выполняют радиометрические исследования (радиометрия отдельных органов и биологических сред) и сканирование различных органов.

В отделениях открытых и закрытых радионуклидов помещения делятся на две группы: в первую входят помещения, где подготавливаются и вводятся больным радиоактивные вещества, вторую группу составляют палаты для больных. К первой группе помещений относятся хранилище радиоактивных веществ, фасовочная радионуклидов, стерилизационная, моечная, процедурная и операционная. Все эти помещения радиационно опасны. Для защиты персонала предусматривается специальное оборудование (столы для перекладки флаконов с радиоактивными веществами из транспортной упаковки в рабочие контейнеры, камера для фасовки радионуклидов, защитный столик для отбора инъекционных доз препаратов и т.д.) и комплект защитных ширм. Для мытья и стерилизации облучателей используют специальные установки. Все рабочие помещения — хранилище, манипуляционные, процедурная и операционная связаны между собой полуавтоматической линией для транспортировки ра-

диоактивных источников. В хранилище, кроме того, имеется дело рабочих контейнеров, где хранятся источники радиоактивных веществ.

После введения радиоактивного препарата больные поступают в палаты, оборудованные специальными устройствами для защиты персонала и соседних больных от излучения (экраны, защитное оборудование). В отделениях открытых радионуклидов на выходе для больных и на входе и выходе персонала устраивают санпропускники с пунктами дозиметрического контроля. Все помещения, где работают с открытыми радиоактивными источниками, оборудуются автономной канализацией и вентиляцией.

Отделения дистанционной лучевой терапии имеют процедурные, где размещаются различные установки для облучения (ротационно-конвергентные гамма-аппараты, шланговые, близкофокусные, рентгенотерапевтические аппараты и т.д.). Каждая процедурная имеет комнату наблюдения (пультовая). Процедурные имеют шлюз-лабиринт, защитный стационарный экран, обеспечивающий защиту проема процедурной от ионизирующего излучения в момент работы установки. Стены процедурных имеют большую толщину и выполнены из монолитного бетона.

При планировке радиологических отделений учитывается необходимость защиты соседних помещений по горизонтали и вертикали от радиоактивного излучения, поэтому толщина стен, перекрытий, оконных и дверных проемов рассчитывается в соответствии с требованиями радиационной безопасности.

Во всех подразделениях радиологического отделения выделяют «чистые» и «грязные» лифты для приема контейнеров с радиоактивными веществами, удаления загрязненного белья и радиоактивных отходов. Для подачи пищи в отделение устраивается перегрузочный шлюз, предохраняющий тару и посуду от радиоактивного загрязнения.

## Особенности планировки инфекционных отделений

До XVIII века специализированных инфекционных больниц не существовало, только больных чумой изолировали в особые дома, принадлежащие монашескому ордену святого Лазаря, впоследствии названные лазаретами. При Петре I началось строительство госпиталей для лечения «болящих людей». В 1752 г. в России был издан указ Сената о строительстве специальных инфекционных больниц для больных с «прилипчивыми болезнями». Это были больницы павильонного типа, где разделение больных по характеру инфекций не предусматривалось. Эффективной системы изоляции инфекционных больных в специальных помещениях не существовало до середины XIX века.

В 1880 г. «Общество по сохранению народного здоровья» постановило иметь в Петербурге «особые больницы для заразных». При консультации проф. С.П. Боткина была построена инфекционная больница, в которой больных размещали по принципу групповой изоляции, т. е. больных разными инфекциями помещали в разные здания. В больнице были созданы отделение для больных с неясным диагнозом и специальное отделение для особо опасных инфекций. Позже при таких больницах строили дезинфекционные камеры для обеззараживания больничного белья и вещей больных.

В 1877 г. в Москве была построена детская больница павильонного типа с отдельными корпусами для каждой инфекции (ныне больница им. И.В. Русакова). Однако отсутствие изоляторов и условий для разобщения больных в павильонах не позволило полностью предотвратить распространение внутрибольничных инфекций. Позже стали прибегать к индивидуальной изоляции больных.

В 1909–1910 гг. была разработана система индивидуальных боксов для инфекционных больных. Первая такая больница состояла из 4 боксов. За 3 года через эти боксы прошли 106 больных, отмечен лишь один случай внутрибольничного заражения. С тех пор боксы стали широко использовать в больничном строительстве.

В основе планировочных решений инфекционных отделений лежат система изоляции больных, условно разделенных на «грязные» и «чистые» потоки, санитарная обработка и дезинфекция помещений, белья, оборудования, выделений больных (табл. 11.10).

Для предотвращения внутрибольничных заражений наиболее надежен бокс, т. е. комплекс помещений (входной тамбур, санитарный узел с ванной, палата, шлюз) с отдельным наружным входом. Больной поступает в бокс через входной тамбур непосредственно с улицы. Шлюз связывает бокс с центральным коридором, через него персонал проходит к больному. В шлюзе размещаются умывальник, вешалка для халатов и шкаф для передачи пищи в бокс.

Полубокс состоит из тех же помещений, что и бокс, но не имеет входа с улицы. Больные поступают в полубоксы из коридора отделения. В секции, состоящей из полубоксов, могут находиться больные только с одинаковыми заболеваниями.

Инфекционная больница должна иметь приемное отделение, стационар, лечебно-диагностические кабинеты (рентген, операционная, реанимация, кабинет функциональной диагностики, физиотерапии, кабинет ректороманоскопии, родовой бокс), лаборатории, стерилизационную, аптеку, пищеблок, патологоанатомическое отделение, административно-хозяйственную службу, дезинфекционное отделение, очистные сооружения для обеззараживания сточных вод, службу санитарной обработки транспорта. Состав подразделений определяется коечной мощностью и назначением больницы.

**Таблица 11.10.** Соотношение числа коек в боксах, полубоксах и палатах в инфекционных отделениях разной мощности

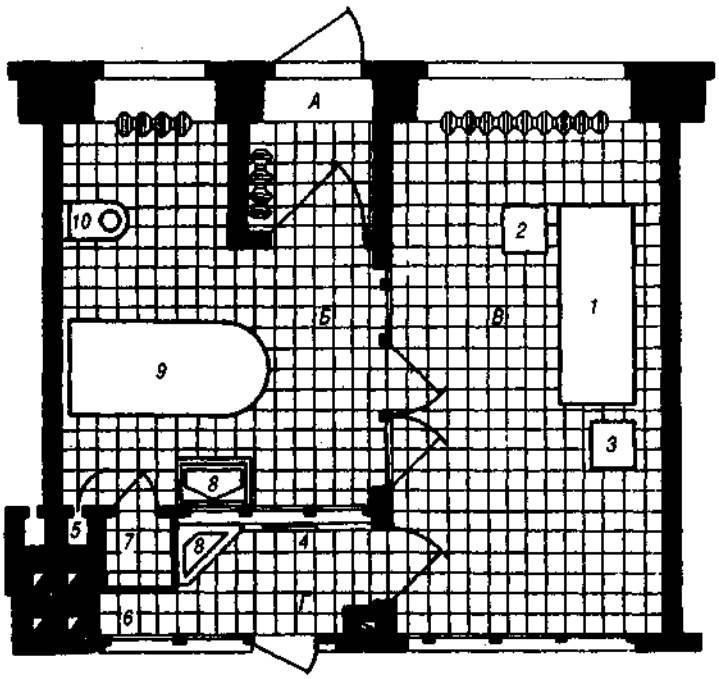
| Число коек в инфекционном отделении | Число коек в % общего числа коек в отделении | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | в боксах | | в полубоксах | | в палатах |
| | на 1 койку | на 2 койки | на 1 койку | на 2 койки | |
| До 15 | 100 | – | – | – | – |
| 16–30 | 50 | 50 | – | – | – |
| 31–60 | 25 | 25 | 15 | 35 | – |
| 61–100 | 15 | 25 | 4 | 16 | 40 |
| 101 и более для взрослых | 5 | 15 | 5 | 15 | 60 |
| То же для детей | 10 | 10 | 15 | 25 | 40 |

Каждое отделение может состоять из одной или двух секций, полностью изолированных друг от друга.

Инфекционное отделение должно состоять из боксов, полубоксов и палат. В каждом инфекционном отделении следует выделять нейтральную зону, где размещаются кабинеты врачей и сестры-хозяйки.

Чем больше в составе отделения изолированных палат, полубоксов и боксов, тем лучше условия для предупреждения внутрибольничных заражений. Большое значение имеет организация диагностического отделения как важного элемента профилактики внутрибольничных инфекций. Его следует размещать при приемном отделении и комплектовать из одноместных боксов (рис. 11.10), где больные находятся до уточнения диагноза на основании лабораторных исследований. Прием инфекционных больных должен быть строго индивидуальным. Приемное отделение состоит из изолированных приемно-смотровых боксов (рис. 11.11). Если отделение рассчитано на несколько инфекций, то число смотровых боксов должно соответствовать числу инфекций. При павильонной системе застройки выделяется самостоятельное приемное отделение либо в отдельном корпусе, либо в отдельном крыле здания.

В инфекционных отделениях для приема больных планируют приемно-смотровые боксы из следующего расчета: в отделении на 30 коек — 1 бокс, от 30 до




**ис. 11.10.** Бокс на одну койку.

*А* — тамбур с выходом на улицу; *Б* — санузел; *В* — палата; *Г* — шлюз у выхода в коридор. 1 — кровать; 2 — столик; 3 — табурет; 4 — вешалка для халата врача; 5 — вытяжной вентиляционный канал; 6 — шкаф для передачи пищи в бокс; 7 — шкаф для предметов уборки; 8 — умывальник; 9 — ванна; 10 — унитаз.

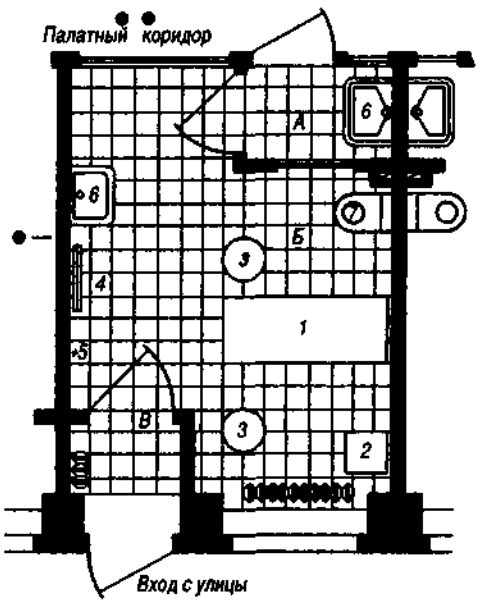



**Рис. 11.11.** Приемно-смотровой бокс.

*А* — шлюз из коридора; *Б* — смотровая; *В* — тамбур при входе с улицы. 1 — кушетка; 2 — столик; 3 — табурет; 4 — носилки; 5 — вешалка для вещей больного; 6 — умывальник; 7 — унитаз.

60 коек — 2 бокса, от 60 до 100 коек — 3 бокса, более 100 коек — 3% числа коек в больнице.

Из приемно-смотрового бокса после осмотра врачом больной через наружную дверь поступает в соответствующее отделение инфекционной больницы, не встречаясь с другими больными. В больших больницах больные из приемно-смотрового бокса доставляются в индивидуальный бокс на санитарной машине. После каждого больного приемно-смотровой бокс дезинфицируют.

В приемном отделении, кроме приемно-смотровых боксов, должны предусматриваться диагностические изолированные боксы для больных с неясным диагнозом или смешанными инфекциями.

Обычно больной находится в боксе не менее 5 дней, затем его переводят в палату. 5-дневная изоляция больного в боксе продиктована противоэпидемическими соображениями. За этот срок обычно устанавливается диагноз по данным лабораторных и бактериологических анализов.

Индивидуальные боксы могут служить также для индивидуальной госпитализации инфекционных больных. После выписки пациент уходит из бокса через наружную дверь, а в боксе проводят заключительную дезинфекцию.

Боксированное отделение позволяет исключить приемное отделение как функциональное подразделение больницы. Наиболее рациональна павильонная система застройки инфекционной больницы, когда каждое инфекционное отделение располагается в самостоятельном корпусе и обслуживает больных с одноименными заболеваниями. В многоэтажных корпусах отделения для однородных инфекций рекомендуется размещать поэтажно. Больных с воздушно-капельной инфекцией следует размещать в верхних этажах во избе-

жание распространения инфекционного аэрозоля из палат в помещения, расположенные над этим отделением.

Одно из важных условий предупреждения заноса инфекции в больницу является строго индивидуальная транспортировка больного. После доставки больного санитарная машина подвергается дезинфекции на территории инфекционной больницы, где предусмотрена специальная служба.

Здания и отделения, входы и выходы отдельных зданий и групп помещений (лечебные кабинеты, санпропускники, отделения камерной дезинфекции и т.д.) должны быть расположены с учетом строгого разобщения «чистых» процессов и процессов, связанных с приемом и содержанием инфекционных больных, с инфицированными вещами и материалами.

При планировке инфекционных отделений следует предусматривать наиболее короткие и прямые пути движения больных, вещей и транспорта. Входы, лестничные клетки, лифты должны быть отдельными для вновь поступивших и выписанных больных. Наиболее благоприятна однокоридорная односторонняя застройка отделения. Двусторонняя застройка даже в боксовых корпусах способствует перегреванию боксов в летнее время. Кроме того, такая застройка представляет известную опасность внутрибольничного переноса «летучих» инфекций. Описаны, например, случаи внутрибольничных заражений корью и ветряной оспой, в тех частях больничного корпуса, где боксы были расположены с двух сторон коридора.

Участок инфекционной больницы должен быть изолирован от других корпусов, доступ людей на территорию ограничен. Обязательна проходная и справочная для посетителей. На участке выделяют зоны лечебных инфекционных корпусов, патологоанатомического корпуса, садово-парковую и хозяйственную зоны. Между зонами должны быть полосы зеленых насаждений не менее 15 м. Для различных инфекционных отделений предусматриваются отдельные садово-парковые зоны. Площадь садово-парковой зоны следует определять из расчета не менее 25 $м^2$ на одну койку.

В многоэтажных инфекционных больницах каждый этаж предназначен только для одной инфекции, он имеет отдельный лифт, лестничную клетку, лабораторию срочных анализов, кухню-доготовочную, стерилизационную, операционную, кладовые, шлюзы для персонала.

Общими для всех инфекционных отделений являются центральное стерилизационное и дезинфекционное отделения, пищеблок, лаборатория, аптека, рентгеновский кабинет и отделение функциональной диагностики.

Наилучшим вариантом планировки является полностью боксированное отделение. Больных острыми кишечными инфекциями и инфекционным гепатитом можно размещать в палатах без особых изоляционных мер строительного порядка, т. е. не требуется шлюзов для каждой палаты. Для больных воздушно-капельными инфекциями необходимо иметь одно- и двухместные палаты со шлюзами и отдельными санузлами.

Устройство палат более чем на 3 койки считается нецелесообразным. Палаты для больных, находящихся на карантине, должны быть однокоечными. При инфекционном отделении более чем на 10 коек устраивается операционная, которая используется не только для операций, но и для других манипуляций (эндоскопия, переливание крови и т.д.).

Для предупреждения распространения внутрибольничных инфекций выделяют транспортные узлы для «грязных» и «чистых» потоков. Для больных каждого корпуса (боксированного, полубоксированного и палатного) имеются специальные лифты с продуваемой лифтовой шахтой и лестничные марши, которые разделяют открытым балконом корпус на две части, создавая как бы воздушные разрывы препятствующие распространению воздушно-капельных инфекций.

Обслуживающий персонал попадает в каждую секцию через свой транспортный узел, расположенный в торцах здания. Этими же лифтами пользуются выписанные больные. Такая структура инфекционной больницы обеспечивает изоляцию заразных больных и сводит к минимуму возможность распространения внутрибольничных инфекций.

Палаты на 1 койку в инфекционном отделении для взрослых — 7,5 м$^2$, для детей — 6,5 м$^2$ (в палатах предусматривается туалет и шлюз).

В детских отделениях число мест для матерей составляет 20% числа коек в детском отделении.

Приемно-смотровой бокс — 16 м$^2$. Помещение для выписки больных — 8 м$^2$ (обязательно наличие душевой кабины).

Бокс на 1 койку — 22 м$^2$, на 2 койки — 27 м$^2$ (наружный тамбур, санузел с ванной, палата, шлюз между палатой и коридором).

Полубокс на 1 койку — 22 м$^2$, на 2 койки — 27 м$^2$ (санузел с ванной, палата, шлюз между палатой и коридором).

Санитарный пропускник для больных — 25 м$^2$.

Раздевальная — 6 м$^2$.

Ванная с душем — 10 м$^2$.

Одевальная — 6 м$^2$.

Уборная — 3 м$^2$.

**Поликлиническое отделение** является частью больницы. Это самостоятельный корпус, примыкающий к лечебно-диагностическому отделению. Вход в поликлинику обособлен от входа в стационар и располагается близко к улице. Основные помещения поликлиники для взрослых: врачебные и лечебно-диагностические кабинеты, ожидальные для больных, регистратура, вестибюли с гардеробом. Врачебные и вспомогательные кабинеты размещаются по отделениям — терапевтические, хирургическое, гинекологическое и т.д.

Планировка поликлиники должна обеспечить прямые и короткие маршруты движения больных, удобство сообщения с врачебными кабинетами. В период массовых эпидемий гриппа целесообразно предусмотреть разделение потоков больных на входящих и выходящих из поликлиники, для чего должны быть предусмотрены запасные выходы. Площадь врачебных кабинетов общего профиля (терапевт, невропатолог, психиатр) должны быть не менее 12 м$^2$, специализированных, требующих размещения оборудования (урологический, хирургический, гинекологический, глазной), — не менее 15–18 м$^2$. Отделение неотложной помощи должно располагаться на первом этаже, иметь отдельный вход, через который должны свободно проходить носилки.

В поликлиниках для детей необходимо максимальное разъединение поступающих больных. Для этой цели предусматривается два входа: для здоровых и больных детей. При входе дети поступают в фильтр-бокс, где им проводят

наружный осмотр зева, кожи и измеряют температуру. В случае подозрения на инфекционное заболевание ребенка направляют в отдельный бокс, где его осматривает врач. Бокс имеет самостоятельный выход на улицу. Для матерей с грудными детьми предусматривается отдельная комната для кормления и пеленания детей.

Площадь врачебных кабинетов составляет 12—15 м$^2$, их число, размещение и состав вспомогательных помещений устанавливают в зависимости от категории больницы и задания на проектирование.

## Особенности профессиональной деятельности врачей различных специальностей

Лечебно-профилактические учреждения являются местом профессиональной деятельности врачей. Врачебная деятельность весьма разнообразна и часто существенно различается по профессиональным действиям, режиму труда, плотности рабочего дня, степени контакта с больными и т.д. Даже труд одного и того же специалиста в значительной степени зависит от узкой специализации и вида лечебного учреждения, в котором он работает. Например, терапевт в поликлинике, стационаре, санатории выполняет различные профессиональные действия, несет различную нервно-эмоциональную и физическую нагрузку. Работа врачей хирургического профиля также существенно различается по условиям, объему и характеру выполняемых операций и т.д. Литература по состоянию здоровья медицинского персонала и особенностям профессиональной деятельности стала проявляться лишь в последние 20—25 лет. Это поколебало устоявшееся представление о том, что работа врача «невредная» и «спокойная».

За последние годы произошли существенные изменения в лечебном процессе, появились новые врачебные специальности (анестезиолог, радиолог, врач-реаниматор, эндокринолог и т.д.), произошло расчленение специальности на узкие направления (терапевт-кардиолог, гастроэнтеролог, нефролог, пульмонолог и т.д.), стала использоваться сложнейшая лечебно-диагностическая аппаратура (электроника, волновая эндоскопия), усложнились методы контроля за состоянием здоровья пациента. Это привело к усложнению профессиональных действий, потребовало постоянного повышения интеллектуального уровня и профессионального мастерства, часто в короткие сроки. Усложнилась и интенсифицировалась технология лечебного процесса, связанного с лечением тяжелобольных, которые ранее, как правило, умирали. В производственной среде также появились новые факторы. Это ионизирующее и лазерное излучения, ультразвук и поля СВЧ, аэрозоли лекарственных веществ, измененное атмосферное давление (работа в барокамерах). Режим труда врачей связан с ночными и суточными дежурствами, отсутствием фиксированного обеденного перерыва, чрезмерной загруженностью рабочего дня, большим нервно-эмоциональным напряжением, ответственностью за жизнь больного. Все это потребовало изучения профессиональной деятельности врачей с целью гигиенической регламентации условий их труда.

## Особенности условий труда врачей-рентгенологов и радиологов

В современной лечебной практике активно используются различные методы лечения и диагностики с применением рентгеновских установок и радиоактивных препаратов. В больницах работает множество рентгеновских аппаратов и флюорографов, гамма-установок и ускорителей заряженных частиц.

Увеличивается и годовое потребление радионуклидов с медицинскими целями, особенно йода, фосфора, золота, натрия.

Работа медицинского персонала рентгеновских и радиологических отделений связана с опасностью внешнего и внутреннего облучения, т. е. воздействия ионизирующих излучений от внешних по отношению к человеку источников излучения или воздействия ионизирующих излучений радиоактивных веществ, находящихся внутри организма.

Ионизирующие излучения любого вида не имеют избирательного действия, т. е. они влияют на все ткани и системы организма без исключения. Величина поглощенной энергии радиоактивного излучения, при которой наступает заметный биологический эффект, незначительна. Невелико и число ионизированных молекул в биологических тканях даже при смертельных дозах.

Наши органы чувств не улавливают ионизирующего излучения, т. е. мы не ощущаем изменения свойств окружающей среды в момент излучения ни по температуре, ни по шуму, свету, давлению, запаху, цвету и т.д. Человек не получает сигнала бедствия от организма, поэтому возможно облучение в больших дозах. Установлено, что любое воздействие ионизирующего излучения небезразлично для организма.

Первичным механизмом повреждающего действия ионизирующего излучения является радиолиз клеточной воды с образованием так называемых молекулярных ионов, несущих положительные и отрицательные заряды, которые приводят к специфическим радиационно-химическим превращениям в тканях. В дальнейшем радиационное поражение молекулярных структур приводит к изменению физиологических свойств элементов клеток и различных видов обмена. Повреждение ядерного аппарата клеток, связанное с нарушением обмена нуклеиновых кислот, является одним из важных элементов общего лучевого поражения. Возникающая при этом дискоординация различных обменных процессов служит основой функциональных и структурных нарушений в облученном организме.

Принципиальной разницы в механизме действия радиации на соматические и зародышевые клетки нет. Одинаково поражаются как те, так и другие но исходы поражений разные. Мутации, однажды возникнув, устойчивы в результате конвергентной редупликации ДНК, они передаются во всех последующих клеточных поколениях. И в связи с этим для генетических повреждений нет порога действия, т. е. любой акт ионизирующего воздействия опасен Мутации в соматических клетках могут привести либо к их гибели, либо к приобретению новых свойств, например к малигнизации.

Клинические эффекты ионизирующего излучения зависят не только от повреждений отдельных клеток и тканей, но и от нарушения многочисленных нервно-гуморальных и эндокринных взаимосвязей различных физиологичес

ких систем организма. Большое значение имеют процессы регенерации. Регенерация идет на различных уровнях биологической организации, от молекулы до физиологической системы. Чем выше по организации биологическая формация, тем шире диапазон репаративных процессов и тем больше возможность развития компенсаторных механизмов.

На уровне мелких формаций биологического объекта пороговые повреждающие дозы снижаются и на уровне молекул их нет. Переход повреждений с одного уровня на другой (более высокий) возможен при известном пороге дозы, когда репаративные процессы исчерпаны. Каждому уровню свойственны свои повреждающие дозы. Биологические формации разного уровня имеют и разный инкубационный период повреждений. На уровне молекул он отсутствует, на уровне биологической ткани (крови) он больше, на уровне целостного организма еще больше. В связи с этим изменения в клетке самые ранние, для нарушения состава крови требуется уже определенная доза около 250 мЗв, клиника лучевой болезни выявляется при дозе 500—1000 мЗв.

Клинические проявления лучевых поражений многообразны и вариабельны по тяжести. Это объясняется сложной взаимосвязью различных факторов — особенностей облучаемого объекта, воздействующего агента, состояния окружающей среды. Так, врачи давно отметили индивидуальную чувствительность организма к различным неблагоприятным воздействиям. Существенное значение имеет чувствительность к лучевому воздействию. Смертельная доза облучения для человека имеет диапазон от 2500 до 6000 мЗв. В значительной мере это зависит от особенностей человеческого организма: состояния нервно-эндокринной регуляции, общего физического здоровья, наличия или отсутствия хронических заболеваний, физиологического состояния организма (лактация, беременность, хроническое переутомление, недоедание и т.д.). Имеют значение пол и возраст: дети, старики и беременные более чувствительны к лучевому воздействию.

Чувствительность органов человека также различная. Так, клетки кроветворных органов и половых желез наиболее радиочувствительны и поражаемы, а клетки кожи и костей более устойчивы к облучению. Чувствительность тканей к облучению прямо пропорциональна интенсивности клеточного обмена и обратно пропорциональна их дифференцировке. Тяжесть лучевого поражения зависит от того, какой орган облучается, каково объемное распределение излучения в тканях, от того, облучается ли все тело или только какая-то его часть. Например, доза 6000 мЗв смертельна для человека при тотальном облучении, но та же доза на ограниченном участке тела, например на кистях рук, переносится легче.

Эффект излучения зависит и от особенностей воздействующего агента, т. е. от дозы и времени облучения, вида и энергии излучения. Чем больше поглощенная доза, т. е. чем больше поглощенной энергии в массе биологического объекта, тем выраженнее поражающий эффект. Например, доза 250 мЗв вызывает у человека изменения в крови и обратимые клинические проявления, доза 1000 мЗв способствует развитию лучевой болезни, доза 6000 мЗв смертельна.

В прогнозе последствий облучения большое значение имеет фактор времени. Дробность облучения важнее для сохранения жизни, хотя общая суммарная доза может быть численно равна абсолютно смертельной.

Снижение мощности дозы излучения, т. е. дозы, отнесенной к единице времени, даже при одной и той же поглощенной дозе уменьшает биологический эффект.

На результат лучевого воздействия влияет также пространственное распределение поглощенной энергии в ткани. Вид и энергия излучения определяют плотность ионизации в биологической ткани, отсюда следуют различия биологического эффекта. Имеется зависимость величины биологического эффекта хронического облучения данным видом ионизирующего излучения от линейной передачи энергии (ЛПЭ) этого вида излучения. Эта зависимость определяется взвешивающим коэффициентом.

С увеличением линейной передачи энергии повышается взвешивающий коэффициент.

Для оценки радиационной опасности хронического облучения произвольного состава используется эквивалентная доза, которая определяется суммой произведений поглощенных доз отдельных актов облучения на соответствующее значение взвешивающих коэффициентов этих видов излучения. Единицей эквивалентной дозы является зиверт (Зв), равный поглощенной дозе любого вида излучения, которая дает тот же биологический эффект, что и 1 грей (Гр) рентгеновского излучения.

Наконец, состояние внешней среды и обстановка труда в момент облучения может в известной мере влиять на характер клинических проявлений лучевого воздействия. Есть данные о положительном влиянии холода и пониженного барометрического давления при облучении. Сопутствующие неблагоприятные факторы в момент облучения (шум, вибрация, токсичные газы, ультрафиолетовое и инфракрасное излучение, нагревающий микроклимат) отягощают лучевые поражения.

Исследований в этом направлении пока немного, но выработана общая принципиальная позиция, а именно: в производственных условиях, связанных с лучевым воздействием, должны быть исключены все дополнительно отягощающие факторы, неблагоприятно влияющие на самочувствие, работоспособность и здоровье людей. Многообразие факторов, определяющих влияние излучения на организм, объясняет полиморфизм клинического проявления лучевого поражения. В настоящее время все биологические эффекты и последствия действия ионизирующих излучений на человека разделяют на детерминированные (пороговые) и стохастические.

Детерминированные — это клинически значимые эффекты, которые проявляются в виде конкретной патологии, например острой или хронической лучевой болезни, лучевых ожогов (так называемые местные лучевые поражения), катаракты хрусталика глаза, клинически регистрируемых нарушений гемопоэза, временной или постоянной стерильности и др. В большинстве случаев эти эффекты возникают при кратковременном воздействии больших доз радиации. Детерминированные эффекты имеют порог, т. е. для возникновения болезни той или иной тяжести необходимо достижение неких пороговых уровней доз облучения, ниже которых эти эффекты клинически не проявляются. Тяжесть детерминированных эффектов напрямую зависит от поглощенной дозы облучения: чем выше доза, тем тяжелее поражение.

Для стохастических (вероятностных, случайных) эффектов, в отличие от детерминированных, не существует дозового порога. Это означает, что стоха-

стические эффекты возможны при сколь угодно малой дозе облучения. Однако вероятность их возникновения тем меньше, чем ниже доза облучения. Доказано существование двух видов стохастических эффектов облучения. Первый возникает в соматических клетках и может быть причиной развития рака в облученном организме (поздние соматические эффекты). Второй вид, появляющийся в зародышевой ткани половых желез, может привести к наследуемым нарушениям у потомства облученных людей (наследственные генетические эффекты). Заболевания, которые развиваются при облучении, условно делятся на острые поражения и отдаленные последствия. Отдаленные последствия бывают соматическими и генетическими.

К острым лучевым поражениям относятся ранние соматические проявления в виде острой лучевой болезни и кожных поражений.

Поражения кожи могут быть в виде трофических расстройств и лучевых ожогов. Их общие особенности — вялая тканевая реакция, плохое заживление, частые изъязвления.

Кожным поражениям свойствен скрытый период от нескольких часов до 2–3 нед. Чем короче скрытый период, тем тяжелее прогноз. За это время происходит распад белков, накапливаются гистаминоподобные вещества и недоокисленные продукты обмена, повышается проницаемость сосудов. Процесс регенерации замедлен. Рубцы кожи атрофичны, на месте бывшего ожога кожа легко ранима, часто образуются болезненные трещины и трофические язвы с присоединяющейся рожистой инфекцией.

Вопрос трудоустройства людей с подобными заболеваниями сложен. Часты рецидивы заболевания, велика вероятность ракового перерождения клеток кожи. Отдаленный эффект облучения представлен хронической лучевой болезнью, которая возникает при длительном внешнем или внутреннем облучении человека в малых дозах, превышающих допустимые величины. Клинические проявления хронической лучевой болезни разнообразны и обусловливают как легкие и обратимые, так и тяжелые случаи. Болезнь начинается с множества астенических симптомов: слабости, снижения аппетита, нарушения сна (бессонница, сонливость днем) головных болей, не поддающихся медикаментозному лечению, шума в ушах, головокружения, особенно при езде в транспорте. Объективно отмечаются тремор пальцев рук, век, повышенные сухожильные рефлексы, потливость, сухость языка, иногда афты на слизистой оболочке рта. Ногти ломкие, исчерченные. В крови лейкоцитоз и ретикулоцитоз, в дальнейшем лейкопения за счет лимфоцитопении и тромбоцитопения. Течение заболевания волнообразное с периодами ремиссии. Это стадия обратима, поэтому подобные жалобы лиц, имеющих контакт с радиоактивным излучением, должны насторожить лечащего врача.

Дальнейшее ухудшение состояния здоровья проявляется в усилении симптомов со стороны центральной нервной системы (головные боли, шум в ушах, нарушение вестибулярных функций). Далее появляются боли в трубчатых костях, отмечается болезненность нервных стволов, мышц, развиваются симптомы угнетения гемопоэза, повышенная кровоточивость десен, появляются геморрагии и петехии на коже и слизистых оболочках, органические изменения слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта. В дальнейшем присоединяется банальная инфекция, снижаются защитные силы организма. Смерть наступает от различных осложнений.

Наряду с хронической лучевой болезнью к отдаленным последствиям лучевого воздействия соматического порядка относятся также повышенная вероятность злокачественных заболеваний, катаракты хрусталика, сокращение продолжительности жизни. Частота лейкемии среди лиц, подвергающихся воздействию ионизирующих излучений, выше, чем у населения в целом. У жителей Хиросимы лейкемия возникала в 8 раз чаще, чем у необлученного населения. В литературе описаны случаи злокачественных новообразований различной локализации через 20—25 лет после прекращения контакта с радиоактивным излучением. Описаны случаи рака кожи рук у рентгенологов, рак легких у шахтеров свинцовых рудников, подвергавшихся воздействию радиоактивных газов в шахтах, остеосарком у работниц, имеющих контакт на производстве радиоактивным фосфором, и т.д. Однако пока нет единого мнения о минимальных дозах, вызывающих такие отдаленные последствия. Эффект лучевого воздействия определяется многочисленными факторами, трудно поддающимися анализу и количественному учету.

Сокращение продолжительности жизни в результате лучевого воздействия на 25—50% по сравнению с контрольной группой достоверно отмечено в эксперименте у животных, получивших при тотальном облучении дозы, близкие к смертельным.

Данные о сокращении продолжительности жизни человека пока противоречивы. Однако, по мнению большинства радиологов, сокращение жизни человека при тотальном облучении составляет 1—15 дней на 10 мЗв, что связано в значительной мере с ускорением старения и ослаблением естественной резистентности организма к инфекциям. В настоящее время в литературе имеются многочисленные сведения о действии ионизирующего излучения на иммунобиологическую резистентность организма. При этом происходит нарушение барьерных функций организма — кожные покровы и слизистые оболочки теряют бактерицидные свойства, снижаются бактерицидные свойства сыворотки, ослабляется фагоцитарная активность лейкоцитов, развивается бактериемия. Снижается напряженность искусственного иммунитета. В результате развиваются нагноения, осложнения после банальных инфекций, возможно длительное бациллоносительство. Таким образом, под влиянием ионизирующего излучения происходит ослабление как естественного, так и искусственного иммунитета. У работников, имеющих контакт с излучением, затягиваются и утяжеляются такие заболевания, как грипп, ОРЗ, пневмония, бронхит и т.д. Неспособность создать стойкий искусственный иммунитет к определенным инфекциям обусловливает существование прослойки населения, готовой к восприятию специфических инфекций (холера, брюшной тиф, полиомиелит), что может создать известную нестабильность эпидемической обстановки в стране. Радиобиологи считают, что у человека вероятность возникновения мутаций будет определяться той суммарной дозой, которая набирается от зачатия родителей вплоть до зачатия ими ребенка.

Качественно мутации от радиоактивности не отличаются от мутаций спонтанных.

Порога дозы по мутагенному эффекту нет. Генетические изменения могут проявляться в последующих поколениях, так как мутации, передаваемые по наследству, могут быть связаны с морфологическими, физиологическими

иохимическими изменениями. Чем большее число людей подвергается облу-ению, тем больше опасность мутаций у населения в целом.

Согласно американским данным гонадные дозы, накапливаемые человеком 1 30 лет в результате различных диагностических исследований, составляют 5 мЗв, доза естественного фона, накопленная за этот срок, равна примерно 8,5 мЗв. Еще большие гонадные дозы получают люди, подвергавшиеся радиотерапевтическому воздействию, особенно при рентгенодиагностических исследованиях различных органов с использованием контрастных веществ, при введении радионуклидов в терапевтических дозах, при других видах рентгенотерапевтических процедур. Увеличение числа хромосомных аберраций в соматических клетках отмечено у лиц, профессионально связанных с облучением, особенно в аварийных ситуациях. Наиболее чувствительны к радиоактивному излучению половые клетки. Так, доза 2000—4000 мЗв вызывает гибель яичников, а доза 6000 мЗв на яички приводит к полной стерилизации. При этом клетки, вырабатывающие половые гормоны, остаются жизнеспособными. Следовательно, облучение гениталий приводит к бесплодию, но не к кастрации.

Наиболее чувствительны к воздействию излучений беременные. Самый опасный период в этом отношении — это стадия закладки органов эмбриона (4—12 нед беременности). Эмбрион может погибнуть и беременность не развивается либо эмбрион развивается, но в дальнейшем плод будет нежизнеспособным. Жизнеспособный плод обычно имеет различные уродства. Так, например, в Хиросиме было обследовано 98 женщин, бывших беременными в момент атомной бомбардировки. 30 женщин получили лучевую болезнь, у остальных видимых признаков этого заболевания не было. Смертность новорожденных от матерей с лучевой болезнью составила 33%, от матерей без явных признаков лучевой болезни — 9%, в контрольной группе смертность новорожденных была не более 4—6%.

Таким образом, действие ионизирующей радиации весьма многообразно. Она поражает все органы и системы, вызывает отдаленные воздействия и наследственные изменения. В связи с этим одним из важных элементов радиационной безопасности явилась разработка ПДУ облучения населения. В основе критериев радиационной безопасности лежат данные об универсальном биологическом действии ионизирующей радиации, а также учитываются особенности и условия облучения различных категорий населения. Нормы радиационной безопасности направлены на предотвращение возникновения лучевых поражений у персонала, а также предотвращение радиационных эффектов последующих поколений. Расширение областей применения радиоактивных веществ и источников ионизирующих излучений в экономике различных стран мира, загрязнение радиоактивными отходами окружающей среды потребовали установления ПДУ облучения работников, профессионально связанных с ионизирующим излучением и населения, не имеющего контакта с радиоактивными веществами в производственных условиях (табл. 11.11).

В отличие от фармпрепаратов или химических веществ радиоактивные вещества, попавшие внутрь, создают ионизирующую радиацию даже при ничтожно малом массовом количестве радионуклида.

Химические свойства радионуклидов определяют их распределение по органам и скорость выведения из организма. Например, есть радионуклиды, пре-

**Таблица 11.11.** Основные пределы доз

| Нормируемые величины | Пределы доз | |
|---|---|---|
| | персонал | население |
| Эффективная доза | 20 в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год | 1 в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год |
| Эквивалентная доза: | | |
| в хрусталике глаза* | 150 мЗв/год | 15 мЗв/год |
| коже** | 500 мЗв/год | 50 мЗв/год |
| кистях и стопах | 500 мЗв/год | 50 мЗв/год |

* Относится к дозе на глубине 300 мг/см$^2$.

** Относится к среднему по площади в 1 см$^2$ значению в базальном слое кожи толщиной 5 мг/см$^2$ под покровным слоем толщиной 5 мг/см$^2$. На ладонях толщина покровного слоя 40 мг/см$^2$. Указанным пределом допускается облучение всей кожи человека при условии, что в пределах усредненного облучения любого 1 см$^2$ площади кожи этот предел не будет превышен. Предел дозы при облучении кожи лица обеспечивает непревышение предела дозы на хрусталик от бета-частиц.

имущественно откладывающиеся в костях, они участвуют во всех обменных процессах в костях, часто длительно там задерживаются и создают определенную дозу внутреннего облучения. К таким остеотропным радионуклидам относятся радий, иттрий, цирконий, стронций и др. Есть радионуклиды, равномерно распределяющиеся в организме. Это углерод, полоний, инертные газы.

Преимущественно в мышцах накапливаются калий, рубидий, цезий, в клетках ретикулоэндотелиальной системы — ниобий, рутений. Есть радионуклиды, которые концентрируются в двух или трех органах. Например, церий, лантан, прометий откладываются в костях и печени. Радиационная опасность радионуклида как потенциального источника внутреннего облучения зависит от многих факторов. Это прежде всего вид радиоактивного превращения, т. е. при альфа-распаде поглощенная доза при одной и той же активности радионуклида в органе будет в 20 раз больше, чем поглощенная доза при бета-распаде, так как взвешивающий коэффициент для альфа-излучений составляет 20. Средняя энергия одного акта распада имеет значение для величины создаваемой дозы. Чем больше эта энергия, тем больше доза. Имеет значение и схема распада радионуклида. Радиоактивное вещество с цепочкой распада создает большую поглощенную дозу, чем радионуклид без цепочки распада. При оценке радиационной опасности радионуклида учитывают пути его поступления в организм, величину всасывания. Наиболее частый путь поступления радиоактивного вещества — с вдыхаемым воздухом. Тут имеют значение вентиляция, дисперсность пылевых частиц, на которых адсорбированы радионуклиды, задержка радионуклидов в различных отделах дыхательных путей.

При попадании радиоактивных веществ с водой, пищей имеет значение коэффициент резорбции радионуклида, определяющий долю вещества, попадающего из желудочно-кишечного тракта в кровь. Величина всасывания зависит от растворимости радионуклида. Лучше всего всасываются в кровь цезий, иттрий, стронций, барий; хуже — малорастворимые соединения ниобия, церия, циркония.

Резорбция через кожу особой роли не играет, хотя тритий и радон могут всасываться через неповрежденную кожу. При работе с растворителями всасывание таких радионуклидов увеличивается.

Радионуклиды выводятся из организма легкими, почками, через кожу, через желудочно-кишечный тракт. Отмечено присутствие радионуклидов в грудном молоке, в слезной жидкости, в слюне. Быстрее всего удаляются через легкие газообразные радиоактивные вещества, медленнее — тяжелые элементы типа урана, радия, через печень с желчью. Водорастворимые соединения удаляются через почки. Быстрее всего удаляются радиоактивные вещества из мышц, нервной ткани, кожи, дольше задерживаются в лимфатических узлах и клетках ретикулоэндотелиальной системы. Радионуклиды задерживаются в костях в течение нескольких лет. Следовательно, время пребывания радионуклида в организме по существу определяет время внутреннего облучения тканей.

Время выведения радионуклида из организма определяется его периодом полураспада и временем его выведения из организма естественными путями в соответствии с его химическими свойствами. Эти два фактора учитывает единый показатель — эффективный период полувыведения ($T_{эфф}$), в течение которого активность радионуклида в организме уменьшается вдвое. Для различных радионуклидов он колеблется от нескольких часов (натрий-24) до нескольких дней (йод-131) и десятков лет (стронций-90, уран-235). По степени радиационной опасности все радиоактивные вещества делятся на 4 группы (А, Б, В, Г). Все указанные факторы, зависящие от физической природы радионуклида, его свойств, особенностей поведения в организме, учитываются при определении опасности внутреннего облучения.

Для защиты персонала от воздействия ионизирующего излучения важное значение имеют все меры против загрязнения радиоактивными веществами рабочих поверхностей, одежды и рук. Радиоактивные вещества, сорбированные различными материалами, являются источниками радиационных аэрозолей и газов и внешнего излучения. При загрязнении радиоактивными веществами оборудования, одежды возможно внутреннее (через органы дыхания) и внешнее облучение. Особую опасность представляет загрязнение кожи рук, так как возможность попадания радиоактивных веществ с загрязненных рук в желудочно-кишечный тракт наибольшая.

В рабочей обстановке радиоактивными веществами могут загрязняться руки, средства индивидуальной защиты; полотенца, спецбелье, перчатки, спецобувь, рабочие поверхности, защитные контейнеры, транспортные средства.

С точки зрения внутреннего облучения организма наибольшее значение имеют альфа-излучатели как вещества, обладающие наибольшей плотностью ионизации в веществе, а следовательно, и наибольшей поражающей способностью при попадании внутрь.

В нормах радиационной безопасности (НРБ-99) приводятся числовые значения допустимого общего загрязнения поверхностей отдельно для альфа- и бета-активных радионуклидов. Наиболее жесткие ограничения загрязнений установлены для кожных покровов, спецбелья, внутренней поверхности лицевых частей средств индивидуальной защиты, что связано с наибольшей опасностью попадания радионуклидов внутрь. Поверхности рабочих помещений,

наружные поверхности средств индивидуальной защиты, транспортные средства имеют менее жесткие ограничения по загрязнению. Для одних и тех же объектов ПДУ загрязнения альфа-активными и бета-активными радионуклидами различны, они более высокие для бета-активных веществ.

При оценке степени лучевого воздействия в целом следует сказать об особенностях облучения населения, т. е. людей, не имеющих контакта с радиоактивными веществами и их излучением в производственной обстановке. Эта категория людей обычно получает лучевое воздействие в результате лечебно-диагностических рентгенорадиологических исследований. Отсюда ясно, что чем больше дозы при таких исследованиях или больше число обследованных, тем больше потенциальная опасность возникновения отдаленных эффектов и генетических последствий (табл. 11.12).

Профилактика таких последствий является долгом каждого врача, проводящего рентгенодиагностику или лучевую терапию. В литературе приводятся

**Таблица 11.12.** Основные источники облучения населения и обусловленные ими эффективные эквивалентные дозы

| Источники излучения | Доза, мкЗв/год |
|---|---|
| **Природные** | |
| космические лучи на поверхности земли | 320 |
| гамма-излучение | |
| фоновое | 300 |
| дополнительное (стройматериалы) | 110 |
| внутреннее облучение | |
| бета-излучатели | 200 |
| альфа-излучатели | 160 |
| дополнительное | |
| удобрения | 0,3 |
| сжигание угля | 2 |
| радон-222, радон-220 | |
| фоновое | 280 |
| дополнительное | |
| стройматериалы | 480 |
| почва | 1090 |
| **Медицинские** | 1230 |
| рентгенодиагностика | 1200 |
| радионуклидная диагностика | 30 |
| **Остальные искусственные источники** | 53,1 |
| испытания ядерного оружия | 20 |
| ядерная энергетика | 0,1 |
| профессиональное облучение | 3 |
| последствия аварии на ЧАЭС (1990) | 30 |
| **Всего...** | 4200 |

многочисленные сведения об отдаленных последствиях лучевой терапии в виде злокачественных новообразований и лейкозов. Латентный период растянут от 3 до 48 лет, что определяется величиной дозы, полученной пациентом, размером облучаемого объекта, индивидуальной чувствительностью организма и т.д. Особую осторожность следует проявлять при назначении лучевой терапии детям и людям репродуктивного возраста.

Массовость рентгенодиагностических исследований предполагает постоянный контроль за лучевой нагрузкой пациентов. Если считать, что частота лейкозов зависит от дозы облучения костного мозга, то величина средней костномозговой дозы может быть важным показателем лучевой нагрузки. Последняя весьма различна и зависит от вида исследований. Если среднемозговая доза за счет естественного фона составляет 900 мкЗв, то при обследовании нижних отделов живота она равна 7 000 мкЗв. По данным комитета экспертов ВОЗ, средняя костномозговая доза при разных процедурах колеблется от 1 000 до 10 000 мкЗв. Основной вклад в эту дозу вносят исследования желудочно-кишечного тракта и массовые исследования грудной клетки.

В плане радиационной безопасности населения при рентгенодиагностике наиболее актуальна профилактика генетических последствий. С увеличением массовости рентгенодиагностических обследований увеличивается общая дозовая нагрузка на гонады. Наибольшие гонадные дозы создаются при тех исследованиях, при которых гонады попадают в рабочий сектор излучения, например при снимках живота и таза.

Массовые снимки грудной клетки, черепа и конечностей вносят меньший вклад в гонадную дозу, чем малочисленные снимки органов таза, живота, верхней части бедра. Если исходить из того, что выраженность генетического эффекта зависит от величины дозы, то рентгенодиагностические процедуры могут увеличить вероятность мутаций. Это диктует необходимость существенного уменьшения лучевых нагрузок на население, особенно при рентгенодиагностике.

Во всех случаях необходимо ограничивать показания к облучению, снижать дозы облучения у отдельных лиц и ограничивать число пациентов, подвергающихся облучению. В частности, необходимо ограничивать облучение при медицинских рентгенодиагностических исследованиях, особенно беременных, детей и подростков. Эти ограничения можно свести к следующим условиям:

- рентгеноскопию не следует применять вместо рентгенографии. Следует по возможности отказываться от рентгеноскопии при массовых обследованиях населения, заменяя ее флюорографией;
- техническое усовершенствование рентгеновской аппаратуры существенно снижает дозу облучения пациента. Так, при использовании электронно-оптических преобразователей (ЭОП) и рентгенотелевидения интегральная доза при исследовании грудной клетки и желудка снижается в 8–15 раз;
- существенным элементом радиационной защиты пациента является правильная организация дозиметрического контроля и эффективного использования различных защитных устройств для ограничения поля облучения.

Большое значение имеет высокая квалификация медицинского персонала, неукоснительность выполнения им всех приемов радиационной защиты пациентов.

Регламентация и контроль за облучением населения относятся к компетенции Министерства здравоохранения РФ, что отражено в различных инструкциях и приказах, где определены условия проведения рентгенодиагностических обследований, указан порядок регистрации и учета рентгеновских исследований, условия дозиметрического контроля и др.

## Принципы защиты при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений

Система радиационной защиты включает в себя комплекс разнообразных мероприятий.

Это прежде всего планировочно-конструктивные меры (выбор участка радиологического отделения, особенности внутренней планировки помещений, размещение специального оборудования, защитных устройств, защитных конструкций), затем индивидуальная защита персонала и текущий санитарно-дозиметрический контроль работников, обстановки, окружающей среды.

Радиационная защита регламентируется законодательными материалами — нормативами, инструкциями по безопасности в радиологическом учреждении. Большое значение имеют предварительные и периодические медицинские осмотры персонала. Организационные мероприятия включают в себя строгий отбор кадров, повышение профессионального мастерства, точное соблюдение всех правил работы с радиоактивными веществами, высокую исполнительскую и трудовую дисциплину персонала.

Конкретная система защиты будет зависеть от типа источника и вида излучения.

Различают закрытые и открытые источники. Закрытый источник — источник радиоактивного излучения, устройство которого исключает попадание радиоактивных веществ в окружающую среду в условиях применения и износа, на которые он рассчитан.

Открытый источник — источник радиоактивного излучения, при использовании которого возможно попадание содержащихся в нем радиоактивных веществ в окружающую среду, а следовательно, поступление в организм человека. Таким образом, основным поражающим фактором при работе с закрытыми источниками является внешнее излучение, при работе с открытыми источниками, кроме внешнего излучения, имеется опасность внутреннего облучения в результате попадания радиоактивных частиц в легкие и желудочно-кишечный тракт. При работе с закрытыми источниками система радиационной защиты направлена на максимальное снижение внешнего излучения. Закрытые источники делятся на источники непрерывного и прерывистого (периодического) действия. К источникам непрерывного действия относятся установки с гамма-, бета-излучателями и нейтронными излучателями, к источникам прерывного действия — рентгеновские аппараты и ускорители заряженных частиц. В качестве гамма-излучателей используются радиоактивные элементы (кобальт-60, кадмий-109, теллур-107, цезий-134, цезий-137 и т.д.), которые в порошкообразном виде или твердом состоянии помещаются в герметические стальные ампулы. В качестве бета-излучателей используются искусст-

венные радионуклиды — фосфор-32, стронций-90, иттрий-90, золото-198, таллий-204 и др.

Нейтронные источники представляют собой смесь радия, полония и плутония с бериллием и бором, заключенную в герметические стальные ампулы.

Активность закрытых источников, используемых в медицинской практике, весьма различна. Это гамма-источники, используемые для дистанционной лучевой терапии, и нейтронные излучатели различной мощности. Для внутриполостной и внутритканевой терапии используют закрытые источники кобальта-60, золота-198 в виде бусинок, цилиндров, игл. Рентгеновские аппараты, применяемые в диагностике и терапии, генерируют рентгеновское излучение с энергией от 60 до 150 кэВ. Система защитных мероприятий будет зависеть от активности излучателя, вида излучения, технологии работы с источниками. Надежность защиты персонала определяют дозы облучения, не превышающие уровня, установленного НРБ-99. Доза внешнего облучения пропорциональна активности источника и времени его действия и обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника. Отсюда вытекают основные принципы защиты: «защита количеством», т. е. уменьшением мощности излучения источника; «защита временем», т. е. уменьшением времени работы с источником; «защита расстоянием», т. е. увеличением расстояния от источника до работающего. Излучение можно ослабить с помощью поглощающих материалов («защита экраном»).

«Защита количеством» в медицинской практике не получила большого распространения, так как уменьшение активности источника неизбежно приводит ослаблению лечебного эффекта и вынужденному увеличению времени контакта больного с излучателем.

«Защита временем» возможна при работе с источниками малой активности, при ручных манипуляциях с ними. Автоматизм рабочих операций и высокая квалификация медицинского персонала позволяют сократить время контакта с радиоактивными веществами (уменьшение «активного» времени).

«Защита расстоянием» чаще всего реализуется использованием дистанционных инструментов, что достаточно эффективно снижает дозу на руки персонала. Наибольшее значение при работе с закрытыми источниками имеет «защита экранами». Лучшим материалом для ослабления гамма-излучения и рентгеновского излучения являются материалы с большой атомной массой (свинец), где создаются благоприятные условия для процессов взаимодействия гамма-излучения и рентгеновского излучения с веществом. На практике чаще используют свинец или уран. Если экранируются соседние помещения, то перекрытия помещения с гамма-излучателем делают из бетона, баритобетона, железобетона. Большая толщина таких строительных конструкций создает надлежащую защиту от излучения. Для защиты от бета-излучения используют более легкие материалы — алюминий, стекло, пластмассу. Защита от бета-излучения свинцовым экраном опасна, так как в поле ядра атома свинца бета-частицы теряют энергию, приводя к выходу тормозного излучения. При особо мощных бета-потоках используют комбинированные экраны из тяжелых и легких материалов. Для защиты от потока быстрых нейтронов применяют экраны из материалов с большим количеством атомов водорода (парафин, вода). Поскольку поглощение нейтронов сопровождается излучением квантов энергии,

необходимо предусмотреть для их ослабления экран из свинца в качестве второго слоя. Тепловые нейтроны эффективно поглощают бор-кадмийсодержащие вещества.

По назначению и конструкции защитные экраны могут быть самыми разнообразными — в виде контейнеров для транспортировки и хранения радиоактивных веществ, в виде строительных конструкций (пол, потолок, стены) помещения, где находится мощный излучатель. Защитными экранами оборудуют и защищают рабочие места персонала. Экраны могут быть использованы и в средствах индивидуальной защиты в виде фартуков и щитков, перчаток из просвинцованной резины, смотрового окна из специального стекла в процедурной кабинета рентгенодиагностики и т.д.

## Радиационная безопасность медицинского персонала при использовании закрытых радиоактивных источников в рентгенодиагностике и лучевой терапии

Закрытые радиоактивные источники используются в рентгенодиагностике и лучевой терапии. Лучевая терапия делится на дистанционную гамма-терапию, терапию с помощью излучения квантов высоких энергий и внутриполостную, внутритканевую и аппликационную терапию с помощью закрытых радиоактивных источников. В каждом конкретном случае вопросы радиационной безопасности решаются по-своему.

### Радиационная безопасность в рентгенодиагностических кабинетах

В современных рентгенодиагностических аппаратах рентгеновская трубка заключена в специальный защитный кожух. Для уменьшения облучения тела больного первичный пучок рентгеновских лучей проходит через фильтры, где отсекаются кванты малой энергии, чем повышается эффективная энергия излучения. Большое значение для снижения уровня облучения персонала и больного имеют квалификация персонала, использование защитных средств и приспособлений.

При размещении рентгеновского диагностического аппарата следует учитывать направление рабочего пучка, он должен быть обращен в сторону капитальных стен помещения. При этом рентгеновская трубка должна отстоять не менее чем на 2 м от той стены помещения, на которую направлен рабочий пучок излучения. Пульт управления аппаратом и рабочее место врача рекомендуется выносить в отдельную комнату. При отсутствии такой комнаты пульт управления должен находиться в наибольшем отдалении от источников рассеянного излучения и в стороне от направления рабочего пучка излучения.

Экран для просвечивания должен быть снабжен защитным свинцовым стеклом. К экрано-снимочному устройству подвешивается разрезной просвинцованный многолопастный фартук для защиты врача при исследовании больного в вертикальном и горизонтальном положении. Для защиты персонала, находящегося у пульта управления, предусмотрена большая ширма (высотой 190 см) со свинцовым эквивалентом не менее 1 мм. Кроме того, имеется еще и

190 см) со свинцовым эквивалентом не менее 1 мм. Кроме того, имеется еще и малая защитная ширма. При работе вблизи рабочего пучка излучения используют просвинцованные защитные перчатки, просвинцованные нагрудные фартуки и юбки для защиты от рассеянного излучения врача и вспомогательного персонала.

Кроме прямого пучка излучения, возможно образование рассеянного излучения при прохождении рентгеновского пучка через тело пациента и отражении от предметов, находящихся в кабинете. Любая точка рабочего места персонала рентгеновского кабинета должна иметь защиту, обеспечивающую ослабление рентгеновского излучения настолько, чтобы мощность дозы внешнего облучения не превышала 0,4 мЗв/нед.

При расчете защиты в рентгеновских кабинетах принимается время генерирования рентгеновских лучей для диагностических аппаратов, равное 150 мин на одну 5-часовую смену или 15 ч в неделю, для флюорографов на одну 5-часовую смену — 15 мин или 1,5 ч в неделю.

Допустимая мощность дозы на рабочем месте персонала при указанной длительности генерирования рентгеновских лучей не должна превышать 0,03 мЗв/ч для диагностических аппаратов и 0,3 мЗв/ч для флюорографов. Диагностические рентгеновские аппараты должны иметь подвижную диафрагму для ограничения пучка лучей, чтобы при расстоянии от опорной доски аппарата до экрана 25 см и максимальном раскрытии створок диафрагмы освещенное поле на экране было меньше его размеров с каждой стороны на 1 см. Как показали исследования, мощность дозы излучения на рабочем месте врача-рентгенолога за экраном у отечественных аппаратов составляет не более 0,03 мЗв/ч, т. е. ниже допустимых пределов. Однако при горизонтальном положении штатива аппарата, при исследовании пациента лежа, когда рабочий пучок рентгеновских лучей направлен вертикально, уровни облучения персонала могут быть несколько выше.

Повышенные уровни облучения медицинского персонала возможны при обследовании травматологических больных. Наибольшему облучению подвергаются руки, ноги и нижняя часть туловища медицинского персонала. При прямой пальпации пациента у экрана в прямом пучке излучения уровни облучения рук весьма значительны. При горизонтальном положении штатива рентгенолог находится вне прямого пучка и подвергается облучению только рассеянным излучением. Индивидуальные средства защиты (просвинцованные фартук и перчатки) ослабляют рассеянное излучение в 10—30 раз. В последние годы широко используют рентгеновские аппараты с ЭОП. Как показали исследования, дозы облучения персонала при этом уменьшаются в 10—100 раз и, как правило, мощность дозы излучения на рабочих местах врача-рентгенолога и рентгенолаборанта значительно ниже допустимого уровня, составляя 1/3—1/10 годовой предельно допустимой дозы.

За последнее время увеличилось число сложных рентгенологических исследований с участием врачей различных специальностей (хирурги, анестезиологи). К таким исследованиям следует отнести бронхоскопию, ирригоскопию, ангиокардиографию, катетеризацию сердца и др. Эти процедуры связаны со значительным облучением персонала, не имеющего отношения к радиологической службе. При сложных рентгенодиагностических исследованиях сред-

немесячные дозы облучения грудной клетки врачей-нерентгенологов (хирургов и анестезиологов) колеблются от 1,5 до 2,5 мЗв, таза — от 1,8 до 2,9 мЗв. Уровни облучения кистей рук достигают в месяц 6–10 мЗв, т. е. приближаются к уровню облучения кистей рук профессиональных рентгенологов. Необходим постоянный дозиметрический контроль за уровнем облучения специалистов-нерентгенологов и нормирование числа сложных рентгенодиагностических процедур для каждого конкретного специалиста.

### Радиационная безопасность при дистанционной гамма-терапии и терапии с помощью излучения высоких энергий

В настоящее время для дистанционной лучевой терапии используется рентгенотерапевтические установки, ускорители заряженных частиц, гамма-терапевтические установки. Во всех установках используется мощный поток излучения, направленный на патологический очаг. Рентгенотерапевтические установки предназначены для глубокой или поверхностной терапии, например для лечения поражений кожи.

Гамма-терапевтические установки используются как для статического, так и для подвижного облучения (ротационные или ротационно-конвергентные). Величина заряда кобальта-60 может быть различной (рис. 11.12). Ускорители электронов имеют энергию до 5 МэВ, от 5 до 10 МэВ или более 10 МэВ.

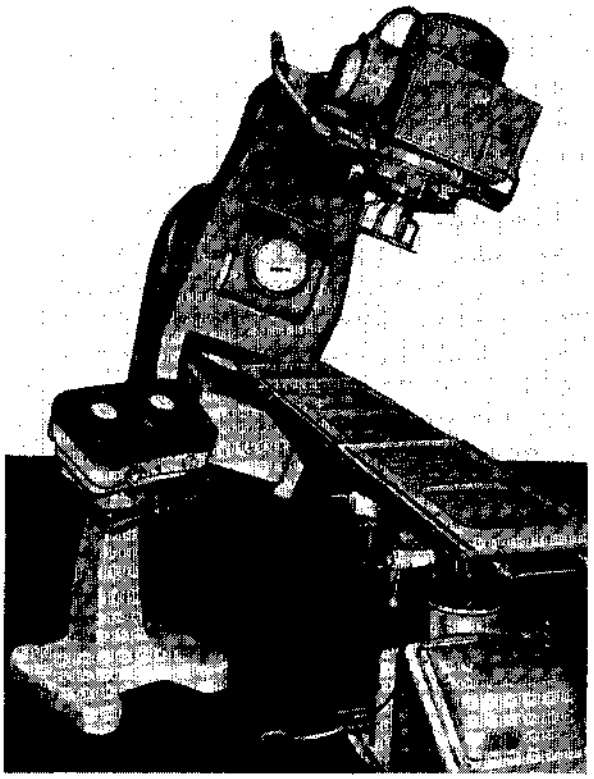


**Рис. 11.12.** Аппарат «Рокус».

Основной профессиональной вредностью для персонала при работе с такими установками является внешнее облучение. Радиационная безопасность для персонала определяется в основном качеством стационарной защиты рабочих мест, продолжительностью работы установок в течение смены, надежностью системы по предупреждению аварийных ситуаций. Активность источников излучения в установках достигает больших величин, поэтому к конструктивным особенностям аппаратов, их размещению и эксплуатации предъявляются повышенные требования.

Рентгеновские терапевтические аппараты должны иметь отдельное помещение для управления и процедур-

ную с защищенным смотровым окном и защитной дверью между комнатой управления и процедурной. Площадь процедурной должна составлять от 24 до 40 м² в зависимости от типа аппарата. Защита рабочих мест должна обеспечить условия, при которых мощность дозы внешнего излучения на любой точке не превышает 0,4 мЗв/нед. Окно для наблюдения за больными между процедурной и комнатой управления должно быть расположено в стороне от основного направления рабочего пучка, стекло смотрового окна должно иметь свинцовый эквивалент, обеспечивающий ослабление мощности дозы до допустимой величины.

Все ограждения процедурной и комнаты управления (стены, пол, потолок) должны быть усилены свинцом для защиты смежных помещений от излучения. Мощность дозы на наружных поверхностях здания и в проемах не должна превышать 3 мкЗв/ч. Принципы стационарной защиты от излучения ускорителей медицинского назначения те же, но площадь процедурных увеличена до 45 м² и выделяется комната для инженерного пульта управления площадью до 20 м². В связи с большой проникающей способностью излучения ускорителей защита усиливается дополнительными стенами типа лабиринта, за больным наблюдают не через смотровые окна, а при помощи телевизионных устройств (рис. 11.13).

В кабинетах гамма-терапии защита должна обеспечить ослабление как прямого, так и рассеянного излучения до допустимых величин. Размеры процедурных комнат зависят от типа установки. При статическом облучении площадь процедурной от 20 до 36 м², при подвижном облучении она увеличивается до 36–45 м². В процедурной в момент облучения больного создается высокий уровень как прямого, так и рассеянного излучения. Мощность дозы в комнате

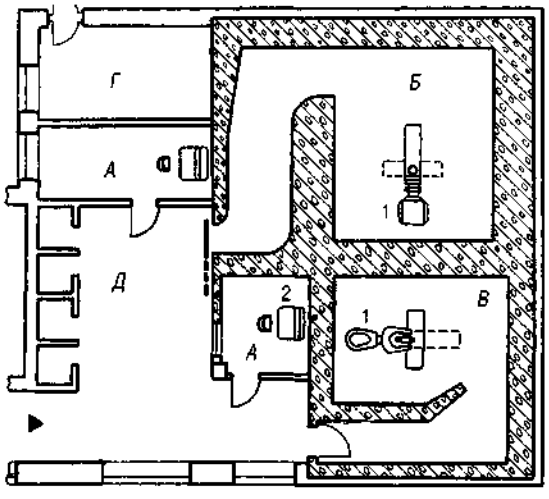



**Рис. 11.13.** Планировка основных помещений для глубокой и близкофокусной терапии.

*А* — пультовая-наблюдательная; *Б* — процедурный зал для длиннофокусной терапии; *В* — процедурный зал для короткофокусной терапии; *Г* — вентиляционная камера; *Д* — комната ожидания. 1 — гамма-аппарат; 2 — пульт управления.

управления может резко возрасти при нарушении экранирования дверного проема между процедурной и комнатой управления, поэтому часто используют комбинированную защиту — лабиринт и защитную дверь. Обязательна автоблокировка, т. е. в момент облучения больного при заряде в положении «работа» дверь автоматически закрывается и открыть ее самостоятельно невозможно. Годовые дозы облучения сотрудников отделений гамма-терапии не превышают допустимых величин и составляют 15 мЗв. При полной нагрузке (до 60 больных в смену) медицинский персонал сверхмощных облучателей и линейных ускорителей получает дозы облучения, не превышающие 2—3,6 мЗв/год.

## Радиационная безопасность при внутриполостной, внутритканевой и аппликационной лучевой терапии с помощью закрытых радиоактивных источников

В качестве закрытых источников гамма-излучения чаще всего используются препараты металлического кобальта-60, заключенные в оболочку из нержавеющей стали в виде игл, цилиндров, бусин. Внутриполостное облучение проводится для лечения злокачественных образований в полостных органах (матка, мочевой пузырь, пищевод и т.д.).

Активность препарата, вводимого больному, зависит от локализации и размеров поражения. Внутриполостная, внутритканевая и аппликационная терапия требует ручных манипуляций с самим препаратом (выемка из контейнера, подготовка, обвязывание марлей, стерилизация, введение препарата в полость больного, его извлечение и т.д.). Это приводит к опасности облучения персонала при выполнении каждой манипуляции (рис. 11.14). Классическая планировка отделения закрытых радионуклидов (хранилище — манипуляционная — процедурная — палата) удлиняет путь препарата, что создает возможность облучения персонала. Основной опас-

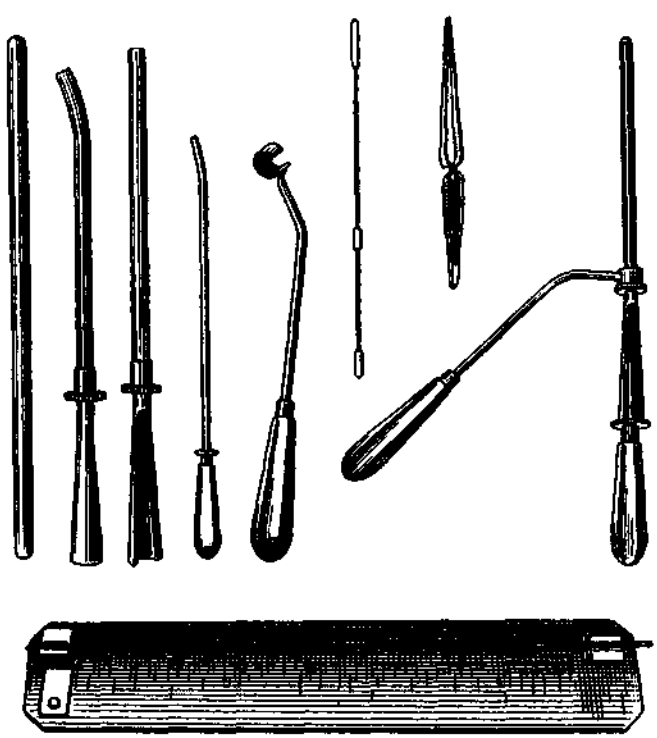


**Рис. 11.14.** Набор инструментов для нанизывания радиоактивных бус на нити.

ностью при внутриполостной терапии является внешнее гамма-излучение. Активность препаратов колеблется в широких пределах. Несмотря на то что активность источников по сравнению с активностью гамма-установок очень мала, дозы, получаемые персоналом, выше, чем у работников гамма-установок. Эта диспропорция между активностью источников и лучевой нагрузкой персонала объясняется технологией лечебного процесса, т. е. ручными операциями с препаратом, трудностью использования экранов и защиты расстоянием и временем. По данным индивидуально-дозиметрических измерений, персонал 5 крупнейших отделений закрытых источников Москвы получает дозу не выше 1,2–2,3 мЗв/мес. Однако локальные дозы, в первую очередь на кончики пальцев персонала, проводящего «разрядку» и «зарядку» больных, составляют 40–100 мЗв/мес, т. е. близки к допустимым уровням и в 10–12% случаев их превосходят.

В настоящее время для полостной терапии стали применять малую механизацию. Больному в полость вводят фильтры без препаратов, представляющие собой трубку из металла или полимера. Фильтр фиксируется в полости. Затем в этот фильтр больному в палате с помощью специального препаратоводителя вводят активный препарат. При введении препарата врач отделен от больного радиохирургической защитной ширмой. Таким же образом препарат извлекают. Такая технология укорачивает путь препарата, исключает многие радиоопасные манипуляции с ним, т. е. сокращает время введения и извлечения препарата, уменьшает число людей, занятых в проведении этой процедуры, отпадает нужда в создании защитных стен в процедурной и манипуляционной. Дозы общего облучения врача в 5 раз, а облучение рук в десятки раз ниже, чем при старых способах введения препаратов.

Положительные результаты такой механизации радиотерапевтических процедур позволяют разрабатывать автоматические способы введения препаратов в полости больных. В частности созданы специальные шланговые гамма-терапевтические аппараты, при помощи которых радиоактивные препараты перемещаются сжатым воздухом из контейнера по гибким шлангам-ампулопроводам в полость больного. После сеанса облучения препараты автоматически возвращаются в контейнер.

При таком методе введения радиоактивных препаратов дозовые нагрузки на персонал будут незначительны.

Для внутритканевой лучевой терапии в пораженную ткань вводят активные препараты кобальта-60, иттрия-90, золота-198. Чаще такая терапия проводится при лечении опухолей мозга, губы, языка. Сравнительно невысокая активность используемых гамма-препаратов, кратковременность манипуляций с ними, соблюдение правил работы с радионуклидами полностью обеспечивают радиационную безопасность персонала.

### Радиационная безопасность при аппликационной лучевой терапии

В качестве источников излучения используются бета-излучатели фосфор-32, прометий-147, таллий-204.

Активность бета-аппликаторов, с помощью которых лечат онкологические заболевания кожи, колеблется в широких пределах и может достигать $3{,}7 \cdot 10^{10}$ Бк.

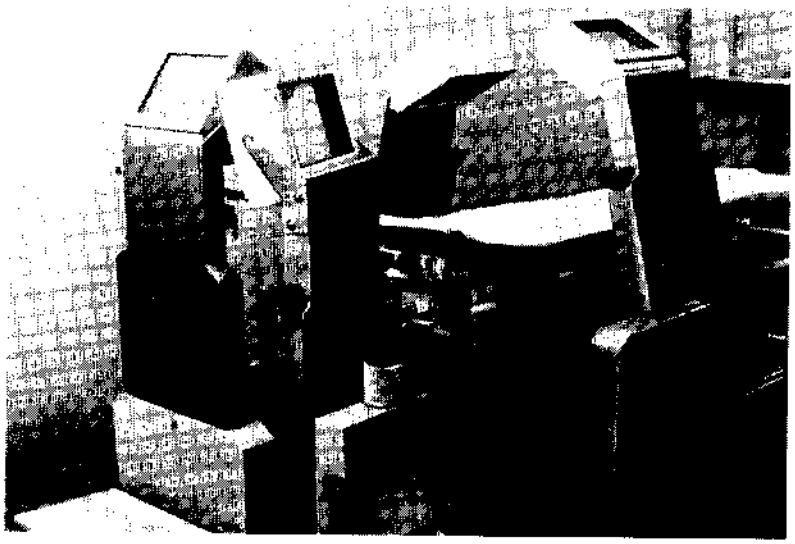


**Рис. 11.15.** Защитное оборудование для радиохирургических работ.

Защитные экраны для бета-излучения изготавливаются из легких материалов — оргстекла, алюминия и пр. (рис. 11.15). Эти экраны обеспечивают защиту от бета-потоков, но при торможении бета-частиц в материале экрана возникает тормозное излучение малоэнергетических квантов. Оно может вносить определенный вклад в облучение персонала. При работе с бета-излучателями целесообразно использовать комбинированные экраны, ближе к источнику они должны состоять из материалов с малым атомным номером, а дальше от источника — из материалов с большим атомным номером.

При использовании комбинированных экранов индивидуальные дозы очень малы, не превышают 4—5 мЗв/год. Опыт показывает, что простота защиты от бета-излучений часто провоцирует пренебрежительное отношение медицинского персонала к этой защите. Однако при наложении бета-аппликатора незащищенной рукой в течение 5 с доза на пальцы рук составляет 7—63 мЗв. У персонала, занимающегося лечением кожных поражений с помощью бета-аппликаторов, при несоблюдении условий защиты возможны лучевые поражения кожи рук. Использование защитных перчаток, комбинированных защитных экранов, дистанционных инструментов делает эту работу безопасной.

### Принципы защиты при работе с открытыми радиоактивными источниками

Работа с открытыми радиоактивными источниками связана с опасностью воздействия проникающего излучения и попадания внутрь организма радиоактивных веществ, что приводит к возможности как внешнего, так и внутреннего облучения персонала. При работе с открытыми радиоактивными источниками возможны загрязнение рабочей обстановки, одежды и рук, попадание радиоактивных веществ в воздух, образование радиоактивных газов. Наиболее часто радиоактивные вещества вдыхаются, в меньшей степени заглатываются

при загрязнении кожи рук и лица. Наибольшую опасность представляют радиоактивные аэрозоли, которые образуются в результате радиоактивных превращений (эманация, образование активных атомов отдачи и т.д.). Важно, что образование радиоактивных аэрозолей происходит постоянно, даже тогда, когда с радиоактивными веществами не ведется работа, связанная с измельчением. Низкие счетные и массовые концентрации аэрозоля в единице объема воздуха не являются гарантией отсутствия вредного биологического действия.

Задержка радиоактивных аэрозолей в легких зависит от дисперсности аэрозоля, электрозарядности частиц, химических свойств, растворимости и т.д. При работе с эманирующими веществами (радий, торий) возможно образование радиоактивных газов, которые равномерно растворяются в крови и облучают организм.

Значительную долю в сумме факторов радиационного воздействия при работе с открытыми источниками имеет загрязнение кожи рук, одежды, оборудования, рабочей обстановки. Некоторые радиоактивные вещества (стронций, торий, плутоний) могут проникать через неповрежденную кожу. Загрязнение рабочей обстановки чаще всего происходит при нарушении правил работы с источником, а также в результате переноса загрязнения с одежды, рук, обуви на рабочие поверхности.

Многие строительные материалы (кирпич, бетон, дерево, асфальт) и покрытия (метлахская плитка, линолеум) хорошо адсорбируют радиоактивные вещества и плохо поддаются дезактивации, что усугубляет опасность лучевого воздействия на персонал.

По степени радиоактивной опасности все радионуклиды как потенциальные источники внутреннего облучения делятся на 4 группы. Каждой группе соответствует своя минимально значимая активность, т. е. наибольшая активность открытого источника на рабочем месте, не требующая регистрации или получения разрешения органов ГСЭН. Например, к группе А, наиболее радиационно опасной, относятся радий-226, калифорний-252, плутоний-240, минимально значимая активность для них составляет $1{,}0 \cdot 10^4$ Бк. К группе Б относятся йод-131, кобальт-60, для них минимально значимая активность $1{,}0 \cdot 10^5$ Бк. Наибольшее число радионуклидов, используемых в медицинской практике, по радиационной опасности относятся к группе В.

Итак, можно сформулировать основные принципы защиты при работе с открытыми радиоактивными источниками, а именно:

- при внешнем излучении используются все способы защиты, применяемые при работе с закрытыми веществами (защита количеством, временем, расстоянием, экранами);
- работа с открытыми радиоактивными веществами должна исключать их поступление в окружающую среду. Это достигается рациональной планировкой и оборудованием рабочих помещений, санитарно-техническими устройствами по удалению и дезактивации жидких, твердых и газообразных радиоактивных отходов, максимальной механизацией и автоматизацией рабочих операций.

Необходимо исключить загрязнение кожи рук и лица персонала, а также рабочих поверхностей. Для этого используют средства индивидуальной защиты, санитарную обработку. Персонал должен соблюдать правила личной гигиены и техники безопасности.

При работе с открытыми радиоактивными веществами обязательны дозиметрический контроль и медицинское наблюдение за здоровьем персонала.

Планировочные мероприятия сводятся к строгому разделению помещений на радиационно «грязные» и «чистые», к созданию поточности помещений (хранилище — манипуляционная — процедурная — операционная — палаты). Для исключения загрязнения рабочей обстановки подбирают соответствующие покрытия, не адсорбирующие радиоактивные вещества, простую по конструкции, легко моющуюся мебель с гладкими поверхностями.

Герметизация аппаратуры и оборудования позволяет максимально ограничить поступление радиоактивных веществ в воздух рабочей зоны. Для этой цели используют различные камеры-боксы и вытяжные шкафы (рис. 11.16, 11.17). Возможно применение «малой механизации», автоматических пипеток, устройств для переливания жидкостей и т.д. Образующиеся радиоактивные отходы должны дезактивироваться: газообразные путем очищения через соответствующие фильтры, жидкие выстаиванием и разбавлением. Твердые отходы собирают в специальные емкости для отправления на централизованный пункт захоронения радиоактивных отходов.

В системе радиационной защиты при работе с открытыми радиоактивными источниками большое значение имеют средства индивидуальной защиты. К ним относятся спецодежда, спецобувь, средства защиты органов дыхания, глаз и рук. В медицинской практике используют халаты, шапочки, хлопчатобумажное белье, а также нарукавники и фартуки из эластичной и прочной пленки. Для защиты органов дыхания применяют фильтрующие респираторы типа «Лепесток» из легкой синтетической ткани. Такие респираторы задерживают аэрозоли до 99,99% и могут быть одноразового пользования или кратковре-

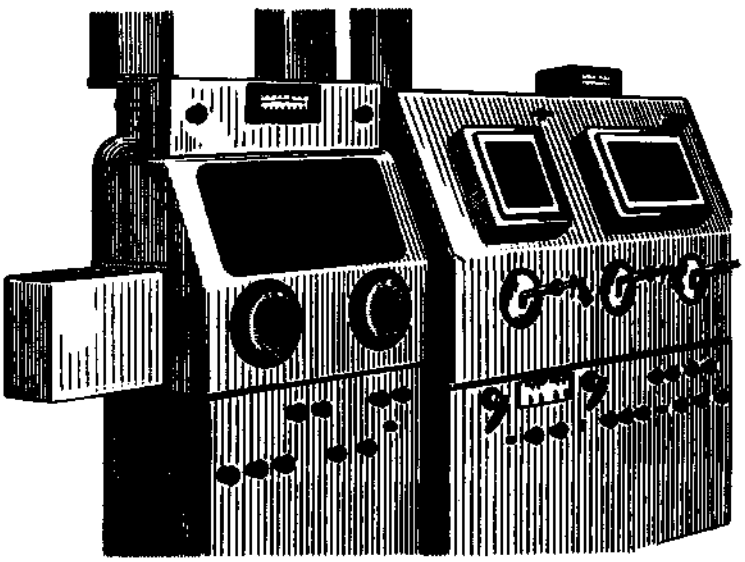


**Рис. 11.16.** Бокс защитный универсальный.

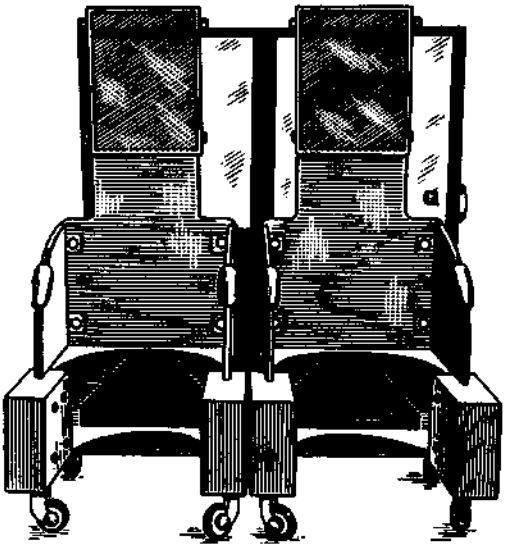


**Рис. 11.17.** Передвижные экраны для защиты от излучения.

менного применения. После использования респиратор причисляют к твердым радиоактивным отходам (рис. 11.18).

Для защиты органов дыхания, особенно от бета-потоков и нейтронов, используют специальные щитки из оргстекла.

Все виды работ с открытыми радиоактивными источниками выполняют в резиновых перчатках. При работе перчатки не должны быть загрязнены радиоактивными веществами. Перчатки снимают с рук таким образом, чтобы их изнанка всегда оставалась внутри (рис. 11.19).

В рабочих помещениях запрещается принимать пищу, курить, пользоваться косметикой, хранить домашнюю одежду и обувь.

В случае загрязнения кожи, рабочей одежды и поверхностей необходимо немедленно вымыть руки теплой водой с хозяйственным мылом, провести дезактивацию поверхностей растворами поверхностно-активных веществ (стиральный порошок, сульфанол) или комплексообразующих соединений (аминополикарбоновые кислоты, лимонная, щавелевая кислоты и др.). Спецодежду стирают в специальных прачечных и затем подвергают дозиметрическому контролю.

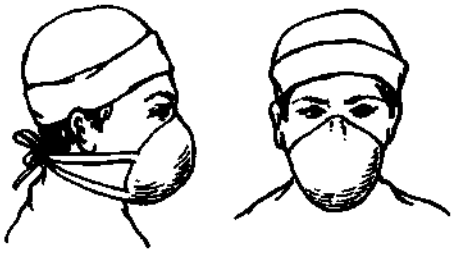


**Рис. 11.18.** Респиратор ШБ-1 («Лепесток»).

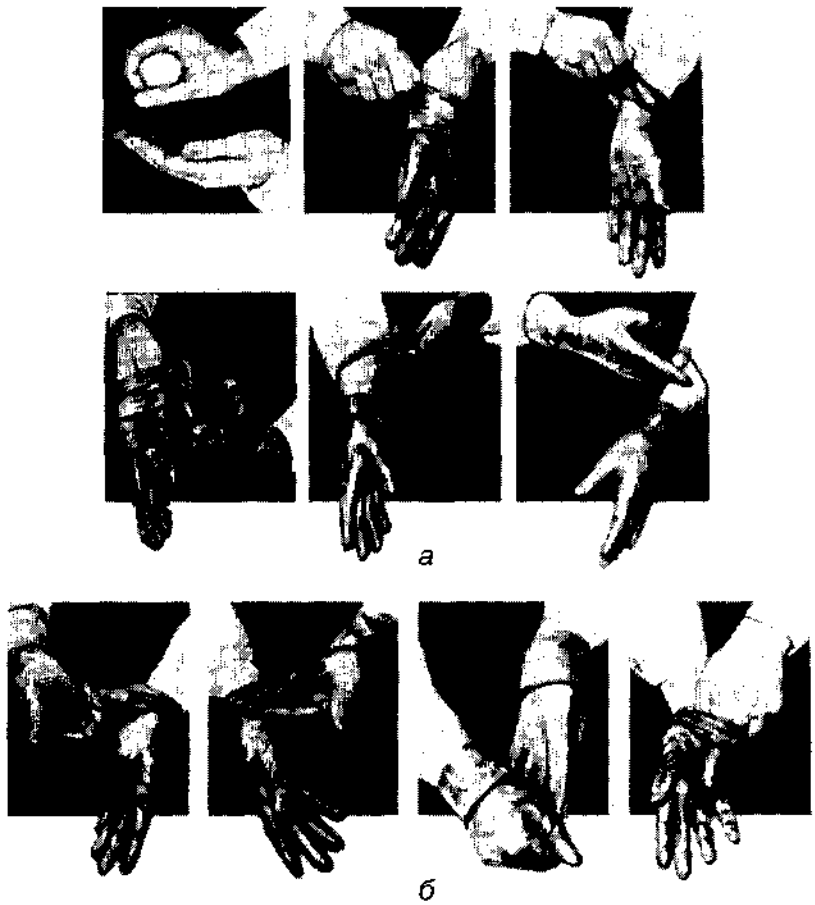



**Рис. 11.19.** Приемы надевания (*а*) и снятия (*б*) резиновых перчаток.

Профилактика внутреннего облучения предполагает радиационный контроль, который осуществляет сотрудник радиологического отделения, прошедший специальную подготовку. Контролируют мощность дозы всех видов излучений на рабочих местах, в смежных помещениях и на территории учреждения, индивидуальные дозы облучения персонала, загрязнения рабочих поверхностей, оборудования, кожных покровов и одежды персонала, содержание радиоактивных газов и аэрозолей в воздухе. Так же осуществляется наблюдение за сбором и удалением радиоактивных отходов. Применяют разнообразную дозиметрическую аппаратуру для измерения мощности доз ионизирующей радиации и уровня загрязнений, а также индивидуальные дозиметры для оценки доз облучения работающих с источниками ионизирующей радиации.

Целью медицинского контроля является выявление лиц, имеющих противопоказания для работы с ионизирующим излучением, а также обнаружение ранних признаков лучевого поражения.

Периодические медицинские осмотры проводятся не реже 1 раза в 12 мес, в случае переоблучения сотрудника или в аварийных ситуациях медицинское обследование осуществляется по показаниям.

В отделениях открытых радионуклидов широко используют меченые атомы для диагностических и лечебных целей. С помощью генераторов высокой активности получают различные меченые соединения короткоживущих радионуклидов непосредственно в медицинских учреждениях. Это позволяет исключить доставку радиоактивных веществ в больницу, ликвидировать некоторые радиоопасные процедуры, сократить время на обследование больных. В настоящее время объем радиодиагностических исследований с помощью генераторов короткоживущих радионуклидов увеличивается.

Короткоживущие радионуклиды получают в специальном генераторе, устройство которого весьма просто. В стеклянной колонке на алюминиевой подложке закрепляется радиоактивный нуклид-производитель, например молибден-99 или олово-113. Сверху в колонку нагнетают изотонический раствор хлорида натрия. Благодаря избыточному давлению происходит как бы вымывание короткоживущих радионуклидов в этот раствор (элюат). Затем элюат фильтруют, набирают в шприц и вводят больному. Вся конструкция генератора заключена в свинцовый футляр. Элюат используется для диагностики нарушений кровообращения и визуализации полостей сердца. Можно использовать коллоидные соединения (меченый желатин, альбумин, железоаскорбиновый комплекс) для диагностики заболеваний внутренних органов и головного мозга.

Вклад в суммарную дозу облучения этой рабочей операции невысок. Дозы облучения врачей при эксплуатации генераторов в среднем составляют 1—2 мЗв/мес, медсестер — 2—2,5 мЗв/мес. Конструкция генераторов постоянно совершенствуется, что приводит к дальнейшему снижению мощностей доз на рабочих местах и сокращению длительности процедур.

В радиологических отделениях открытых радионуклидов велика доля диагностических процедур с использованием йода-131 и золота-198. Индивидуальная доза облучения медицинского персонала при манипуляциях с этими радионуклидами невелика, среднемесячные дозы облучения кистей рук персонала не превышают допустимых уровней. Однако в радиологических лабораториях отмечаются случаи радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей и перчаток персонала. Поскольку коэффициент перехода радионуклидов с перчаток на кожный покров рук составляет 7—8% для индия-113 м и до 20% для йода-131, возникает опасность внутреннего облучения персонала. Эта опасность потенциально увеличивается при использовании открытых радиоактивных источников для внутритканевой терапии.

Чаще всего для этой цели используются растворы или коллоидные взвеси йода-131, золота-198 и фосфора-32.

Соединения радиоактивного йода и фосфора вводят внутрь в расчете на их накопление в критических органах. Коллоидные взвеси радиоактивного золота чаще вводят непосредственно в пораженную ткань или опухоль. В онкологических отделениях количество радионуклидов, вводимое одному больному, может достигать значительных величин. В общетерапевтических и специализированных отделениях (эндокринологические, гематологические) применяют только растворы йода-131 и фосфора-32 и в меньших количествах. Уровни облучения медицинского персонала разных отделений значительно колеблются, что определяется не только количеством радионуклида, но и видами рабочих операций с ним.

Все работы с открытыми радиоактивными источниками делятся на несколько этапов: выгрузка из машины доставленного в отделение транспортного контейнера с радиоактивным веществом, его перенос в хранилище, вскрытие транспортного контейнера, перегрузка первичной упаковки с радиоактивным веществом в рабочий контейнер, его транспортировка из хранилища в фасовочную, где проводится подготовка препарата к использованию (фасовка, стерилизация), далее транспортировка подготовленных препаратов из фасовочной в процедурную, где препарат вводят больному. Затем больного транспортируют в палату, где происходит его обслуживание, удаление радиоактивных биологических отходов, смена белья (белье доставляют в специальное помещение для выдержки в течение определенного времени в соответствии с периодом полураспада радионуклида и отправляют в прачечную). Персонал осуществляет также сбор твердых радиоактивных отходов, дезактивацию инструментария и рабочей обстановки. Все виды работ выполняют с использованием защитного оборудования, экранирующих устройств, контейнеров для сбора и хранения радиоактивных отходов, средств индивидуальной защиты и дозиметрической аппаратуры.

Величина дозовых нагрузок у персонала будет зависеть от вида рабочей операции и времени ее выполнения. Как показали исследования, среднемесячные дозы облучения всего тела у врачей в отделениях открытых радионуклидов составляют 0,3–1,5 мЗв. Локальные дозы облучения кистей рук колеблются от 10 до 14 мЗв/мес. Доза облучения глаз врачей за счет бета-потоков при работе с радиоактивным золотом может составить 0,7–1 мЗв/мес.

В лечебной практике широко используются радоновые ванны. В 60 физиотерапевтических отделениях больниц проводится радонотерапия. На курортах радоновые источники естественные, в городах используют искусственные радоновые ванны. Радон является продуктом распада радия, его получают в специальных кустовых радоновых лабораториях. Раствор радия помещают в специальный барботер, где образуется радон, насыщающий определенный объем воды. Из барботера раствор радона переливают в бутыли и встряхивают до полного растворения газа. Далее этот концентрированный раствор фасуют в порционные склянки, каждая из которых рассчитана на одну ванну. Эти склянки в специальной упаковке доставляют в учреждения, где отпускают радоновые ванны. Основным радионуклидом радоновой ванны является газ — радон-222, дающий альфа-излучение с периодом полураспада 3,8 дня. Кроме радона, в воде содержатся дочерние продукты его распада с периодом полураспада не более 26,8 мин.

В радоновых лабораториях основную опасность для персонала представляет внешнее гамма-излучение от барботеров и бутылей с концентрированным раствором радона и внутреннее в результате загрязнения воздуха альфа-активным радоном и продуктами его распада.

Мощность дозы гамма-излучения при приготовлении раствора радона различна, но не превышает допустимых величин.

Концентрация радона в воздухе также невысокая и обычно составляет 0,1–0,3 ПДК. Загрязненность альфа-активными радионуклидами рабочих поверхностей не превышают 3–5 альфа-частиц/(см$^2$ · мин). Кожные покровы рук персонала, как правило, не загрязнены.

Таким образом, при современных методах использования радиоактивных веществ в медицинской практике основную радиационную опасность представляет внешнее облучение. Известную опасность для окружающих могут представлять больные, получившие медицинские процедуры с радиоактивными веществами в поликлинических условиях. Например, при амбулаторном лечении радиоактивным йодом мощность дозы гамма-излучения от щитовидной железы больного, получившего $3{,}7 \cdot 10^7$ Бк йода-131, на 2-е сутки составляет около 5 мкЗв/ч на расстоянии 0,5 м. С начала 2-х суток мощность дозы уменьшается и к 5-м суткам имеет практически незначительную величину. Это значит, что некая опасность внешнего облучения от такого больного может сохранять лишь в течение первых 2 сут после приема радиоактивного йода. При большей активности принятого радиоактивного йода значительные уровни загрязнения отмечались на полу в санузлах и на одежде больных.

Амбулаторное лечение радиоактивным йодом возможно при назначении на курс строго регламентированного количества радионуклида, пользовании индивидуальной постелью и предметами туалета, исключении приготовления пищи для членов семьи и тесного контакта с маленькими детьми.

Сроки выписки больных должны быть приурочены к моменту, когда мощность дозы на расстоянии 1 м от больного не будет превышать допустимых уровней.

Радиологическое отделение открытых радионуклидов является источником формирования сточных вод, несущих радиоактивный йод и фосфор. Известно, что с выделениями больного в 1-е сутки удаляется около 35—40% введенной активности. Один больной в течение 48 ч может выделить значительное количество радионуклида, для разведения которого до допустимых концентраций потребуется от 1000 до 38 000 $м^3$ воды. В радиологических отделениях устраивают несколько отстойников-смесителей объемом 2—4 суточных расхода, где сточные воды выстаиваются и разбавляются до снижения концентрации радиоактивных веществ до величин, приближающихся (в пределах одного порядка) к ПДК. После контрольных измерений сточные воды спускают в общегородскую канализацию.

### Особенности профессиональной деятельности анестезиологов, хирургов, акушеров-гинекологов

Среди многочисленных врачебных специальностей труд анестезиологов занимает особое место. Анестезиолог часто оказывается в разнообразных рабочих ситуациях, обычно непредсказуемых, связанных с управлением жизненно важными процессами организма больного. Анестезиолог работает с точной аппаратурой, требующей не только практических навыков, но и технических знаний. Профессиональные действия анестезиологов требуют целеустремленности, длительного напряжения, внимания, быстрой оценки разнообразной информации.

В обязанности анестезиолога входят подготовка больного к операции, проведение наркоза, поддержание и нормализация функций организма оперируемого во время операции и в послеоперационном периоде. Анестезиолог получает информацию о состоянии больного по показаниям приборов, словесному контакту с хирургами, реакции больного. Большинство сигналов поступают одно-

временно или с небольшими временны́ми интервалами, что требует постоянного внимания и стартовой готовности. Получив тот или иной сигнал, анестезиолог должен проводить соответствующие манипуляции сообразно ситуации, состоянию больного, этапу операции. При этом от врача требуются особая собранность, хладнокровие, быстрота реакции. Эти моменты трудовой деятельности предъявляют высокие требования к интеллекту и нервно-эмоциональной сфере.

В большинстве больниц нет специальных наркозных комнат, помещений для настройки аппаратов искусственного кровообращения (АИК), отдельных ординаторских для анестезиологов, душевых для персонала.

Содержание анестетиков (эфир, фторэтан) в воздухе операционной может быть повышено, особенно при открытом или полузакрытом наркозном контуре. Эти концентрации в зоне дыхания анестезиолога держатся в течение всей операции. В крови анестезиологов концентрации анестетиков составляют от 3,5 до 8,5 мг%, что ниже соответствующего показателя в воздухе операционной лишь в 1,5—2 раза.

Жалобы врачей на головные боли, повышенную утомляемость, нарушение сна нарастают с увеличением стажа. Анестезиологам свойственна повышенная заболеваемость конъюнктивитами, ангинами, острыми респираторными инфекциями, что в значительной мере связано с профессиональной деятельностью. Эфир и другие анестетики особенно неблагоприятно действуют на беременных. Это проявляется в большей частоте поздних и ранних токсикозов, преждевременных родов и выкидышей. Отмечена связь характера течения беременности с продолжительностью работы с анестетиками в течение рабочей недели. Больше случаев патологии беременности отмечено у анестезиологов, которые работают в операционной 25 ч и более в неделю, меньшие изменения отмечены у врачей, имеющих контакт с анестетиками не более 15 ч в неделю.

Отсюда возникает необходимость регламентации условий туда анестезиологов и снижения концентраций анестетиков в воздухе.

Работа хирургов очень разнообразна, она предъявляет высокие требования к профессиональным качествам и нервно-эмоциональной сфере врачей, предполагает большую физическую и психическую выносливость. Операционные действия включает в себя диапазон от тончайших манипуляций под микроскопом до операций, требующих значительных физических усилий (травматологические операции). Хирург должен уметь быстро принимать решения, быть последовательным в своих действиях, иметь чувство личной ответственности за жизнь и здоровье пациента. Часто работа хирурга укладывается в сжатые сроки, становится высокоинтенсивной.

Утомление после операционного дня отмечают почти все хирурги независимо от стажа и вида лечебного учреждения. Исключение составляют молодые врачи со стажем менее 3 лет, работающие в научно-исследовательских институтах и клинических больницах.

Наибольшее утомление развивается после суточных дежурств. Среди заболеваний хирургов, развивающихся на протяжении их профессиональной деятельности, следует отметить гипертоническую болезнь, гипотензию, варикозное расширение вен нижних конечностей, плоскостопие. Так, гипертоническая

болезнь регистрируется уже после первых 5 лет работы, к 10–12-му году профессиональной деятельности ее доля нарастает и составляет 24% остальных заболеваний. Гипотензия в начале работы учащается, а к 10–12-му году снижается до 2,7–6% в результате перехода гипотензии в гипертензию.

Варикозное расширение вен нижних конечностей достигает максимума к 4–6 годам работы. В заболеваемости хирургов старшей возрастной группы (50 лет и старше) на первое место выходят хроническая ишемическая болезнь сердца и атеросклеротическое поражение сосудов мозга. Это свидетельствует о доминирующей роли профессиональной деятельности в заболеваемости хирургов.

Высокая нервно-эмоциональная и физическая нагрузка, сопутствующее рентгеновское излучение, повышенные концентрации анестетиков в воздухе операционной неблагоприятно влияют на овариально-менструальную функцию у женщин. У 21% женщин-хирургов отмечается нарушение менструального цикла и у 37% были нарушения течения беременности (ранние и поздние токсикозы, самопроизвольные выкидыши, преждевременные роды и др.). Во время отпуска у всех женщин менструации нормализовались.

Среди врачей хирургического профиля следует выделить акушеров-гинекологов. Их профессиональная деятельность связана с проведением как плановых, так и экстренных операций, ведением родов, нередко осложненных, выполнением диагностических и лечебных процедур. Акушер-гинеколог пребывает в постоянной готовности к сложным ситуациям с высоким нервно-эмоциональным напряжением, обусловленным ответственностью за жизнь матери и ребенка. Работа акушера-гинеколога требует напряжения внимания, точной и тонкой координации сенсорных и моторных функций. 93% акушеров-гинекологов женщины, из них до 80% акушеры-гинекологи широкого профиля, а «узкие» гинекологи и акушеры составляют не более 20%.

93,8% врачей отмечают большое эмоциональное напряжение, длительную статическую нагрузку, присутствие наркотических паров и газов в зоне дыхания.

Наиболее часто врачи отмечают повышенную утомляемость, боли в области сердца, раздражительность, головную боль. Частота жалоб возрастает с увеличением возраста и стажа работы в операционной и числа принятых родов.

Труд акушера-гинеколога вызывает субъективное ощущение утомления, которое врачи отмечают как к концу рабочего дня, так и после суточного дежурства. С увеличением стажа возрастает и устойчивость утомления. На устойчивость утомления влияют недельная операционная нагрузка, число суточных и ночных дежурств, а также характер профессиональной деятельности (выполнение полостных операций, абортов, прием родов, проведение сложных диагностических процедур и т.д.).

Утомление приводит к изменению некоторых функциональных показателей, а именно увеличивается латентный период простой сенсомоторной реакции, снижается скорость переработки информации, ухудшаются запоминание и отсроченная память.

У 20% врачей ночной сон не снимал утомления после рабочего дня, у 67% — после суточных дежурств. Ведущее место в общей структуре заболеваемости акушеров-гинекологов занимают болезни сердца и сосудов, особенно гипертензия, гипотензия, стенокардия. Эти данные согласуются с результатами анализа общей заболеваемости хирургов и анестезиологов.

### Водоснабжение и очистка больниц

Организация хозяйственно-питьевого водоснабжения больниц сводится к следующему.

1. Оптимальное водоснабжение обеспечивает подключение больницы к системе централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населенного пункта.

2. В качестве источника водоснабжения необходимо использовать подземные воды. Они, как правило, отвечают требованиям стандарта на выбор водоисточника, а в ряде случаев и стандарта на качество питьевой воды.

3. Использование открытых водоисточников для водоснабжения больниц возможно лишь в случае правильной организации зон санитарной охраны и при создании очистных водопроводных сооружений.

Бесперебойное обеспечение больницы хорошей доброкачественной водой в достаточном количестве предотвращает инфекционные желудочно-кишечные заболевания. Больницу лучше присоединить к городскому водопроводу, где качество воды по всем показателям отвечает требованиям СанПин 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения». В таких случаях расход воды на 1 койку может быть доведен до 400 л/сут. В подобных условиях легко организовать снабжение больницы горячей водой, что особенно важно для операционных и моечных.

Совершенно по-иному решается вопрос водоснабжения в сельских условиях или в небольших городах, где отсутствует централизованное водоснабжение. В этих случаях больница должна иметь местный источник водоснабжения. При выборе такого водоисточника следует ориентироваться на подземные воды как наиболее надежные с санитарной точки зрения. В первую очередь рекомендуется использовать артезианские скважины с водой относительно постоянного состава; глубокое залегание предохраняет воду от бактериального и химического загрязнения. Вода, отвечающая требованиям санитарных норм, может поступать в больницу без дополнительной очистки. Водопотребление на 1 койку может составить около 100 л/сут. Если невозможно организовать артезианское водоснабжение, то приходится выбирать другие водоисточники (ключи достаточной мощности, открытые водоемы, колодцы).

Наименее желательно использование колодцев для водоснабжения больницы. Дебит колодца, как правило, незначителен и не допускает водоснабжение более 50 л/сут на 1 койку. Это, безусловно, создает неудобства в санитарном обслуживании больных. При сооружении шахтных (копаных) колодцев следует соблюдать все соответствующие санитарные требования.

Размещение колодцев на территории больничного участка должно быть правильным с санитарной точки зрения. Необходимо учитывать возможность загрязнения грунтовых вод со стороны объектов, расположенных в хозяйственной зоне и зоне инфекционного отделения. Весьма желательно создание около колодца зоны санитарной охраны радиусом до 20 м.

Расходуя много воды, больница, естественно, дает значительное количество сточных вод, которые должны рассматриваться как инфицированные даже в больницах общего назначения. На удаление и обеззараживание сточных вод

больниц обращают особое внимание. Лучше подключить больницу к общегородской канализации с обезвреживанием и обеззараживанием вод на общегородских очистных станциях. Если общегородской канализации нет, больница должна решать вопросы удаления и обеззараживания нечистот самостоятельно. Для этого используется так называемая малая канализация — поля орошения, поля фильтрации и т.д., где используют почвенные методы обезвреживания сточных вод.

Сточная вода из отделений собирается в приемники и в дальнейшем подвергается обработке либо в камерах, где происходит гниение, либо, чаще, вывозится на специально отведенные участки (расстояние от больницы не менее 1000 м). Освобожденная от взвеси вода должна подвергаться биологической очистке (почвенные методы).

Особое значение имеет обезвреживание сточных вод инфекционного отделения, где, как правило, перед спуском в канализацию их хлорируют в течение 2 ч. Для обезвреживания твердых отбросов (мусор, отходы операционных) рекомендуется устройство мусоросжигательных печей, компостов и биотермических камер. Особое значение имеет сжигание отходов из хирургических отделений, которые ни в коем случае не следует вывозить на свалку по эстетическим и эпидемиологическим соображениям.

## Гигиенические аспекты использования полимерных материалов в медицине

### Общие сведения о синтетических полимерных материалах

Полимерами называются соединения, молекулы которых состоят из многократно повторяющихся структурных единиц — звеньев (мономеров). Впервые термин «полимеры» предложил известный шведский ученый-химик, почетный член Санкт-Петербургской АН Й.Я. Берцелиус в 1833 г.

Полимеры составляют основу живой материи — растений, животных. Рассматривая полимеры в гигиене, мы обычно подразумеваем искусственные синтетические полимерные материалы. Иногда полимеры состоят лишь из полимерной основы, но в большинстве случаев в их структуру входит ряд дополнительных химических соединений-добавок, придающих материалу пластичность, прочность, эластичность, стабильность, заданный цвет и т.д. Полимерные материалы часто называют пластмассами.

Полимерные материалы получают в результате двух основных реакций химического синтеза — полимеризации и поликонденсации. Реакция полимеризации — это реакция присоединения, когда из большого числа молекул одинаковых или различных низкомолекулярных веществ (мономеров) образуются молекулы высокомолекулярных соединений (полимеров) без выделения побочных низкомолекулярных продуктов. Реакция полимеризации сопровождается выделением энергии в виде тепла, проходит, как сплошной поток, по направлению образования высокомолекулярного продукта и продолжается до тех пор, пока в ней не примут участие практически все исходные мономеры.

Реакция поликонденсации является реакцией замещения, когда из множества одинаковых или различных молекул мономеров вследствие замещения простых или сложных радикалов в одной молекуле мономера на другую молекулу мономера возникают молекулы полимеров. При этом выделяются низкомолекулярные продукты (вода, аммиак и др.). Изменив исходные условия, реакцию поликонденсации можно остановить на любом этапе. В результате получается смесь среднемолекулярных соединений, каждое из которых имеет много химически активных групп. Такая смесь называется промежуточным продуктом. Она может сохраняться некоторое время в вязком, полутвердом или твердом состоянии. С технологических позиций этот способ получения изделий из полимерных материалов имеет определенные преимущества, так как промежуточную смесь можно подвергать прессованию или нагреванию в пресс-форме и путем повторной реакции поликонденсации получать нужный высокомолекулярный конечный продукт в виде готового изделия.

Полимеры, синтезированные из нескольких видов мономеров, называют сополимерами (фенолформальдегидные, мочевиноформальдегидные смолы и др.).

Все полимерные материалы можно условно разделить на высокомолекулярные и низкомолекулярные. Высокомолекулярные соединения состоят из молекул, которые, как правило, содержат тысячи, сотни тысяч и даже миллионы мономерных звеньев, прочно связанных между собой. Молекулы органических низкомолекулярных соединений — сахаров, жиров, кислот и других веществ состоят из нескольких единиц, десятков, реже сотен атомов или молекул. Ориентировочной границей между низко- и высокомолекулярными полимерами по числу входящих в них мономеров можно считать приблизительно 1000 звеньев в полимерной молекуле. Это различие и определяет основные физико-химические свойства: низкомолекулярные соединения легко растворяются в воде и органических растворителях или легко расплавляются при нагревании. Высокомолекулярные соединения почти не растворяются, при нагревании не расплавляются, а постепенно размягчаются и впоследствии разлагаются без перехода в жидкое состояние и сгорают, что обусловлено большой силой сцепления макромолекул.

Различают естественные (природные) и искусственные высокомолекулярные полимерные соединения. К природным высокомолекулярным соединениям относятся клетчатка, крахмал, белки, природные смолы (янтарь, древесная смола) и др., к искусственным — множество синтетических смол. На свойства полимеров в значительной степени влияет их молекулярная масса. С ее увеличением, т. е. с возрастанием длины цепи молекулы полимера, повышаются температура плавления материала, вязкость растворов, эластичность и прочность полимера, уменьшается растворимость.

Линейная структура полимерной молекулы представляет собой длинные нитевидные цепи атомов. Длина линейной молекулы примерно в 1000 раз больше ее поперечного сечения. Такую структуру имеют, например, молекулы поливинилхлорида, полиэтилена и др. В некоторых случаях в результате соединения молекул поперечными связями образуется трехмерная структура. Такое строение характерно для резины, алмазов и других веществ. Густая сетка поперечных связей делает трехмерную молекулу весьма прочной и устойчивой к механическим воздействиям. Ее трудно разрушить, разделить на отдельные

цепи, не нарушая химических связей. Этими свойствами объясняются высокая прочность алмазов с трехмерной кристаллической решеткой в отличие от графита, имеющего тот же химический состав (углерод), но линейную структуру молекул. Высокая эластичность и устойчивость резины к растяжению также объясняются трехмерной структурой.

Высокомолекулярные соединения сочетают в себе свойства газов (по упругости), жидкостей (по текучести, расширению, сжимаемости) и твердых тел (по способности сопротивляться изменению формы).

## Гигиеническая оценка полимерных материалов

Широкое использование полимерных материалов началось после второй мировой войны. Хотя полимерные материалы были созданы для «улучшения жизни людей», применение пластмасс не привело к экологической катастрофе только в связи с заслугами гигиены. Проф. Н.В. Лазарев еще в 60-е годы писал о полимерных материалах как о новых мощных загрязнителях биосферы.

Первые доказательства того, что изделия из пластмасс могут послужить причиной заболевания или даже смерти, появились более 70 лет назад. В Кливендском госпитале, США, в 1927 г. в результате вдыхания летучих продуктов горения рентгеновской пленки получили смертельные отравления более 100 человек. Примерно в то же время в Германии зарегистрированы случаи экземы и дерматитов ушных раковин у телефонисток, использующих пластмассовые наушники. Описаны случаи отравлений от ношения ремешков для часов и обуви из кожезаменителей. Одним из первых выявленных высокоопасных для здоровья компонентов полимерных материалов оказался пластификатор ортокрезилфосфат. После второй мировой войны описаны случаи аллергических дерматитов у женщин, пользовавшихся сумочками и ожерельями из поливинилхлорида. Было доказано, что отмеченные при ношении перлоновых чулок экземы были вызваны миграцией красителей, входящих в состав перлона. Аллергическая экзема выявлена также у части больных, которые принимали лекарства, упакованные в поливинилхлоридную пленку. Иногда дерматозы ног диагностируют и лечат как грибковые поражения, хотя они представляют собой результат воздействия химических агентов из обуви.

К настоящему времени исследованы и описаны токсические свойства огромного числа полимерных материалов и изделий из них.

При токсиколого-гигиенической оценке полимерных материалов следует учитывать, что многие мономеры обладают функционально активными химическими группами. Они биологически значительно более агрессивны, чем полимерные материалы, полученные на их основе. Так, например, фенол и формальдегид обладают высокой токсичностью в отличие от полимерной фенолформальдегидной смолы. Полиакриламид, применяемый при обработке питьевой воды, практически нетоксичен, а мономер акриламид оказывает выраженное токсическое действие на нервную систему, печень, почки. Известно, что мономеры, как правило, не полностью вступают в химическую связь, образуя полимер, а в том или ином количестве находятся в массе в свободном состоянии и мигрируют в окружающую среду.

На уровень токсичности полимерного материала в значительной степени влияют компоненты, включаемые в рецептуру для создания тех или иных потребительских свойств (пластификаторы, стабилизаторы, наполнители, красители, отбеливатели, фунгициды, бактерицидные добавки и др.). Ни один из этих компонентов полимерных материалов не присоединяется к молекуле и может поступать в окружающую среду.

Иногда биологическая активность готового полимера определяется не только мономерами и компонентами рецептуры, но и нежелательными загрязняющими примесями к исходной рецептуре, которые могут оказаться более ядовитыми, чем необходимые исходные компоненты. Количество и длительность выделения вредных веществ из полимеров зависят от их физико-химических свойств (летучесть, упругость паров и т.д.), условий эксплуатации (микроклимат, агрессивные среды, солнечные лучи и т.д.), скорости «старения» материала (деструкция полимера).

Наконец, важнейшим условием стабильности и безопасности полимерного материала является строгое соблюдение технологии его получения. Это обеспечение температурных и временны́х режимов полимеризации, точное соотношение исходных компонентов и совместимость добавок, исключение необоснованных добавок в рецептуру, соблюдение правильных режимов получения готовых изделий.

Безопасность продукции из полимерных материалов предполагает соблюдение ряда основных требований.

1. Изделия из полимерных материалов для конкретной области применения могут выпускаться только из тех марок материалов, которые допущены для использования по назначению Минздравом РФ.

2. Замена компонентов в материалах конкретной марки может допускаться только по согласованию с Главным управлением Госсанэпиднадзора РФ.

3. Маркировка на посуде из полимерных материалов должна обозначать условия применения, например: «для сыпучих продуктов», «для мусора», «для холодных пищевых продуктов» и т.д.

4. Завод-изготовитель обеспечивает лабораторную проверку каждой партии изделий.

5. Нормативно-техническая документация на изготовление изделий должна быть согласована с органами госсанэпиднадзора. Завод-изготовитель обязан выдавать на каждую партию сертификат качества, содержащий как полное техническое описание изделия, так и его санитарно-токсикологическую характеристику.

Указанная схема требует всесторонней санитарно-гигиенической экспертизы каждой партии изделий из полимерных материалов, которая проводится в лабораторных и натурных условиях и утверждается в центрах сертификации госсанэпиднадзора.

Завод-изготовитель определяет технические характеристики и эксплуатационные свойства полимерного материала или изделий из него (плотность, устойчивость к истиранию, растяжению, сжатию, ударам, устойчивость к воздействию химических реагентов, пожаробезопасность, стойкость красителей и т.д.), определяет соответствие техническим условиям, ГОСТу.

Далее проводится поэтапная санитарно-гигиеническая экспертиза изделия.

1. Санитарно-химические исследования. На этом этапе определяют степень, скорость и длительность миграции токсичных примесей и мономеров в воздушную, водную и некоторые агрессивные (в том числе биологические) среды, например в слюну, желудочный сок, пот и др. Исследования осуществляют как в лабораторных моделируемых условиях, так и в натурных средах (воздух жилых и общественных зданий, больниц, детских учреждений, питьевая вода, продукты питания и т.д.) в зависимости от назначения изделия.

2. Оценка санитарно-физических свойств полимерных материалов и изделий из них, направленная на определение электризуемости, теплопроводности, отношения к воздуху (пористость, воздухопроницаемость), к воде (водопоглощение, гигроскопичность, паропроницаемость). Результаты, полученные на первых двух этапах исследований, в значительной мере определяют характер и объем дальнейшей экспертизы.

3. Физиолого-гигиенические исследования. Сначала определяют органолептические свойства изделий из полимерных материалов в моделируемых лабораторных условиях — проводят одориметрические исследования на добровольцах (определение запаха) с одновременным контролем их физиологических функций (изучение реакции центральной нервной, сердечно-сосудистой систем, зрительного и слухового анализаторов в зависимости от интенсивности запаха и т.д.).

Затем в натурных условиях исследуют опытные образцы изделий из полимерных материалов, где также на добровольцах изучают реакции различных систем организма, изменение теплового баланса, потоотделения при пробной носке одежды, обуви, использовании контактных линз, зубных протезов и т.д.

При массовом использовании изделий из полимерных материалов целесообразно учитывать уровень и структуру заболеваемости населения, проводить опрос и анкетирование специально подобранных групп лиц с учетом пола, возраста, характера работы, социального положения (например, при применении новых полимеров в водоснабжении, строительстве, пищевой промышленности).

4. Санитарно-токсикологические исследования. Наиболее важный и информативный этап оценки полимерных материалов. Они позволяют оценить реакцию организма при высоких и даже смертельных уровнях токсического воздействия.

Исследования на данном этапе осуществляются в трех основных направлениях.

В первую очередь определяют общетоксическое действие веществ, мигрирующих в модельные среды, на лабораторных животных с ингаляционным, пероральным, перкутанным и парентеральным путями введения в острых, подострых и хронических опытах.

Обязательна оценка специфического действия полимерных материалов, в том числе раздражающего, аллергенного, мутагенного, гонадотропного, канцерогенного.

Наконец, важным направлением токсикологической оценки служит изучение биологической совместимости полимерных материалов с тканями организма, рассасываемости при имплантации и вероятности отдаленных последствий при длительном пребывании в организме. Подобные исследования проводятся на животных при вживлении в ткани или введении в полости полимерных мате-

риалов на длительный срок. Результаты крайне важны для трансплантологии, а также для хирургии в целом.

5. Санитарно-микробиологические исследования, направленные на оценку бактерицидного, бактериостатического, фунгицидного действия полимерных материалов как промышленного и бытового, так и медицинского назначения. Минимальным требованием в этом отношении является отсутствие стимуляции роста и размножения микрофлоры. У некоторых полимерных материалов, применяемых в пластической хирургии, бактерицидные свойства способствуют ускоренному заживлению ран.

6. На заключительном этапе при обобщении результатов комплексного исследования врач-гигиенист составляет санитарное заключение по исследованным образцам полимерных материалов, на основании которого центр госсанэпиднадзора выдает гигиенический сертификат о возможности безопасного использования данных образцов в соответствующей области.

## Гигиеническая характеристика полимерных материалов медицинского назначения

Началом применения полимерных материалов в медицине можно считать 1788 г., когда известный русский врач А.М. Шумлянский применил каучук. Frankel (1895) впервые использовал искусственный полимер целлулоид для закрытия дефектов черепа (аллопластики). Целлулоид способен к набуханию и раздражает ткани, но его применяли в пластической хирургии до конца 40-х годов. В конце 30-х — начале 40-х годов в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии стали широко использовать группу вновь синтезированных полимеров — полиакрилатов различных марок (АКР-9, 10, 12, 14 и др.), а АКР-7 и АКР-10 оказались пригодными для изготовления глазных протезов. В 60-е годы нынешнего столетия для аллопластики пробовали использовать новые полимерные соединения — полиамиды. Однако оказалось, что нейлон, перлон, поликапролактам (капрон) при соприкосновении с тканями довольно быстро теряют жесткость и становятся хрупкими, что ограничило их применение в пластической хирургии.

В настоящее время с медицинскими целями используются изделия различного назначения из полимерных материалов нескольких тысяч наименований.

Все полимерные материалы, применяемые в медицине, по назначению разделяются на 3 группы.

1-я группа — полимерные материалы, предназначенные для введения в полости, ткани и кровь, в том числе для длительного или постоянного пребывания в организме. Эти полимеры применяются в хирургии, трансплантологии, переливании крови и кровезаменителей, фармакологии. В свою очередь их можно разделить на несколько подгрупп: 1) внутренние протезы, пломбы, искусственные органы; 2) тканевые клеи; 3) шовный и перевязочный материал; 4) плазмо- и кровезаменители, дезинтоксикаторы, интерфероногены, антидоты; 5) лекарственные препараты, изготовленные на основе полимеров, в том числе ионитов; 6) полимеры, используемые в технологии лекарственных форм (защитные пленки, капсулы и микрокапсулы, вспомогательные вещества и т.п.).

2-я группа — полимерные материалы, контактирующие с тканями организма, а также с веществами, которые в него поступают, не вводимые в организм на длительный срок, а именно: 1) тара для упаковки и хранения лекарственных средств, крови, крове- и плазмозаменителей; 2) полимеры, применяемые в стоматологии (кроме пломб); 3) контактные линзы; 4) хирургический инструментарий, шприцы; 5) узлы и детали медицинских аппаратов и приборов, в том числе полупроницаемые мембраны.

3-я группа — полимерные материалы, не предназначенные для введения и не контактирующие с веществами, вводимыми в организм. Изделия из полимерных материалов данной группы наиболее широко представлены в медицинском обиходе, поскольку все изделия, не входящие в первые две группы, относятся к 3-й группе. Среди них можно выделить: 1) полимеры, применяемые в анатомии и гистологии (препараты, муляжи, макеты и пр.); 2) предметы ухода за больными; 3) лабораторная посуда, штативы, шпатели и т.д.; 4) оборудование операционных, перевязочных, процедурных и других больничных помещений; 5) оправы и линзы для очков; 6) протезно-ортопедические изделия (в том числе обувь); 7) больничная одежда, белье, постельные принадлежности; 8) строительные конструкции, облицовочные материалы, коммуникации, больничная мебель и т.д.

В смысле гигиенической характеристики наибольшее внимание следует уделить полимерным изделиям 1-й группы. Как указывалось, полимерные материалы этой группы предназначены для имплантации в организм человека на различные сроки. Это протезы кровеносных сосудов, клапаны сердца, протезы пищевода, желудка, желчных протоков, мочевого пузыря, мочеточников и уретры, хрусталика глаза, протезы для замещения дефектов скелета и мягких тканей, штифты и пластинки для фиксации костей при переломах, полимерные сетчатые «каркасы» для соединения кишок, трахеи, сухожилий и т.п.

К полимерным материалам для протезирования внутренних органов предъявляются очень жесткие требования. Главнейшие из них — длительное сохранение основных физико-химических и механических свойств в условиях воздействия ферментативной системы живого организма, а также биологическая инертность, обусловливающая легкую адаптацию организма к имплантату.

Наиболее успешно для имплантации в организм используются полиакрилаты — полимеры на основе акриловой и метакриловой кислот. Так, для артропластики тазобедренного сустава и для замещения дефектов костей черепа с 1946 г. в Центральном институте травматологии и ортопедии (ЦИТО) успешно используется полиметилметакрилат (ПММА). Широко применяют для замещения дефектов брюшной стенки или диафрагмы при операции грыжи перфорированные пластинки из фторопласта, капроновую сетку, ивалон. С 60-х годов протезы кровеносных сосудов производились из ивалона, лавсана, фторолона. В настоящее время чаще используют плетеные, вязаные, тканые протезы из лавсана марок ПЛ, ТТЛ и др. Подобная структура изделий способствует улучшению обменных процессов, прорастанию соединительной ткани в стенки протезов и более быстрому их приживлению. Достаточно быстрый лечебный эффект наблюдается при использовании протезов из бактерицидных полимерных материалов летилена, биолана, йодина. При протезирующих операциях на сердце применяют шариковые клапаны из фторопласта и кремнийорганического каучука.

Большой интерес представляют также относящиеся к 1-й группе изделия из полимерных материалов, предназначенные для временного пребывания в организме до срастания или регенерации тканей, после чего они должны полностью рассасываться. К ним относятся штифты и пластинки для временной фиксации костей при переломах, кольца, втулки и трубки, выполняющие роль каркасов для соединения кишечника, кровеносных сосудов, нервов, сухожилий.

К рассасывающимся материалам этой группы дополнительно предъявляются следующие важные требования: полная безвредность для организма, рассасывание в заданные сроки (от 14 сут до года), сохранение свойств при стерилизации, легкость моделирования изделий и достаточная их прочность.

Для изготовления жестких протезов типа кишечных втулок, костных штифтов и пластин используется сополимер желатина с акрилонитрилом, способный рассасываться, не набухая, в различные заданные сроки в зависимости от содержания акрилонитрила. Сходными свойствами обладают изделия из каучука СКУ-6 (силиконовый каучук усовершенствованный №6), полностью рассасывающиеся в течение 3 мес и не оказывающие при этом какого-либо неблагоприятного действия на организм.

Широко и удачно используются в медицинской практике полимеры, состоящие из связанных между собой периодически повторяющихся атомов кремния и кислорода. Изделия из силиконов обладают важными для имплантатов свойствами — гидрофобностью, химической и биологической инертностью, термостабильностью, механической устойчивостью и эластичностью. Это подтверждает наблюдение имплантированного в головной мозг силиконового дренажа за 9 лет, не вызвавшего заметной реакции тканей. Различные виды силиконов применяют при косметических операциях на лице, молочных железах, для замены мягких тканей, при пластике твердого неба, для изготовления клапанов сердца, а жидкие силиконы — для лечения ожогов, пленка из которых образует на поверхности кожи защитную оболочку, пропускающую водяные пары и защищающую от внешних механических воздействий и микроорганизмов.

Наряду с силиконами при лечении ожогов используют искусственную кожу из коллагена. Она достаточно эластична, хорошо набухает и пропускает водяные пары.

Среди других материалов 1-й группы можно назвать полиэтилен низкого давления (ПЭНД). Он химически стабилен, термостоек, эластичен, гидрофобен. Однако к его недостаткам следует отнести способность адсорбировать жиры и биологически активные вещества. Полиэтилен высокого давления (ПЭВД) более пластичен и устойчив к воздействию органических веществ. Положительные качества полиэтилена позволяют использовать его в пластической хирургии. Например, полиэтиленовая двойная пленка, армированная лавсаном, применяется для пластики брюшной стенки. Из полимеров полиуретанового ряда часто применяется пенополиуретан — пористый химически и биологически инертный материал. Он используется для пломбировки околопочечного и легочного пространства после удаления органов.

Особое внимание в хирургии уделяется шовному и перевязочному материалу. Помимо указанных выше требований к полимерным материалам, имплантируемым в организм, этот материал должен обладать высокой капиллярностью для поглощения тканевого экссудата, эластичностью, термостабильностью. В настоящее время разработаны перспективные отечественные материалы этого на-

значения на основе поливинилового спирта и некоторых других полимеров, например заменители кетгута, с различными сроками рассасывания.

В терапевтической стоматологии в качестве пломбировочных материалов часто применяют полиакрилаты, среди них материалы как зарубежного — аутодент (США), сведон (Швеция), кадон, совритон (Великобритания), так и отечественного производства — АСТ-2, АСТ-2А, норакрил, сокриз, бутакриз и др. Пломбы, выполненные из этих полимеров, дают умеренную усадку (6—7%) и относительно небольшое термическое расширение, что повышает их надежность и увеличивает срок службы. В последнее время для пломбировки успешно применяют новые композитные материалы (эвикрол) и эпоксидные смолы (эпоксидент и др.).

Полимерные материалы используют и в челюстно-лицевой хирургии для склеивания и шинирования осколков при переломах костей черепа и челюстей.

Требования к полимерным материалам 2-й группы, не предназначенным для длительного введения в организм, но контактирующим с тканями, незначительно отличаются от требований к полимерам 1-й группы. Материалы 2-й группы, так же как и имплантируемые полимеры, должны обладать следующими свойствами.

1. В рецептуру полимерного материала не должны входить вещества с токсическими и кумулятивными свойствами, специфическим (канцерогенным, мутагенным, аллергенным и др.) действием на организм.

2. Изделия из полимерных материалов 2-й группы при контакте со средами организма не должны изменять органолептических и физико-химических свойств этих сред.

3. Полимерные материалы не должны выделять химические вещества, входящие в рецептуру материала, больше допустимых количеств миграции (ДКМ).

4. Полимерные материалы не должны стимулировать рост микроорганизмов.

5. При контакте со средами организма в процессе эксплуатации не должны меняться физико-химические, органолептические и механические свойства изделия, а также его внешний вид.

Несколько мягче гигиенические требования к полимерам 2-й группы по сравнению с 1-й лишь в отношении биологической совместимости с тканями организма.

Для изготовления изделий медицинского назначения в этой группе наиболее подходят поливинилхлорид (ПВХ) с нетоксичными пластификаторами (триэтилцитрат и др.). Он стабилен, термостоек и неогнеопасен. Используют также полиэтилен, полиамиды, фторопласт и др. Из этих материалов производят детали медицинских аппаратов искусственного кровообращения (АИК) и аппарата «искусственная почка», гинекологические зеркала, катетеры для переливания крови, расширители, шпатели, тару для хранения крови и кровезаменителей.

Полупроницаемые мембраны, используемые в аппаратах «искусственная почка», «искусственные легкие», для разделения белковых фракций крови, могут быть выполнены из полиэтилена, целлофана, фторопласта.

Цилиндры шприцев одноразового использования делают из полистирола, полиамидов, поликарбоната, поршни — из полиэтилена низкого давления.

В ортопедической стоматологии полимерные материалы также нашли широкое применение. Так, при протезировании для снятия слепков используют эпоксидные смолы, силиконовые полимеры. Для изготовления базисов при-

меняют синтетический каучук, фенолформальдегидные смолы, полипропилен. Однако наиболее часто в настоящее время для этих целей используют полиакрилаты марок АКР 7-15.

В офтальмологии из полимерных материалов 2-й группы изготавливают контактные линзы. Твердые линзы из полиметилметакрилата свободно омываются слезной жидкостью.

Более удобны и субъективно легче переносятся мягкие контактные линзы, изготовляемые из водного коллагена. Однако они плотно прилегают (присасываются) к роговице, затрудняя доступ к ней слезной жидкости, а следовательно, кислорода. Такие контактные линзы можно носить постоянно лишь 1,5–2 ч, после чего их необходимо на некоторое время удалять. В последнее время разработаны силиконовые мягкие контактные линзы с достаточной воздухопроницаемостью. Мягкие контактные линзы используются также при травмах века для защиты роговицы от внешних воздействий. Кроме того, контактные линзы применяются в терапевтической офтальмологии для длительного введения лекарственных препаратов, адсорбированных в этих линзах. В Японии и некоторых других странах проводятся исследования по вживлению контактных линз в роговицу при ее травмах. Однако такие линзы, как и искусственный хрусталик, следует отнести к изделиям из полимерных материалов 1-й группы.

К полимерам 3-й группы, не вводимым в организм и не контактирующим с веществами, вводимыми в организм, предъявляются такие же требования, как и к материалам бытового назначения. В зависимости от области применения (больничная одежда, белье, посуда, коммуникации, строительные конструкции и т.д.) эти требования заключаются в следующих основных положениях: полимерные материалы не должны выделять в контактные среды, в том числе и биологические (воздух, вода, пот и др.), химические вещества, входящие в рецептуру, в количествах, превышающих ДКМ для этих сред; не должны оказывать резорбтивное, раздражающее и аллергенное действие на кожу и слизистые оболочки, а также вызывать отдаленных последствий; полимерные материалы должны быть достаточно стабильными и сохранять благоприятные органолептические свойства. Изделия из полимерных материалов следует использовать по их прямому назначению, на посуде следует указывать область ее применения. Одновременно необходимо учитывать, что полимеры 3-й группы используются не в обычных бытовых условиях, а в помещениях больниц, родильных домов, санаториев, где больные или ослабленные люди более восприимчивы к неблагоприятным факторам окружающей среды.

В заключение следует отметить, что все полимерные материалы должны проходить полную гигиеническую оценку в соответствии с приведенной выше схемой. Объем и глубина исследований зависят от степени контакта этих материалов с организмом человека, т. е. от группы, к которой относится данный полимерный материал.

# ГЛАВА 12

# ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Гигиена детей и подростков — это отрасль профилактической медицины, изучающая условия среды обитания и деятельности детей, их влияние на здоровье, функциональное состояние и физическое развитие растущего организма, разрабатывающая научные основы и практические мероприятия, направленные на создание условий, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, оптимальный уровень функций и благоприятное развитие организма детей и подростков.

Гигиена детей и подростков представляет собой комплексную науку, объединяющую все отрасли гигиены по отношению к детям и подросткам в возрасте до 18 лет. Она глубоко и разносторонне изучает влияние многообразных факторов окружающей среды на растущий организм. Исследования по гигиене детей и подростков направлены на создание наиболее благоприятных условий для уравновешивания растущего организма со средой, что достигается гигиеническим нормированием окружающей среды, а также воздействием на организм правильным воспитанием и тренировкой. Основными проблемами гигиены детей и подростков являются гигиена обучения и воспитания, гигиена труда подростков, гигиена детских и подростковых учреждений, гигиена физического воспитания, изучение и коррекция состояния здоровья детей и подростков. Гигиена детей и подростков решает задачи охраны и укрепления здоровья подрастающего поколения на основе научно обоснованных санитарно-гигиенических требований к условиям воспитания и обучения.

Многие формы патологических состояний развиваются в детском возрасте под воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды. Например, атеросклероз, сахарный диабет и особенно гипертоническая болезнь берут истоки в детском возрасте.

Еще в прошлом столетии получило широкое распространение понятие о так называемых школьных болезнях

как непременном следствии обучения. К школьным болезням были отнесены такие заболевания и патологические состояния, которые имели широкое распространение среди учащихся и частота которых закономерно возрастала от младших классов к старшим (близорукость, нарушение осанки, неврастения, анемия и др.). Это послужило основанием для выделения отрасли гигиенической науки, именуемой сначала школьной гигиеной, а в дальнейшем гигиеной детей и подростков.

В конце прошлого столетия Ф.Ф. Эрисман в Петербурге обнаружил при обследовании учащихся 7-х классов гимназий около 42,8% близоруких. В настоящее время число близоруких среди учащихся старших классов составляет 27,3%. Общий процент близоруких детей на селе равен 11,5, в городе — 18. Если принять во внимание, что среди детей, больных различными заболеваниями, больше близоруких (например, у больных детей в возрасте 12 лет близорукость встречается в 2 раза чаще, чем у здоровых), то профилактические меры должны способствовать снижению близорукости. Развитие близорукости также прямо зависит от условий окружающей среды и может быть связано с переутомлением при зрительной работе, особенно при недостаточной освещенности рабочих мест, неправильном подборе мебели, приготовлении домашних заданий в условиях, не отвечающих гигиеническим требованиям (табл. 12.1).

У детей и подростков с возрастом увеличивается число хронических заболеваний. Это болезни нервной системы и органов чувств, расстройства питания и нарушения обмена, патология органов дыхания, кровообращения, пищеварения, мочеполовой системы и др. Формируясь в детском возрасте, эти забо-

**Таблица 12.1**. Факторы среды обитания в детских и подростковых учреждениях в 1997 г. и заболеваемость детей до 14 лет (диагноз установлен впервые)

| Территория | Не соответствует санитарным нормам и гигиеническим требованиям (%) | | | | Близорукость на 100 000 детей |
|---|---|---|---|---|---|
| | освещенность | | организация работы на ПК и параметров ЭМП | | |
| | объектов | рабочих мест | объектов | рабочих мест | |
| Российская Федерация | 31,37 | 26,09 | 33,86 | 19,2 | 859,3 |
| Магаданская область | 49,43 | 28,24 | 92,8 | 24,2 | 2163,3 |
| Хабаровский край | 41,11 | 31,0 | 78,5 | 54,2 | 1796,5 |
| Удмуртская Республика | 60,57 | 43,87 | 32,7 | 21,5 | 1324,2 |
| Ярославская область | 39,37 | 34,75 | 55,5 | 1,1 | 1053,4 |
| Челябинская область | 64,56 | 39,92 | 0 из 2 | 0 из 5 | 953,3 |
| Республика Коми | 42,69 | 23,19 | 43,6 | 30,7 | 949,5 |
| Чувашская Республика | 50,98 | 36,46 | 1 из 1 | 5 из 5 | 939,4 |
| Архангельская область | 70,44 | 45,8 | не пров. | не пров. | 871,7 |
| Пермская область | 59,58 | 37,2 | 57 из 81 | 37,3 | 866,1 |

левания в дальнейшем оказываются в числе ведущих причин временной нетрудоспособности, инвалидности и смертности взрослого населения. Хронические заболевания формирует неспецифическое воздействие условий окружающей среды. В связи с этим возрастает роль гигиенического контроля за окружающей средой, режимом дня детей и подростков, их питанием, двигательной активностью и применением закаливающих мероприятий.

В сельской местности нарушения опорно-двигательного аппарата отмечаются примерно у 13% детей, в городах — у 18%. Нарушение осанки и искривления позвоночника обычно связаны с несоответствием размера мебели росту детей, а также с недостаточным контролем педагогов и родителей за правильностью посадки детей на уроках и при выполнении домашних заданий (табл. 12.2).

Чрезвычайно важны профилактика нервных расстройств и их лечение на самых ранних этапах; в ряде случаев их возникновение объясняется неправильной постановкой преподавания. Невыполнение гигиенических требований в отношении режима дня, нерационально составленное расписание занятий в течение года, недели, учебного дня, перегрузка учебных программ могут приводить к переутомлению учащихся. У определенного числа учащихся старших классов наблюдается повышение артериального давления, что, вероятно, следует также связать с перегрузкой учебными занятиями.

Хронический тонзиллит относится к болезням органов дыхания. Как показали результаты специальных исследований, это заболевание выявляется примерно у каждого 5-го школьника, чаще (27%) у девочек 12–14 лет. В дошкольном и юношеском возрасте заболевание встречается реже (4–10%). В возникновении хронического тонзиллита основная роль принадлежит предшествующим острым респираторным инфекциям, особенно часто повторяющимся (4 раза и более на протяжении года). В таких случаях происходят местные и общие изменения, способствующие хроническому воспалению миндалин. К развитию хронического процесса предрасполагает и общее изменение иммунореактивности организма в результате перенесенного инфекционного заболевания, переутомления, дефицита витаминов и др. Факторами риска, несомненно, являются и возрастные особенности, в частности повышенная чувствитель-

**Таблица 12.2.** Факторы среды обитания в детских и подростковых учреждениях в 1997 г. и заболеваемость детей до 14 лет (диагноз установлен впервые)

| Территория | Расстановка мебели не соответствует санитарным нормам и гигиеническим требованиям (рабочих мест, %) | Заболевания костно-мышечной системы на 100 000 детского населения |
|---|---|---|
| Российская Федерация | 25,05 | 2145,0 |
| Удмуртская Республика | 27,67 | 3441,8 |
| Ульяновская область | 23,93 | 3364,3 |
| Магаданская область | 34,19 | 2834,9 |
| Архангельская область | 35,14 | 2382,0 |
| Белгородская область | 26,39 | 2221,4 |
| Ярославская область | 32,64 | 2189,2 |

ность окологлоточной лимфоидной ткани детей к неблагоприятным воздействиям окружающей среды (охлаждение, загазованность и запыленность воздуха). Резкие термические воздействия при недостаточной закаленности детей, а также раздражение слизистой оболочки носоглотки химическими веществами, поступающими с вдыхаемым воздухом, способствуют развитию хронического тонзиллита.

В общей структуре заболеваемости детей и подростков следует отметить ревматические, токсико-инфекционные кардиопатии, связанные с неблагополучным состоянием носоглотки, что свидетельствует о необходимости усиления работы по закаливанию детского организма.

Болезнь века — ожирение не обошла и детей. Ожирение в детском возрасте — большая гигиеническая проблема, связанная в первую очередь с нерациональным в количественном и качественном отношении питанием, малоподвижным образом жизни городских детей, недостаточной физической нагрузкой.

«Двигательное голодание» городских девочек и девушек приводит к нарушению полового развития, инфантилизму. Правильное физическое воспитание является действенной мерой профилактики гипокинезии.

Миопия (близорукость) — весьма распространенное хроническое заболевание, при котором увеличена преломляющая способность глаза (рефракционная близорукость) или удлинена переднезадняя ось глаза (осевая близорукость). У школьников чаще встречается комбинированная близорукость, при которой увеличены и длина оси, и преломляющая сила. В дошкольном возрасте частота миопии составляет 1,4–2%, в возрасте 7–10 лет — 4,5%, в 11–14 лет — 10,5%, в 15–18 лет — 21,5%, а в возрасте 19–25 лет достигает 28,7%. При обследовании учащихся общеобразовательных школ миопия была обнаружена у 15% девочек и 12% мальчиков. В школах с повышенной зрительной нагрузкой (математические, с преподаванием на иностранном языке) число учащихся, страдающих миопией, достигало 25%. Средняя и высокая степень близорукости отмечена у 0,5% первоклассников и у 11,9% выпускников школ, а миопия слабой степени — соответственно у 2,5 и 19,3% (табл. 12.3, 12.4, рис. 12.1).

**Таблица 12.3.** Общая заболеваемость детей до 14 лет по классам в Российской Федерации на 100 000 соответствующего населения

| Наименование заболеваний | 1992 г. | 1993 г. | 1994 г. | 1995 г. | 1996 г. | 1997 г. | Увеличение, 1992–1997 гг. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Всего заболеваний | 129219,9 | 138422,2 | 139973,4 | 150500,0 | 147107,0 | 153827,1 | +19 |
| Новообразования | 236,0 | 247,4 | 284,0 | 295,9 | 325,4 | 343,1 | +45,3 |
| Болезни эндокринной системы, расстройства питания | 1523,7 | 1717,2 | 1969,5 | 2172,0 | 2379,9 | 2558,6 | +67,9 |
| ожирение | 314,9 | 332,7 | 366,2 | 372,3 | 414,5 | 442,0 | +40,3 |
| Болезни органов дыхания | 70926,2 | 77031,2 | 72196,8 | 77682,9 | 72559,2 | 79091,2 | +11,5 |
| бронхиальная астма | 323,0 | 353,5 | 425,3 | 438,8 | 503,1 | 570,5 | +76,6 |

Таблица 12.3. *Окончание*

| Наименование заболеваний | 1992 г. | 1993 г. | 1994 г. | 1995 г. | 1996 г. | 1997 г. | Увеличение, 1992–1997 гг. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Болезни органов пищеварения | 9832,6 | ,9965,0 | 10472,9 | 11638,8 | 11726,4 | 11487,4 | +16,8 |
| язва желудка и двенадцатиперстной кишки | 28,8 | 32,0 | 43,3 | 41,0 | 48,2 | 51,1 | +77,4 |
| Болезни костно-мышечной системы | 2130,8 | 2462,9 | 2913,9 | 3244,6 | 3987,9 | 3927,7 | +84,3 |
| Болезни нервной системы и органов чувств | 12000,9 | 12736,7 | 13819,4 | 14565,9 | 15661,6 | 15900,2 | +32,5 |
| близорукость | не регистр. | не регистр. | 2960,2 | 2997,2 | 3105,3 | 3170,5 | +7,1 |
| Расстройства менструации | 56,5 | 91,8 | 295,4 | 344,1 | 397,9 | 461,0 | Увеличение в 8 раз |

**Таблица 12.4.** Заболеваемость детей и подростков до 17 лет по классам, группам и отдельным заболеваниям с диагнозом, установленным впервые, в 1996–1997 гг. на 100 000 населения

| Классы, группы и отдельные заболевания | 15–17 лет | | 0–14 лет | |
|---|---|---|---|---|
| | 1996 г. | 1997 г. | 1996 г. | 1997 г. |
| Всего | 69454,8 | 75603,0 | 114528,5 | 122213,4 |
| Инфекционные и паразитарные заболевания | 4048,8 | 4073,6 | 9089,4 | 8572,2 |
| Новообразования | 148,6 | 169,2 | 172,8 | 183,6 |
| Болезни эндокринной системы, расстройства питания, нарушения обмена веществ и иммунитета | 1354 | 1668,0 | 1049,1 | 1146,3 |
| ожирение | 157,4 | 177,4 | 127,1 | 136,6 |
| Болезни крови и кроветворных органов | 312,6 | 375,2 | 818,6 | 861,8 |
| анемии | 249,2 | 304,1 | 703,6 | 755,6 |
| Болезни нервной системы и органов чувств | 5818,6 | 6060,0 | 8676,5 | 8857,9 |
| близорукость | 1431 | 1458,4 | 834,1 | 859,3 |
| Болезни органов дыхания | 31366,8 | 36152,7 | 66780,4 | 74580,1 |
| бронхиальная астма | 74,1 | 86,1 | 100,9 | 121,4 |
| Болезни органов пищеварения | 4258,4 | 4074,7 | 6025,3 | 5636,6 |
| язва желудка и двенадцатиперстной кишки | 121,3 | 125,9 | 14,4 | 17,0 |
| Гастрит и дуоденит | 893,9 | 929,3 | 741,6 | 754,9 |
| Болезни мочеполовой системы | 2966,7 | 3127,9 | 1544,8 | 1634,3 |
| расстройства менструации | 1194,4 | 1326,9 | 268 | 285,3 |
| Болезни костно-мышечной системы | 2496,4 | 2854,8 | 1990,7 | 2145,0 |
| Травмы и отравления | 9052,3 | 9425,9 | 7598,5 | 7844,0 |
| Переломы верхних конечностей | 774,2 | 853,5 | 1006 | 1069,8 |
| Переломы нижних конечностей | 435,2 | 476,2 | 373,6 | 413,7 |
| Вывихи (без перелома костей), растяжения, деформации суставов и прилегающих мышц | 1172,3 | 1298,7 | 735,7 | 767,8 |

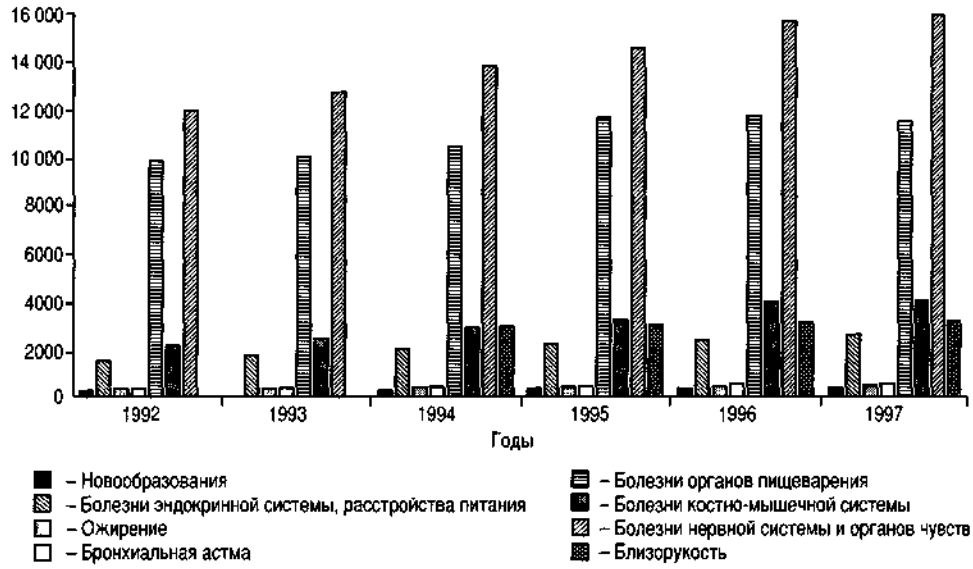



**Рис. 12.1.** Общая заболеваемость детей до 14 лет по классам, группам и отдельным заболеваниям в России (на 100 000 детского населения).

Таким образом, многие отклонения в состоянии здоровья и развитии детей и подростков имеют прямую связь с условиями обучения и воспитания. Для улучшения здоровья детей и подростков необходимы оптимизация условий роста и развития, а также улучшение диспансерного обслуживания подрастающего поколения. Лишь широкая сеть детских учреждений, адекватная система народного образования и медицинского обслуживания могут создать необходимую для этого базу.

Гигиена детей и подростков разрабатывает нормативы и требования, комплексы оздоровительных мероприятий для организма, формирование которого не завершилось, который находится в процессе роста и развития, качественно отличаясь от организма взрослого. При гигиеническом обосновании оздоровительных мероприятий и нормировании факторов окружающей среды гигиена детей и подростков исходит из морфологических, функциональных и психологических особенностей растущего организма на различных этапах его развития, что позволяет говорить о гигиене детей и подростков как о возрастной гигиене. Чувствительность и реактивность организма ребенка выше, чем взрослого организма. Каждому периоду жизни ребенка в зависимости от степени морфофункциональной зрелости отдельных органов и систем свойственны свои физиологические реакции на факторы окружающей среды. Принципы нормирования факторов окружающей среды для детей и подростков сводятся к учету функциональной готовности (зрелости) растущего организма. Нормы в гигиене детей и подростков различны для разных возрастных этапов, но меняются не одновременно.

В условиях научно-технического прогресса к организму человека предъявляются высокие требования в смысле профессиональной подготовленности, физического развития. Это в полной мере относится к детям и подросткам.

В настоящее время гигиена детей и подростков решает ряд вопросов, имеющих важнейшее значение. Изучается состояние здоровья и физическое развитие детей и подростков, разрабатываются гигиенические основы воспитательно-образовательной и учебно-производственной работы в детских и общеобразовательных учреждениях, гигиенические основы физического воспитания, принципы планировки, строительства и оборудования детских учреждений, основы питания детей и подростков.

## Состояние здоровья и физическое развитие детей и подростков

### Общие закономерности роста и морфологические особенности растущего организма

В развитии ребенка выделяют следующие возрастные периоды: грудной (до 1 года), преддошкольный (1–3 года), дошкольный (3–6 лет), младший (7–10 лет), средний (11–14 лет) и старший (15–18 лет) школьный возраст. Иногда старший школьный возраст называют подростковым. Эта периодизация, принятая в нашей стране, основана на социальных принципах, которые учитывают особенности учебно-воспитательной работы детских и подростковых учреждений, медицинского обслуживания и ряд других социальных моментов для каждой возрастной группы. Каждый возрастной период характеризуется своими морфологическими и физиологическими особенностями.

На Международном симпозиуме (Москва, 1965) предложена схема возрастной периодизации, основанная на оценке особенностей роста и развития организма. В соответствии с этой схемой, которую называют биологической, в индивидуальном развитии человека (онтогенезе) выделено 7 периодов.

1. Период новорожденности ..... 1–10 дней
2. Грудной возраст ..... 10 дней–1 год
3. Раннее детство ..... 1–3 года
4. Первое детство ..... 4–7 лет
5. Второе детство:
   мальчики ..... 8–12 лет
   девочки ..... 8–11 лет
6. Подростковый возраст:
   мальчики ..... 13–16 лет
   девочки ..... 12–15 лет
7. Юношеский возраст:
   юноши ..... 17–21 год
   девушки ..... 16–20 лет

Как видно из схемы, первые годы жизни разделяются на большее число возрастных периодов. Это обусловлено тем, что чем моложе детский организм, тем более интенсивно идут рост и развитие. В раннем детском возрасте, особенно в грудном, темпы роста весьма значительны. В этот период происхо-

дит существенное увеличение основных морфологических показателей (рост, масса тела, окружность грудной клетки). К концу 1-го года жизни рост увеличивается на 47% по отношению к первоначальному, на 2-м году — на 13% по отношению к 1-му, на 3-м — на 9% по отношению ко 2-му. В возрасте 4–7 лет длина тела ежегодно увеличивается на 5–7%, а в возрасте 8–10 лет — лишь на 3%. В период полового созревания происходит скачок роста, в возрасте 16–17 лет рост замедляется, а в 18–20 лет увеличение длины тела практически прекращается. Наибольшая прибавка массы тела приходится на 1-й год жизни: к 4–5 мес она удваивается, а к 1 году увеличивается в 3 раза. В возрасте 3–7 лет ежегодная прибавка массы тела составляет 5–7,5%, в дальнейшем прибавка массы тела продолжает замедляться, повышаясь лишь в период полового созревания. Изменению окружности грудной клетки, а также развитию органов и организма в целом свойственна та же неравномерность.

Наиболее интенсивны в раннем возрасте рост и развитие отдельных систем организма.

Формирование опорно-двигательного аппарата наиболее интенсивно происходит в первые годы жизни. Развитие костной системы представляет собой сложный процесс. Скелет ребенка и взрослого различаются размерами, пропорциями, химическим составом, он перестраивается в течение всего периода роста путем постоянных процессов разрушения и образования костной ткани, которые осуществляются благодаря деятельности клеток надкостницы, а также клеток, окружающих кровеносные сосуды, и самой кости.

На границе между эпифизом и диафизом имеется хорошо выраженная пластинка хряща (зона роста), которая обусловливает рост кости в длину. Кости ребенка бедны солями кальция и фосфора, в них преобладают органические элементы, вследствие чего скелет детей эластичен и подвержен различного рода искривлениям. В первые дни жизни ребенка окостеневшими являются лишь диафизы трубчатых костей; позвоночник на 30% состоит из хрящевой ткани, а головка бедра и запястье целиком состоят из хряща.

Для первых лет жизни ребенка характерны энергичное окостенение и рост скелета. Начало и окончание окостенения отдельных частей его происходят в разное время, но для каждой кости эти сроки постоянны. Так, появление признаков окостенения в гороховидной кости у мальчиков происходит в 12 лет, а у девочек в 11 лет. Синостозирование в I пястной кости происходит у мальчиков в 15–16-летнем возрасте, а II–V пястных костей — в 17-летнем, у девочек — соответственно в 13 и 14 лет. Сведения об этих сроках используют при определении биологического возраста в спорных случаях, а также при судебно-медицинской экспертизе.

На 14–15-м году в хрящах между позвонками появляются новые точки окостенения, и к 20–21 году пластинки срастаются с телами позвонков.

Срастание нижних отростков грудной кости происходит в 15–16 лет, верхних — к 21–25 годам, поэтому при неправильных положениях тела и длительном статическом напряжении возможны разнообразные искривления позвоночника и деформация грудной клетки.

К изменениям костной системы можно отнести нарушение развития костей таза и неправильное их срастание. Это обусловлено тем, что безымянная кость у детей, в отличие от взрослых, состоит из трех самостоятельных частей.

С 7-летнего возраста они начинают срастаться, полностью этот процесс заканчивается к 20—21 году. При прыжках с высоты может произойти смещение несросшихся костей таза. Возможно также изменение формы таза у девочек-подростков при ношении обуви на высоких каблуках. Высокие каблуки изменяют форму свода стопы и переносят центр тяжести вперед, что в свою очередь отклоняет туловище назад. При этом лобковые кости приближаются к крестцу, таз деформируется.

Одновременно с развитием костной развивается и мышечная система. Развитие мышц у детей происходит неравномерно: сначала развиваются крупные мышцы конечностей, позднее — мелкие мышцы. У детей 7—8 лет мышцы спины еще слабые, что в значительной степени способствует искривлению позвоночника.

Развитие моторики у детей и подростков также происходит неравномерно. Так, к 6—7 годам ребенок хорошо владеет мускулатурой, но тонкие движения для него трудны, что объясняется некоторым недоразвитием координации. Даже в возрасте 8—12 лет иногда отсутствуют ловкость и согласованность мышечных сокращений. Только к концу полового созревания развитие двигательного аппарата заканчивается, подростки легко усваивают трудовой процесс и хорошо владеют инструментом. Указанные особенности развития мускулатуры и моторики у детей и подростков определяют ряд гигиенических требований, направленных на охрану мышечной системы, ее развитие и укрепление.

В период роста и развития значительные изменения претерпевают органы дыхания, сердечно-сосудистая система, нервная система, орган зрения, желудочно-кишечный тракт и т.д.

Верхние и нижние дыхательные пути у детей значительно более узкие, чем у взрослых, полости носа малы и недоразвиты, поверхность легочной альвеолы в 3—4 раза меньше, слабо развита дыхательная мускулатура. Почти горизонтальное положение ребер и малая экскурсия грудной клетки у детей раннего возраста обусловливают недостаточное развитие всех отделов легкого, а следовательно, недостаточную вентиляцию, особенно в заднежних отделах.

Особенностью сердечно-сосудистой системы является более медленное увеличение массы сердца по сравнению с ростом артериальной системы; это несоответствие особенно проявляется в период полового созревания, что необходимо учитывать при организации труда и отдыха учащихся, в частности работы в школьных мастерских и на производстве, а также при профессиональном отборе подростков.

Нервная система, имеющая решающее значение в деятельности всего организма, к моменту рождения морфологически и функционально незрелая. Лишь к 8—9 годам заканчивается формирование мозга. В первые годы жизни ребенка масса головного мозга заметно увеличивается: у новорожденного она равна 360—390 г, к концу 1-го года увеличивается в 2—2,5 раза, к концу 3-го года — в 3 раза, достигая в среднем 1100 г. Мозг 7-летнего ребенка весит 1250 г, в дальнейшем его масса нарастает очень медленно. К 7 годам поверхности большинства корковых областей составляют 80—90% таковых взрослого человека. Избирательное развитие мозга в первые годы жизни человека нельзя считать случайным: идет интенсивное формирование условнорефлекторной деятель-

ности. Через нервную систему осуществляется связь с окружающей средой, образуются механизмы адаптации к постоянно меняющимся условиям, обеспечиваются оптимальные условия для приема информации и осуществления интегральных действий.

Центральная и периферическая нервная система, особенно кора больших полушарий мозга, у детей младшего школьного возраста физиологически еще недостаточно развита и в функциональном отношении неустойчива. Процессы возбуждения, иррадиации преобладают над процессами концентрации и торможения. С этим связаны меньшая устойчивость внимания и большая истощаемость центральной нервной системы у детей, особенно при неправильной постановке учебной работы, сопровождающейся большой умственной нагрузкой.

Значительные изменения претерпевает и орган зрения. К 6 мес ребенок приобретает способность координировать движение глазных яблок, к 1 году — различать цвета. В этом возрасте формируется дальнозоркая рефракция, которая изменяется на соразмерную к 7—10 годам. Детская дальнозоркость весьма часто может переходить в близорукость. Развитию близорукости способствуют, в частности, продолжительная аккомодация, значительные наклоны вперед, повышающие внутриглазное давление. Особенности органа зрения у детей обусловливают ряд гигиенических требований к учебным пособиям, освещению и планировке классов, мебели и т.д.

## Изучение здоровья и физического развития детей и подростков

Изучение состояния здоровья детского населения включает учет хронических заболеваний, функционального состояния ведущих систем организма, уровня и характера морфологического, функционального и психического развития, а также «текущей» заболеваемости.

В соответствии с вышеперечисленными критериями в настоящее время Институт гигиены детей и подростков Минздрава РФ разработал следующие группы здоровья детей и подростков:

- 1-я группа — здоровые с нормальным развитием и нормальным уровнем функций;
- 2-я группа — здоровые, но имеющие функциональные и некоторые морфологические отклонения, а также сниженную сопротивляемость острым и хроническим заболеваниям;
- 3-я группа — больные хроническими заболеваниями в состоянии компенсации со сниженными функциональными возможностями организма;
- 4-я группа — больные хроническими заболеваниями в состоянии субкомпенсации со сниженными функциональными возможностями;
- 5-я группа — больные хроническими заболеваниями в состоянии декомпенсации со значительно сниженными функциональными возможностями организма. Дети 5-й группы, как правило, не посещают детских учреждений, в связи с этим они часто не охвачены массовыми профилактическими медицинскими осмотрами.

Предложенная классификация групп здоровья обращает внимание школьных врачей к детям 2-й группы. Имеющиеся у них незначительные функциональные отклонения в состоянии здоровья приводят к ошибкам в постановке диагноза, им не уделяется достаточного внимания. Вместе с тем неправильно дозированная учебная и физическая нагрузка может привести к перенапряжению функциональных систем организма и развитию патологического состояния.

Для определения группы здоровья детей врачу необходимо:

1. Установить наличие или отсутствие хронического заболевания. При этом оценка состояния здоровья проводится на момент обследования. Острые заболевания, прошлые болезни, если они не приобрели хроническую форму, стадия реконвалесценции, вероятность возникновения заболевания, обусловленные наследственностью или условиями жизни, не учитываются. Наличие или отсутствие заболеваний определяется при врачебном осмотре с участием специалистов. Группу здоровья определяет по своей специальности каждый участвующий в осмотре врач, окончательную оценку состояния здоровья на основании заключения специалистов дает педиатр, школьный врач или заведующий дошкольным отделением поликлиники.

Оценка состояния здоровья при нескольких заболеваниях у обследуемого проводится по самому тяжелому из них. При одном и том же заболевании дети могут быть отнесены к разным группам в зависимости от тяжести заболевания и функциональных возможностей.

Так, ко 2-й группе здоровья относят детей с функциональными и морфологическими изменениями, с общей задержкой физического развития, без эндокринной патологии, со значительным дефицитом или избытком массы, часто болеющих (4 раза в год), с функциональным шумом в сердце, тахикардией, экстрасистолией, пониженным артериальным давлением, кариесом 6—8 зубов, доброкачественной протеинурией, увеличением щитовидной железы I—II степени, аллергическими реакциями, миопией в слабой степени, гипертрофией миндалин II степени, плоскостопием I степени и сниженным уровнем гемоглобина.

Выделение 3-й и 4-й групп здоровья детей проводят в зависимости от выраженности патологического процесса с учетом функциональных возможностей. Разграничительный признак 3-й и 4-й групп — распространение патологического процесса и на другие, помимо перечисленных, органы и системы при тяжести заболевания, характерной для 3-й группы здоровья. При этом снижении функциональных показателей обосновывают отнесение ребенка к 4-й группе здоровья. Группу здоровья определяют по разработанной Минздравом РФ инструкции «Схема определения группы здоровья при массовых врачебных осмотрах детей и подростков в зависимости от характера и степени выраженности некоторых распространенных отклонений в состоянии здоровья», в которой представлены критерии степени нарушения здоровья детей и подростков.

2. Определить функциональное состояние организма при медицинском осмотре по систолическому и диастолическому артериальному давлению, частоте сердечных сокращений, ЖЕЛ и показателям кистевой динамометрии — мышечной силы рук.

3. Определить биологический возраст и гармоничность развития по региональным стандартам физического развития детей.

4. Сопротивляемость организма оценивают по подверженности заболеваниям — числу острых заболеваний (включая обострение хронических) в течение года, предшествующего осмотру. К часто болеющим относят детей, болевших 4 раза в год и более.

Выявленные хронические заболевания, отклонения в функциональном состоянии органов и систем, установленный уровень физического развития сравнивают с оценочными таблицами групп здоровья и на основании этого относят ребенка к той или иной группе здоровья. В дальнейшем школьный врач осуществляет разработку индивидуальных оздоровительных мероприятий в отношении обследованного ребенка.

Проведенное обследование позволяет выявить детей, составляющих *группу риска* по той или иной патологии, детей с начальными формами заболеваний и функциональными отклонениями и разработать мероприятия по укреплению их здоровья.

Функциональные и морфологические отклонения у детей нередко переходят в хронические заболевания, поэтому профилактика хронических заболеваний должна включать повышение резистентных сил организма и ликвидацию нарушений в состоянии здоровья. В школьном возрасте определенная часть детей 2-й группы здоровья переходит в 3-ю группу, что послужило основанием для самого внимательного отношения к диспансеризации школьников. Более 10% учащихся старших классов, отнесенных ранее ко 2-й группе, переходят в 3-ю и даже в 4-ю группу (Г.Н. Сердюковская).

Для оценки здоровья населения, в том числе и детей, приняты следующие показатели: заболеваемость по обращаемости, индекс здоровья, число часто болеющих и др.

Заболеваемость по обращаемости — это все случаи заболеваний за год на 100 обслуживаемых детей и подростков.

Индекс здоровья — отношение числа лиц, совершенно не болевших за год, к числу обследованных (в процентах). Число часто болеющих в течение года определяется отношением соответствующего числа болевших за год детей к числу всех обследованных детей (в процентах). Часто болеющими считают тех детей, которые в течение года болели 4 раза и более.

Результаты обязательных углубленных медицинских осмотров детей 3, 5, 7 лет и учащихся 3—4-х и 8-х классов, а также ежегодных плановых осмотров, проводимых педиатрами дошкольных учреждений и школ, направляют в отделение детской поликлиники по оказанию лечебно-профилактической помощи детям в дошкольных учреждениях и школах (дошкольно-школьные отделения). Таким образом, дошкольно-школьные отделения располагают достаточно большим материалом о заболеваемости детского организованного населения района, который может быть использован для углубленного анализа состояния здоровья, в том числе и заболеваемости. Это же относится и к подростковым кабинетам, где концентрируются результаты периодических медицинских осмотров подростков.

Распространенность заболеваний имеет особенности, связанные с возрастом. Так, в наиболее раннем возрасте особое место занимают недоношенность, врожденная слабость, дефекты развития, в преддошкольном — желудочно-кишечные заболевания и заболевания органов дыхания, в дошкольном — детские инфекции.

Болезни органов дыхания во всех возрастных группах занимают 1-е место. В школьном возрасте значительно повышается заболеваемость хроническим тонзиллитом. В последние годы среди детей увеличилась заболеваемость аллергическими болезнями. Появлению различных отклонений в состоянии здоровья способствуют перенесенные заболевания, а также нарушение гигиенических правил обучения и воспитания.

Инфекционные болезни, занимающие 2-е место в структуре заболеваемости детей младшего школьного возраста, в старшем школьном возрасте перемещаются на последнее место.

Состояние здоровья детей характеризуется также наличием функциональных расстройств сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, понижением остроты зрения, слуха и др. Так, число школьников с близорукостью слабой степени с 2,5% в возрасте 7—8 лет увеличивается до 19,3% в возрасте 16 лет. Близорукость высокой степени возрастает с 0,6 до 2,7%.

Широко распространен среди школьников кариес зубов (до 70—80%).

Функциональные расстройства сердечно-сосудистой системы с изменением артериального давления отмечаются у 6—10% учащихся общеобразовательных школ и у 20—25% школьников в специальных математических школах.

У школьников старших классов нарастает и количество функциональных расстройств нервной системы, а также нередко наблюдается избыточная масса тела. 12% московских школьников имеют ожирение различной степени.

Заболеваемость и распространенность патологических отклонений не везде одинаковы. Они зависят от организации и проведения санитарных и противоэпидемических мероприятий, физического воспитания и медицинской помощи.

Для обоснования санитарно-гигиенических мероприятий наряду с анализом хронических заболеваний необходимо использовать данные «острой» заболеваемости. Ее уровень во многом определяется санитарно-гигиеническими условиями обучения и воспитания, соблюдением противоэпидемического режима, гигиенической грамотностью персонала, качеством медицинского обслуживания и др. В эту группу входят все случаи заболеваний, связанных с временной утратой трудоспособности.

В нашей стране отмечается снижение заболеваемости детей и подростков, в первую очередь инфекционными заболеваниями. Вместе с тем нельзя не отметить неблагоприятное влияние различных факторов окружающей среды, прежде всего производственных, на организм детей и подростков, в частности на учащихся ПТУ. У учащихся ПТУ выявлены сдвиги в функциональном состоянии организма и высокая распространенность хронических заболеваний.

Прослеживается связь между неспецифическими заболеваниями дыхательных путей у детей и загрязнением атмосферного воздуха.

Вместе с тем одноразовое исследование состояния здоровья определенного контингента не дает достаточно точных сведений, так как отражает ситуацию только на определенный момент. Наблюдение за состоянием здоровья в динамике позволяет судить о процессе роста и развития, устанавливает преимущественное влияние тех или иных факторов. Динамическое наблюдение позволяет также выявить начальные, легко устранимые отклонения в состоянии здоровья, выделить детей с органическими изменениями и функциональными отклонениями, определить необходимость дополнительных исследований и

путем профилактических мероприятий предупредить развитие более тяжелых функциональных изменений и заболеваний.

Состояние здоровья детей характеризуют наличие или отсутствие хронических заболеваний; резистентность организма; функциональное состояние систем организма; уровень физического развития.

Состояние здоровья детей зависит от окружающей среды и наличия или отсутствия отклонений в анте-, пери- и раннем постнатальном онтогенезе. Окружающая среда влияет на каждый из критериев, характеризующих состояние здоровья детей, а также на состояние здоровья родителей, в значительной степени определяющее здоровье будущего ребенка. Все 4 критерия, определяющие состояние здоровье детей, взаимосвязаны. Так, функциональные отклонения могут привести к возникновению хронических заболеваний. Отклонения в резистентности определяют возникновение хронических заболеваний, которые в свою очередь приводят к снижению резистентности организма и ухудшению функционирования основных физиологических систем.

Одним из важнейших показателей состояния здоровья растущего поколения является физическое развитие.

Под термином **«физическое развитие»** детей и подростков понимается состояние **морфологических и функциональных свойств и качеств, а также уровень биологического развития**. Физическое развитие отражает общий уровень социальных и гигиенических условий жизни. Изучение физического развития включается в любую программу оценки состояния здоровья детей и подростков.

Известно, что неравномерность темпа роста и развития организма на этапе созревания является общей закономерностью. Однако в этот период проявляются и некоторые индивидуальные особенности. Встречаются индивидуумы, темп развития которых ускорен и по уровню зрелости они опережают свой собственный хронологический (календарный) возраст; может наблюдаться и обратное соотношение.

В связи с этим, употребляя термин «возраст ребенка», следует иметь в виду одно из двух взаимосвязанных понятий: «хронологический возраст» и «биологический возраст».

**Хронологический возраст** — это период, прожитый ребенком от рождения до момента обследования, имеющий четкую возрастную границу — день, месяц, год.

**Биологический возраст** — совокупность морфофункциональных особенностей организма, зависящих от индивидуального темпа роста и развития.

Биологический возраст в значительной степени определяется хронологическим возрастом. Однако, как показали исследования, разница между хронологическим и биологическим возрастом может достигать 5 лет. Количество детей с замедленным темпом биологического развития, т. е. с отставанием биологического возраста от календарного, может составлять 10—20%. Чаще всего этих детей выявляют перед поступлением в школу или во время обучения.

Школьники с замедленным темпом биологического развития менее активны на уроках. У них отмечается повышенная отвлекаемость и нарушение работоспособности. В ходе учебного процесса выявляется более выраженное напряжение зрительного анализатора, нарушения со стороны опорно-двигательного аппарата и сердечно-сосудистой системы.

Ускоренный темп биологического развития ребенка приводит к опережению биологического возраста по сравнению с хронологическим. Такие дети встречаются в коллективах учащихся реже, чем дети с отставанием биологического возраста от хронологического. У девочек ускоренное развитие наблюдается чаще, чем у мальчиков. У школьников с ускоренным темпом биологического развития работоспособность ниже, чем у детей, биологический возраст которых соответствует хронологическому. Среди них больше доля страдающих гипертонией и хроническим тонзиллитом, у них выше показатели заболеваемости, чаще и резче проявляются функциональные отклонения.

Наиболее информативными показателями биологического возраста являются степень оссификации скелета, время прорезывания и смены зубов, появления вторичных половых признаков у подростков, начала менструаций у девочек, а также морфологические показатели физического развития (длина тела и ее погодовые прибавки).

Физическое развитие детей и подростков характеризуется сложным и многообразным комплексом признаков. При изучении физического развития используют **соматометрические показатели** — длину и массу тела, окружность грудной клетки. Такие показатели, как форма грудной клетки, спины, стоп, осанка, состояние мускулатуры, жироотложения, эластичность кожи, половое созревание, относятся к **соматоскопическим показателям**. Жизненная емкость легких, сила сжатия кисти рук — это функциональные или **физиометрические показатели**.

Обычно на практике измерение тела сводится к определению трех основных признаков: роста, массы тела и окружности грудной клетки. Показатели роста отражают особенности пластических процессов, протекающих в организме под влиянием наследственных факторов, полноценности питания, климатогеографических условий, в частности степени инсоляции, аэрации и т.п. Резкие изменения роста наблюдаются при эндокринных расстройствах, нарушениях минерального обмена и др.

Увеличение или снижение массы тела отражает изменение общего состояния организма ребенка. На массу тела прежде всего влияют питание ребенка и состояние обмена веществ. Показатель массы тела широко применяется как критерий оценки эффективности пребывания детей в оздоровительных и детских учреждениях, однако его никак нельзя считать главным показателем здоровья.

Величина окружности грудной клетки характеризует развитие организма. Оценка массы тела и окружности грудной клетки может быть наиболее объективной и правильной только при условии определения корреляционной связи этих показателей с ростом, так как одна и та же величина массы тела и окружности грудной клетки при разном росте оценивается по-разному.

Полученные результаты измерения показателей сравниваются со специально разработанными средними показателями этих признаков для групп детей различного пола и возраста — **возрастными стандартами физического развития**. Понятно, что единых стандартов физического развития детей и подростков быть не может, поскольку в разных климатических поясах, в городах и сельской местности имеются свои особенности. Поэтому врачами детских и подростковых учреждений для индивидуальной оценки физического развития отдельных детей используются региональные стандарты.

К методам индивидуальной оценки физического развития детей и подростков, учитывающим только соматометрические показатели, относятся **метод сигмальных отклонений (профиля физического развития)**, **регрессионный метод (оценочных таблиц)**, **центильный метод** и другие. Характеристика и способы применения методов оценки физического развития детей и подростков подробно рассматриваются в соответствующих справочниках и руководствах к практическим занятиям по гигиене.

К сожалению, оценка физического развития только по соматометрическим показателям не дает достаточной надежности в точности этой оценки. Поэтому для более точной индивидуальной оценки физического развития целесообразно использовать ряд других показателей, характеризующих уровень биологического развития детей и подростков.

Среди них погодовые прибавки роста, сроки прорезывания постоянных зубов, степень полового созревания и др. **Погодовые прибавки роста** отражают закономерности ростового процесса ребенка, тесно связанные с биологическим возрастом, что следует принимать во внимание при оценке степени биологического развития. **Сроки прорезывания постоянных зубов** варьируют в каждой возрастной группе в широких пределах. В то же время в совокупности с другими признаками они также могут быть использованы в качестве показателя биологического возраста. **Степень полового созревания**, несомненно, является одним из надежных признаков биологического развития организма. У девочек она оценивается по оволосению подмышечных впадин и лобка, развитию молочных желез, а также возрасту наступления менструаций, у мальчиков — по оволосению подмышечных владин и лобка, мутации голоса, оволосению лица и развитию кадыка.

В разные возрастные периоды одни показатели являются ведущими, другие — вспомогательными. В младшем школьном возрасте ведущими показателями биологического развития служат длина тела и число постоянных зубов. В среднем и старшем возрасте — выраженность вторичных половых признаков и характер процессов роста.

В последние годы разработан и успешно используется комплексный метод индивидуальной оценки физического развития детей и подростков, который учитывает как биологический уровень физического развития, морфофункциональное состояние организма, так и гармоничность развития (рис. 12.2). В соответствии с приведенной схемой оценка физического развития осуществляется в два этапа.

На первом этапе определяются уровень биологического развития ребенка, степень соответствия его биологического и хронологического возраста по длине тела и ее погодовым прибавкам, количеству постоянных зубов, степени полового созревания.

Однако недостаточно определить лишь соответствие или несоответствие биологического развития хронологическому возрасту. Необходимо дать оценку морфофункционального состояния. Поэтому на втором этапе комплексной оценки физического развития ребенка по массе тела, окружности грудной клетки, жизненной емкости легких, мышечной силе устанавливают, является ли морфофункциональное состояние гармоничным, дисгармоничным или резко дисгармоничным.

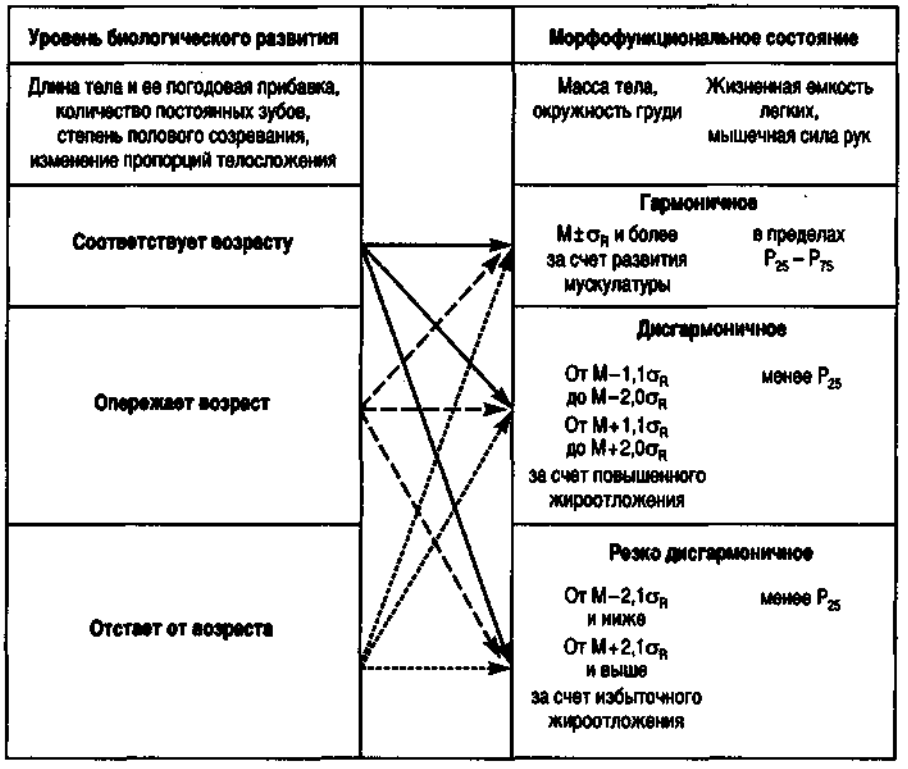



**Рис. 12.2.** Схема комплексной оценки физического развития детей и подростков.

Наряду с методами индивидуальной оценки физического развития применяется генерализующий метод, основанный на массовом исследовании больших групп детей (**метод оценки физического развития коллективов**). Статистическая обработка полученных данных позволяет определить средние показатели физического развития детей каждой возрастно-половой группы. Этот метод дает возможность выявить общие закономерности и тенденцию роста и развития, характеризовать отдельные коллективы, получить представление о различных показателях физического развития, пределах колебаний этих показателей.

Оценка физического развития коллектива в целом может проводиться путем сравнения его с другими коллективами, с каким-либо коллективом, принятым за типичный, со средними показателями, вычисленными по материалам обследования многих коллективов в данной местности (городе, районе, области, республике), т. е. с региональными стандартами физического развития.

Сравнительная оценка уровня физического развития различных коллективов или одного коллектива в динамике проводится путем определения различия средних арифметических величин основных признаков физического развития детей одного возраста и пола (длина и масса тела, окружность грудной клетки и др.). О различии в физическом развитии одного коллектива по сравнению с другим можно говорить лишь при достоверном повышении или снижении всех изученных признаков.

## Акселерация физического развития

Под **акселерацией** понимают **ускорение темпа роста и развития организма детей и подростков по сравнению с темпом прошлых поколений** (от лат. acceleratio – ускорение). В последние десятилетия почти повсеместно происходило ускорение физического развития детей и подростков. На каждом возрастном этапе современные дети и подростки выше и крупнее сверстников прежних лет.

Акселерация у детей 1-го года жизни выражается в более быстром приросте показателей физического развития в первом полугодии, в более раннем наступлении «перекреста» обхватных размеров головы и окружности грудной клетки и более раннем зарастании родничка. Перекрест обхватных размеров головы и окружности грудной клетки, который в начале столетия происходил ко второму полугодию жизни, сейчас отмечается в возрасте от 1 до 3 мес. По данным отечественных авторов, удвоение массы тела у современных городских детей происходит не на 5–6-м месяце, как у детей в довоенные годы, а в 4–4,5 мес, утроение наступает уже в промежутке от 11 до 12 мес жизни.

Акселерация у детей в возрасте от 3 до 6–7 лет проявляется увеличением размеров тела и более ранней сменой молочных зубов.

Наиболее выражен процесс акселерации роста и развития в подростковом возрасте. Основными проявлениями ускорения развития в этот период онтогенеза также служат увеличение размеров тела детей и более раннее физическое развитие. В среднем по 17 обследованным районам нашей страны за последние 40 лет акселерация у подростков в возрасте 13–15 лет составила 2,7 см по длине и 2,3 кг по массе тела за каждые 10 лет; при этом темпы акселерации сходны у детей разных национальностей. Обобщенные данные по азиатскому, европейскому и североамериканскому регионам показывают, что средняя длина тела подростков увеличивается со скоростью около 2 см за каждое десятилетие.

У детей школьного возраста наиболее заметно ускорение процессов оссификации и полового созревания. По материалам архивов, с 30-х до середины 60-х годов текущего столетия менархе у женщин в Московской области сместилось с 15 на 13 лет, а в 70-е годы средний возраст менархе равен 12 годам 7 мес.

Отмечается также в более раннем возрасте появление вторичных половых признаков. У мальчиков за последнее десятилетие произошло ускорение развития щитовидного хряща на 9 мес, мутации голоса на 3 мес, оволосения лобка на 5 мес, оволосения подмышечных впадин и лица — соответственно на 5,5 и 1,5 мес.

Завершение процессов роста и достижение дефинитивных (окончательных) его показателей происходят быстрее. Уже в 16–17 лет у девушек и в 18–19 лет у юношей завершается окостенение длинных трубчатых костей и прекращается их рост (в прошлые десятилетия рост у женщин продолжался до 20–22 лет, у мужчин — до 22–25 лет).

Следствием ускоренного развития детей и подростков является достижение ими более высоких показателей физического развития раньше, чем несколько десятилетий назад. Так, мальчики 13 лет, проживающие в Москве, по сравне-

нию со сверстниками начала века стали выше на 16 см; у девочек того же возраста длина тела увеличилась на 14,8 см.

В последнее время многие исследователи увеличение показателей физического развития стали отождествлять с явлениями акселерации. В отдельных случаях под термином «акселерация» стали понимать не только ускорение соматического развития, но и увеличение размеров тела взрослых людей, позднее наступление климакса и др., то есть явления, не отвечающие содержанию самого термина.

В действительности в биологии человека последних десятилетий, помимо ускорения развития, произошли и другие изменения. Увеличилась продолжительность жизни, изменилась структура заболеваемости, увеличился репродуктивный период. Изменения, происходящие в течение всей жизни человека, получили название «секулярный тренд» (от англ. secular trend — тенденция века). В совокупности этих изменений акселерация роста и развития является лишь составной частью и относится только к периоду роста и созревания.

Для объяснения причин акселерации выдвинуто много гипотез. Указывают на внешние причины, действующие на каждое новое поколение, и на эндогенные причины, связанные с изменением наследственности.

К внешним причинам, определяющим акселерацию, относят улучшение питания, воздействие физических факторов, изменение фона космической радиации, увеличение «светового дня», влияние городского образа жизни (нейрогенная гипотеза). Согласно нейрогенной гипотезе, большой поток информации приводит к длительному возбуждению коры и подкорки, ускоряет продукцию гонадотропных гормонов гипофиза и андрогенов надпочечников. К числу эндогенных причин, связанных с изменением наследственности, относят гетерозиготность вследствие учащения браков между ранее изолированными группами населения.

В нашей стране акселерация физического развития является скорее всего результатом изменения социально-экономических и гигиенических условий жизни. В то же время в ряде районов земного шара имеются группы населения, у которых процессы роста и развития стабилизировались. В экономически развитых странах Европы в настоящее время проявляется даже тенденция к снижению физического развития. Ученые считают, что в экономически развитых странах в ближайшее десятилетие произойдет дальнейшее замедление акселерации, а в развивающихся странах Африки, Азии, Латинской Америки ожидается дальнейшее ускорение физического развития детей.

Несомненно, изменения, происходящие в физическом развитии детей и подростков, следует оценивать положительно, так как параллельно улучшаются показатели состояния здоровья и работоспособности.

Вместе с тем ускорение физического развития ставит много практических вопросов. Прежде всего важно установить, насколько акселерация соответствует психическому и умственному развитию. От этого зависят возрастная готовность ребенка к школьному обучению, создание учебных программ, соответствующих возрастным возможностям детей, границы подросткового возраста и др.

## Гигиенические проблемы школьной зрелости и профессиональной ориентации

Бурное развитие современной науки и техники требует модернизации, расширения и углубления обучения подрастающего поколения, разработки новых возрастных критериев и учебных программ. Практически завершен переход на обучение детей с 6-летнего возраста. Вопросы школьного образования решаются с учетом возможных сдвигов в физическом и психическом развитии детей, обусловленных как акселерацией, так и значительным улучшением условий воспитания и развития.

Несомненно, что состояние здоровья перед поступлением в школу в известной мере определяет развитие детей, их готовность к обучению, труду, спорту. Существовавшая до сих пор программа начального образования в целом соответствовала возможностям 7-летних детей. Вместе с тем, как показывает опыт, от 10 до 20% первоклассников при нормальном интеллекте не имеют достаточной функциональной готовности к школе. «Не готовыми» к школе оказываются дети с некоторыми заболеваниями или функциональными отклонениями, недостаточным развитием психофизиологических функций. Определенная часть таких детей выполняет школьные требования, но ценой чрезмерного напряжения, приводящего к переутомлению и зачастую к ухудшению состояния здоровья. Наблюдения показали, что у 50% детей, «не готовых» к обучению в школе, за год обучения в 1-м классе возникают функциональные отклонения, обостряются хронические и появляются новые заболевания.

Таким образом, школьные врачи и педагоги должны определять «школьную зрелость», под которой понимают такой уровень физического и психического развития, при котором ребенок полностью справляется со всеми требованиями школьного обучения. «Школьная зрелость» с гигиенических позиций определяется функциональной зрелостью основных физиологических систем организма к моменту поступления ребенка в школу, которая обеспечивает обучение без вреда для здоровья. Функциональная готовность ребенка к обучению индивидуальна, возможны определенные колебания и в уровне психического развития. Одновременно при тщательном медицинском обследовании выявляются дети, составляющие «группу риска» — по состоянию здоровья (дети с отставанием физического развития, функциональными отклонениями, хроническими заболеваниями). Таким детям назначают лечение и оздоровительные мероприятия.

Современная общеобразовательная школа призвана обеспечить подготовку учащихся с профессиональной ориентацией на будущую специальность.

Необходимость решения вопросов профессиональной ориентации ставит перед врачами лечебного профиля, гигиенистами, психологами и педагогами задачу поиска реальных путей разработки и применения на практике эффективной системы определения профессиональной направленности молодежи. Наиболее выражена интенсивность формирования профессиональных склонностей в подростковом периоде. Установлено, что уже в возрасте 14—15 лет профессиональная заинтересованность подростков приобретает стабильный характер. В связи с этим в настоящее время отмечается возрастание роли профориентации, которая должна охватывать всю систему непрерывного образования.

**Профессиональная ориентация — это научнообоснованная многосторонняя система воздействия на школьника с целью оказания ему помощи в выборе профессии.**

Система профориентации строится с учетом желания, состояния здоровья, психологических особенностей личности подростка, а также потребности общества в специалистах. При этом важнейшим принципом является создание условий свободного выбора профессии.

Профессиональная ориентация предусматривает решение следующих важнейших задач:

1. Определение потребностей общества в специалистах различного профиля и квалификации.

2. Выявление особенностей профессий, требующих определенных качеств человека, которые обеспечивают высокий уровень освоения профессии.

3. Определение оптимального соответствия психофизических и других качеств личности требованиям выбранной профессии.

4. Оценка состояния здоровья подростков с целью обеспечения соответствия его избираемой профессии, сохранения и укрепления здоровья в процессе дальнейшей трудовой деятельности.

Если решение первой задачи тесно связано с социально-экономическими проблемами общества, то решение трех последних задач является непосредственным предметом деятельности **медико-физиологической (медицинской) профессиональной консультации.**

Цель профессиональной медицинской консультации — помочь подросткам выбрать такую профессию, которая не только бы не оказывала отрицательного влияния на организм, но и способствовала его правильному развитию в период обучения и во время дальнейшей производственной деятельности. Задача врача состоит в том, чтобы основываясь на интересе ученика к профессии, определить его пригодность к ней с учетом состояния здоровья.

Все подростки, поступающие на работу или профессиональное обучение, проходят полное медицинское обследование, после которого подросток получает заключение о профессиональной пригодности к избранной профессии.

**Профессиональная пригодность — это наиболее полное соответствие функциональных возможностей организма требованиям, предъявляемым профессией** как в плане преимущественного использования наиболее развитых функций, так и в плане охраны функционально неполноценного органа или системы.

В нашей стране разработаны критерии определения профессиональной пригодности для различных профессий (тракторист, слесарь-инструментальщик, телеграфист-телетайпист, аппаратчик и т.п.). При решении вопроса о профессиональной пригодности подростков с функциональными отклонениями, а также с хроническими заболеваниями к той или иной профессии, учитывается возможность изменений состояния организма в течение этих заболеваний под воздействием условий труда. Как показали исследования, к основным причинам профессиональной непригодности подростков в настоящее время следует отнести аномалии рефракции глаза (одна треть всех причин профнепригодности в подростковом возрасте), нарушения опорно-двигательного аппарата (деформация скелета, плоскостопие), функциональные заболевания нервной системы.

Медицинская профессиональная консультация направлена на выбор для подростка из разнообразных профессий тех, которые являются более подходящими по состоянию здоровья. Поэтому основным направлением работы врача при профессиональной ориентации является профессиональная медицинская консультация, а не профессиональный отбор, поскольку при профессиональной медицинской консультации профессия подбирается для человека, а при профессиональном отборе — человек для профессии.

## Гигиенические основы учебно-воспитательного процесса

В процессе выполнения работы происходит изменение физиологического состояния организма, именуемое утомлением. Утомление — это естественное физиологическое состояние организма, оно является следствием любой работы и состоит в снижении функциональных возможностей и работоспособности. У школьников утомление развивается при интенсивной или длительной умственной деятельности. Утомление является, с одной стороны, защитой, охраняя от чрезмерного истощения, а с другой — стимулятором восстановительных процессов и повышения функциональных возможностей. Утомление обратимо, прекращение деятельности приводит к устранению утомления с восстановлением первоначального уровня физиологических функций организма. Детский организм особенно подвержен быстрому утомлению. Существуют различные трактовки утомления и взгляды на механизм его развития. Как показали исследования И.М. Сеченова, Н.Е. Введенского, А.А. Ухтомского и др., причиной утомления является изменение деятельности ЦНС. И.П. Павлов связывал утомление с функциональным истощением нейронов. Предел работоспособности нейрона изменяется с возрастом, зависит от состояния здоровья, типа высшей нервной деятельности, перенесенных заболеваний, а также характера и продолжительности работы. Установлено, что в возрасте 5–7 лет дети могут сохранять активное внимание лишь в течение 15 мин, в 8–10 лет — 20 мин, в 11–12 лет — 25 мин, в 12–15 лет — 30 мин.

Утомление у детей развивается в две стадии. Сначала ослабевает активное внутреннее торможение, повышается возбудимость, появляется двигательное беспокойство. Вторая стадия связана с ослаблением процессов возбуждения и усилением процессов торможения, происходят снижение силы, скорости и точности работы, удлинение латентного периода рефлекторных реакций.

Однако у школьников в процессе обучения может наблюдаться не только утомление, но и переутомление. Переутомление вызывает более глубокие и стойкие изменения в организме при интенсивной или длительной работе на фоне неполного восстановления работоспособности. Начальными признаками переутомления считаются изменения в поведении школьника, снижение успеваемости, потеря аппетита, некоторые функциональные нервно-психические расстройства (плаксивость, раздражительность, нервные тики и др.). Следует заметить, что микросимптоматика переутомления малоспецифична, обычно стерта и очень изменчива. При переутомлении возможны различные вегетативные расстройства, особенно сердечно-сосудистой системы.

Признаки выраженного переутомления: резкое и длительное снижение умственной и физической работоспособности, нервно-психические расстройства (нарушение сна, чувство страха), стойкие изменения в регуляции вегетативных функций организма (аритмия, вегетодистония по гипертензивному или гипотензивному типу), снижение сопротивляемости организма воздействию неблагоприятных факторов и патогенных микроорганизмов. Указанные признаки не исчезают после кратковременного отдыха и даже после ночного сна нормальной продолжительности. Для полного восстановления работоспособности, ликвидации нервно-психических расстройств и нарушений регуляторных процессов школьникам необходим более длительный отдых, а в некоторых случаях — комплексное лечение с применением медикаментозных средств, физиотерапевтических процедур и лечебной гимнастики.

В связи с возможностью утомления и переутомления детей и подростков в процессе обучения и воспитания необходимо нормировать деятельность ребенка, в частности умственную работу, с учетом не только возрастных, но и индивидуальных особенностей развития.

Нормирование деятельности включает количественный показатель (т. е. длительность работы), качественный показатель (т. е. интенсивность работы) и ее формы. Функциональные возможности детей и подростков определяются морфофункциональной зрелостью организма. В связи с функциональными различиями девочек и мальчиков при нормировании деятельности учитываются особенности пола ребенка.

В основе гигиенического нормирования учебной и трудовой нагрузки лежит представление о саморегуляции функций организма. Работоспособность имеет фазу врабатывания, фазу оптимального состояния и фазу утомления.

При нормировании учитывается и цикличность физиологических процессов организма в течение дня и недели. У большинства детей подъемы функциональных показателей отмечаются в первой и второй половинах дня. У определенной части детей один подъем физиологических показателей происходит в середине дня. Все это свидетельствует о том, что режим занятий, отдыха и труда целесообразно строить с учетом особенностей детского организма.

Предупреждение утомления — важная профилактическая задача в организованных коллективах детей всех возрастных групп. Главным условием при ее решении является строгое соблюдение рационального режима дня. Режим дня — это распределение времени, отводимого на все виды деятельности и отдыха в течение суток. Выработанные и упроченные сложные условные рефлексы на время приема пищи, сна, включения в работу приобретают характер динамического стереотипа. Правильно организованный режим дня создает ровное, бодрое настроение, способствует интересу к учебной и творческой деятельности и нормальному развитию ребенка.

При построении режима предусматриваются различные виды деятельности, их регулярность, оптимальная продолжительность, рациональное чередование с отдыхом, пребывание на открытом воздухе, регулярное питание и полноценный сон.

Режим дня ребенка тесно связан с возрастными особенностями. На активное бодрствование в первые месяцы жизни отводится всего 5—7 ч, через каждые 1,5—2 ч ребенок засыпает. Главными компонентами режима дня детей в этом

возрасте являются кормление, сон и бодрствование, при правильном режиме дня к концу 1-го месяца формируется суточный ритм бодрствования и сна. На 1-м году жизни ребенка общая продолжительность пребывания на открытом воздухе должна составлять не менее 5–6 ч. На протяжении первых 3 лет жизни режим дня может меняться несколько раз. Он должен способствовать правильному росту и развитию, укреплению здоровья, формированию основных движений, становлению речевой функции.

В дошкольном возрасте задачи воспитания расширяются. В детском саду проводится большая работа по подготовке детей к обучению в школе, поэтому режим строится в соответствии с возрастом. Младшую группу составляют дети 3–4 лет, среднюю — 4–5 лет, старшую — 5–6 лет, подготовительную — 6–7 лет. В режиме дня младших групп предусматривается сон в течение 12–12,5 ч (из них сон в течение 2 ч днем), пребывание на воздухе зимой не менее 3–4 ч, а летом весь день. В режиме дня средней группы (от 4 до 5 лет) длительность сна сохраняется без изменений, в то же время длительность занятий увеличивается на 15–20 мин, они несколько усложняются. В режиме детей старшей группы (от 5 до 6 лет) на сон отводится 11,5 ч ночью и 1,5 ч днем. В течение дня проводят два занятия — первое продолжительностью 25–30 мин, второе — 15–20 мин с перерывом 10 мин, занятия приобретают характер обучения. Все свободное от занятий время, исключая завтрак, обед и сон, отводится играм. В подготовительной группе (от 6 до 7 лет) длительность сна и бодрствования такая же, как и в старшей группе. У детей, находящихся в детском саду круглосуточно, вечерние игры и прогулка продолжаются до 19 ч. В детском саду проводятся обязательные обучающие занятия по специальным программам.

Многообразная деятельность детей дошкольного возраста требует длительного и полного отдыха ночью и дневного сна.

Особое место занимает режим дня школьников. Процесс обучения в школе связан с напряженной и сложной умственной работой, связанной с мобилизацией внимания, памяти, высокой подвижностью процессов возбуждения и торможения. При гигиеническом нормировании учебной деятельности исходят из соответствия учебной нагрузки возрастным возможностям растущего организма и степени его функциональной зрелости.

Рациональный режим обучения должен отодвигать наступление утомления у основной массы учащихся и предупреждать быстрое снижение работоспособности во второй половине учебного дня. Наиболее рациональное решение данной задачи возможно при правильной организации урока, нормировании общего числа ежедневных и еженедельных уроков, регламентации продолжительности уроков и перемен, рациональном построении занятий в течение учебного дня и недели, оптимальной продолжительности каникул.

Особое значение для профилактики утомления имеет правильная организация урока в 1-м классе, когда у детей еще нет привычки к длительному напряжению внимания. Поскольку у младших школьников первая сигнальная система по сравнению со второй развита сильнее, в целях сохранения работоспособности нужно использовать наглядный учебный материал.

С 1980 г. установлена следующая предельная учебная нагрузка школьников в неделю: 1–3-й классы — 24 ч, 4-й классы — 27 ч, 5–7-й классы — 29 ч, 8-й класс — 30 ч, 9–10(11)-й классы — 32 ч.

Работоспособность изменяется не только в течение учебного дня, но и в течение учебной недели. Некоторое снижение отмечается в понедельник, затем работоспособность возрастает (вторник и среда), после чего начинает опять снижаться, поэтому расписание занятий в течение недели строится так, чтобы трудные предметы приходились на дни высокой работоспособности.

Для поддержания высокого уровня работоспособности школьников в течение учебного года большое значение имеют школьные каникулы — осенние (5 дней), зимние (12 дней), весенние (8 дней). Исследования показали, что за каникулярные дни полностью исчезает накопившееся утомление.

Полноценное и рациональное питание детей и подростков обеспечивает правильный рост и развитие ребенка. Пища, являясь источником энергии, одновременно служит пластическим материалом для построения клеток, тканей и органов растущего организма.

В различные возрастные периоды обмен веществ в организме резко меняется. Основной обмен у детей в 1,5—2 раза превышает этот показатель взрослого человека. Энергетическая ценность суточного рациона ребенка должна быть выше суточного расхода энергии примерно на 10%. Важно обеспечить питание детей и подростков, полноценное по качеству и количеству, его рациональный режим, а также соблюдение всех гигиенических требований.

Роль аминокислот в жизнедеятельности детского организма очень велика, особенно выражено их влияние на процессы роста. Так, недостаток лизина приводит к нарушению кровообращения, снижению содержания в крови гемоглобина, нарушению азотного обмена, нарушению кальцинации костей. В пищевом рационе детей особое место принадлежит витаминам. Витамины группы А воздействуют на процесс роста и развития организма, формирование скелета, эпителиального покрова.

Витамины группы D (кальциферолы) регулируют обмен солей кальция и фосфора, способствуя нормальному развитию и оссификации скелета. Недостаток витамина D у детей младшего возраста приводит к заболеванию рахитом. У подростков и взрослых при дефиците витамина D могут развиваться остеопороз и остеомаляция.

Минеральные вещества в составе пищи имеют чрезвычайно большое значение для формирования скелета, мышечной ткани, нормального функционирования желез внутренней секреции, образования гормонов и построения нервных клеток. Исследования последних лет показали, что минеральные вещества следует рассматривать как биокатализаторы обменных процессов. Питание должно полностью покрывать энерготраты и соответствовать возрастным возможностям организма, в частности развитию пищеварительного аппарата.

В понятие режима питания входит строгое соблюдение времени приемов пищи и интервалов между ними; рациональная в физиологическом отношении кратность приемов пищи; правильное количественное и качественное распределение пищи на отдельные приемы; адекватные условия приема пищи и поведение ребенка во время еды. Для нормальной желудочной секреции необходимо строгое соблюдение установленных промежутков между приемами пищи. В противном случае ухудшается пищеварение, снижается аппетит.

Здоровые дети в возрасте от 1 года до 7 лет должны есть 4—5 раз в день с интервалами в 3,5—4 ч. Более частое кормление детей старше 1 года, так же

как и более редкое, нецелесообразно. Время приемов пищи определяется режимом работы детского учреждения. В интервалах между приемами пищи детям не следует давать никакой еды. Ужин дают не позднее чем за 2 ч до сна.

В дошкольном возрасте обед выделяют как основной по объему и энергетической ценности прием пищи. Энерготраты и потребность в питательных веществах детей разных возрастных групп различны, поэтому школьное питание должно быть различным для детей 7–10 лет, 11–14 лет, 15 лет и старше. Учащиеся в группах и школах продленного дня должны быть обеспечены 2–3-разовым питанием. Особого внимания со стороны администрации, медицинского персонала школы и родительского коллектива заслуживает питание детей 6-летнего возраста. Шестилетки, посещающие группы продленного дня, должны есть в школе 3 раза.

В детских санаториях и лесных санаторных школах питание должно соответствовать их медицинскому профилю.

## Гигиенические требования к планировке, оборудованию и содержанию детских учреждений

Состояние здоровья детей в большой степени зависит от соблюдения гигиенических требований к планировке и благоустройству детских учреждений. Здания дошкольных учреждений и школ проектируют типовыми на определенное число мест (ясли, детский сад, ясли-сад, неполная средняя школа, школа-интернат и др.). Земельный участок должен быть расположен недалеко от места жительства большинства обслуживаемых детей (не более 300 м для детских дошкольных учреждений, 800–1000 м для городских школ и не более 2000 м для сельских). В отдельных случаях как исключение в малонаселенных районах допускается большее расстояние до места жительства. На 1 ребенка должно приходиться 40–50 м$^2$ земельного участка. Общие размеры пришкольного земельного участка должны составлять 1,7–3,0 га, а зеленые насаждения занимать не менее 40–50% площади участка.

При планировке и строительстве дошкольных учреждений обычно исходят из принципа групповой изоляции как в здании, так и на участке (каждая группа имеет свой набор помещений и пользуется отдельным входом). Гигиенические требования предусматривают также обеспечение условий для двигательной активности детей (достаточная площадь участка, благоприятный воздушно-тепловой режим, естественное освещение, инсоляция зданий и земельного участка и др.). Планировочная структура школьных зданий определяется характером учебного заведения. Выделяется несколько типов школ: массовые, общеобразовательные; школы продленного дня; школы-интернаты с круглосуточным пребыванием учащихся; вечерние сменные школы для работающих подростков. Кроме того, имеются школы для детей с различными пороками развития (слепых и слабовидящих, глухонемых, умственно отсталых и др.), а также школы санаторного типа для учащихся с ослабленным здоровьем (страдающих хроническим ревматизмом, туберкулезной интоксикацией, перенесших полиомиелит и др.).

Гигиенические требования к школьным зданиям всех типов в основном аналогичны. Школьные здания не должны иметь более 3 этажей. Только в

больших городах в условиях уплотненной застройки допускается строительство 4–5-этажных школ по согласованию с органами госсанэпиднадзора. При проектировании школьных зданий учитывается разделение учащихся на возрастные группы. Предусматривается изоляция классов и лабораторий от источников шума и загрязнения воздуха (спортзалы, актовые залы, столовые и др.). Эти требования легко удовлетворяются при блочной (секционной) планировке школьных зданий как наиболее перспективной для различных климатических условий. В северных районах проектируются компактные здания с минимальным числом блоков, на юге возможна децентрализованная застройка в виде нескольких корпусов.

В классных комнатах учащиеся 1–3-х классов проводят около 80% времени. По нормативам глубина (ширина) класса не должна превышать 6,3 м, так как при большей ее величине снижается естественная освещенность. Длина классных комнат должна составлять 8–8,4 м, увеличение этого размера более 9 м недопустимо, так как может привести к значительному напряжению органов зрения и слуха учащихся. Высота классных комнат должна быть не менее 3 м, кубатура на одного школьника — 3,75 м$^3$. Учебные кабинеты, предназначенные для школьников начиная с 4-го класса, имеют те же размеры, что и классные комнаты, кроме кабинетов черчения и рисования, площадь которых составляет 66 м$^3$. Школьные лаборатории химии, физики и биологии следует располагать в отдельном крыле школьного здания, их площадь 66–70 м$^2$. Спортзалы, имеющие площадь около 228 м$^2$, обычно проектируются в отдельном изолированном блоке на 1-м этаже. Двустороннее естественное освещение с более высоким расположением окон обеспечивает интенсивное проветривание и дает возможность проводить занятия при открытых фрамугах.

Школы-интернаты проектируются с учетом специфики контингента учащихся обычно на 280–560 человек. Строят отдельно учебные корпуса и спальный корпус.

Санитарные требования к проектированию зданий профессионально-технических училищ (ПТУ) осуществляются на основе специальных строительных норм и правил из расчета на 480, 720, 960 и 1200 учащихся. На участке должны предусматриваться учебно-производственная, спортивная и хозяйственная зоны при плотности застройки 15–20% и площади озеленения не менее 50%. Учебные комнаты и классы ПТУ должны удовлетворять тем же гигиеническим требованиям, что и обычные школы. Производственные мастерские строят по технологическому принципу соответствующих отраслей промышленности, сельского хозяйства, транспорта и т.д.

Детские сады строятся на 25, 50, 90, 140, 280 и 320 мест, а также в виде комплексов на 560 и 640 мест. В последнее время осуществляется проектирование универсальных яслей-садов для дневного и круглосуточного пребывания детей разного возраста.

Оптимальный температурный режим в детских учреждениях должен обеспечиваться с помощью рациональной системы отопления (табл. 12.5). Наиболее широкое применение находят в детских учреждениях водяное и панельное отопление, обеспечивающие тепловой комфорт. В наибольшей степени это относится к системе панельного отопления, отдающей тепло путем излучения. В последнее время находит распространение воздушная система отопления

**Таблица 12.5.** Рекомендуемая температура воздуха в различных помещениях детских учреждений (по В.А. Покровскому)

| Помещения | Температура воздуха, °С |
|---|---|
| Ясли: детские комнаты для детей 1 года | 21–22 |
| для детей от 2 до 3 лет | 19–20 |
| Групповые комнаты детского сада для детей в возрасте от 3 до 7 лет | 18 |
| Школьные классы, учебные кабинеты, лаборатории и мастерские | 16 |
| Рекреационные | 16 |
| Гимнастический зал | 15 |
| Уборные | 18 |
| Вестибюль и гардеробная | 16 |
| Кабинет врача | 20 |
| Комнаты общественных организаций | 18 |

с централизованной приточной вентиляцией. Однако этот способ требует тщательной очистки и ионизации подаваемого воздуха.

В детских и школьных помещениях перепад температуры воздуха не должен превышать по горизонтали 2 °С, по вертикали (у пола и на высоте 1,5 м) 2,5 °С. Относительная влажность должна быть в пределах от 40 до 60%.

Особое внимание при планировке дошкольных и школьных зданий уделяется ориентации их окон, что важно для инсоляции и освещенности рабочего места.

Наиболее благоприятной ориентацией во всех климатических районах является южная и юго-восточная. Все помещения детских учреждений, исключая некоторые вспомогательные, должны иметь непосредственное дневное освещение. В помещениях для длительного дневного пребывания детей (террасы, веранды, классные комнаты, гимнастические залы и др.) желательны увиолевые оконные стекла. Искусственное освещение помещений детских и подростковых учреждений осуществляется преимущественно электрическими лампами накаливания, а также посредством люминесцентных ламп дневного света с цветопередачей, приближающейся к естественному освещению. На освещенность классов и кабинетов влияет коэффициент отражения поверхностей стен, потолка и школьной мебели. И в связи с этим парты лучше окрашивать в голубовато-серый, светло-зеленый или светло-коричневый цвет.

Школьная мебель должна соответствовать росту и пропорциям тела подростков. Несоответствие школьной мебели росту и пропорциям тела может приводить к напряжению определенных мышц спины, шеи, конечностей, что вызывает их утомление и может служить причиной нарушения осанки и так называемых школьных болезней (асимметрия плеч и лопаток, сколиозы, кифозы, лордозы) (рис. 12.3). Школьная мебель подбирается по росту ребенка: пропорциям тела должны соответствовать высота стула, его глубина, угол наклона крышки парты. Необходимо принимать во внимание и такие специфические показатели, как дистанция спинки (расстояние между спинкой парты и краем крышки стола), дистанция сиденья (расстояние между передним краем скамьи и задним краем крышки парты) и высота спинки скамьи. Когда

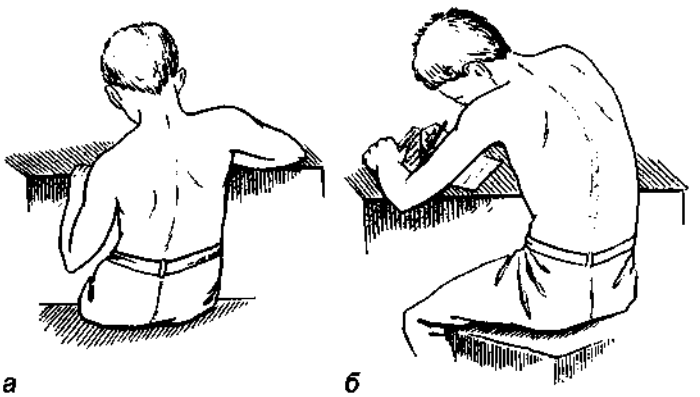



**Рис. 12.3.** Искривление позвоночника при сидении за высоким (*а*) и низким (*б*) столом.

скамья стоит далеко от стола, ученик лишается возможности опираться на спинку парты. Только при отрицательной дистанции, т. е. когда край скамьи на 2–3 см заходит за край крышки парты, можно обеспечить наиболее правильную, удобную и наименее утомительную позу.

В средних и старших классах показано оборудование помещений ученическими столами и стульями. В ныне действующих стандартах предусматривается изготовление мебели 5 номеров с буквенной системой обозначения, соответствующей росту: А — до 130 см; Б — 130–145 см; В — 145–160 см; Г — 160 175 см; Д — более 175 см.

Классная доска должна быть матово-темной, обеспечивая тем самым наибольшую контрастность фона и изображения, максимальное поглощение света и отсутствие отблесков.

Гигиенические требования к производственному оборудованию школьных мастерских также учитывают рост и пропорции тела учащихся.

Учебные пособия должны соответствовать определенным гигиеническим стандартам. Соблюдение гигиенических требований к школьным учебникам и детским книгам обеспечивает оптимальные условия для работы органов зрения и наоборот, мелкий шрифт, плохая печать влекут за собой повышение внутриглазного давления, преждевременное утомление зрительного анализатора и служат основной причиной развития близорукости. Не меньшее значение имеют размеры и четкость шрифта, минимальная высота которого равна 1,75 мм в учебниках для старших классов и 2,1–2,4 мм в учебниках для младших классов. Для зрительного восприятия текста важно соблюдение определенного расстояния между отдельными буквами, словами, строками.

Тщательный санитарный надзор устанавливается и за качеством игрушек. Игрушки изготавливаются только из тех материалов (синтетический каучук, поливинилхлорид, полиэтилен и др.), которые соответствуют специальным гигиеническим стандартам, не содержат ядовитых примесей и легко подвергаются очистке и дезинфекции.

# ГЛАВА 13

# ГИГИЕНА ТРУДА И ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ РАБОТАЮЩИХ

## Гигиена труда

Труд играет исключительно важную роль в жизни и деятельности человека. Большую часть жизни человек участвует в общественно полезном труде в сфере производства или сельского хозяйства. Половину занятых в производственной сфере составляют женщины.

В последнее десятилетие в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства в связи с внедрением новой техники и современных технологий значительно снижено неблагоприятное действие многих производственных факторов на состояние здоровья работающих. Этому, в частности, способствовали использование мощных механизмов при работах, требующих большого физического напряжения, комплексная автоматизация производственных процессов, герметизация оборудования и применение замкнутых и оборотных технологических циклов на химических и перерабатывающих предприятиях, дистанционное управление и контроль. Важная роль в оздоровлении условий труда принадлежит санитарно-эпидемиологической службе, выполняющей предупредительный и текущий санитарный надзор на промышленных предприятиях, транспорте и сельскохозяйственных объектах. Большое внимание профилактике общей и профессиональной заболеваемости, рациональной организации труда и отдыха, медицинскому обслуживанию работающих на предприятиях уделяется медико-санитарными частями и цеховыми здравпунктами.

Широкий комплекс технологических, санитарно-технических и лечебно-профилактических мероприятий способствует снижению уровня и изменению структуры профессиональных заболеваний. Некоторые формы профпатологии в последние годы практически не встречаются в связи с изъятием из производства опасных и

токсичных соединений, например бензола и других органических растворителей. Профессиональные заболевания чаще проявляются в легких и стертых формах.

В то же время в современном производстве появляются новые вредные факторы различной природы. Это такие физические факторы, как лазерное излучение, плазменные процессы, инфра- и ультразвук. Повышенным вниманием в последние годы пользуется ионизирующее излучение. Получили распространение новые химические соединения и их сочетания, канцерогенные, аллергенные и мутагенные вещества. Особое значение при интенсификации и ускоренном развитии производства приобретают психофизиологические факторы, обусловленные широким внедрением компьютерной техники, в то время как физическая активность операторов ЭВМ резко снижена. В связи с этим в ближайшее время нас может ожидать не только количественное изменение нозологических форм профпатологии, но и появление новых профессиональных заболеваний.

Создание здоровых и безопасных условий труда — главная задача, которая стоит перед российским здравоохранением, гигиенической наукой и практикой.

Гигиена труда — профилактическая медицина, изучающая условия и характер труда, их влияние на здоровье и функциональное состояние человека и разрабатывающая научные основы и практические меры, направленные на профилактику вредного и опасного действия факторов производственной среды и трудового процесса на работающих.

Гигиена труда предусматривает всемерное оздоровление и облегчение условий труда, проведение мероприятий по устранению профессиональных заболеваний и производственного травматизма, снижение общей заболеваемости, повышение работоспособности. Этот раздел гигиенической науки занимается изучением трудового процесса и производственной среды с позиций их влияния на организм работающих. Гигиена труда разрабатывает гигиенические нормативы и профилактические мероприятия, направленные на создание оптимальных условий труда и сохранение здоровья и трудоспособности как отдельных рабочих, так и целых коллективов. Для этого необходимо иметь ясное представление о социальной и биологической сущности труда, хорошо знать характер трудового процесса и его влияние на работающих, выявлять изменения, которые вносят в профпатологию современные социально-экономические условия и особенности труда. Нужно уметь правильно оценивать влияние производственных факторов различной природы на организм и те возможные физиологические изменения, которые происходят у работающих при умственной и физической нагрузке, при утомлении и переутомлении.

Предметом изучения гигиены труда являются санитарные особенности производственных процессов, оборудования и обрабатываемых материалов с точки зрения влияния их на организм работающих, санитарные условия труда, характер и организация трудовых процессов, изменение физиологических функций при выполнении работы, состояние здоровья работающих, гигиеническая эффективность санитарно-технических и санитарно-бытовых устройств и установок, средств индивидуальной защиты.

Многообразие задач, а также фундаментальный характер и большое государственное значение получаемых результатов позволяют использовать широ-

кий спектр различных методов исследования. Это санитарное обследование производственной среды с помощью санитарного описания и физических, химических и биологических инструментальных методов, исследование состояния здоровья работающих с использованием клинических, физиологических, биохимических и статистических методов. Экспериментальные исследования включают как естественный гигиенический эксперимент на добровольцах, так и токсикологические опыты на животных с применением физиологических, биохимических, морфологических и других методик. Неотъемлемыми методами гигиенических и экспериментальных исследований являются математическое моделирование и прогнозирование на основе современных компьютерных программ, а также статистическая обработка полученных результатов.

Самостоятельное значение некоторых задач позволяет выделить в гигиене труда ряд фундаментальных разделов. К ним относятся физиология труда, изучающая изменения функционального состояния организма человека в связи с трудовым процессом и условиями труда; психология труда, рассматривающая психологические особенности различных видов трудовой деятельности в связи с психологическими качествами работающих; токсикология труда (промышленная токсикология), которая изучает действие токсичных веществ на организм человека с целью профилактики их вредного влияния в условиях производства.

Предметом самостоятельных исследований в гигиене труда стали производственный микроклимат, электромагнитные излучения, ионизирующая радиация, механические колебания и др.

Интересные результаты получены учеными в гигиене труда женщин, гигиене военного труда, космической гигиене, гигиене сельскохозяйственного труда, гигиене труда медицинских работников и т.д.

## Организация лечебно-профилактической помощи рабочим промышленных предприятий

Сохранение и укрепление здоровья работающих — важнейшая задача отечественной медицины. Снижение заболеваемости промышленных рабочих, с одной стороны, свидетельствует об укреплении здоровья, а с другой — позволяет сохранить трудовые ресурсы на производстве. Кроме того, заболеваемость наносит значительный экономический ущерб производству. Врачу необходимо ясно представлять себе факторы, которые определяют уровень и структуру заболеваемости работающих, а также уметь выявлять связь заболеваемости с условиями труда и видами промышленного производства. Статистические исследования показывают, что на 1 рабочего у нас в стране приходится более 10–12 дней нетрудоспособности по болезни в год, а это составляет около 4% всех рабочих дней. В связи с этим при организации медицинского обслуживания населения России особое внимание уделяется рабочим промышленных предприятий.

Медицинскую помощь промышленным рабочим оказывают медицинские учреждения, расположенные на территории предприятия, а также лечебно-профилактические учреждения общей сети здравоохранения.

К первой группе относятся специальные медицинские учреждения — медико-санитарные части, а также врачебные и фельдшерские здравпункты. Врачебные здравпункты организуются на промышленных предприятиях с числом работающих 1000 человек и более, а фельдшерские — там, где число работающих меньше. Кроме того, фельдшерские здравпункты организуются и на крупных предприятиях в цехах, удаленных от медико-санитарной части.

Основными задачами здравпунктов промышленных предприятий являются оказание первой медицинской помощи при несчастных случаях и внезапных заболеваниях и проведение профилактической работы в цехах.

Медико-санитарные части организуются на крупных предприятиях с числом работающих 4000 и более, а на предприятиях химической, угольной, горнорудной и нефтеперерабатывающей промышленности — с числом работающих 2000 и более.

Работа врачей медико-санитарных частей требует достаточной осведомленности как в клинических, так и в гигиенических дисциплинах.

Врач, работающий в этих учреждениях, должен хорошо знать клинику профессиональных заболеваний и отравлений, выявлять причину профпатологии, иметь четкое представление об условиях труда работающих и вредностях, с которыми они контактируют, причины общей заболеваемости и травматизма, уметь проводить лечебно-профилактические мероприятия по снижению заболеваемости и оздоровлению условий труда.

Медико-санитарные части представляют собой комплексные больничные поликлинические учреждения, осуществляющие высококвалифицированную специализированную медицинскую помощь рабочим. Кроме стационара с отделениями разного профиля, в состав медико-санитарных частей входят поликлиническое отделение, а также врачебные и фельдшерские здравпункты, расположенные в цехах предприятий, профилактории, ингалятории, фотарии. В здравпунктах, кроме кабинета для приема больных и перевязочной, имеются другие кабинеты (физиотерапевтический и пр.). Например, в состав медико-санитарной части могут входить поликлиника на 2000 посещений в смену, стационар на 1200 коек, 23 здравпункта.

Основными задачами медико-санитарных частей, обслуживающих промышленных рабочих, являются разработка и проведение лечебно-профилактических и санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на оздоровление условий труда и быта, предупреждение и снижение общей и профессиональной заболеваемости и травматизма, обеспечение высококвалифицированного лечения и диспансерного наблюдения. Медико-санитарная часть работает совместно с центрами госсанэпиднадзора, администрацией и общественными организациями промышленного предприятия. Работа строится по единому комплексному плану, составляемому на год.

В обязанности врачей медико-санитарной части входят оказание квалифицированной лечебной помощи рабочим и служащим, профилактическое наблюдение за состоянием здоровья работающих, надзор за соблюдением профилактических мероприятий и правил техники безопасности на предприятии совместно с отделом охраны труда, санитарно-просветительная работа.

В настоящее время лечебно-профилактическое обслуживание рабочих промышленных предприятий медико-санитарными частями осуществляется по принципу цеховой участковости.

Цеховой участковый врач по специальности терапевт. Он строит свою работу по цеховому принципу, что дает возможность обстоятельно изучить производство на своих участках, активно влиять на условия труда, успешно заниматься профилактикой заболеваний и травм. Круг его обязанностей значителен. К ним в первую очередь относятся непременное участие в профилактических осмотрах, проведение диспансеризации, анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности, забота о рациональном трудоустройстве, санитарное просвещение и др. Цеховой терапевт — заведующий отделением, возглавляющий работу на участке, обеспечивает постоянный и эффективный контроль за деятельностью специалистов, координируя и направляя ее.

Цеховой участок организуется из расчета обслуживания цеховым врачом 2000 рабочих, а на предприятиях угольной, горнорудной, химической и нефтеперерабатывающей промышленности — 1000 рабочих.

Цеховой участковый терапевт совместно с цеховой медсестрой ежедневно принимает больных в поликлинике и, кроме того, работает непосредственно в цехе. Цеховой участковый врач осуществляет лечение терапевтических больных в поликлинике, консультацию больных в необходимых случаях с заведующим отделением, врачами других специальностей, организацию первой медицинской помощи при внезапных заболеваниях, травмах и профессиональных отравлениях на производстве, направление больных на стационарное лечение как при острых заболеваниях, так и в плановом порядке, экспертизу временной нетрудоспособности, отбор больных, нуждающихся в санаторно-курортном лечении, диетическом питании, в направлении в санаторий-профилакторий, организует и проводит предварительные и периодические осмотры рабочих, профилактические прививки.

В целях комплексного медицинского обслуживания рабочих в медико-санитарных частях созданы цеховые врачебные бригады, в состав которых, кроме цехового врача-терапевта, входят врачи основных специальностей (отоларинголог, невропатолог, хирург, травматолог, акушер-гинеколог).

Для проведения профилактической работы в цехах участковым врачам отводится 9 ч рабочего времени в неделю (постоянные дни), причем один из дней полностью предназначается для профилактической работы. Определенное время для такой же цели отводится и врачам других специальностей.

Профилактическая работа, проводимая цеховыми врачами, включает изучение технологии и влияния производственного процесса в цехе на условия труда рабочих, контроль за выполнением мероприятий по улучшению условий труда, предусмотренных единым комплексным планом, диспансерное наблюдение за отдельными группами больных, медицинский контроль за трудоустройством рабочих, санитарно-просветительную работу, санитарно-противоэпидемическую работу по профилактике инфекционных заболеваний и др.

Ежемесячно цеховые участковые врачи проводят анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности с обсуждением его результатов на совещаниях у начальника цеха.

Ежеквартально и по итогам года результаты анализа заболеваемости обсуждаются с участием всех специалистов, входящих в состав цехового врачебного участка.

Диспансерный метод работы как цехового врача, так и других специалистов медико-санитарной части сочетает лечебные и профилактические мероприя-

тия и позволяет добиться положительных изменений в состоянии здоровья рабочих. Большую работу ведут цеховые врачи с часто и длительно болеющими рабочими. Одновременно они проводят полицевой учет заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Главным структурно-экономическим принципом лечебно-профилактического обслуживания работающих в настоящее время является принцип страховой медицины, обеспечивающий не только экономическую основу, но и достаточно высокий уровень и доступность лечебно-профилактической помощи.

## Условия труда, профессиональные заболевания и их профилактика

Производственная обстановка в одних случаях благоприятствует выполнению работы, а в других оказывает отрицательное влияние на здоровье и работоспособность работающего (табл. 13.1). Важнейшей задачей профилактики профессиональных заболеваний является обеспечение оптимальных условий трудового процесса. В нашей стране наряду с широким внедрением автоматизации и модернизации оборудования проводится система санитарно-технических мероприятий, направленных на устранение профессиональных вредностей.

**Таблица 13.1.** Ранжирование отдельных отраслей экономики по показателям профессиональной заболеваемости в 1995–1997 гг. (на 10 000 работающих)

| Ранговое место | Отрасли | 1995 г. | 1996 г. | 1997 г. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Угольная промышленность | 48,155 | 55,6 | 81,094 |
| 2 | Тяжелое машиностроение | 11,43 | 15,336 | 25,34 |
| 3 | Цветная металлургия | 12,535 | 16,45 | 11,824 |
| 4 | Энергетическое машиностроение | 14,45 | 15,325 | 11,097 |
| 5 | Транспортное машиностроение | 6,854 | 14,092 | 10,994 |
| 6 | Черная металлургия | 8,599 | 9,312 | 10,792 |
| 7 | Станкостроительная и инструментальная промышленность | 5,828 | 8,481 | 7,524 |
| 8 | Нефтяное машиностроение | 5,013 | 3,184 | 6,899 |
| 9 | Строительно-дорожное машиностроение | 9,077 | 9,122 | 6,515 |
| 10 | Автомобильная промышленность | 4,639 | 5,604 | 6,509 |
| 11 | Тракторное и сельскохозяйственное машиностроение | 11,749 | 6,290 | 5,659 |
| 12 | Химическое машиностроение | 1,449 | 2,916 | 4,739 |
| 13 | Химическая промышленность | 2,603 | 3,364 | 4,2 |
| 14 | Электротехническая промышленность | 3,375 | 3,426 | 3,514 |
| 15 | Нефтехимическая промышленность | 2,398 | 3,113 | 2,873 |
| 16 | Нефтедобывающая промышленность | 1,929 | 1,531 | 1,848 |
| 17 | Газовая промышленность | 0,227 | 1,917 | 1,534 |
| 18 | Электроэнергетика | 0,972 | 0,545 | 0,795 |
| 19 | Нефтеперерабатывающая промышленность | 0,528 | 0,614 | 0,737 |
| 20 | Общее машиностроение | 2,605 | 0,581 | 0,487 |
| | **Показатель по РФ** | **1,89** | **2,33** | **2,32** |

На современном этапе развития науки и техники в промышленность и сельское хозяйство быстро внедряются новые виды энергии, химических веществ, создаются принципиально новые виды производств, технологических операций, что требует обстоятельного изучения новых производственных факторов с точки зрения их влияния на организм рабочих и разработки эффективных оздоровительных мероприятий.

Одним из важнейших понятий гигиены труда являются условия труда, под которыми понимается совокупность факторов трудового процесса и производственной среды, в которой осуществляется деятельность человека.

Факторы производственной среды могут оказывать на работающих вредное воздействие. Вредным производственным фактором называется фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях (интенсивность, длительность и др.) может вызвать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.

Все вредные производственные факторы делятся на следующие группы:

- физические факторы: температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое излучение; неионизирующие электромагнитные поля и излучения: электростатические поля, постоянные магнитные поля (в том числе геомагнитное), электрические и магнитные поля промышленной частоты (50 Гц), электромагнитные излучения радиочастотного диапазона, электромагнитные излучения оптического диапазона (в том числе лазерное и ультрафиолетовое); ионизирующие излучения; производственный шум, ультразвук, инфразвук; вибрация (локальная, общая); аэрозоли (пыли) преимущественно фиброгенного действия; освещение естественное (отсутствие или недостаточность), искусственное (недостаточная освещенность, прямая или отраженная слепящая блескость, пульсация освещенности); электрически заряженные частицы воздуха (аэроионы);
- химические факторы, в том числе некоторые вещества биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты, белковые препараты), получаемые химическим синтезом, для контроля которых используют методы химического анализа;
- биологические факторы — микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в препаратах, патогенные микроорганизмы.
- факторы трудового процесса: тяжесть труда — нагрузка на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность (определяется физической динамической нагрузкой, весом поднимаемого и перемещаемого груза, общим числом стереотипных рабочих движений, величиной статической нагрузки, рабочей позой, наклоном корпуса, перемещениями в пространстве); напряженность труда отражает нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника и включает в себя интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы.

Опасным производственным фактором является фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения состояния здоровья и даже смерти.

Безопасными условиями труда считаются такие условия, при которых воздействие на работающих вредных и опасных производственных факторов исключено или их уровни не превышают гигиенических нормативов.

Гигиенические нормативы условий труда (ПДК, ПДУ) — это уровни вредных производственных факторов, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должны вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Однако следует отметить, что соблюдение гигиенических нормативов условий труда не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Еще одним важным показателем возможности развития профпатологии в гигиене труда является профессиональный риск, под которым понимается вероятность нарушения (повреждения) здоровья с учетом тяжести последствий в результате неблагоприятного влияния факторов производственной среды и трудового процесса. Профессиональный риск определяют с учетом величины экспозиции этих факторов и показателей состояния здоровья и утраты трудоспособности работников.

В соответствии с руководством «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Р 2.2.755-99» все условия труда подразделяются на 4 класса.

1-й класс — оптимальные условия труда — такие условия, при которых сохраняется не только здоровье работающих, но и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности.

Оптимальные нормативы условий труда установлены только для параметров микроклимата и факторов трудового процесса.

2-й класс — допустимые условия труда характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма исчезают за время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятного воздействия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работающих и их потомство.

1-й и 2-й классы условий труда безопасны для работающих.

3-й класс — вредные условия труда, в которых вредные производственные факторы превышают гигиенические нормативы и неблагоприятно воздействуют на организм работающих или их потомство.

Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются на 4 степени вредности.

I степень 3-го класса — условия труда с такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, исчезающие, как правило, при более длительном (чем

к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивающие риск повреждения здоровья;

II степень 3-го класса — условия труда с такими уровнями производственных факторов, которые могут вызывать стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению производственно-обусловленной заболеваемости (повышение заболеваемости с временной утратой трудоспособности и в первую очередь теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных факторов), появлению начальных признаков или легких (без потери профессиональной трудоспособности) форм профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 лет работы и более);

III степень 3-го класса — условия труда с такими уровнями вредных факторов, воздействие которых приводит к развитию, как правило, легких и среднетяжелых профессиональных болезней (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронической (производственно-обусловленной) патологии, включая повышенную заболеваемость с временной утратой трудоспособности;

IV степень 3-го класса — условия труда, в которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний и высокая заболеваемость с временной утратой трудоспособности;

4-й класс — опасные (экстремальные) условия труда, в которых воздействие производственных факторов в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в том числе тяжелых форм.

Профвредности имеют специфические свойства, по отношению к которым организм человека не обладает адаптационными способностями. Это электромагнитные поля радиочастот, ионизирующее излучение, канцерогенные вещества, отдельные химические соединения с тератогенным и мутагенным свойством. Они могут быть опасны как для самого работающего, так и для потомства на протяжении нескольких поколений.

Действие профвредностей имеет специфику в зависимости от пола и возраста человека. Большая чувствительность женщин и детей к различным токсичным веществам особенно остро ставит вопрос о предупреждении их контакта с рядом вредных химических факторов — тяжелыми металлами, органическими растворителями и др. (табл. 13.2). Особо выделяются нитро- и аминопроизводные жирного и ароматического ряда, которые легко проникают через плацентарный барьер и поражают плод. Юношеский организм по сравнению со взрослым менее устойчив к воздействию различных производственных вредностей.

Однако и на сегодняшний день количество рабочих мест с превышением ПДУ неблагоприятных профессиональных факторов и соответственно профессиональная заболеваемость в Российской Федерации остаются весьма высокими. По данным Минздрава РФ, из числа лиц, занятых на работах с вредными, опасными условиями труда, в условиях повышенных уровней шума, ультразвука и инфразвука трудятся 1,4 млн человек, вибрации — 0,3 млн человек, повышенной запыленности и загазованности — 1,8 млн. Кроме того, тяжелым физическим трудом занято около 0,5 млн человек. В целом практически

**Таблица 13.2.** Удельный вес профессиональных заболеваний у женщин по отдельным отраслям экономики за 1993–1997 гг. (в %)

| Отрасли | 1993 г. | 1994 г. | 1995 г. | 1996 г. | 1997 г. |
|---|---|---|---|---|---|
| Химическая и нефтехимическая промышленность | 55,2 | 44,7 | 41,1 | 44,0 | 27,9 |
| Металлургическая промышленность | 23,2 | 26,3 | 24,3 | 16,7 | 19,7 |
| Тяжелое машиностроение | 21,4 | 22,7 | 29,4 | 17,7 | 32,6 |
| Автомобильное и сельскохозяйственное машиностроение | 34,0 | 36,4 | 34,5 | 35,4 | 36,6 |
| Электротехническая промышленность | 47,6 | 56,7 | 50,0 | 55,5 | 40,5 |
| Легкая промышленность | 79,3 | 87,2 | 80,4 | 77,5 | 80,5 |
| Текстильная промышленность | 67,6 | 69,3 | 61,9 | 66,6 | 74,6 |
| Сельское хозяйство | 26,6 | 26,8 | 27,2 | 32,7 | 33,9 |
| Строительная индустрия | 39,6 | 31,6 | 37,6 | 30,6 | 35,2 |
| Электроэнергетика | 23,6 | 27,7 | 22,8 | 22,9 | 21,4 |

каждый 5-й работник работает в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям.

В среднем число рабочих мест, где отмечено превышение ПДУ физических и химических факторов, составляет по шуму более 40%, по вибрации — более 26%, по электромагнитным полям — свыше 10%. Сохраняется большое число проб на вещества 1-го и 2-го классов опасности с превышением ПДК на пары и газы в 33,8%, на пыль и аэрозоли — в 28,2% случаев.

В ряде случаев имеется негативная тенденция в динамике профзаболеваемости работников. Так, за последние 5 лет зарегистрировано более 57 000 больных с впервые поставленным диагнозом профзаболевания. Показатели профзаболеваемости в динамике составляют на 10 000 работающих в 1994 г. — 1,81; в 1995 г. — 1,89; в 1996 г. — 2,33; в 1997 г. — 2,32; в 1998 г. — 1,78. В 1997 и 1998 г. зарегистрировано около 5000 человек с 2 профессиональными заболеваниями и более, что составляет 20% всех вновь выявленных случаев.

Наиболее высокие уровни профзаболеваемости в 1998 г. зарегистрированы в угольной отрасли (81,0 на 10 000 работающих), в тяжелом машиностроении (25,34 на 10 000 работающих), в цветной металлургии (85,8%), станкостроительной и инструментальной промышленности (86,9%).

В настоящее время в Российской Федерации на работах с вредными и опасными условиями труда занято более 3,1 млн человек, в том числе более 1 млн женщин. В 1998 г. профзаболеваемость среди работающих женщин составила 24,3% всех профзаболеваний (в 1997 г. — 22,4; в 1996 г. — 21,0%; в 1995 г. — 22,6%). Чаще всего профзаболевания выявляются у стажированных рабочих, имеющих высокую квалификацию и наиболее трудоспособный возраст (40–45 лет).

Таким образом, производственные факторы в зависимости от их интенсивности могут вызывать у работающих профессиональные заболевания или отравления. Их симптомокомплекс специфичен. Например, вдыхание пыли (аэрозоля), содержащей двуокись кремния, вызывает профессиональное легочное

**Таблица 13.3.** Структура наиболее часто встречающихся профессиональных заболеваний в Российской Федерации за 1992–1997 гг. (в %)

| Виды профессиональных заболеваний | 1992 г. | 1993 г. | 1994 г. | 1995 г. | 1996 г. | 1997 г. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Заболевания органов дыхания | 36,1 | 37,1 | 34,6 | 33,6 | 36,2 | 32,3 |
| Вибрационная болезнь | 25,7 | 24,7 | 26,9 | 24,1 | 21,9 | 19,7 |
| Заболевания опорно-двигательного аппарата | 10,2 | 12,6 | 14,6 | 18,4 | 19,1 | 15,3 |
| Заболевания органов слуха | 12,2 | 12,6 | 13,9 | 13,9 | 14,8 | 16,4 |
| Инфекционные и паразитарные заболевания | 2,1 | 2,8 | 2,8 | 2,6 | 3,6 | 3,4 |

заболевание — силикоз; вдыхание паров бензола — тяжелое отравление с изменением состава крови (лейкопения, тромбоцитопения, анемия, явления геморрагического диатеза и т.п.). При воздействии на работающего общей вибрации, что возможно при виброуплотнении бетона в процессе изготовления железобетонных конструкций, может возникнуть церебральная форма вибрационной болезни (табл. 13.3).

Все эти заболевания этиологически тесно связаны с профвредностью и невозможны вне действия профессионального вредного фактора. Профессиональные болезни классифицируются по этиологическому принципу, т. е. различают профессиональные болезни, вызываемые производственной пылью, неблагоприятными метеорологическими факторами, изменением атмосферных условий, воздействием различных излучений, токсических веществ, перенапряжением отдельных систем и органов и вынужденным положением тела, биологическими факторами (табл. 13.4).

Снижение профпатологии в значительной мере определяется улучшением условий труда.

В нашей стране достигнуты существенные успехи в ликвидации важнейших профессиональных заболеваний. Например, резко снижена заболеваемость пневмокониозами, профессиональным раком кожи, мочевого пузыря и других органов.

Неблагоприятное влияние производственных факторов не только вызывает профессиональное заболевание, но и увеличивает общую заболеваемость. При оздоровлении условий труда достигается снижение интенсивности профвредностей, которые теряют способность вызывать специфические заболевания, но отчетливо влияют на возникновение, течение и исход болезней непрофессиональной этиологии. В случае потери трудоспособности эти заболевания приравниваются по социальному обеспечению к профессиональным. Так, например, отмечается рост заболеваний сердечно-сосудистой системы у лиц, имеющих профессиональный контакт со свинцом. У них чаще встречаются и тяжелее протекают атеросклеротические изменения сосудов, гипертоническая болезнь, более часты обострения и больше средняя продолжительность каждого случая (табл. 13.5).

Отмечено увеличение частоты сердечно-сосудистых заболеваний у лиц, работающих в условиях высокой температуры воздуха (табл. 13.6).

**Таблица 13.4**. Список основных профессиональных заболеваний

| Наименование болезни | Профессиональные вредности, вызывающие болезнь | Примеры профессий и производств, в которых данная болезнь встречается преимущественно или исключительно |
|---|---|---|
| 1. Отравления (острые, хронические) и их последствия | Вещества, обладающие токсическим действием | Все работы, в процессе которых приходится соприкасаться с веществами, обладающими токсическим действием |
| 2. Пневмокониозы, силикозы, силикатозы (асбестоз, антракоз, талькоз и др.), пылевые фиброзы в чистом виде или в сочетании с туберкулезом легких (кониотуберкулез) или же смешанные формы (силикоантракоз, силикосидероз и др.) | Длительное вдыхание пыли, содержащей двуокись кремния в свободном или связанном состоянии, а также некоторых других видов производственной пыли (угольная, электросварочная, тальковая, слюдяная, фарфоро-фаянсовая, ферритовая, сланцевая, шамотная, магнезитовая, пыль нефтяного и пекового кокса и др.) | Работники, занятые на подземных горных работах (машинисты горного комбайна, струговой установки, врубовой и врубовопогрузочной машины, бурового станка, забойщики на отбойных молотках на крутых пластах, горнорабочие очистного забоя, проходчики горных выработок, взрывники, мастера-взрывники, крепильщики по ремонту, машинисты шахтных машин и механизмов, горный мастер). Пескоструйщики, дробеструйщики, земледелы, формовщики, стерженщики, выбивщики, обувщики, чистильщики литья. Рабочие по добыче и обработке камня, горных пород и асбеста. Рабочие производства фарфоро-фаянсовых изделий, керамического, стекольного и динасового производства. Шлифовальщики, электроплавильщики, электросварщики и др. |
| 3. Бериллиоз | Вдыхание пыли, газов, тумана бериллия и его соединений | Работники, занятые на участках извлечения, получения и обработки бериллия и его соединений, производства огнеупоров и различных изделий из окиси бериллия, в порошковой металлургии, на участках плавки и сварки бериллийсодержащих сплавов |
| 4. Хронические пылевые бронхиты | Вдыхание пыли: минеральной (кварцсодержащей, угольной, известняковой, металлической и др.), органической (мучной, зерновой, пластмассовой, хлопковой, торфяной, волосяной, шерстяной), пыли антибиотиков и др. | Профессии, указанные в п. 2. Рабочие электролизных цехов алюминиевых заводов, известковых производств. Рабочие мукомольных производств, выбивщики мешков, засыпщики муки на хлебопекарных производствах. Рабочие, занятые на первичной обработке льна, конопли, хлопка, джута и кенафа, в валяльно-войлочной промышленности и на других производствах, имеющие непосредственный контакт с пылью |
| 5. Хронические токсические бронхиты и пневмосклерозы | Воздействие раздражающих токсических веществ (сернистый газ, хлор, окислы азота, пыль извести и др.) | Работники химических, металлургических и других производств (а также лабораторий), которые подвергаются воздействию раздражающих токсических веществ |

**Таблица 13.4.** *Продолжение*

| Наименование болезни | Профессиональные вредности, вызывающие болезнь | Примеры профессий и производств, в которых данная болезнь встречается преимущественно или исключительно |
|---|---|---|
| 6. Бронхиальная астма | Воздействие производственных веществ, обладающих аллергенными свойствами, антибиотики, алкалоиды, растворители, витамины; хромовая, цементная, урсоловая, перламутровая пыль, пыль серного колчедана и ипекакуановая, мучная, волосяная пыль и др., а также раздражающие газы (формальдегид, хромпик и др.) | Скорняки, красильщики меховой и овчинно-шубной промышленности, рабочие промышленности искусственной кожи. Дробильщики-помольщики слюды, калибровщики, кольщики и щипальщики слюды. Рабочие химических производств, электролизных цехов алюминиевых заводов. Рабочие производства антибиотиков, синтетических материалов; работники сельского хозяйства, имеющие контакт с указанными веществами, и др. |
| 7. Инфекционные и паразитарные заболевания, однородные с той инфекцией, с которой работники находятся в контакте во время работы (туберкулез, бруцеллез, сап, сибирская язва, бешенство, столбняк, клещевой энцефалит, анкилостомидоз, лихорадка Ку, орнитоз, токсоплазмоз и др.) | а) соприкосновение с инфекционными больными или инфицированным материалом | Все работники противотуберкулезных и других инфекционных учреждений, соприкасающиеся с заразными больными или с инфицированным материалом, а также работники технических училищ и техникумов, лечебно-трудовых мастерских для больных туберкулезом и других учреждений, участковые врачи |
| | б) соприкосновение с больными животными, птицей или инфицированными материалами и продуктами животноводства и растительного происхождения (кожа, шерсть, щетина, конский волос, мясо; кожевенное, меховое сырье и утильсырье; зерно, хлопок и др.) | Ветеринарный персонал, систематически соприкасающийся с заразными животными, птицей. Рабочие, занятые обработкой кожевенного и мехового сырья; рабочие животноводческих хозяйств; работники, непосредственно обслуживающие скот мясокомбината, боен, утильзаводов; работники, имеющие дело с материалами, зараженными микроскопическими грибами. Работники зверобойного промысла на судах и береговых предприятиях рыбной промышленности |
| | в) работы в условиях лесных массивов | Работники геологоразведочных, топографо-геодезических и лесоустроительных полевых организаций; рабочие, занятые на лесозаготовках, лесосплаве и подсечке леса |
| | | Строители, работающие в условиях лесных массивов, и др. |
| 8. Кессонная болезнь | Работы в условиях повышенного атмосферного давления | Работающие в кессонных барокамерах, водолазы и др. |

**Таблица 13.4.** *Продолжение*

| Наименование болезни | Профессиональные вредности, вызывающие болезнь | Примеры профессий и производств, в которых данная болезнь встречается преимущественно или исключительно |
|---|---|---|
| 9. Облитерирующий эндартериит (тромбангиит) | Работы в условиях повышенного атмосферного давления. Длительная работа в условиях значительного охлаждения | Рыбаки, рабочие рыбообрабатывающих заводов и сырьевых цехов мясокомбинатов, холодильников, работники зверобойных и китобойных флотилий. Геологи-топографы, геодезисты; рабочие, занятые на лесозаготовках, подсечке леса, лесоустроительных работах в сырых и заболоченных местах, лесосплаве. Рабочие торфоразработок. Горнопроходчики в выработках вечной мерзлоты, горнорабочие в обводненных выработках. Бурильщики и помощники бурильщиков нефтяных и газовых скважин |
| 10. Выраженное расширение вен на ногах, осложненное воспалительными (тромбофлебит) или трофическими расстройствами | Длительное стояние | Ткачи, прядильщицы, наборщики, станочники, повара, продавцы, пекари; обвальщики, жиловщики, шприцовщики на мясокомбинатах и рыбообработчики на рыбокомбинатах и др. |
| 11. Профессиональные новообразования | | |
| а) опухоли кожи (гиперкератозы, эпителиомы, папилломы, рак, лейкокератозы) | Воздействие ионизирующих излучений (рентгеновских, гамма-лучей и других видов радиоактивного излучения) | Лица, соприкасающиеся в своей работе с радиоактивными веществами или другими видами ионизирующих излучений; персонал рентгеновских кабинетов, работники по испытанию рентгеновских трубок и рентгеновских экранов, проведению дозиметрии. Рабочие, занятые металлорентгенографированием, гамма-дефектоскопией, работой на ускорителях, бетатронах, гамма-установках и других работах, связанных с лучевым воздействием |
| | Длительный контакт с продуктами перегонки каменного угля, нефти и сланцев (смола, пек, производные антрацена, фенантрена, аминоазосоединений, гудрон, парафин и др.) | Рабочие химических, коксохимических, анилинокрасочных, химико-фармацевтических, нефтеперерабатывающих заводов, предприятий текстильной и других отраслей промышленности; брикетчики; асфальтировщики, пропитчики дерева и изоляционных материалов, рабочие по выработке толя, рубероида; рабочие сажевого производства, смоловары; работники производств противораковых и гормональных препаратов |

**Таблица 13.4.** *Продолжение*

| Наименование болезни | Профессиональные вредности, вызывающие болезнь | Примеры профессий и производств, в которых данная болезнь встречается преимущественно или исключительно |
|---|---|---|
| б) опухоли мочевого пузыря; папилломы, рак | Длительный контакт с аминами бензольного и нафталинового ряда (бензидин, дианизин, альфа-нафтиламины) и другими аминосоединениями (ортотолуидин, паратолуидин и др.) | Рабочие химической, текстильной и других отраслей промышленности, соприкасающиеся с указанными веществами |
| | Вдыхание пыли радиоактивных руд, каменноугольных смол, соединений никеля, мышьяка, хрома, асбеста и др. | Горнорабочие на разведке, добыче и переработке радиоактивных руд. Рабочие, занятые на погрузке и применении каменноугольных смол, соединений никеля, мышьяка и др. |
| в) злокачественные новообразования костей | Длительный контакт с остеотропными радиоактивными веществами | Работники радиохимических, радиологических лабораторий и радиохимических производств |
| г) заболевания крови: апластические и гипопластические состояния кроветворения (острые лейкозы, хронический миелоидный лейкоз и другие злокачественные новообразования крови) | Воздействие различных видов ионизирующей радиации | Работники, соприкасающиеся в своей работе с различными источниками ионизирующей радиации |
| 12. Заболевания периферических нервов и мышц: | | |
| а) стойкие, часто рецидивирующие невралгии, невриты, шейно-плечевые плекситы, полиневриты и полиневралгии (вегетативные и смешанные); миозиты (миофасцикулиты). Смешанные формы заболеваний нервно-мышечного аппарата (нейромиозиты, вегетомиозиты, миалгии) | Систематическое длительное статическое напряжение мышц; однотипные движения, выполняемые в быстром темпе; давление на нервные стволы и их микротравматизация. Систематическое охлаждение конечностей. Вынужденное положение туловища или конечностей | Проходчики, машинисты буровых станков, электровозов, горнорабочие очистного забоя, забойщики на крутых пластах. Формовщики-прессовщики, клепальщики, кузнецы, вальцовщики, штамповщики, шлифовальщики; рабочие на конвейере, обмотчики электромашин, бурильщики на ручном бурении; шлифовальщики-алмазчики; шлифовальщики-гранильщики. Рыбаки плавсоставов рыболовных, китобойных и зверобойных судов, рабочие холодильников. Рабочие, занятые на лесозаготовках, геологи-топографы, геодезисты, ведущие работы в сырых и заболоченных местах; доярки и др. |

**Таблица 13.4.** *Продолжение*

| Наименование болезни | Профессиональные вредности, вызывающие болезнь | Примеры профессий и производств, в которых данная болезнь встречается преимущественно или исключительно |
|---|---|---|
| б) пояснично-крестцовые радикулиты | Тяжелое физическое напряжение, связанное с вынужденным положением тела или частыми наклонами, а также с воздействием охлаждения, переменных температур, вибраций, микротравм | Шахтеры, бурильщики, кузнецы, вальцовщики; вальщики леса и обрубщики сучьев. Работники геологоразведочных партий, водители автобусов, грузовых автомашин, трактористы, работники локомотивных бригад и др. |
| 13. Писчий спазм и другие виды профессиональных дискинезий (координаторных неврозов) | Работы, требующие высокой координации движений и выполняемые в быстром темпе | Стенографистки, чертежники, машинистки, телеграфисты, радиотелеграфисты, операторы счетных машин, скрипачи, пианисты, картографисты, граверы, монотиписты, линотиписты и др. |
| 14. Вибрационная болезнь; ангиотрофоневрозы | Местное и общее воздействие вибрации, систематическое переохлаждение | Работа с пневматическими и другими инструментами, генерирующими общую и местную вибрацию (клепальщики, обрубщики, слесари-жестянщики, шлифовальщики, полировщики, бурильщики, проходчики, машинисты буровых станков, горнорабочие очистного забоя, забойщики на крутых пластах; бетонщики; машинисты виброплощадки и машинисты бетоноукладчика; вальщики леса и др.) |
| 15. Хронические тендовагиниты, тендиниты и тендомиозиты | Систематическое напряжение соответствующих мышц и связок (или давление на соответствующие сухожилия) | Штамповщики, волочильщики проволоки, штукатуры, сварщики, портные, маляры; стиральщики белья на машине и вручную, гладильщики белья на прессах и вручную; сушильщики в кожевенной и кожсырьевой промышленности, обмотчики-изоляционщики электротехнической промышленности; смазчики форм на хлебозаводах и др. |
| 16. Хронические артриты, периартриты, асептические остеонекрозы, бурситы, эпикондилиты, патологическая перестройка костей (переломы от перегрузки), стилоидиты, остеохондриты | Систематическое давление в области соответствующих суставов, перенапряжение и травматизация последних; сотрясение; резкие смены температуры, длительное охлаждение; значительное напряжение мышц конечностей | Горнорабочие, кровельщики, каменщики, мостовщики, паркетчики, формовщики, огнеупорщики, работники локомотивных бригад; вальцовщики леса; обрубщики сучьев, раскряжевщики и треловщики леса, работающие в сильно заболоченных местах и др. |

**Таблица 13.4.** *Продолжение*

| Наименование болезни | Профессиональные вредности, вызывающие болезнь | Примеры профессий и производств, в которых данная болезнь встречается преимущественно или исключительно |
|---|---|---|
| 17. Острые и хронические заболевания кожи (дерматиты, экземы, токсикодермии), поражения фолликулярного аппарата, изъязвления токсические, меланодермии | а) систематическое соприкосновение с раздражающими веществами (скипидар, лаки, растворители, растительные и минеральные масла; хлорированные углеводороды, соединения мышьяка, хрома; кислоты, щелочи, эпоксидные смолы, пеки каменноугольные и нефтяные, соединения бериллия, полистироловые смолы и др.) | Маляры, лакировщики, полировщики, сборщики, отделочники мебельного производства, станочники, хромовщики, травильщики, работники химических, химико-фармацевтических производств, соприкасающиеся с указанными раздражающими веществами; рабочие, занятые на зачистке нефтеналивных судов; рабочие цементных, асбоцементных, асбошиферных производств; асфальтировщики; сельскохозяйственные работники, имеющие контакт с ядохимикатами |
| | б) соприкосновение с сенсибилизирующими веществами (никель, урсол, фтор, бериллий, динитрохлорбензол, скипидар; антибиотики; синтетические и натуральные смолы, формалин, соединения хрома, ртути, новокаин, органические красители, аминазин, тифен, синтетические и натуральные каучуки, капролактам, витамины, пыль стекловолокна и др.) | Никелировщики, рабочие, занятые на электролизе никеля; пропитчики, аппаратчики, красильщики, рабочие фармацевтической и микробиологической промышленности, аптечные работники; заготовщики красильных и химических растворов; дубильщики кожевенной и кожсырьевой промышленности и др. |
| | в) воздействие различных видов ионизирующей радиации | Лица, подвергающиеся воздействию ионизирующих излучений (персонал радиологических отделений и лабораторий, рентгеновских кабинетов; работники по испытанию рентгеновских трубок и рентгеновских экранов, проведению дозиметрических исследований, занятые металлорентгенографированием, извлечением алмазов при помощи рентгеновских установок, гамма-дефектоскопией и др.) |
| | г) систематическое соприкосновение с холодной или горячей водой | Рыбаки, стиральщики белья, красильщики; кокономотальщики, рабочие торфоразработок, лесосплава, мойщики различной посуды (производственной), плодов и овощей; работники кетгутовых производств и др. |

**Таблица 13.4.** *Продолжение*

| Наименование болезни | Профессиональные вредности, вызывающие болезнь | Примеры профессий и производств, в которых данная болезнь встречается преимущественно или исключительно |
|---|---|---|
| 18. Лучевая болезнь (различные ее формы): | | |
| а) хроническая лучевая болезнь | Систематическое воздействие ионизирующей радиации в дозах, превышающих предельно допустимые для профессионального облучения | Работники, соприкасающиеся в своей работе с различными источниками ионизирующей радиации |
| б) острая лучевая болезнь | Однократное или кратковременное массивное воздействие внешнего ионизирующего излучения или поступление внутрь организма значительных количеств радиоактивных веществ и их соединений | То же |
| в) острая местная радиационная травма тканей (радиационные ожоги) | Внешнее локальное воздействие проникающего излучения, аппликационное воздействие радиоактивных веществ | » » |
| 19. Заболевания, вызванные воздействием радиоволн | Воздействия электромагнитных полей СВЧ, УВЧ, ВЧ | Работники, систематически подвергающиеся воздействию электромагнитных волн различных диапазонов в радиовещании, радиометеорологии, телевидении, радиосвязи, медицине, при термической обработке металлов, диэлектриков и др. |
| 20. Катаракта | а) систематические воздействия лучистой энергии значительной интенсивности (инфракрасное, УФ-излучение) (последнее при наличии глубокого повреждения роговицы); рентгеновские лучи, гамма-лучи, нейтроны, электромагнитные поля СВЧ, УВЧ, ВЧ, излучение оптических квантовых генераторов | Сварщики, автогонщики, рабочие у металлургических, обжигательных печей, нагревальщики в кузнечно-прессовом производстве, стеклодувы, работники, подвергающиеся воздействию ионизирующей радиации, электромагнитных полей; рабочие на обработке металлов, нагретых до белого цвета, и др. |
| | б) систематическое воздействие нитросоединений бензола (тринитротолуол и др.), нафталина | Работники, систематически соприкасающиеся с нитросоединениями бензола, нафталином |

**Таблица 13.4.** *Окончание*

| Наименование болезни | Профессиональные вредности, вызывающие болезнь | Примеры профессий и производств, в которых данная болезнь встречается преимущественно или исключительно |
|---|---|---|
| 21. Электроофтальмия | Воздействие УФ-излучения | Работы, связанные с газо- и электросваркой и в условиях интенсивного ультрафиолетового излучения |
| 22. Прогрессирующая близорукость | Работа, требующая постоянного напряжения зрения при различении мелких предметов с близкого расстояния | Проборщики основы, граверы, микроскописты, стереофотограмметристы, спектроскописты, картографы, стереотопографы, контролеры-приемщики слюдоизделий; просмотрщики медицинских препаратов и инъекционных растворов в ампулах и флаконах и др. |
| 23. Конъюнктивиты, кератиты, кератоконъюнктивиты | Воздействие раздражающих веществ (сероводорода, диметилсульфата, пека, малеинового ангидрида, хинонов, антибиотиков и органических растворителей, пыли стекловолокна, волосяной пыли и др.) | Рабочие прядильных и красильных цехов, вискозного, сульфа-целлюлозного производства, скорняки; работники, длительно соприкасающиеся с химическими веществами раздражающего действия |
| 24. Хронические рецидивирующие ларингиты, «истинные узелки певцов» | Систематическое напряжение голосовых складок в течение длительного времени | Певцы, учителя, дикторы и др. |
| 25. Снижение слуха по типу кохлеарного неврита | Систематическое воздействие интенсивного производственного шума или резкого звука | Испытатели моторов, пилоты, бортмеханики; ткачи, прядильщицы, крутильщицы, мотальщицы, клепальщицы, гвоздильщики, обрубщики, слесари-жестянщики, рабочие кузнечных и прессовых цехов, компрессорных цехов, шариковых цехов подшипниковых заводов; плавсостав машинно-котельных отделений судов, котельщики и др. |
| 26. Психоневрозы | Длительное непосредственное обслуживание душевнобольных в психиатрических учреждениях | Медицинские работники (врачи, сестры, санитарки) |

**Таблица 13.5.** Течение гипертонической болезни у 23 работающих и у 23 не работающих со свинцом (по И.Г. Фридлянду)

| Группа | Число выданных по гипертонической болезни больничных листов | Число дней нетрудоспособности | Число лиц с потерей трудоспособности | Средняя продолжительность пребывания на больничном листе, дни |
|---|---|---|---|---|
| Работающие со свинцом | 71 | 1226 | 23 | 17,3 |
| Не работающие со свинцом | 30 | 347 | 16 | 11,6 |

**Таблица 13.6.** Заболевания сердечно-сосудистой системы с временной утратой трудоспособности из расчета на 100 человек по металлургическому заводу в возрасте 30–49 лет (по Б.А. Кривоглаз)

| Цехи | Число всех случаев заболеваний | Число дней нетрудоспособности | Средняя продолжительность случая в днях | Число случаев заболеваний миокарда | Число дней нетрудоспособности | Средняя продолжительность случая в днях |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Горячие | | | | | | |
| прокатные | 2,3 | 31,4 | 13,6 | 1,1 | 11,2 | 10,2 |
| мартеновский | 3,1 | 35,4 | 11,4 | 0,5 | 7,7 | 15,4 |
| доменный | 4,9 | 82,9 | 16,5 | 1,4 | 14,7 | 10,5 |
| Холодные | | | | | | |
| механический | 1,4 | 8,8 | 6,3 | 0,7 | 5,4 | 7,7 |
| транспортный | 1,1 | 8,4 | 7,6 | 0,2 | 1,2 | 6,0 |

Особое внимание следует обратить на утяжеление простудных заболеваний и учащение случаев гриппа.

Роль метеорологического фактора важна в возникновении ангин. Так, по данным некоторых авторов, заболеваемость ангиной у металлургов в 1,5–2 раза выше, чем у лиц других профессий.

Повышенная заболеваемость ангинами в ковровом производстве обусловлена в первую очередь повышенной запыленностью воздуха рабочей зоны. У работающих отмечается высокий уровень бессимптомного носительства гемолитического стрептококка (до 5% работающих).

Заболеваемость пневмонией в медеплавильной промышленности прямо связана с загрязнением воздушной среды сернистым газом (табл. 13.7).

Приведенные примеры убедительно показывают роль производственных факторов малой интенсивности в структуре так называемой неспецифической заболеваемости. Производственные факторы в данной ситуации играют роль факторов риска развития неспецифических заболеваний. Механизмы этого влияния в разных случаях различны, но не последнее место среди них занимает влияние производственных условий на иммунобиологическую реактивность организма.

**Таблица 13.7**. Заболеваемость пневмонией рабочих медеплавильных заводов, подвергающихся систематическому влиянию сернистого газа (по В.А. Литкенсу)

| Производственный процесс | Средняя концентрация $SO_2$ в воздухе рабочих помещений, мг/л | Заболеваемость пневмонией на 100 работающих в % к контрольной группе (общая по заводу) |
|---|---|---|
| Обжиг сульфидных руд | 0,090 | 133 |
| Отражательная плавка | 0,117 | 167 |
| Конвертерная | 0,158 | 100 |
| Ватержакетная | 0,365 | 183 |

Кроме способности вызывать профессиональные и неспецифические заболевания, профвредности представляют еще одну опасность. Ряд веществ, применяемых в химической промышленности, при длительном воздействии в малых концентрациях может привести к неблагоприятным отдаленным последствиям как для работающих, так и для их потомства. Речь идет о возможности эмбриотропного, канцерогенного и мутагенного действия.

Канцерогенами являются 3,4-бенз(а)пирен, анилин и его производные, многие нитросоединения, четыреххлористый углерод и др. Их канцерогенный эффект установлен в опытах на млекопитающих, а также выявлен у людей, контактирующих с этими веществами в условиях производства. В целях оздоровления условий труда канцерогенные вещества приходится изымать из употребления, а их производство запрещать. У нас в стране, например, запрещено производство бета-нафтиламина, 3,3-диоксибензидина и 3,3-дихлорбензидина.

В промышленности используют соединения, дающие мутагенный эффект: этилендиамин и его производные, диазосоединения, нитрозомочевину, формальдегид, парахинондиоксин и др. Известно, что процесс мутации является основой наследственной изменчивости и, следовательно, существенным фактором возникновения наследственных болезней. Особую опасность представляют химические соединения мутагенного действия, так как в этом случае возможно существенное отягощение генофонда человечества вредными мутациями.

Эмбриотропное действие оказывают многие химические вещества, применяемые в промышленности. Так, введение борной кислоты мышам в эксперименте повышает пред- и постимплантационную гибель зародышей, вызывает уменьшение размеров и массы плода. Доказано эмбриотропное действие некоторых производных этилендиамина, талидомида, гексахлорбутадиена, марганца и др.

Снижение возможной опасности канцерогенных, мутагенных и эмбриотропных веществ достигается изъятием их из практики, снятием с производства и заменой соединениями, не вызывающими отдаленных последствий. В случае невозможности таких радикальных мер применяют комплекс мероприятий для максимального снижения концентраций указанных веществ в окружающей среде, а также резко ограничивают контакт работающих с этими соединениями.

Вещества, применяемые в производстве, могут быть аллергенами. Например, у работающих с урсолом развивается бронхиальная астма, возможны другие формы гиперергических реакций как результат индивидуальной непереносимости.

**Таблица 13.8**. Структура наиболее часто встречающихся профессиональных отравлений в Российской Федерации в зависимости от вредного производственного фактора за 1992–1997 гг. (в %)

| Вредный производственный фактор | 1992 г. | 1993 г. | 1994 г. | 1995 г. | 1996 г. | 1997 г. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Окись углерода | 8,3 | 15,4 | 13,3 | 10,04 | 8,9 | 8,8 |
| Хлор | 9,4 | 7,2 | 12,1 | 8,25 | 8 | 18,4 |
| Ртуть металлическая | 8,3 | 7,2 | 11 | 6,02 | 7,6 | 9,2 |
| Фтористые соединения | 1,4 | 3,6 | 1,5 | 6,02 | 11,6 | 25,4 |
| Свинец | 8,8 | 11,1 | 11,7 | 7,58 | 7,6 | 6,59 |
| Аммиак | 5,3 | 1,6 | 4,2 | 6,19 | 2,6 | 3,2 |

У персонала звероводческих ферм, пунктов заготовки пушнины, кожи, у медицинских работников возможно развитие некоторых инфекционных и паразитарных заболеваний, связанное с выполнением служебных обязанностей (туберкулез, туляремия, бруцеллез, сап и др.).

В работе врача определенное место занимают заболевания непрофессиональной этиологии, течение которых усугубляется влиянием определенных производственных факторов. Это бронхоэктатическая (контакт с пылью и веществами раздражающего действия), гемолитическая болезни, хлороз или болезнь Бирмера (работа с веществами, подавляющими костномозговое кроветворение), облитерирующий эндартериит (работа с вибрирующими инструментами) и др.

Существует взаимосвязь между профвредностями, способными вызвать болезнь, и профессиональным заболеванием или отравлением (табл. 13.8).

Рассмотрим более подробно наиболее важные разделы гигиены труда.

## Физиология труда

Физиология труда изучает изменения функционального состояния организма человека в связи с трудовым процессом и условиями производственной среды.

Основной целью данного раздела гигиенической науки является изыскание мер по повышению работоспособности человека, ее сохранению достаточно долго на высоком уровне, предупреждению утомления.

Физиология труда разрабатывает физиологические основы рациональной организации трудовых процессов, режимы труда и отдыха, меры по оптимизации рабочего места и т.д.

Раздел физиологии труда находится на стыке гигиены труда и общей физиологии. Это обусловлено тем, что труд, как известно, имеет не только социальную сущность, но и многие физиологические аспекты.

Любой вид трудовой деятельности представляет собой чрезвычайно сложный комплекс физиологических процессов, в которых главную роль играет ЦНС, осуществляющая координацию всех физиологических сдвигов. Очень важно определить, какие сдвиги остаются в пределах физиологических колебаний функций организма, а какие указывают на патологические изменения.

Необходимо учитывать пределы адаптационных возможностей организма, а также правильно оценивать физиологические изменения. Для оценки условий труда, его тяжести необходимы соответствующие критерии.

Ведущим физиологическим критерием состояния организма является потребление кислорода. При выполнении трудового процесса наблюдаются существенные сдвиги потребления кислорода. Обычно по количеству кислорода, потребляемого человеком, судят об основном обмене. На основной обмен влияют пол, возраст, состав пищи, климатические условия и др. Потребность организма в кислороде тем больше, чем тяжелее труд. Количество кислорода, необходимое для полного окисления продуктов распада в минуту, называется «кислородным запросом», а максимальное количество кислорода, которое организм может получить в минуту, обозначается как «кислородный потолок».

Обычно кислородный потолок при выполнении физической работы у нетренированных людей составляет около 3 л/мин, а у тренированных может достигать 4–5 л/мин.

Потребление кислорода при динамической работе показано на рис. 13.1. Потребление кислорода в начале работы растет и только через 2–3 мин устанавливается на определенном уровне.

Сначала работа сопровождается неполным удовлетворением кислородного запроса, вследствие чего накапливается кислородный долг. Это объясняется тем, что энергетические процессы в мышце при ее сокращении происходят мгновенно, а доставка кислорода увеличивается не сразу. Только тогда, когда доставка кислорода соответствует кислородному запросу, наступает устойчивое потребление кислорода.

Кислородный долг, образовавшийся в начале работы, полностью погашается после прекращения работы, в период восстановления. При тяжелой работе

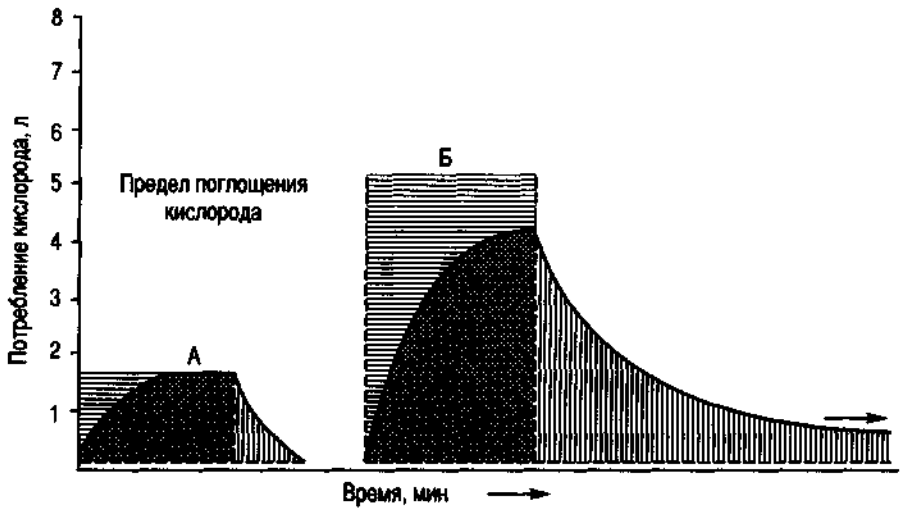



**Рис. 13.1.** Динамика потребления кислорода при физической работе.

Штриховка в клетку — потребление кислорода во время работы; горизонтальная штриховка — кислородный запрос; вертикальная штриховка — кислородный долг. А — работа средней тяжести; Б — работа с прогрессирующей кислородной задолженностью.

потребление кислорода все время растет вплоть до достижения кислородного потолка. Если кислородный запрос при работе превышает кислородный потолок, то наступает так называемое ложное устойчивое состояние; при этом потребление кислорода отражает лишь кислородный потолок, а не истинную потребность в кислороде. Восстановительный период при этом значительно удлиняется.

Следовательно, по потреблению кислорода и продолжительности восстановительного периода можно судить о тяжести работы. Восстановление потребления кислорода еще не означает восстановления всех функций организма. Напротив, другие функции, зависящие от состояния сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем, еще значительное время не возвращаются к исходному уровню.

В соответствии с ГОСТом 12.1.0055-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» все физические работы делят на 3 категории на основе общих энерготрат организма.

Легкие физические работы (I категория): Iа (энерготраты до 139 Вт) — работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, часовом, швейном производствах, в сфере управления и т.п.); Iб (140—174 Вт) — работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и т.п.).

Работы средней тяжести (II категория): IIа (175—232 Вт) — работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве); IIб (233—290 Вт) — работы, связанные с ходьбой, перемещением тяжестей (до 10 кг) и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и т.п.).

Тяжелые физические работы (III категория) — энерготраты более 290 Вт. Работы, связанные с постоянным перемещением и переноской тяжестей (более 10 кг), требующие больших физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой опок машиностроительных, металлургических предприятий и т.п.).

Показатели энерготрат при выполнении тех или других работ обеспечивают лишь относительную оценку тяжести работы, поскольку на расход энергии влияют и другие важные моменты (тренированность, организация труда, режим труда и отдыха, состояние воздушной среды и др.).

При прочих равных условиях расход энергии можно использовать для сравнительной оценки различных режимов труда и отдыха.

Производственная деятельность всегда связана с переходом на новый уровень функционального состояния организма. При этом наиболее выраженные сдвиги претерпевают функции нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, одновременно изменяются состав крови, водно-солевой обмен. Еще до начала работы в организме происходят условнорефлекторные функцио-

нальные сдвиги, заключающиеся в повышении обмена веществ, учащении пульса и дыхания. Условными раздражителями становятся производственная обстановка и время дня.

В процессе производственного обучения и тренировки образуется динамический производственный стереотип, т. е. система условных рефлексов, определяющая уровень физиологических процессов в организме. Динамический стереотип — наиболее рациональные и экономные движения или система движений при выполнении рабочих операций, дающая наибольшую производительность труда при наименьших функциональных затратах. Динамический производственный стереотип включает длительность выполнения основных элементов работы, микропауз и т.п. Выработка динамического стереотипа лежит в основе приобретения профессиональных навыков, которые в значительной степени позволяют снижать затраты физической и нервно-психической энергии при выполнении тех или иных производственных операций.

При выполнении работы в ЦНС усиливаются процессы возбуждения. Одновременно углубляются и процессы торможения, благодаря чему между этими основными процессами сохраняется равновесие. При относительно легкой работе подобное состояние может сохраняться в течение всего рабочего дня, при тяжелой работе с определенного момента в коре головного мозга начинают преобладать процессы охранительного торможения.

Фазность изменения функционального состояния ЦНС определяется характером и длительностью выполняемой работы. В фазе возбуждения наблюдают повышение условных рефлексов, сокращение латентного периода, ускорение дифференцировочного торможения и сенсомоторных реакций, а также усиленный распад гликогена, АТФ, креатинфосфата.

В фазе торможения наблюдаются обратные процессы: снижение условных рефлексов, удлинение латентного периода, увеличение числа случаев растормождения дифференцировок, замедление сенсомоторных реакций, появление бета-ритмов, а в дальнейшем альфа-ритмов на ЭЭГ, фазные состояния, запредельное торможение.

С процессом торможения в ЦНС связано такое ключевое понятие, как утомление, предупреждение развития которого составляет одну из главных задач физиологии труда. Утомление — это временное снижение работоспособности, возникающее при выполнении работы и проявляющееся в ухудшении качественных и количественных показателей работоспособности. Субъективно утомление ощущается как усталость. Объективными критериями развивающегося утомления являются нарушения функций некоторых органов и систем организма, а также брак в работе. Количественно степень утомления определяют с помощью различных тестов, характеризующих подвижность функций ЦНС, анализаторов, высшей нервной деятельности (пропускная способность анализаторов, скорость реакции на свет, звук и тепловой раздражитель, скорость и точность реакции выбора и др.).

Фазность присуща и процессу утомления. Это проявляется в изменении работоспособности человека в течение как рабочего дня, так и рабочей недели. В динамике рабочего дня можно выделить следующие периоды изменения работоспособности: врабатывание в начале работы; период стабильной работоспособности (период рабочего возбуждения); снижение работоспособности

в предобеденный период; второй период врабатывания после обеденного перерыва; второй период стабильной работоспособности; второй период снижения работоспособности, наступающий за 1–2 ч до окончания работы; кратковременный период подъема работоспособности в конце рабочего дня, обусловленный в значительной мере нервно-эмоциональным напряжением и поэтому характеризующийся чаще количественным, а не качественным повышением работоспособности на фоне развившегося утомления. Периоды врабатывания, стабильной работоспособности и ее снижения прослеживаются и на протяжении рабочей недели.

Следовательно, утомление — это нормальный физиологический процесс, защитная реакция организма в виде охранительного торможения на воздействие условий окружающей среды. Критерием физиологичности этого процесса является восстановление функций организма к началу следующего рабочего дня и особенно новой рабочей недели. Отсутствие восстановления функций и гомеостаза организма в указанные сроки свидетельствует о разлитом торможении в коре головного мозга и развитии патологических нарушений. Подобное состояние характеризуется как переутомление и требует не только профилактических мер, но и лечения.

Переутомление следует рассматривать как патологическое состояние, наступающее тогда, когда при тяжелой или длительной работе организм систематически недостаточно отдыхает и работоспособность не восстанавливается. При переутомлении в ЦНС обнаруживаются явления перевозбуждения, отмечаются плохое самочувствие, повышенная раздражительность, бессонница. Переутомление может привести к неврозам, сердечно-сосудистым заболеваниям, гипертонической, язвенной болезни. При переутомлении снижаются защитные силы организма, что ведет не только к снижению работоспособности, но и к росту общей и профессиональной заболеваемости.

Различают быстро развивающееся утомление в результате неправильной или чрезмерной работы (работа грузчика, каменщика, землекопа и др.) и медленно развивающееся утомление с нерезко выраженными изменениями в организме в результате длительной работы (работа на конвейерной линии). Быстро развивающееся утомление наступает вследствие нарушения центральной координации функций и возникновения экстренных очагов торможения в результате несоответствия рабочего задания функциональным возможностям организма. При быстро развивающемся утомлении после работы функции быстро восстанавливаются до исходного состояния. Чем больше статическое напряжение, тем быстрее развивается утомление.

В настоящее время имеется множество теорий развития утомления. Наиболее правдоподобна гипотеза, согласно которой в основе утомления лежит снижение работоспособности клеток головного мозга. Утомление развивается при изменении соотношения основных нервных процессов, когда торможение начинает преобладать над возбуждением.

Торможение не есть истощение энергетических возможностей клетки. Это состояние позволяет нервной клетке не реагировать на поступающие импульсы, вследствие чего прекращается активная деятельность. Связь утомления с торможением заключается в том, что охранительное торможение является одним из важных компонентов значительно более сложного процесса — утомле-

ния работающего человека. Следовательно, при утомлении изменяется сложная мозаика возбуждения и торможения в конкретном отделе коры больших полушарий, поскольку возникает очаг парабиотического торможения в результате воздействия импульсов от работающих органов.

Среди профилактических мер, направленных на снижение утомления, можно выделить такие, как освобождение от тяжелого физического или монотонного труда, организация комнат психофизиологической разгрузки, обеспечение благоприятных условий внешней производственной среды и психоэмоциональной обстановки, выработка динамического стереотипа путем тренировки и упражнений, рациональные темп, ритм и режим работы, правильное оборудование рабочего места, соблюдение производственной эстетики, моральное и материальное стимулирование и др.

Процесс труда и развитие утомления сопровождаются и другими изменениями в организме. Так, в результате учащения сокращений и увеличения ударного (систолического) объема сердца происходит увеличение минутного объема сердечного выброса. Систолический объем сердца в покое составляет 60–80 мл, при мышечной работе он может увеличиваться вдвое и больше. Между интенсивностью работы и частотой пульса имеется определенная зависимость. Так, при легких работах частота пульса не превышает 100–120 в минуту.

При тяжелой работе пульс может достигать 140–160 в минуту и более. Естественно, изменение частоты пульса в процессе работы в значительной степени зависит от тренированности. У тренированного человека при прочих равных условиях частота пульса всегда меньше, чем у нетренированного. У нетренированных людей возрастание минутного объема сердца в процессе работы обеспечивается в основном учащением сердечных сокращений, у тренированных — увеличением систолического объема.

После прекращения работы частота пульса резко снижается. Однако время восстановления пульса до исходной величины в значительной степени определяется тяжестью выполненной работы. Так, при умеренной работе учащение пульса может превышать исходный уровень на 26, при работе средней тяжести — на 44, а при тяжелой работе — на 45–50 в минуту; восстановительный период при этом составляет соответственно 31; 65 и 70 мин.

Особую роль в сосудистой регуляции играют продукты обмена (гистамин, адениловая кислота, ацетилхолин), а также адреналин, суживающий сосуды внутренних органов, и антидиуретический гормон (вазопрессин), действующий на артериолы и капилляры.

В процессе работы отмечаются выраженные сдвиги функции дыхания. Повышенная потребность в кислороде и удалении из организма углекислого газа обеспечивается учащением и углублением дыхания. В покое число дыханий в минуту составляет от 8 до 22, а легочная вентиляция — 4–10 л/мин. При работе эти величины возрастают в несколько раз. В норме в покое человек потребляет кислород в пределах от 150 до 300 мл/мин, в процессе работы потребление кислорода увеличивается в 10–15 раз. Если в покое легочная вентиляция составляет 4–10 л/мин, то при выполнении тяжелой работы она может достигать 10–150 л/мин в результате учащения дыхания и увеличения глубины вдоха. У тренированных людей увеличение легочной вентиляции обеспечивается главным образом углублением дыхания.

При мышечной работе происходят существенные морфологические, физические и химические изменения крови. В первую очередь возрастает масса циркулирующей крови в результате ее выхода из депо (селезенка, печень, кожа).

Отмечаются изменения в морфологическом составе крови. В периферической крови количество эритроцитов, гемоглобина и лейкоцитов увеличивается прямо пропорционально интенсивности работы.

Лейкоцитоз при работе объясняется главным образом выходом нейтрофилов и лимфоцитов из депо. Число лейкоцитов может достигать $15–20 \cdot 10^9$/л. Через 1–2 ч после тяжелой работы возможен вторичный лейкоцитоз из-за усиления кроветворения и поступления в кровь нейтрофилов.

Различные виды работ вызывают существенные химические изменения в крови, в первую очередь изменяются содержание глюкозы, молочной кислоты, газов, а также щелочной резерв. Обычно в покое содержание глюкозы в крови составляет 4,4–4,95 ммоль/л. В начале работы количество глюкозы в крови увеличивается, что объясняется условнорефлекторными влияниями. При выполнении привычной работы, особенно у тренированного человека, содержание глюкозы в крови несколько уменьшается и держится примерно на одном уровне. Выраженное снижение содержания глюкозы в крови наступает при выполнении тяжелой и длительной работы. Уровень глюкозы ниже 3,3 ммоль/л свидетельствует о тяжелой работе и недостаточной тренированности. При выполнении работ различной тяжести изменяется содержание в крови молочной кислоты: если в норме ее содержится 1,1–2,8 ммоль/л, то при очень тяжелой работе — 5,6–6,7 ммоль/л. Легкая или среднетяжелая работа не вызывает накопления молочной кислоты, так как она успевает окислиться и ресинтезироваться.

Щелочной резерв крови отражает способность крови связывать кислые продукты. При кратковременной интенсивной работе отмечается снижение щелочного резерва, и чем больше содержание молочной кислоты, тем ниже щелочной резерв.

Содержание в крови углекислого газа зависит от содержания в ней катионов и интенсивности легочной вентиляции. В покое в артериальной крови содержание углекислого газа колеблется в пределах от 44,6 до 54,7 об.%, в венозной — в пределах от 48,3 до 60,4 об.%.

При выполнении работы содержание углекислого газа в крови уменьшается, что обусловлено связыванием двуокиси углерода катионами и вымыванием из крови при гипервентиляции.

Естественно, что физиологические сдвиги при выполнении той или другой работы определяются ее тяжестью и длительностью, а также тренированностью человека. Выявляемые сдвиги в ряде случаев носят компенсаторный характер. Например, при физической работе отмечаются учащение пульса, увеличение ударного объема сердца и увеличение объема и площади капилляров в работающих органах (рука, плечевой пояс). Может развиться гипертрофия миокарда.

При различных видах профессионального труда у работающих могут отмечаться различные реакции сердечно-сосудистой системы. Во время работы пульс у кузнеца учащается, систолическое давление повышается на 50–70 мм рт. ст. У рабочих горячих цехов также значительно учащается пульс, увеличи-

вается ударный и минутный объем сердца, первоначально повышается, а потом снижается артериальное давление.

Все эти показатели возвращаются к норме через разные сроки после окончания работы и поэтому должны рассматриваться как физиологические.

Главная задача при оценке трудового процесса — объективно определить выраженность напряжения ряда функций и систем. При умственной работе с нервно-эмоциональным напряжением для этого необходимо изучить функции анализаторов, использовать психологические тесты, измерять частоту пульса, артериальное давление, температуру тела, интенсивность потоотделения. Оператор главного поста управления станом металлургического комбината за 1 ч работы выполняет до 2000 различных операций, поэтому в течение рабочей смены у него возможны значительные сдвиги ряда функций. У летчиков при сложных полетах наблюдается предельная напряженность сердечной деятельности и внешнего дыхания: частота сердечных сокращений достигает 180 в минуту и более, дыхание — 54 в минуту, возрастает выведение из организма аскорбиновой кислоты, 17-оксикортикостероидов, повышается содержание холестерина в крови. Считается, что частота сердечных сокращений может быть мерой эмоционального напряжения. Иногда реакции важнейших систем организма приобретают характер стресса.

Стресс в условиях производства — явление, периодически или систематически возникающее у лиц ряда профессий в результате чрезвычайно сильного воздействия какого-либо фактора (летчики, диспетчеры больших аэропортов, машинисты скоростных поездов и др.). У переводчиков, ведущих синхронный перевод, во время работы пульс учащается до 160 в минуту, причем каждые 5 мин эта величина претерпевает изменения на 10—30 в минуту. Не все сдвиги, происходящие при работе, можно считать физиологическими. При чрезмерной интенсивности работы они могут переходить в стойкие функциональные изменения, представляющие уже определенную профпатологию. Важно дать правильную гигиеническую оценку тяжести и опасности (вредности) работы в соответствии с представленной выше классификацией вредных производственных факторов.

Физическая тяжесть труда оценивается по количеству совершенной за рабочий день работы, которую можно измерить в джоулях, а ее мощность — в ваттах, а также степенью напряжения мышечного аппарата.

Нервно-эмоциональная напряженность труда оценивается по степени загрузки или уплотненности рабочего дня, числу выполняемых операций, времени, затраченному на операцию, сложности и количеству принимаемой информации, изменениям анализаторных систем и психических функций. Множество видов труда сочетают в себе физическую тяжесть и нервную напряженность различной степени.

При трудовой деятельности человека в состояние активности приходят все системы организма, но каждый трудовой процесс вызывает преимущественное напряжение тех или иных систем, анализаторных, подкорковых и корковых механизмов ЦНС, вегетативных функций, эндокринной системы и т.д.

На напряжение систем и функций организма при трудовой деятельности существенно влияют производственная обстановка и условия данного производства (режим труда и организация рабочего места, степень автоматизации и механизации труда, профессиональные вредности). Для сохранения высокой

работоспособности и предупреждения утомления очень важно, как указывалось выше, установить оптимальный режим труда, в первую очередь ритмичность в работе. Ритмичный труд предполагает равномерную нагрузку в течение рабочей смены, недели, месяца; движения рабочего осуществляются без резкой смены темпа в течение всего рабочего времени, лишние движения исключены. Это достигается разделением сложного трудового процесса на отдельные элементы, при которых рациональные рабочие движения позволяют экономить мышечную силу: при тяжелой работе вовлекаются крупные мышцы, при легкой — мелкие.

Ритмичная трудовая деятельность способствует образованию временны́х связей, созданию динамического стереотипа, автоматизма рабочих движений. При оптимальном ритме труда достигается наивысшая работоспособность с наименьшими энерготратами, устойчивым уровнем (несколько повышенным) глюкозы в крови и низким содержанием молочной кислоты.

Нарушение ритмичности труда вызывает снижение работоспособности, ведет к потере результатов, достигнутых в стадии врабатывания. Частые неоправданные перерывы в работе вызывают отрицательные эмоции, что не только приводит к снижению работоспособности, но и может стать причиной ряда заболеваний (сердечно-сосудистая патология и т.д.).

Однообразная работа определяется как монотонный труд и может приводить к снижению работоспособности и утомлению вследствие торможения в коре головного мозга.

Изучение заболеваемости рабочих на ряде предприятий показало, что при недостаточно рациональной организации трудового процесса происходит не только быстрое переутомление рабочих, но и рост хронических заболеваний. Ритмичная работа повышает производительность труда на 18–20% и ведет к снижению общей и профессиональной заболеваемости.

В большинстве профессий сочетаются элементы как физического, так и умственного труда. Однако в настоящее время преобладают высокие интеллектуальные, сенсорные и эмоциональные нагрузки. Этим обусловлено большое самостоятельное значение физиологии умственного труда.

К умственному труду обычно относят работы, связанные с приемом и переработкой информации, при выполнении которых требуются значительное напряжение сенсорного аппарата, внимания, памяти, активация мышления и эмоциональной сферы. Все виды умственного труда делят на 5 основных групп.

1. Операторский труд. К этой группе относятся профессии операторов, связанные с управлением машинами, оборудованием, технологическими процессами. Труд связан с большой ответственностью и высоким нервно-эмоциональным напряжением.

2. Управленческий труд. В эту группу входят руководители предприятий и учреждений, а также учителя и преподаватели. Труд связан с чрезмерным ростом объема информации, дефицитом времени для ее переработки, повышением социальной значимости и личной ответственности за принятие решений, нерегулярностью нагрузки, нестандартностью принимаемых решений, периодическим возникновением конфликтных ситуаций.

3. Творческий труд — труд научных работников, писателей, композиторов, артистов, художников, архитекторов, конструкторов, предполагающий созда-

ние новых алгоритмов на основе многолетней подготовки и высокой квалификации. Такие работники должны иметь хорошую память, инициативность, способность к длительному сосредоточению внимания, что приводит к повышенному нервно-эмоциональному напряжению.

4. Труд медицинских работников. Универсальные черты профессии — контакт с больными людьми, дефицит информации, высокая ответственность при принятии решений.

5. Труд учащихся и студентов, требующий напряжения памяти, внимания, восприятия. Возникают стрессовые ситуации во время контрольных работ, зачетов, экзаменов.

У работников умственного труда головной мозг служит не только регулирующим, но и работающим органом, в связи с чем результаты нагрузки отражаются в первую очередь на функциональном состоянии ЦНС. Высокое нервно-эмоциональное напряжение приводит к удлинению скрытой зрительно-моторной реакции, снижению четкости восприятия цветовых и звуковых сигналов, устойчивости внимания. На ЭЭГ обнаруживаются признаки развивающегося утомления в виде тормозных процессов. Подобные проявления выражены у машинистов локомотивов, диспетчеров метрополитена и аэропортов, режиссеров телестудий, а также врачей скорой помощи, хирургов, анестезиологов. Указанные нарушения в последующем приводят к патологии в виде невротических состояний или к повышению неспецифической заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Однако не меньшее неблагоприятное влияние напряженный умственный труд оказывает и на сердечно-сосудистую систему. Наиболее важными факторами риска в развитии сердечно-сосудистой патологии у лиц умственного труда наряду с повышенным нервно-эмоциональным напряжением являются гипокинезия, избыточная масса тела, курение, а также наследственная предрасположенность. Дополнительное нервно-эмоциональное напряжение вызывают значимость и опасность работы, высокая ответственность за ее результаты. Изменяется не только нейродинамический компонент, но и функции вегетативной нервной системы, которая обеспечивает энергетическую сторону психофизиологических процессов.

Нарушения гемодинамических процессов, в том числе и сердечной деятельности, тесно связаны с эмоциями. При выраженных нервно-эмоциональных нагрузках отмечаются увеличение систолического и минутного объема сердца, повышение артериального давления и учащение пульса.

Значительное нервно-эмоциональное напряжение может вызывать ухудшение обменных процессов и гипоксию миокарда, что проявляется выраженными нарушениями ЭКГ, в первую очередь изменением высоты зубцов *P* и *T*.

Напряженная умственная работа сопровождается повышением активности симпатико-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем, так как они играют ведущую роль в механизме формирования эмоций. В результате повышается секреция катехоламинов и глюкокортикоидов.

Как указывалось, наряду с повышенным нервно-эмоциональным напряжением в развитии патологии ЦНС и сердечно-сосудистой системы участвует и гиподинамия. Например, у научных работников на фоне высокого нервного напряжения и активации симпатико-адреналовой системы при недостаточной

двигательной активности сердечный или смешанный тип саморегуляции кровообращения переходит в неблагоприятный для организма сосудистый. У лиц умственного труда значительно чаще встречаются гипертоническая болезнь, атеросклероз, кардиосклероз. Заболеваемость гипертонической болезнью, болезнями сердца, язвенной болезнью достоверно выше у машинистов метрополитена, диспетчеров аэропортов и железных дорог, чем у рабочих угольной, металлургической, машиностроительной и текстильной промышленности.

К числу новых самостоятельных разделов гигиены труда следует отнести психологию труда.

Психология труда изучает особенности различных видов трудовой деятельности в зависимости от общественно-исторических и конкретных производственных условий, от орудий труда, методов трудового обучения и требований к психологическим качествам работающих.

Объектами изучения психологии труда является не только сама трудовая деятельность, но и личность трудящегося, в частности его профессиональные способности, производственная среда, межличностные отношения, предметы и продукты труда, методы производственного обучения и профессиональной ориентации и т.п.

В основе психологии труда как самостоятельной науки лежат элементы гигиены и физиологии труда, а также психологии. Психология труда позволяет использовать закономерности общей психологии для повышения качества, облегчения трудовой деятельности, более успешного профессионального обучения и профессиональной ориентации работающих. Достижения психологии труда помогают улучшать не только трудовую деятельность, но и личные качества трудящихся, условия труда, рабочее место, методы производственного обучения и т.д.

Психология труда — это многоплановая наука, включающая несколько важных разделов. К ним относятся:

- психологическая трудовая экспертиза (профессиональная ориентация и профессиональный отбор);
- психология профессионального обучения, объединяющая проблемы изучения и формирования трудовых навыков, обучения и трудового воспитания;
- инженерная психология, разрабатывающая требования к рабочим местам с точки зрения их соответствия психологическим закономерностям;
- психологические аспекты организации труда (рационализация, организация и нормирование трудового процесса в психологическом плане).

Человека в современном трудовом процессе следует рассматривать не только как организм, но прежде всего как личность, т. е. социальное существо. Улучшение условий трудовой деятельности требует максимального учета личностных особенностей работающего (экстравертность, интровертность, подвижность психических процессов, интеллект, память и др.).

Поскольку особенности личности влияют на интеллектуальные и физиологические функции, необходимо выявление личностных черт, способствующих развитию переутомления и перенапряжения. Выявление этих черт и ранних признаков изменений в организме человека позволяет оптимизировать режим труда и отдыха и разрабатывать профилактические мероприятия по предупреждению заболеваний.

Для изучения личностных особенностей проводят психофизиологические обследования. Одновременно изучают такие деловые качества, как способность ориентироваться в сложной ситуации, оперативность принимаемых решений, уверенность в себе, грамотность, которые в свою очередь зависят от интеллекта и других личностных качеств.

Таким образом, рассмотренные физиологические и психологические аспекты условий умственного труда показывают, что нервно-эмоциональное напряжение в процессе работы проявляется в изменении высшей нервной деятельности, функций ЦНС, вегетативной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, а также влияют на личностные качества работающих, в том числе на умственную и психическую деятельность.

С целью оптимизации трудового процесса при интеллектуальной деятельности Н.Е. Введенский и его последователи разработали ряд принципов, которые включают постепенное вхождение в работу, поддержание оптимального ритма труда, соблюдение определенной последовательности выполняемых операций, правильное чередование труда и отдыха, равномерную и систематическую деятельность, что позволяет более надежно выработать и закрепить трудовые навыки. Важным элементом профилактики перенапряжения являются аутогенная тренировка и сеансы психологической разгрузки, позволяющие предупредить переутомление и сохранить высокую работоспособность.

## Промышленная токсикология

Промышленная токсикология (токсикология труда) — это раздел гигиены труда, который связан с общей токсикологией и изучает действие на организм вредных химических веществ, встречающихся в производственных условиях.

Вредные вещества, действующие на работающих в промышленности, сельском хозяйстве, транспорте и других отраслях, следует рассматривать как профессиональные или производственные яды. К ним относятся химические вещества, которые в виде сырья, промежуточных или готовых продуктов встречаются в условиях производства и при поступлении в организм вызывают в нем патологические изменения. Производственные яды могут приводить как к выраженным профессиональным заболеваниям, так и к временно компенсированным нарушениям, повышению общей неспецифической заболеваемости и снижению резистентности организма к влиянию факторов окружающей среды.

Токсические свойства химических веществ, используемых в производственных условиях, интересовали ученых многие столетия, начиная со времен Гиппократа, Галена, Парацельса и Ромацини. Впервые токсическое действие промышленных ядов на лабораторных животных изучили в России во второй половине XIX века Е.В. Пеликан, а за рубежом — Lehman. Однако основоположниками промышленной токсикологии как науки являются известные отечественные ученые Н.В. Лазарев (1895–1973) и Н.С. Правдин (1882–1954), которые в начале 20-х годов XX столетия заложили основы теории и практики гигиенического нормирования промышленных ядов. Н.С. Правдин впервые сформулировал следующие основные задачи промышленной токсикологии: гигиеническая экспертиза токсичных веществ; гигиеническое нормирование содержания вред-

ных веществ в объектах окружающей среды и биосредах; гигиеническая стандартизация сырья и продуктов производства. Если первое направление предполагает установление гигиенических нормативов химических веществ по сокращенной схеме с определением смертельных доз и концентраций, видовой, половой и возрастной специфичности, кумулятивных свойств с последующим расчетом ориентировочных временных нормативов, то второе направление охватывает полный комплекс токсикологических исследований, включая хронический эксперимент, и разработку на этой основе фундаментальных гигиенических нормативов — предельно допустимых концентраций (ПДК) в воздухе рабочей зоны и на коже.

Гигиеническая стандартизация сырья, промежуточных продуктов и готовых изделий направлена на ограничение в них токсичных примесей до уровней, не оказывающих неблагоприятного воздействия на организм. Эти исследования в настоящее время стали обязательными, поскольку любая производимая продукция должна иметь гигиенический сертификат качества. Ответственность за осуществление стандартизации возлагается на предприятие-изготовитель.

В последующие годы потребовались расширение и углубление токсикологической характеристики вредных химических факторов производственной среды, и в промышленной токсикологии появились новые направления. К ним относятся регламентация при совместном воздействии нескольких токсичных веществ (комбинированное действие), при одновременном поступлении в организм токсичного вещества различными путями (комплексное действие), а также при совместном воздействии токсичных веществ и производственных факторов другой природы (сочетанное действие); изучение механизмов действия яда, патогенеза интоксикаций, распространения и превращения яда в организме (токсикодинамика и токсикокинетика); изучение специфического действия производственных ядов на организм, в том числе сенсибилизирующего, канцерогенного, гонадотропного, эмбриотропного, тератогенного, мутагенного, кардиоваскулярного, склеротического и др.; экстраполяция экспериментальных данных на организм человека; прогнозирование токсичности промышленных соединений на основе изучения химической структуры, физико-химических свойств и результатов первичных токсикологических исследований; оценка риска для здоровья работающих на основе данных о химическом загрязнении производственной среды и др.

В связи с многообразием химических соединений, встречающихся в условиях производства, до настоящего времени нет единой полной и универсальной классификации промышленных ядов. В зависимости от целей, стоящих перед исследователями, производственные химические факторы классифицируют по различным принципам. Так, химическая классификация делит все промышленные яды на органические, неорганические и элементорганические. В соответствии с классификацией Геддерсона и Хаггарда, разработанной еще в 1930 г., химические вещества по биологическому действию на организм делят на 4 большие группы: удушающие, раздражающие, летучие наркотики и родственные им вещества, действующие после поступления их в кровь, и неорганические и металлоорганические соединения (цитоплазматические яды). По этому же принципу другая классификация делит промышленные яды на вещества преимущественно общетоксического, раздражающего, сенсибилизиру-

ющего, канцерогенного, мутагенного действия. С учетом различных путей поступления в организм предложено классифицировать химические токсиканты на вещества ингаляционного, перорального и перкутанного действия. Наконец, по таким важнейшим свойствам, как токсичность и опасность, профессиональные яды делятся на чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, умеренно токсичные, малотоксичные и чрезвычайно опасные, высокоопасные, умеренно опасные и малоопасные.

Интенсивность токсического действия химических веществ в значительной степени зависит от их агрегатного состояния и путей поступления в организм. Производственные яды могут быть в виде газов, паров, жидкостей, аэрозолей, твердых веществ, а также в виде смесей и поступать в организм через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, неповрежденную кожу, а в отдельных случаях через слизистую оболочку глаз.

Наиболее интенсивное поступление токсичных веществ в виде газов, паров, аэрозолей и газо-паро-аэрозольных смесей происходит через дыхательные пути, что обусловлено большим объемом воздуха, проходящего через легкие, особенно при физических нагрузках, значительной общей поверхностью альвеол (более 100 м$^2$) и постоянным обильным кровотоком в легочных капиллярах. В таких условиях яды легко и быстро проникают в кровь и распространяются по всему организму. Одни вещества поступают в кровь в неизмененном виде, например большинство органических растворителей, пары углеводородов жирного и ароматического ряда, а яды другой группы превращаются в альвеолах в новые соединения, затем проникают в кровь и распространяются по организму. К таким промышленным ядам относятся легко реагирующие с водой окислы азота и серы, аммиак и некоторые другие соединения.

Вторым по значению является пероральный путь поступления токсичных агентов. Механизм проникновения в органы пищеварения ядов, находящихся в воздухе, обусловлен их растворением в слюне и всасыванием уже в ротовой полости или в желудке и кишечнике. Возможно также поступление промышленных ядов в пищеварительный тракт и при нарушении гигиенических условий труда и отдыха, при проглатывании с пищей и питьевой водой.

Особое внимание в производственных условиях следует уделять химическим веществам, легко проникающим через неповрежденную кожу. Такие яды хорошо растворяются в жирах, что позволяет им свободно мигрировать через эпидермис, а одновременно достаточная растворимость в воде способствует дальнейшему транспорту указанных соединений через кровь. Наибольшую опасность из профессиональных ядов, проникающих через кожу, представляют бензол и его производные, фосфорорганические пестициды, ароматические нитросоединения, хлорированные и металлоорганические вещества.

Сразу после поступления большинство ядов-неэлектролитов распространяется с кровью по всему организму и накапливается в органах и тканях в количествах, соответствующих их кровоснабжению. В дальнейшем происходит перераспределение токсичных веществ в зависимости от сорбционных способностей отдельных органов и тканей. Так, липотропные вещества, хорошо растворяясь в жирах, накапливаются в нервных клетках, костном мозге, яичках, подкожной жировой клетчатке. Цинк, хром, марганец депонируются в основном в печени и почках. Соединения свинца, урана, радия, бария, связываясь с фосфором и кальцием, аккумулируются в костях.

По преобладающему действию все промышленные яды можно условно разделить на соединения преимущественно нейротоксического, гематотоксического, гепатотоксического, нефротоксического действия, а также на вещества, поражающие органы дыхания.

К нейротоксическим следует отнести многие углеводороды, фосфорорганические соединения, тетраэтилсвинец, сероуглерод, мышьяковистые соединения, а также ртуть и марганец. Патогенез интоксикации каждым из этих ядов имеет свои особенности, но конечным результатом их действия на организм становятся нарушения психики и поражения центральной, периферической и вегетативной нервной системы.

Токсические поражения крови и кроветворных органов в зависимости от воздействующего фактора делятся на неспецифические и специфические. Неспецифические изменения в крови вызывает большинство промышленных ядов. Чаще всего они обусловлены общетоксическим действием и проявляются в снижении количества гемоглобина и эритроцитов, нейтрофильном лейкоцитозе, моноцитозе, лимфопении и эозинопении.

Специфические реакции крови связаны с поступлением конкретного токсичного агента, оказывающего направленное действие на кровь и кроветворную систему. Так, свинец вызывает появление в периферической крови дегенеративных форм эритроцитов с базофильной зернистостью и ретикулоцитоз как компенсаторную реакцию выброса незрелых форм эритроцитов из красного костного мозга, оксид углерода — повышение уровня карбоксигемоглобина в крови, бензол — лейкоцитоз, а позднее лейкопению, тромбоцитопению, ретикулоцитоз, анемию и т.д.

Преимущественное поражение печени вызывают так называемые гепатотропные яды. К ним относятся хлорированные и бромированные углеводороды, нитропроизводные бензола, эфиры азотной кислоты, стирол и его производные, соединения фосфора и селена, сурьма, мышьяк и др. Острое поражение печени проявляется болью в правом подреберье в сочетании с диспепсическими и вегетативными нарушениями, хроническое сопровождается сначала нарушением экскреторной функции, а на поздней стадии — стойкой билирубинемией и диспротеинемией.

Поражение паренхимы почек по типу токсического нефроза с почечной недостаточностью могут вызывать хлорированные углеводороды, тяжелые металлы, сулема, мышьяк, этиленгликоль, скипидар, фосфорорганические соединения, чаще при остром воздействии. Такие ароматические аминосоединения, как бензидин, дианизидин, нафтиламин, а также анилин при хроническом воздействии приводят к доброкачественным опухолям, а впоследствии к раку мочевого пузыря.

Преимущественное поражение органов дыхания при хроническом воздействии вызывают раздражающие газы и пары, а также производственная пыль. Чем хуже вещества растворяются в воде или чем выше дисперсность пыли, тем более глубокие отделы дыхательной системы они поражают. Так, хорошо растворимые хлор, аммиак, сернистый ангидрид и крупнодисперсная пыль чаще вызывают риниты, ларингиты, трахеиты, бронхиты, т. е. затрагивают в основном верхние и средние отделы органов дыхания. Менее растворимые в воде окислы азота, фосген, марганец и мелкодисперсные аэрозоли могут выз-

вать бронхиолиты и даже токсический отек легких. При хронических поражениях органов дыхания накопление эффекта ядов может привести к токсическому пневмосклерозу.

Наряду с перечисленными эффектами некоторые промышленные яды могут избирательно поражать сердечно-сосудистую систему (например, дегенеративные изменения в сосудах при отравлении кобальтом, капилляротоксическое действие мышьяка, гипертензивное влияние свинца и др.), органы пищеварения (разрушение зубов ангидридами неорганических кислот, соединениями фтора и фосфора; поражение слизистой оболочки кишечника солями тяжелых металлов; диарея при отравлении ртутью, мышьяком, сурьмой и др.), эндокринную систему (хлорфеноксиуксусная кислота поражает поджелудочную железу, цианиды — паренхиму щитовидной железы и др.), костную систему (отравления соединениями фтора, бария, бериллия).

Отдельные группы промышленных ядов дают аллергенный, тератогенный, мутагенный, эмбриотропный, гонадотоксический, бластомогенный и другие специфические эффекты.

Наконец, производственные яды оказывают, как правило, политропное действие на организм, т. е. один и тот же токсический агент может поражать различные органы и системы. Например, свинец оказывает токсическое действие практически на все органы и системы, хотя наиболее тяжелые нарушения выявляются в нервной и сердечно-сосудистой системах, в системе крови, печени и кишечнике. Депонирование свинца осуществляется в основном в костях.

Особое место занимает процесс выведения токсичных веществ из организма. Выведение химических веществ из организма возможно через легкие, желудочно-кишечный тракт, почки, а также с потом, слюной и женским молоком. Химические вещества могут эвакуироваться как в неизмененном состоянии, так и в виде метаболитов. Скорость выведения токсичных агентов зависит от многих факторов и в первую очередь от летучести, растворимости в воде и жирах, химической структуры, особенностей депонирования и кумулятивных свойств. Особо неблагоприятные последствия может иметь выделение ядов с женским молоком, поскольку у ребенка 1-го года жизни еще нет достаточной резистентности даже к низким уровням токсических воздействий. С женским молоком могут выделяться хлорированные углеводороды, альдегиды, ртуть, мышьяк и многие другие яды. В связи с этим кормящие матери не должны допускаться к работе с токсичными веществами.

Действие промышленных ядов на организм имеет не только качественные особенности, но и определенные количественные показатели. Показатели токсикометрии используются в промышленной токсикологии для сравнительной оценки токсичности и опасности химических факторов производственной среды.

Наиболее важными исходными для первичной токсикологической оценки химических веществ являются такие показатели при действии на животных, как среднесмертельная доза ($LD_{50}$) и среднесмертельная концентрация ($LC_{50}$).

Среднесмертельная доза химического вещества — это такая доза, которая при однократном введении каждому животному в группе вызывает гибель 50% животных.

Острая токсичность паров, газов и аэрозолей оценивается в опыте с однократной 2-часовой (для мышей) или 4-часовой (для крыс) динамической ин-

галяционной затравкой. Среднесмертельная концентрация рассматривается как концентрация вещества, которая вызывает гибель 50% животных при остром ингаляционном воздействии.

Однако показатели острого смертельного отравления являются достаточно грубыми и лишь ориентировочными. Большую роль в определении чувствительности к промышленным ядам организма как системы играет порог вредного действия. Пороговыми называются такие наименьшие концентрации химических веществ, которые вызывают минимальные, иногда временно компенсированные, изменения биологических показателей организма. При однократном остром воздействии определяется порог острого действия (Lim ac.), а при длительном повторном действии — порог хронического действия (Lim ch.).

При оценке опасности химических веществ важное значение придается кумуляции. Различают материальную кумуляцию, при которой в организме происходит накопление самого вещества, и функциональную, обусловленную накоплением эффекта. Показателем кумулятивных свойств токсичного агента служит коэффициент кумуляции — Ккум., показывающий, во сколько раз доза вещества, вызывающая 50% гибель животных при дробном длительном воздействии, превышает ту же дозу при однократном введении.

Выраженность кумулятивных свойств промышленных ядов может существенно различаться. Так, при Ккум.=1 эффект оценивается как сверхкумуляция, при Ккум.=1–2,2 — как выраженная кумуляция, при Ккум.=2,2–5 — как средняя кумуляция и при Ккум. более 5 — как слабая кумуляция (Е.И. Люблина). Естественно, что чем меньше Ккум., а следовательно, чем более выражены кумулятивные свойства вещества, тем больше потенциальная опасность развития хронического отравления.

## Гигиеническая характеристика основных вредных производственных факторов

### Органические растворители

Органические растворители — это легколетучие жидкости, применяемые в промышленности для растворения низкомолекулярных и полимерных соединений, приготовления клеев, лаков и красок, обезжиривания поверхностей, экстракции жиров.

Органические растворители получают методом органического синтеза, а также разделением на фракции нефти и каменного угля в нефтехимической и коксохимической промышленности. К ним относятся различные классы химических соединений: спирты (метиловый, этиловый, бутиловый и др.), эфиры (метилацетат, этилацетат, бутилацетат и др.), кетоны (ацетон, циклогексанон и др.), предельные и непредельные соединения жирного ряда (бензин, этилен и др.), соединения циклического и ароматического ряда (бензол и его гомологи), хлорированные углеводороды (дихлорэтан, четыреххлористый углерод, трихлорэтилен и др.), а также их смеси.

Опасность профессионального отравления, особенно острого, в значительной мере определяется летучестью (скоростью испарения) растворителей, так

как даже не очень токсичные, но легколетучие соединения, испаряясь, быстро насыщают воздух рабочей зоны. По скорости испарения все органические растворители делят на 3 группы: легколетучие — этиловый эфир, бензин, сероуглерод, бензол, толуол, дихлорэтан, хлороформ, эфиры уксусной кислоты, метиловый спирт и др.; среднелетучие — ксилол, хлорбензол, бутиловый спирт и др.; малолетучие — нитропарафины, этиленгликоль, тетралин, декалин и др.

Поступление химических веществ в организм и дальнейшая их судьба во многом определяются растворимостью паров в воде. При вдыхании летучие органические вещества задерживаются уже в верхних дыхательных путях, причем чем выше коэффициент растворимости паров этих веществ в воде, тем большее их количество поступает в кровоток. Так, задержка паров этилового спирта в легких составляет 80%, ацетона — 42%, а дихлорэтана — 16%. Органические растворители с высоким коэффициентом растворимости в воде легко кумулируют в организме, поэтому даже при относительно малых концентрациях веществ в воздухе рабочей зоны с большим коэффициентом растворимости паров в воде высока потенциальная опасность хронического отравления при их длительном поступлении в организм. Наоборот, чем ниже коэффициент растворимости, тем вероятнее острое отравление. В связи с этим такие органические растворители с низким коэффициентом растворимости паров в воде, как бензол, сероуглерод, дихлорэтан, толуол, представляют значительную потенциальную опасность острого ингаляционного отравления.

Высокая растворимость органических веществ в жирах способствует их проникновению через неповрежденную кожу, поэтому многие органические растворители оказывают кожно-резорбтивное действие. Жирорастворимые соединения также легко поступают в клетки центральной нервной системы и имеют наркотические свойства. К таким органическим растворителям относятся, например, бензол и его хлорзамещенные гомологи (хлорбензол, дихлорбензол и т.п.), сероуглерод, четыреххлористый углерод, дихлорэтан, трихлорэтилен и др.

Некоторые растворители обладают раздражающими свойствами (дихлорэтан, четыреххлористый углерод, бензин, ацетон и др.) или представляют опасность как аллергены (декалин, тетралин).

Многие органические растворители относятся к гепатотропным ядам. Среди них летучие хлорзамещенные углеводороды (хлористый метилен, хлороформ, дихлорэтан, четыреххлористый углерод), бензол, толуол, циклогексанон и др.

Амидо- и нитросоединения циклических углеводородов наряду с наркотическим и гепатотропным свойствами являются метгемоглобинообразователями и вызывают нарушения в периферической крови. У двухъядерных амидосоединений и полициклических углеводородов выявлены канцерогенные свойства.

Среди наиболее опасных профессиональных ядов следует выделить органический растворитель бензол.

Бензол — бесцветная жидкость со своеобразным приятным запахом, легко испаряется при комнатной температуре; пары бензола в 2,7 раза тяжелее воздуха. Бензол является хорошим растворителем лаков, красок; применяется как исходный продукт при синтезе пластмасс, капролактама и др. Интоксикации бензолом могут возникать у рабочих, занятых на окраске, приготовлении лаков, красок, эмалей, в производстве синтетического каучука, искусственных кож и др.

Бензол поступает в организм главным образом через дыхательные пути, отчасти через кожу. Большая часть выделяется легкими в неизмененном виде, часть длительно циркулирует в крови. Бензол легко растворяется в жирах. Токсичность бензола обусловлена в основном его метаболитами, поскольку в организме бензол окисляется до фенольных соединений (пирокатехина, гидрохинона), которые связываются с серной и глюкуроновой кислотами и выводятся с мочой.

Бензол относится к ядам общетоксического действия с преимущественным влиянием на систему кроветворения, его включают в группу «ядов крови». Острые отравления встречаются редко и почти исключительно при авариях.

Ранними признаками хронической интоксикации являются функциональные изменения нервной системы, неврастенический или астенический синдром с вегетативной дисфункцией. Отмечаются жалобы на головную боль, слабость, раздражительность, плаксивость, расстройство сна, кровоточивость десен, носовые кровотечения, появление кровоизлияний на коже, неприятные ощущения в области сердца. У женщин возникает наклонность к меноррагиям. При прогрессировании интоксикации бензолом возможны органические изменения нервной системы. Указанная симптоматика чаще всего сочетается с изменением картины крови, но иногда проявляется изолированно или предшествует такому изменению. Изменения в крови сначала качественные — гиперсегментация нейтрофилов с патологической зернистостью протоплазмы, анизоцитоз, пойкилоцитоз, полихромазия. В первую очередь наблюдается лейкоцитоз (чаще у мужчин), затем развивается неустойчивая форма лейкопении, которая по мере прогрессирования интоксикации становится более стойкой и выраженной. Параллельно нарастающей лейкопении или несколько позже развивается тромбоцитопения, а позднее возникает поражение элементов красной крови: ретикулоцитоз, анемия. В выраженных случаях развивается агранулоцитоз. В костном мозге при начальных формах интоксикации наблюдается нарушение кроветворения, в первую очередь лейкопоэза. При частом соприкосновении с бензолом возможны заболевания кожи рук: сухость, трещины, краснота, иногда дерматиты и экземы.

Выраженное хроническое отравление бензолом обусловливает геморрагический синдром (кровоизлияния на коже, кровотечения из носа, десен и паренхиматозных органов, меноррагия, положительные симптомы «щипка» и «жгута»). Начальные формы отравления обратимы и при соответствующем лечении и рациональном трудоустройстве проходят через 2—4 мес. Однако иногда даже при исключении контакта с бензолом заболевание может прогрессировать. Выраженные формы интоксикации отличаются большой стойкостью и часто оказываются необратимыми. Резко снижается сопротивляемость организма инфекциям, легко возникают любые заболевания кроветворной системы.

В целях профилактики бензольных интоксикаций ограничивается применение бензола в качестве растворителя и разбавителя, полностью запрещается его применение при изготовлении изоляционных материалов, в полиграфической промышленности. Если по техническим причинам заменить бензол невозможно, то предусматривают ограничение его применения и поступления в воздух рабочей зоны. Особое внимание обращают на герметизацию оборудования и всех технологических систем, связанных с бензолом, создание специ-

ально оборудованной вентиляционной системы. Проводится постоянный контроль за содержанием бензола в воздухе рабочих помещений. Необходимы соблюдение правил личной гигиены, применение средств индивидуальной защиты кожи (защитные мази и пасты) и органов дыхания. При больших концентрациях бензола в воздухе работают в противогазе. Спецодежда должна быть изготовлена из непроницаемого для растворителей материала. На работу, связанную с производством и применением бензола, женщины и лица моложе 18 лет не допускаются. При поступлении на работу обязательно проводят предварительные медицинские осмотры. Противопоказаниями к приему на работу являются заболевания печени, почек, нервной системы, все болезни крови и вторичная анемия, все виды геморрагического диатеза, выраженные астенические и невротические состояния. Работники, контактирующие с бензолом, проходят медицинские осмотры 1 раз в 12 мес (терапевт и невропатолог). Обязательны лабораторные исследования (клинический анализ крови). Рабочих, контактирующих с бензолом, направляют в профилактории, на санаторно-курортное лечение.

## Токсичные газообразные вещества

### Окись углерода

Окись углерода (оксид углерода, угарный газ), CO — газ без цвета и запаха. Окись углерода может образовываться при неполном сгорании материалов, содержащих углерод, и является составной частью многих газообразных отходов производства (генераторных, выхлопных, взрывных и пр.).

Интоксикация окисью углерода возможна при работе в котельных, литейных цехах, при испытании моторов, в гаражах, автобусах и т.д., в быту при неправильной топке печей или неправильном пользовании газовыми плитами.

Окись углерода поступает через дыхательные пути и выводится в неизменном виде. Вследствие высокого сродства к гемоглобину окись углерода образует стойкое соединение с ним — карбоксигемоглобин, что нарушает снабжение кислородом тканей, тормозит диссоциацию оксигемоглобина, угнетает тканевое дыхание.

Окись углерода быстро проникает через гематоэнцефалический барьер. Действие на ЦНС обусловлено как гипоксией, так и непосредственным влиянием. Клинические проявления хронической интоксикации разнообразны. Появляются головные боли, повышенная утомляемость, плохой сон, раздражительность, ухудшение памяти, боли в области сердца, функциональные расстройства ЦНС — астения, вегетативная дисфункция, наклонность к сосудистым спазмам, гипертензия. Отмечаются также эндокринные нарушения, тиреотоксикоз, диспепсические явления, зудящие уртикароподобные высыпания. Возможны явления энцефалопатии. Содержание карбоксигемоглобина в крови при этом около 11% или выше. Параллелизма между выраженностью клинической картины интоксикации окисью углерода и содержанием карбоксигемоглобина в крови нет.

Присутствие в воздухе рабочей зоны других токсичных веществ значительно отягощает хроническую интоксикацию окисью углерода.

Различают легкую, среднюю и тяжелую формы острой интоксикации с поражением ЦНС. Это мышечная дискоординация, слабость в ногах, атаксия, психическая дезориентация, потеря сознания, судороги, выделение пенистой слюны, расширение зрачков. Дыхание частое и поверхностное, пульс учащенный, слабый, тоны сердца глухие.

Для предупреждения загрязнения воздушной среды окисью углерода необходима герметизация оборудования, коммуникаций. Следует предупреждать образование и выделение окиси углерода в воздух рабочих помещений, систематически проводить контроль воздушной среды. Помещения, в которых возможно образование окиси углерода, должны иметь автоматическую сигнализацию о присутствии в воздухе угрожающих концентраций газа. Необходимо обеспечить также достаточную эффективность общеобменной и местной вытяжной вентиляции.

### Сернистый газ

Сернистый газ (сернистый ангидрид), $SO_2$ — бесцветный газ с резким удушающим запахом, хорошо растворяется в воде, образуя сернистую и серную кислоты. Относится к раздражающим газам. Сернистый газ — основное сырье в производстве серной кислоты, применяется при получении сульфита натрия, в рефрижераторах, при отбеливании волокон и тканей, консервировании и дезинфекции фруктов; выделяется в больших количествах при сжигании многосернистого топлива, на медеплавильных заводах, при производстве сложных минеральных удобрений. Возможны хронические и острые отравления. Сернистый газ поступает в организм через дыхательные пути, около 40% задерживается (резорбируется) в них, примерно 60% — в организме в целом. Сернистый газ обнаруживается в крови, в моче увеличивается количество неорганических фракций серы. К действию сернистого газа возможно привыкание. Обнаружена зависимость частоты острых респираторных заболеваний от степени загрязнения воздушной среды сернистым газом.

Сернистый газ оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей, при воздействии больших концентраций поражает легкие. Оказывает резорбтивное действие, нарушая обменные процессы.

При хронической интоксикации развиваются атрофические процессы в слизистой оболочке верхних дыхательных путей, риниты, часто обостряющиеся бронхиты (возможно, с астматическим компонентом), евстахииты, конъюнктивиты, разрушаются зубы, изменяется морфологический состав крови (чаще бывают анемии), снижается количество нейтрофилов, нарушается углеводный и белковый обмен. Отмечают угнетение окислительных процессов в головном мозге, печени, селезенке, мышцах, у женщин — нарушение менструального цикла.

Выявляются изменения в биохимическом составе крови, угнетаются образование агглютининов и фагоцитарная активность (даже при концентрациях, близких к ПДК). Увеличивается содержание пировиноградной кислоты.

При острых интоксикациях отмечают раздражение глаз (инъекция склер и др.), жжение и боль в горле, кашель, охриплость голоса, диспепсические явления. В легких выслушиваются влажные хрипы, возможно развитие токсической пневмонии, а при воздействии очень высоких концентраций — острого

токсического отека легких. При попадании на кожу жидкого сернистого ангидрида появляется чувство похолодания, онемения пораженных участков, они бледнеют, а спустя некоторое время краснеют, отекают с образованием пузырей. Снижается тактильная чувствительность. Через 5—7 дней указанные явления проходят.

К основным мерам профилактики относятся герметизация производственных процессов и оборудования, а также эффективно действующая вентиляция. Важно обеспечить улавливание сернистого газа и его утилизацию в промышленных целях. На участках возможного образования газа используют средства индивидуальной защиты (противогаз, спецодежда). Обязательно проведение предварительных (при поступлении на работу) и периодических (во время работы) профилактических медицинских осмотров. Работа в контакте с сернистым газом противопоказана при заболеваниях органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, воспалительных заболеваниях глаз, век, атрофических ринофаринголарингитах и пр. В состав врачебной комиссии, кроме терапевта, должны входить дерматолог и отоларинголог. Обязательно лабораторное исследование крови.

### Окислы азота (нитрогазы)

Окислы азота (нитрогазы) представляют собой непостоянную смесь окиси азота NO, двуокиси азота $NO_2$ и азотистого ангидрида $N_2O_3$. Цвет смеси обычно от светло-желтого до темно-бурого. Окись азота нестойка и при контакте с воздухом превращается в двуокись азота — основной действующий компонент смеси.

Окислы азота могут воздействовать на работающих в производстве азотной кислоты, при получении минеральных азотистых удобрений, взрывных работах, электросварке, испытании высоковольтной аппаратуры, при работе в рентгеновских кабинетах.

В организм окислы азота поступают через дыхательные пути, симптомы интоксикации проявляются после небольшого латентного периода. При высоких концентрациях окислов азота развивается картина острого отравления, которое имеет разные формы в зависимости от того, какие окислы содержатся в смеси. При преобладании двуокиси азота после периода мнимого благополучия может развиться тяжелый токсический отек легких, часто заканчивающийся смертью, окись азота вызывает образование метгемоглобина с явлениями асфиксии. При больших концентрациях смеси этих окислов наблюдается шокоподобная форма интоксикации с удушьем, судорогами, остановкой дыхания, что может привести к летальному исходу. Возможны сочетание указанных симптомов, а также развитие острой интоксикации по сердечно-сосудистому типу (стенокардические боли в области сердца, признаки ишемической болезни).

При длительном воздействии небольших концентраций возникает хроническое отравление — ринит, фарингит, ларингит, бронхит, разрушение зубов, обострение хронических легочных заболеваний, токсический пневмосклероз. Возможны миокардиты, гастриты, колиты, токсический гепатит. Не исключаются отдаленные последствия в виде канцерогенеза, обусловленные образованием в организме нитрозаминов.

Профилактика отравления заключается в регламентации контакта с нитрогазами, соблюдении их ПДК в воздухе рабочей зоны, герметизации производственных процессов, эффективной вентиляции, применении в отдельных случаях респираторов, проведении лечебно-профилактических мероприятий.

## Металлы и их соединения

### Свинец

Свинец (Pb) — тяжелый металл серого цвета, мягкий и пластичный. Температура плавления 327 °С, начинает испаряться при 400—500 °С, кипит при 1740 °С.

Интоксикации свинцом и его соединениями могут встречаться при добыче свинца, выплавке свинца из руд, в производстве свинцовых красок, аккумуляторов, в полиграфическом и кабельном производствах, закалке металлических изделий в свинцовых ваннах, пайке, газорезке металлических частей, окрашенных свинцовыми красками. Возможны бытовые отравления при употреблении в пищу продуктов, особенно кислых (брусничное, клюквенное варенье), длительно хранившихся в глиняной посуде, покрытой свинецсодержащей глазурью, при употреблении питьевой воды, проходящей через покрытые изнутри свинцом трубы.

Наиболее распространенные соединения свинца — свинцовый глет (окись свинца), свинцовые белила (основной углекислый свинец) и др. Токсичность различных соединений свинца сходна, различия в силе и характере их действия зависят от неодинаковой растворимости соединений в жидких средах организма. Соединения свинца, нерастворимые в воде, хорошо растворяются в кислом желудочном соке. Растворимость соединений свинца в крови выше, чем в воде. Наименее растворимы и, следовательно, наименее токсичны соединения свинца с серой.

В производственных условиях свинец поступает в организм главным образом через органы дыхания в виде пыли и паров; с загрязненных рук при курении и приеме пищи. Поступление через кожу практического значения не имеет. В крови циркулируют высокодисперсный коллоидный фосфат и альбуминат свинца. Свинец выделяется преимущественно через толстую кишку и почки, может быть обнаружен во всех биосубстратах (слюне, женском молоке и т.д.). Откладывается преимущественно в костях, затем в печени и почках. В костном депо может сохраняться многие годы. При нарушении кислотно-основного состояния свинец может выйти из депо в виде легкорастворимого фосфата и снова циркулировать в организме.

Свинец — протоплазматический яд широкого спектра действия, вызывает изменения в нервной и сердечно-сосудистой системах, крови, нарушает ферментативные процессы, витаминный обмен. Повышение содержания свинца в тканях нарушает баланс других микроэлементов в организме. Для хронической интоксикации характерны свинцовая кайма — темно-серая полоска по краю десен, преимущественно у передних зубов, свинцовый колорит — землисто-серый цвет лица с легкой желтушностью; повышенное содержание в крови ретикулоцитов (эритроциты с тельцами Гейнца) и базофильно-зернистых эритроцитов (рис. 13.2, 13.3); повышенное содержание порфиринов в моче.

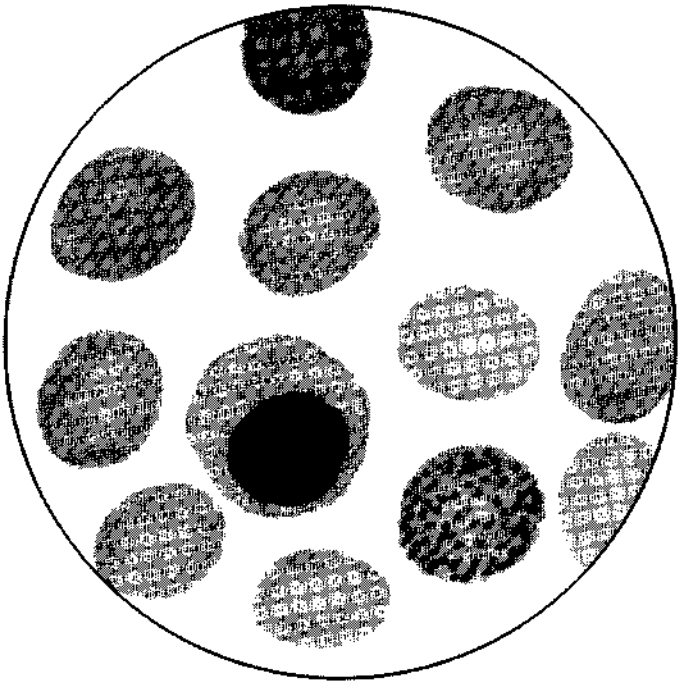


**Рис. 13.2.** Картина крови при свинцовой анемии.

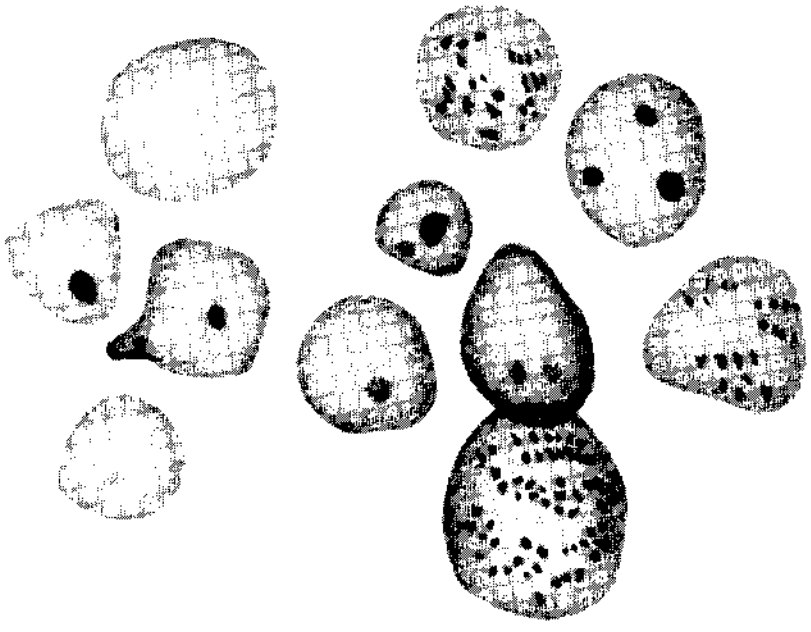


**Рис. 13.3.** Эритроциты с тельцами Гейнца и ретикулоциты в периферической крови (по А.М. Рашевской, Л.А. Зориной).

Свинцовые отравления могут проявляться в виде носительства (свинцовая кайма без симптомов, указывающих на отравление), легкого отравления, сопровождающегося отдельными признаками интоксикации (ретикулоцитоз, увеличение количества эритроцитов с базофильной зернистостью, повышенное содержание порфирина в моче без заметного снижения уровня гемоглобина), легкого астеновегетативного синдрома. Бывают отравления средней тяжести (гемоглобин от 60 до 50%, нерезко выраженная свинцовая колика, клинически выраженный токсический гепатит, астеновегетативный синдром, полиневрит), тяжелые отравления (гемоглобин ниже 50%, выраженная свинцовая колика, явления энцефалопатии, периферические параличи преимущественно лучевого нерва).

При интоксикации развивается ряд характерных синдромов.

Энцефалопатия — упорные головные боли, головокружения, слабость, ухудшение памяти, плохой сон, вялость, заторможенность, иногда сочетающиеся с эмоциональной лабильностью.

Анемический синдром — слабость, головокружения, бледность кожных покровов, похудание. Гипохромная анемия. Базофильно-зернистых эритроцитов более 500 на 1 млн эритроцитов. Ретикулоцитоз 45—60%. Порфиринурия. Ретикулоцитоз и копропорфиринурия являются ранними признаками интоксикации, содержание гемоглобина в крови снижается позже. Свинцовая анемия в настоящее время трактуется как нарушение синтеза гемоглобина, чем и объясняется порфиринурия.

Желудочно-кишечный синдром — сладкий привкус во рту, тошнота, запоры, схваткообразные боли в животе, не связанные с приемом пищи. Во время приступов свинцовой колики живот втянут, давление на живот несколько облегчает боль. Свинцовая колика — выраженный вегетативный кризис, который могут спровоцировать различные стрессовые факторы. Нередки диагностические ошибки, когда колику принимают за «острый живот».

Печеночный синдром — функциональная недостаточность печени. Печень плотновата, несколько увеличена; отмечается незначительная иктеричность склер.

Сердечно-сосудистый синдром — ангиодистонические явления, спастико-атоническое состояние капилляров. На ранних стадиях интоксикации гипотензия. При длительном контакте со свинцом развивается транзиторная, а затем стойкая форма гипертонической болезни, что позволяет рассматривать эту патологию как профессиональное заболевание.

Поражения периферической нервной системы сопровождаются симптомами полиневрита, проявляются в виде двигательных расстройств. Классическая форма свинцового паралича — двигательный полиневрит с преимущественным поражением разгибателей кисти и пальцев рук. В тяжелых случаях поражаются и разгибатели стопы. При параличе лучевого нерва отмечается симптом «висячей кисти», при параличе малоберцового — «висячая стопа». Параличи, как правило, не сопровождаются болями или расстройствами чувствительности. При чувствительной форме полиневрита возникают жалобы на боли в конечностях, при пальпации отмечают болезненность по ходу нервов. Чаще других поражается седалищный нерв. Одновременно появляются вазомоторные нарушения: цианотичность конечностей, потливость, температурная асимметрия. Возможны поражение зрительного нерва, сужение полей зрения.

Биологического привыкания к свинцу не наблюдается. Повторные интоксикации возникают быстрее и протекают обычно тяжелее. Чувствительность к свинцу женщин и подростков повышена. Лица, контактирующие со свинцом, чаще болеют гриппом, острыми респираторными инфекциями, ангиной, банальными желудочно-кишечными заболеваниями, туберкулезом (активизация процесса).

У работников, контактирующих со свинцом, большое внимание уделяется профилактическим мероприятиям. К такой работе не допускаются женщины и подростки. На предприятиях предусматриваются герметизация аппаратуры, механизация, устранение ручных операций, общая и местная вентиляция. Необходимо использовать средства индивидуальной защиты, устраивать санитарно-бытовые помещения по типу санпропускников. Имеют значение соблюдение правил личной гигиены, санация полости рта. Работающие должны есть только в специально выделенных помещениях, перед приемом пищи и курением обязательно мыть руки 1—20% раствором хлористоводородной (или уксусной) кислоты, а затем водой с мылом.

Немаловажным фактором в профилактике интоксикации является и лечебно-профилактическое питание. В период обострения рекомендуется употребление продуктов, способствующих депонированию свинца. Так, потребление пектинов, содержащихся в продуктах растительного происхождения (яблоки, груши, абрикосы, свекла, морковь, капуста и др.), способствует выделению свинца, улучшению общего состояния. Достаточно съедать ежедневно 200 г салата из капусты и моркови.

Особое значение имеют предварительные и периодические медицинские осмотры. К работе со свинцом не допускают лиц с болезнями крови, периферической нервной системы, гипертонической болезнью и др. В периодических медицинских осмотрах участвуют цеховой терапевт, невропатолог, офтальмолог (по показаниям). Обязательно определяют содержание свинца в моче, делают клинический анализ крови (гемоглобин, эритроциты, лейкоциты, ретикулоциты, базофильная зернистость эритроцитов, СОЭ, гематопорфирин по показаниям). Работающих в контакте со свинцом направляют в профилактории, на санаторно-курортное лечение. Применяют соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА), витаминотерапию (витамины С, группы В), физиотерапию, хвойные ванны. Гарантируется выдача больничного листа сроком на 2 мес с последующим присоединением дней нетрудоспособности к отпуску.

### Ртуть

Ртуть (Hg) — тяжелый металл серебристо-белого цвета, жидкий при комнатной температуре, испаряющийся уже при 0 °С. Температура плавления −38,8 °С, кипения 357,25 °С.

Наряду с жидкой ртутью используются ее соединения — сулема $HgCl_2$, цианид ртути $Hg(CN)_2$, роданид ртути $Hg(SCN)_2$ и др.

Ртуть применяется при производстве лекарственных препаратов (ртутные мази, присыпки), пестицидов, взрывчатых веществ (гремучая ртуть), приборов (термометры, манометры, рентгеновские трубки, ртутно-кварцевые и электрические лампы), в стоматологии (ртутная амальгама) и т.д.

Интоксикации возможны при получении металлической ртути и ее соединений, обработке и применении ртутьсодержащих веществ. Пары ртути поглощаются деревом, штукатуркой. Сорбированная ртуть способна выделяться в воздух. Скопления ртути под полом, в плинтусах легко испаряются, загрязняя воздух помещений.

Ртуть поступает в организм через легкие, отчасти через желудочно-кишечный тракт, может проникать через неповрежденную кожу. Циркулирует в крови в виде альбумината, депонируется в паренхиматозных органах, легких, мозге, костях. Выводится из организма почками, слюнными и молочными железами.

Ртуть — это тиоловый яд, блокирующий сульфгидрильные группы белковых соединений и этим нарушающий белковый обмен и ферментативные процессы. Поражает преимущественно нервную и выделительную системы.

Острая интоксикация в производственных условиях наблюдается редко, заглатывание металлической ртути особой опасности не представляет. Возможны бытовые отравления.

При хронической интоксикации поражается в основном нервная система, выражены вегетативные нарушения — наклонность к тахикардии, артериальной гипертензии, астении, вегетодистонии («ртутный эритизм»). Наиболее типичный симптом — мелкий тремор пальцев вытянутых рук, приподнятых ног, век, языка. Отмечаются повышенная эмоциональная возбудимость, иногда неуверенность в себе, застенчивость, снижение умственной работоспособности, внимания, металлический вкус во рту, усиленное слюноотделение, пародонтоз, кровоточивость десен, гингивит, энтероколит (в тяжелых случаях геморрагический).

Ртутная энцефалопатия в нашей стране встречается редко, клинически проявляется в нарушении психики, возможны явления полиневрита, выраженная астенизация, пародонтоз, хронический стоматит, нефроз, в крови лимфоцитоз, моноцитоз, реже анемия, лейкопения. При исследовании мочи иногда следы белка, единичные эритроциты. Ртуть может быть обнаружена в моче, кале, слюне. Содержание ртути в моче более 0,01–0,02 мг/л считается повышенным и подтверждает диагноз ртутной интоксикации.

Основной путь профилактики — замена ртути менее токсичными веществами. Если полное изъятие ртути из технологического процесса невозможно, необходимо принимать меры к уменьшению содержания ее паров в воздухе, а также систематически контролировать состояние воздушной среды, микроклимат, герметизацию оборудования и т.п. Поверхность рабочих помещений и мебели покрывают красками, непроницаемыми для ртути. Очистку и перегонку ртути производят в специально отведенных для этого изолированных помещениях. Все работы с открытой ртутью выполняют в вытяжных шкафах. Рекомендуется устройство общеобменной вентиляции. Во избежание проливания ртути на пол пользуются специальными лотками с приемником для ртути (приемник заполняется раствором перманганата калия, при взаимодействии с которым поверхность ртути окисляется и ее испарение не происходит). При проливании ртути на деревянный пол и затекании ее между досками необходимо прекратить доступ людей в помещение и провести демеркуризацию. Она состоит во вскрытии полов, сборе ртути пастами из перолюзита или кисточками из белой жести, инактивации водными растворами перманганата калия, хлористого железа, хлорамина, гипосульфита.

Применяются меры индивидуальной защиты. Обязательна санация полости рта, во время работы рекомендуется полоскать рот раствором перманганата калия. При обнаружении «носительства» ртути необходимо стимулировать ее выведение из организма. Рабочим, контактирующим с ртутью, назначается лечебно-профилактическое питание — молочные и молочнокислые продукты, яйца, мясо, рыба, овощи, картофель, гречневая каша; дополнительно выдают 150 мг аскорбиновой кислоты и витамин $B_1$. Не рекомендуются соленые продукты и копчености.

При поступлении на работу обязательны предварительные медицинские осмотры. Противопоказаниями к приему на работу являются заболевания нервной системы, невротические состояния различной этиологии, заболевания желудочно-кишечного тракта, почек, выраженные эндокринно-вегетативные расстройства. Не допускаются к работе с ртутью беременные, а также кормящие грудью женщины. Состав врачебной комиссии: терапевт, невропатолог, стоматолог. Других специалистов привлекают по мере необходимости.

Ртутьорганические соединения применяются в качестве инсектофунгицидов, как антисептики для древесины и др. Развитие интоксикаций возможно как при их синтезе, так и при фасовке, транспортировке, применении. Органические соединения ртути (диэтилртуть, этилмеркурфосфат, меркуран, гранозан) поступают в организм через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожу, длительно циркулируют в крови, их можно обнаружить во всех биосубстратах. Соединения ртути через плаценту проникают к плоду. Выводятся медленно, преимущественно с мочой и калом, депонируются в мозге, печени, почках, толстой кишке, надпочечниках. Легко проходят гематоэнцефалический барьер, непосредственно попадая в спинномозговую жидкость. Токсичность органических соединений ртути высокая, особенно для нервной системы, и значительно превышает токсичность неорганических соединений. Органические соединения ртути — сильнейшие протоплазматические яды, относящиеся к группе тиоловых ядов. Воздействуя на сульфгидрильные группы тканевых белков и ферментов, они нарушают ферментативные и обменные процессы, раздражают кожу, быстро кумулируют.

При контакте с гранозаном возможны острые, подострые и хронические отравления. Интоксикация может развиться через несколько недель после прекращения контакта с веществом. Острые интоксикации наблюдаются при бытовых отравлениях (употребление хлеба из протравленного зерна). Скрытый период составляет от нескольких дней до 2–3 нед. Отравление проявляется как тяжелое поражение нервной системы (энцефалопатия, вестибулярные, мозжечковые и бульбарные явления, галлюцинации, параличи), возможен синдром несахарного диабета. Течение интоксикации длительное, не исключено эмбриотропное действие. При остром отравлении отмечаются металлический вкус во рту, стоматит, диспепсические явления, нарушения сна, шаткость походки, резкий упадок сердечной деятельности. В легких случаях выздоровление наступает через 2–3 нед. Описаны парезы конечностей, эпилептиформные припадки.

Хронические отравления соединениями ртути сопровождаются дрожанием конечностей, головными болями, нарушением сна, беспокойством, снижением памяти, прогрессирующей астенизацией, нарушениями психики, выражен-

ными сосудистыми изменениями, язвенным стоматитом, поносом, гепатитом, нефропатией, поражением гипофизарно-адреналовой системы. Отмечаются анемия, сдвиг лейкоцитарной формулы влево и дегенеративные изменения нейтрофилов, моно- и лимфоцитоз.

К числу радикальных мер профилактики интоксикации относятся тщательный контроль за применением и хранением ядохимикатов, обеспечение работающих средствами индивидуальной защиты, ограничение времени контакта с ядохимикатами (продолжительность рабочего дня при контакте с гранозаном 4 ч). Не допускаются к работам с ядохимикатами беременные, кормящие, подростки в возрасте до 18 лет. Обязательно проводят предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры.

### Марганец

Марганец (Mn) — твердый хрупкий металл темно-серого цвета с красноватым отливом. В производственных условиях применяется в виде окислов ($MnO_2$, MnO, $Mn_2O_5$), а также соединений с металлами.

Отравления марганцем возможны в производстве легированных сталей, при добыче и переработке марганцевых руд, электросварке электродами с марганцевой обмазкой, в производстве стекла и др.

В организм марганец поступает в основном ингаляционным путем в виде пыли, а также через желудочно-кишечный тракт. Он образует малорастворимые фосфаты, которые могут откладываться в костях, печени, почках.

Марганец вызывает хроническое отравление, которое в первую очередь касается функций ЦНС. На начальных стадиях наблюдаются повышенная утомляемость, сонливость, ослабление памяти, затем нарастают симптомы токсической энцефалопатии, нарушаются походка, речь, появляется амимия. На последней стадии заболевания наступает полная инвалидность вследствие необратимых изменений ЦНС. Развивается паркинсонизм с выраженной маскообразностью лица, скованностью движений, мышечной ригидностью, нарушением походки и речи, эмоциональной лабильностью. Параллельно нарушаются функции других органов.

Профилактика марганцевой интоксикации предусматривает все мероприятия, направленные на уменьшение пылеобразования; большое значение придается соблюдению мер личной гигиены. Установлены ПДК для соединений марганца в воздухе рабочей зоны. Периодические медицинские осмотры проводятся 1 раз в 6 или 12 мес в зависимости от класса работ.

### Хром

Хром (Cr) — твердый блестящий металл. Встречается в виде окислов и соединений с другими химическими элементами.

Отравления хромом и его соединениями происходят в металлургии, где он применяется в качестве легирующей добавки к стали, в производстве огнеупоров, в химической, кожевенной, текстильной, лакокрасочной промышленности.

Хром может поступать в организм через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт и кожу, при этом он раздражает слизистые оболочки, вызывая

насморк, чиханье. При воздействии больших концентраций соединений хрома возможны прободение хрящей носовой перегородки, изъязвление слизистой оболочки полости рта и гортани. Общетоксическое действие хрома проявляется нарушениями функции желудочно-кишечного тракта, образованием на коже болезненных, плохо заживающих язв, гнойничков и экземы. Хром является аллергеном и вызывает заболевание, сходное с бронхиальной астмой, сенсибилизируя организм. Приступы бронхиальной астмы сопровождаются отеком лица, туловища, удушьем, кашлем, повышением температуры. У лиц, работающих с хромом, чаще, чем у остального населения, встречается рак органов дыхания, так как хром, особенно шестивалентный, является канцерогеном. При воздействии высоких концентраций тумана хромовой кислоты возможно отравление с одышкой, кашлем, затруднением дыхания, значительным цианозом и появлением влажных хрипов в легких.

Меры профилактики профзаболевания разнообразны: при выявлении аллергических реакций обязателен перевод на другую работу, при появлении язв и дерматитов — временный перевод на другую работу. При содержании хрома в воздухе рабочей зоны выше допустимого уровня работа возможна только в респираторах типа ШБ-1 и изолирующих шланговых противогазах. Перед началом работы нос смазывают рыбьим жиром или вазелином с витамином А. Для защиты рук их смазывают перед работой профилактическими мазями, после работы моют 5% раствором гипосульфита или 10% раствором бисульфата натрия. Проводятся профилактические медицинские осмотры.

### Бериллий

Бериллий (Be) — твердый металл светло-серого цвета, встречается как в чистом виде, так и в виде соединений (окись, сульфаты, хлориды, фториды и др.).

Токсичны как металл, так и его соединения. Интоксикации могут возникать у рабочих на участках извлечения, обработки бериллия и его соединений, в ядерной технике и ракетостроении, в производстве керамики и огнеупоров, радиоламп и люминофоров, в порошковой металлургии, при плавке и сварке содержащих бериллий сплавов.

Бериллий поступает в организм через легкие в виде дыма и паров. Депонируется в легких, костях, печени, почках, селезенке. Выводится главным образом через кишечник и почки. Проникает через плаценту, обнаруживается в моче новорожденных. Бериллий определяется в моче через несколько лет (до 10 лет) после прекращения контакта с его соединениями.

Бериллий и его соединения оказывают токсическое, сенсибилизирующее и канцерогенное действие. Они вызывают острые интоксикации, дерматиты, кожные гранулемы, токсические бронхиты, хронический бериллиоз.

Заболевание редко развивается сразу после работы с бериллием или его соединениями, обычно оно обнаруживается через много месяцев и даже лет (10–14 лет) после прекращения контакта. Отмечены случаи бериллиоза у лиц, проживающих рядом с бериллиевым производством. Бериллий и его соединения оказывают местное действие на дыхательные пути и кожу и резорбтивное на паренхиматозные органы и ЦНС. Растворимые соединения чаще вызывают острые интоксикации, нерастворимые и малорастворимые — хронические.

Острые отравления протекают как в виде поражения конъюнктивы и верхних дыхательных путей, так и в виде так называемой бериллиевой лихорадки. Наиболее тяжелая форма — острый бронхоальвеолит или пневмонит (острый бериллиоз) имеет двухфазное течение. Сначала развивается металлическая лихорадка, а затем пневмонит (может развиваться минуя первую фазу). Рентгенологически отмечается снижение прозрачности легочных полей, рисунок легких становится мелкозернистым.

Хроническая интоксикация бериллием протекает в виде хронических заболеваний верхних дыхательных путей и хронического бериллиевого легочного гранулематоза. Отмечаются резкое похудание, слабость, утомляемость, боли в грудной клетке, постоянный кашель, одышка, потливость, снижение жизненной емкости легких, обилие мелких влажных хрипов. Регистрируются функциональные нарушения печени, нефропатия, дистрофические изменения миокарда, повышение вязкости крови, сдвиг лейкоцитарной формулы влево, лимфоцитоз, нарушение электролитного обмена (снижение содержания магния в плазме крови в результате его усиленного выделения с мочой), диспротеинемия (снижение альбуминово-глобулинового коэффициента, повышенное содержание общего белка).

Рентгенологически различают 3 стадии заболевания: I — нежная диффузная сетчатость легочных полей; II — диффузный сетчатый рисунок на зернистом поле, тени корней легких расширены, «смазаны»; III — по легочным полям равномерно распределены узелки, они не сливаются, не кальцинируются, не дают распада. Патоморфологически процесс представляет собой генерализованный легочный гранулематоз на фоне фиброза легких; аналогичные гранулемы могут быть в коже, в паренхиматозных органах. При действии на кожу возможно развитие дерматитов. Поражение костной системы сопровождается утолщением периоста ребер и длинных трубчатых костей.

При поступлении на работу проводится тщательный инструктаж по технике безопасности. Работа с бериллием и его соединениями требует обязательной механизации производственных процессов, герметичности оборудования, дистанционного управления, специальных кабин. Предусматривается вентиляция для удаления аэрозолей бериллия в месте их образования (желательна вентиляция, встроенная в технологическое оборудование). Необходимо проводить постоянный контроль за загрязненностью бериллием воздуха производственных помещений, поверхностей оборудования, одежды, кожи рук.

Индивидуальная профилактика предусматривает применение спецодежды, респиратора ШБ-1 («Лепесток»), пневмокостюма (в случае необходимости), резиновых или хлорвиниловых перчаток, раздельное хранение повседневного платья и спецодежды. Обязательно мытье в душе после работы. Стирка спецодежды должна быть механизирована и проводиться в специализированных прачечных. Необходимо отдельное помещение для приема пищи.

Рабочие, контактирующие с бериллием и его соединениями, должны проходить предварительные и периодические медицинские осмотры, их направляют в профилакторий и на санаторно-курортное лечение, им назначают лечебно-профилактическое питание. К работе с бериллием не допускают беременных и кормящих женщин.

## Производственная пыль

Производственная пыль (аэрозоль) — это совокупность мельчайших твердых частиц, образующихся в процессе производства, находящихся во взвешенном состоянии в воздухе рабочей зоны и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающих.

В зависимости от принципа оценки существует несколько классификаций производственной пыли.

По происхождению пыль подразделяется на органическую (растительную, животную, полимерную), неорганическую (минеральную, металлическую) и смешанную.

По месту образования пыль делится на аэрозоли дезинтеграции, образующиеся при размоле и обработке твердых тел, и аэрозоли конденсации, получающиеся в результате конденсации паров металлов и неметаллов (шлаки).

По дисперсности пыль делят на видимую (частицы более 10 мкм), микроскопическую (от 0,25 до 10 мкм) и ультрамикроскопическую (менее 0,25 мкм).

Большое значение имеет характер действия пыли на организм, поэтому пыль может быть преимущественно токсической (марганцевая, свинцовая, мышьяковистая и др.), раздражающей (известковая, щелочная и др.), инфекционной (микроорганизмы, споры и др.), аллергической (шерстяная, синтетическая и др.), канцерогенной (сажа и др.) и пневмокониотической, вызывающей специфический фиброз легочной ткани.

Опасность производственной пыли определяется ее физико-химическими свойствами. Так, пылинки размером менее 0,25 мкм практически не осаждаются и постоянно находятся в воздухе в броуновском движении. Пыль с частицами менее 5 мкм наиболее опасна, поскольку может проникать в глубокие отделы легких вплоть до альвеол и задерживаться там. Подсчитано, что альвеол достигает около 10% вдыхаемых пылинок, а 15% заглатывается со слюной.

Важное значение имеют токсичность и растворимость пыли: токсичная и хорошо растворимая пыль быстрее проникает в организм и вызывает острые отравления (пыль марганца, свинца, мышьяка), чем нерастворимая, приводящая лишь к местному механическому повреждению ткани легких. Наоборот, растворимость нетоксичной пыли благоприятна, так как в растворенном состоянии вещество легко выводится из организма без каких-либо последствий.

Ученые указывают на значение заряда пыли. Считается, что заряженные частицы в 2–8 раз более активно задерживаются в дыхательных путях и интенсивнее фагоцитируются. Кроме того, одноименно заряженные частицы дольше находятся в воздухе рабочей зоны, чем разноименно заряженные, которые быстрее агломерируются и оседают.

Скорость осаждения пыли зависит также от формы и пористости частиц. Округлые плотные частицы оседают быстрее. Плотные, крупные частицы с острыми гранями (чаще аэрозоли дезинтеграции) больше травмируют слизистую оболочку дыхательных путей, чем частицы с гладкой поверхностью. Однако легкие пористые частицы хорошо адсорбируют токсичные пары и газы, а также микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности. Такая пыль приобретает токсические, аллергенные и инфекционные свойства.

Производственная пыль служит причиной развития различных заболеваний, прежде всего это заболевания кожи и слизистых оболочек (гнойничковые заболевания кожи, дерматиты, конъюнктивиты др.), неспецифические заболевания органов дыхания (риниты, фарингиты, пылевые бронхиты, пневмонии), заболевания кожи и органов дыхания аллергической природы (аллергические дерматиты, экземы, астмоидные бронхиты, бронхиальная астма), профессиональные отравления (от воздействия токсичной пыли), онкологические заболевания (от воздействия канцерогенной пыли, например сажи, асбеста), пневмокониозы (от воздействия фиброгенной пыли). Последняя группа заболеваний представляет наибольший интерес, так как профессиональные пневмокониозы занимают первое место среди профпатологии во всем мире.

К хроническому профессиональному фиброзу легких или пневмокониозу может привести длительное вдыхание производственной пыли. Пневмокониозами называются заболевания легких от воздействия промышленной пыли, проявляющиеся хроническим диффузным пневмонитом с развитием фиброза легких.

Пылевой фиброз, вызванный вдыханием пыли свободной двуокиси кремния, называется силикозом, а вдыханием двуокиси кремния в связанном состоянии (солями кремниевой кислоты — силикатами) — силикатозом, угольной пыли — антракозом, пыли асбеста — асбестозом и т.д.

Пневмокониоз развивается у рабочих, занятых на подземных работах, обогатительных фабриках, в металлообрабатывающей промышленности (обрубщики, формовщики, электросварщики), рабочих асбестодобывающих предприятий и др. Пневмокониоз является общим заболеванием и возникает через 1—10 лет работы в условиях высокой запыленности. Это зависит от степени запыленности, агрессивности пыли, ее дисперсности, индивидуальной реактивности и др. Тяжелая физическая работа, частые охлаждения, одновременное воздействие раздражающих газов и токсичных веществ способствуют более быстрому развитию пневмокониоза. Одновременно отмечаются нарушения нервной, сердечно-сосудистой и лимфатической систем.

По характеру и выраженности вызываемого патологического процесса пыль подразделяют на высокофиброгенную, умеренно фиброгенную, слабо фиброгенную и пыль токсико-аллергенного действия. В соответствии с этим в основу современной Классификации пневмокониозов (1996) положена зависимость заболеваний от эффекта пыли, а не от ее химического состава. Новая классификация пневмокониозов основана на преимущественном действии промышленной пыли и реакции организма. Выделяют 3 группы пневмокониозов по сходству патогенеза, гистологических, функциональных, цитологических и иммунологических проявлений, что позволяет правильно назначать лечение и решать вопросы трудоспособности.

Пневмокониозы, развивающиеся от воздействия высоко фиброгенной и умеренно фиброгенной пыли (с содержанием свободной двуокиси кремния более 10%). Это силикоз и приближающиеся к силикозу антракосиликоз, силикосидероз, силикосиликатоз, склонные к прогрессированию фиброзного процесса и осложнению туберкулезом.

Наиболее распространен силикоз от вдыхания пыли, содержащей свободную двуокись кремния. Чаще всего силикоз встречается у рабочих горноруд-

ной промышленности (бурильщики, проходчики, забойщики и др.), машиностроения (пескоструйщики, обрубщики, стерженщики и др.), в производстве огнеупорных и керамических материалов; при проходке тоннелей, обработке кварца, гранита, размоле песка.

Пневмокониозы от слабо фиброгенной пыли (с содержанием свободной двуокиси кремния меньше 10% или не содержащей ее). К ним относятся силикатозы (асбестоз, талькоз, каолиноз, оливиноз, нефелиноз, цементоз, слюдяной пневмокониоз), карбокониозы (антракоз, графитоз, сажевый пневмокониоз и др.), пневмокониоз шлифовальщиков или наждачников, сидероз, баритоз, станиоз и др. Этим формам пневмокониозов наиболее свойственны умеренно выраженный фиброз, более доброкачественное и малопрогрессирующее течение. Осложнения неспецифической инфекцией, хроническим бронхитом в основном определяют тяжесть заболевания. Пневмокониозы этой группы наиболее распространены в настоящее время.

Пневмокониозы от аэрозолей токсико-аллергенного действия (пыль, содержащая металлы-аллергены, пыль пластмасс, органические пыли и др.). В эту группу входят бериллиоз, алюминоз, легкое фермера и другие хронические пневмониты, связанные с гиперчувствительностью. При этих пневмокониозах интерстициальный и гранулематозный процесс в легких отличается своеобразным клиническим течением, в основе которого лежит иммунопатологическое состояние с картиной хронического бронхо-бронхиолита, прогрессирующего альвеолита, переходящего в диффузный пневмофиброз. Наиболее типичный представитель пневмокониозов этой группы — бериллиоз, развивающийся от воздействия труднорастворимых соединений бериллия и проявляющийся пневмонитом в результате гиперчувствительности.

Рентгенологически пневмокониозы характеризуются диффузным фиброзом легочной ткани, фиброзными изменениями плевры и корней легких (рис. 13.4).

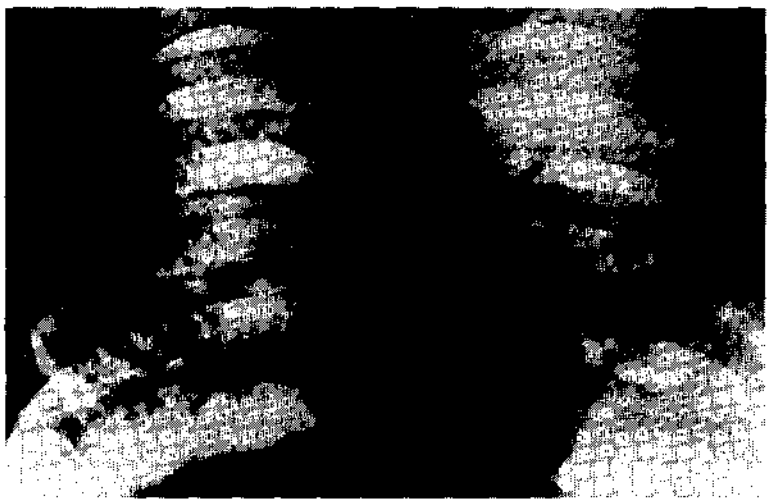


**Рис. 13.4.** Силикоз легких. Рентгенограмма.

**Рис. 13.5.** Силикотический узелок. Легочная ткань. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 100.

По патоморфологическим проявлениям все виды пневмокониозов образуют две морфологические формы: интерстициальную и интерстициально-гранулематозную (рис. 13.5), которые проходят периоды воспалительно-дистрофических нарушений и продуктивно-склеротических изменений.

С целью клинико-функциональной диагностики пневмокониозов определяется выраженность таких признаков заболевания, как бронхит, бронхиолит, эмфизема легких, дыхательная недостаточность, легочное сердце, а также скорость течения и осложнения. Следует отметить, что на начальных стадиях заболевания клиническая симптоматика малоспецифична. Наиболее ранние признаки заболевания выявляются при рентгенографии с одновременной гигиенической диагностикой. Специфические клинические симптомы проявляются лишь на достаточно поздних стадиях пневмокониоза.

По течению различают быстро прогрессирующие пневмокониозы (развитие фиброза за 5–6 лет), медленно прогрессирующие и пневмокониозы с признаками рентгенологической регрессии. Возможно позднее развитие пневмокониоза (через много лет после прекращения контакта с пылью). Вид пневмокониоза, выраженность патологического процесса, сроки, особенности его развития и течения зависят от количества и характера поступившей в организм пыли, содержания в ней двуокиси кремния, аллергенов и ее токсичности.

Важно отметить, что силикоз относительно редко осложняется раком легких и бронхов. Чаще злокачественные новообразования легких встречаются при асбестозе и бериллиозе.

Мероприятия по профилактике пневмокониозов должны быть направлены на ликвидацию причин образования и распространения пыли, т. е. на изменение технологического процесса, использование мер личной профилактики.

Большое значение в профилактике пневмокониозов имеет проведение предварительных (при поступлении на работу) и периодических (во время работы) медицинских осмотров. Целесообразны ингаляции, облучение ультрафиолетовыми лучами в субэритемной дозе, использование средств индивидуальной защиты, в частности противопылевых респираторов.

Вторичная профилактика у больных на ранних стадиях пневмокониоза или в состоянии предболезни состоит в исключении воздействия пыли, токсичных, раздражающих и аллергизирующих веществ, неблагоприятных метеорологических условий, больших физических нагрузок.

## Механические колебания

К вредным факторам производственной среды, обусловленным механическими колебательными движениями, относятся шум, ультразвук, инфразвук и вибрация. Внедрение в различные отрасли народного хозяйства мощных источников звука, а также машин и оборудования, генерирующих вибрацию, в значительной степени определило влияние механических колебаний на здоровье человека, развитие профессиональной патологии.

## Производственный шум

Производственный шум — это совокупность звуков различной интенсивности и высоты, беспорядочно изменяющихся во времени, возникающих в условиях производства и неблагоприятно воздействующих на организм.

При работе различного оборудования, при клепке, чеканке, работе на станках, на транспорте и т.п. возникают колебания, которые передаются воздушной среде и распространяются в ней. Звуковая волна распространяется от источников колебания в виде зон сгущения и разрежения воздуха. Механические колебания характеризуются амплитудой и частотой. Амплитуда определяется размахом колебаний, частота — числом полных колебаний в 1 с. Единицей измерения частоты является герц (Гц) — 1 колебание в секунду. Амплитуда колебаний определяет величину звукового давления. В связи с этим звуковая волна несет определенную механическую энергию, измеряемую в ваттах на 1 $см^2$.

Частота колебаний определяет высоту звучания: чем больше частота колебаний, тем выше звук. Человек воспринимает лишь звуки, имеющие частоту от 20 до 20 000 Гц. Ниже 20 Гц находится область инфразвука, выше 20 000 Гц — ультразвука. Однако в реальной жизни, в том числе и в условиях производства, мы встречаемся со звуками частотой от 50 до 5000 Гц. Орган слуха человека реагирует не на абсолютный, а на относительный прирост частот: возрастание частоты колебаний вдвое воспринимается как повышение тона на определенную величину, называемую октавой. Таким образом, октава — диапазон

частот, в которой верхняя граница частоты вдвое больше нижней. Весь диапазон частот разбит на октавы со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц.

Распределение энергии по частотам шума представляет собой его спектральный состав. При гигиенической оценке шума измеряют как его интенсивность (силу), так и спектральный состав по частотам.

В связи с большой широтой воспринимаемых энергий для измерения интенсивности звуков или шума используют логарифмическую шкалу — так называемую шкалу Бел или децибел (дБ). За исходную цифру 0 Бел принята пороговая для слуха величина звукового давления $2 \cdot 10^{-5}$ Па (порог слышимости или восприятия). При возрастании ее в 10 раз звук субъективно воспринимается как вдвое более громкий и его интенсивность составляет 1 Бел, или 10 дБ. При возрастании интенсивности в 100 раз в сравнении с пороговой, звук оказывается вдвое громче предыдущего и его интенсивность равна 2 Бел, или 20 дБ, и т.д. Весь диапазон громкостей, воспринимаемых как звук, укладывается в 140 дБ. Звуки, по громкости превышающие эту величину, вызывают у человека неприятные и болевые ощущения, поэтому громкость 140 дБ обозначается как болевой порог. Следовательно, при измерении интенсивности звуков пользуются не абсолютными величинами энергии или давления, а относительными, выражая отношение величины энергии или давления данного звука к величинам энергии или звукового давления, являющимися пороговыми для слуха.

С учетом рассмотренных физико-гигиенических характеристик производственный шум можно классифицировать по различным признакам.

По этиологии — аэродинамический, гидродинамический, металлический и т.д.

По частотной характеристике — низкочастотный (1–350 Гц), среднечастотный (350–800 Гц), высокочастотный (более 800 Гц).

По спектру — широкополосный (шум с непрерывным спектром шириной более 1 октавы), тональный (шум, в спектре которого имеются выраженные тоны). Широкополосный шум с одинаковой интенсивностью звуков по всем частотам условно обозначают как «белый».

По распределению энергии во времени — постоянный или стабильный, непостоянный. Непостоянный шум может быть колеблющимся, прерывистым и импульсным. Для двух последних видов шума характерно резкое изменение звуковой энергии во времени (свистки, гудки, удары кузнечного молота, выстрелы и пр.).

В последние годы трудно найти отрасль промышленности, не создающую шума. Интенсивный шум возникает при клепке, чеканке, штамповке, испытании моторов, работе различных станков, отбойных молотков, прокатных станов, компрессорных установок, центрифуг, виброплощадок и т.д.

Влияние шума на организм весьма часто сочетается с другими производственными вредностями — неблагоприятными микроклиматическими условиями, токсичными веществами, ультразвуком, вибрацией.

Производственный шум вызывает профессиональную тугоухость, а иногда и глухоту. Чаще слух изменяется под действием высокочастотного шума. Однако и низко- и среднечастотный шум большой интенсивности также ведет к нару-

шению слуха. Механизм нарушения слуха заключается в развитии атрофических процессов в нервных окончаниях кортиева органа. Профессиональная потеря слуха развивается медленно и постепенно прогрессирует с возрастом и стажем. Показательно, что в первое время у рабочих шумных профессий снижение слуха адаптационное, временное. Однако постепенно в связи с атрофическими процессами в кортиевом органе снижается слух сначала на высокие частоты, а затем и на средние и низкие (кохлеарный неврит). Рабочие шумных профессий в первые годы работы часто субъективно не ощущают нарушения слуха и лишь когда процесс становится разлитым, начинают жаловаться на снижение слуха. В связи с этим главным методом ранней диагностики нарушения слуховой чувствительности у рабочих шумных профессий является аудиометрия.

Еще одной профессиональной патологией органа слуха может быть звуковая травма. Она чаще обусловлена воздействием интенсивного импульсного шума и заключается в механическом повреждении барабанной перепонки и среднего уха.

Наряду с воздействием на орган слуха происходит и общее воздействие шума на организм, в первую очередь на нервную и сердечно-сосудистую системы с преобладанием астеновегетативных нарушений. Отмечаются жалобы на головную боль, повышенную утомляемость, нарушение сна, снижение памяти, раздражительность, сердцебиение. Объективно наблюдаются удлинение латентного периода рефлексов, изменение дермографизма, лабильность пульса, повышение артериального давления и т.д. Отмечаются нарушения функции органов дыхания (угнетение дыхания), зрительного анализатора (снижение чувствительности роговицы, уменьшение времени ясного видения и критической частоты слияния мельканий, ухудшение цветового зрения), вестибулярного аппарата (головокружения и др.), желудочно-кишечного тракта (нарушение моторной и секреторной функций), системы крови, мышечной и эндокринной систем и т.д. Подобный симптомокомплекс, развивающийся в организме под действием производственного шума, обозначают как «шумовую болезнь» (Е.Ц. Андреева-Галанина).

Профилактика воздействия шума осуществляется в нескольких направлениях. На производстве необходимо соблюдать ПДУ шума и ограничивать время работы в шумных условиях (соблюдение допустимой дозы шума), заменять шумные технологические операции на бесшумные. Установка на оборудовании и конструкциях шумопоглощающих экранов и покрытий позволяет снизить уровень шума на 5—12 дБ. Предлагается вынесение шумных операций и производств в отдельные помещения или цеха. Наушники, вкладыши — «беруши», антифоны, шлемофоны снижают проникновение шума в ухо на 10—50 дБ. Немаловажно рациональное сочетание труда и отдыха. Необходимы предварительные и периодические медицинские осмотры с привлечением терапевта и отоларинголога, а по показаниям — невропатолога. Обязательны аудиометрические исследования и контроль за артериальным давлением. К работе в шумных условиях не допускаются лица с заболеваниями органа слуха и нервной системы. По результатам периодических осмотров работающих направляют в профилактории и на санаторно-курортное лечение.

### Ультразвук

Ультразвук — механические колебания упругой среды, имеющие одинаковую со звуком физическую природу, но превышающие верхний порог слышимости (свыше 20 000 Гц или 20 кГц). Как и для звука, интенсивность ультразвука измеряется в ваттах на квадратный сантиметр, а по логарифмической шкале — в белах (децибелах).

Ультразвук широко используется в промышленности, сельском хозяйстве, медицине. Так, низкочастотный ультразвук (11—100 кГц) применяется для очистки деталей, котлов, стирки тканей, коагуляции взвешенных веществ в воздухе, обработки сверхтвердых материалов (например, алмазов), в сельском хозяйстве для борьбы с насекомыми, гусеницами, грызунами, в пищевой промышленности при замораживании сухого молока и эмульгировании жиров, в медицине для стерилизации инструментов. Высокочастотный ультразвук (100 кГц—1000 МГц) нашел применение в дефектоскопии, связи, в медицине применяется для диагностики (УЗИ), сращения костей, при операциях на глазу, для разрушения опухолей, а в физиотерапии — как болеутоляющее, общестимулирующее и снижающее артериальное давление средство.

Механизм повреждающего действия ультразвука на границе сред жидкость—газ основан на эффекте кавитации — образовании пузырьков газа и пара на границе сред, выделении энергии и разрушении тканей. В твердых средах разрушающее действие ультразвука обусловлено возникновением высокочастотной вибрации.

В производственных условиях возможно как контактное действие ультразвука, так и его влияние через воздух. При работе с инструментами преобладает контактное локальное действие ультразвука на руки. Патологические проявления заключаются в основном в развитии вегетативного полиневрита рук, парезе кистей и предплечий, фасцикулите рук. Однако как общие проявления возможны общецеребральные нарушения и вегетососудистая дисфункция.

При длительном воздействии ультразвука, распространяющегося через воздух, у работающих отмечаются нарушения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, поражение слухового и вестибулярного анализаторов, гуморальные сдвиги и в первую очередь вегетодистония и астенический синдром. Работающие предъявляют жалобы на головную боль, расстройство сна, раздражительность, утомляемость, снижение слуха.

Низкие уровни ультразвука (80—90 дБ) оказывают стимулирующее действие на организм, в связи с чем используются как лечебное и профилактическое средство. Ультразвуковой массаж способствует ускорению обменных процессов, стимулированию рецепторов, нормализации сосудистых реакций и расширению сосудов, снижению артериального давления.

Уровни ультразвука свыше 120 дБ оказывают выраженное повреждающее действие.

Профилактические мероприятия при работе с ультразвуковыми установками должны быть направлены на предупреждение контактного озвучивания через твердые и жидкие среды, на борьбу с распространением ультразвука в воздухе рабочей зоны и соблюдение гигиенических нормативов.

При работе необходимо использовать средства индивидуальной защиты, через каждые 1,5—2 ч работы с установками делать 15-минутный перерыв. Работаю-

щим с ультразвуком назначают массаж, водные процедуры, ультрафиолетовое облучение эритемно-загарного спектра, витаминопрофилактику (витамины С и группы В).

Необходим систематический контроль за состоянием здоровья работающих путем проведения периодических медицинских осмотров. При приеме на работу проводят предварительный осмотр.

### Инфразвук

Инфразвуком называются звуковые колебания и волны с частотами ниже слышимых (акустических) частот — 20 Гц.

Частотный диапазон инфразвука находится ниже порога слышимости, но в производственных условиях инфразвук, как правило, сопровождается низкочастотным шумом.

В производстве источниками инфразвука являются мощные крупногабаритные машины и механизмы, турбулентные потоки газов и жидкостей, вентиляционные системы и др. Инфразвук возникает в конверторных цехах, при работе портовых кранов, компрессорных станций, при испытании реактивных двигателей и на аэродромах при взлете самолетов. Инфразвук генерируют железнодорожные локомотивы и составы, тяжелый грузовой транспорт. В условиях производства часто встречаются уровни инфразвука, достигающие 110 дБ, что на 10 дБ превышает ПДУ.

В отличие от шумов звукового диапазона инфразвук обладает большой длиной волны, которая в результате дифракции легко обходит преграды, не задерживается экранами, проникает в помещения и почти не гасится с расстоянием. Слабое поглощение атмосферой способствует распространению инфразвука на многие километры. Кроме того, из-за резонансных частот инфразвук может вызывать вибрацию крупных объектов.

Биологическое действие инфразвука, превышающего 100 дБ, проявляется в нарушениях центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, вестибулярного аппарата. Одновременно у работающих выявляется снижение слуха, преимущественно на низкие и средние частоты. Угнетающее действие инфразвука на психоэмоциональное состояние в конечном итоге ведет к снижению работоспособности и повышенной утомляемости рабочих.

Профилактика неблагоприятного действия инфразвука направлена прежде всего на соблюдение гигиенических нормативов на рабочих местах. Единственной радикальной мерой борьбы с инфразвуком является его гашение в источнике возникновения, поскольку защита экранами и поглощение на пути распространения малоэффективны. При гармонических инфразвуковых колебаниях предлагаются глушители интерферентного типа. Личная профилактика и лечебно-профилактические мероприятия аналогичны таковым при работе в условиях шума.

### Производственная вибрация

Производственная вибрация — это механические колебательные движения упругих тел в условиях производства, передающиеся непосредственно телу человека или отдельным его частям и оказывающие неблагоприятное воздействие на организм.

Вибрация по способу передачи человеку подразделяется на общую (вибрацию рабочих мест) и локальную. Общая вибрация передается через опорные поверхности тела и распространяется по всему организму. Локальная вибрация чаще передается через руки, реже через другие ограниченные участки тела. Вибрация характеризуется частотой, т. е. числом колебаний в 1 с (герц), а ее энергетическую характеристику отражают виброскорость и виброускорение или их логарифмические уровни (децибел).

Гигиеническая оценка общей вибрации производится в диапазоне частот от 0,8 до 80 Гц, локальной — от 8 до 1000 Гц (в октавных полосах со среднегеометрическими частотами соответственно 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63 Гц и 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц). По частотному спектру вибрации подразделяются на низкочастотные — 8 и 16 Гц, среднечастотные — 31,5 и 63 Гц, высокочастотные — 125, 250, 500, 1000 Гц для локальных вибраций; для вибрации рабочих мест — соответственно 0,8–6,3 Гц, 8 и 25 Гц, 31,5 и 80 Гц.

Вибрации свойствен эффект резонанса, который проявляется в резком усилении собственных колебательных движений тела при совпадении их кратности с частотой вибрации, воздействующей извне. Собственные резонансные колебательные частоты печени составляют 5 Гц, почек — 7 Гц, сердца — 6 Гц, головы — 20 Гц и т.д. Для всего тела в положении сидя резонанс проявляется на частотах 4–6 Гц. При совпадении частот вибрации источника и собственной резонансной частоты органов опасность неблагоприятного действия на организм значительно возрастает. Существует классификация общей вибрации по частотному спектру, учитывающая резонанс биологических тканей и органов человека: низкочастотная нерезонансная — 0,1–5 Гц; низкочастотная резонансная — 6–10 Гц; среднечастотная резонансная — 11–30 Гц; среднечастотная нерезонансная — 31–50 Гц; высокочастотная — свыше 50 Гц.

Вибрация оказывает сильное биологическое действие. Несмотря на неуклонное снижение профессиональной заболеваемости в нашей стране, вибрационная болезнь продолжает занимать одно из ведущих мест.

Выделяют следующие стадии вибрационной болезни, вызванной локальной вибрацией.

I стадия — начальная. Выраженных симптомов нет. Периодически могут возникать боли и парестезии в руках, снижается чувствительность кончиков пальцев.

II стадия — умеренно выраженная. Боли и чувство онемения более выражены, снижение чувствительности распространяется на все пальцы и даже на предплечье, снижается температура кожи на пальцах, выражены гипергидроз и цианоз кистей рук.

III стадия — выраженная. Значительные боли в пальцах рук, кисти обычно холодные и влажные.

IV стадия — стадия генерализованных расстройств. Встречается редко и преимущественно у рабочих с большим стажем. Отмечаются сосудистые расстройства на руках и ногах, спазмы сердечных и мозговых сосудов.

Вибрационная болезнь может долго оставаться компенсированной, и больные сохраняют трудоспособность.

К числу основных проявлений вибрационной болезни относятся нейрососудистые расстройства. Они проявляются раньше всего на руках и сопровож-

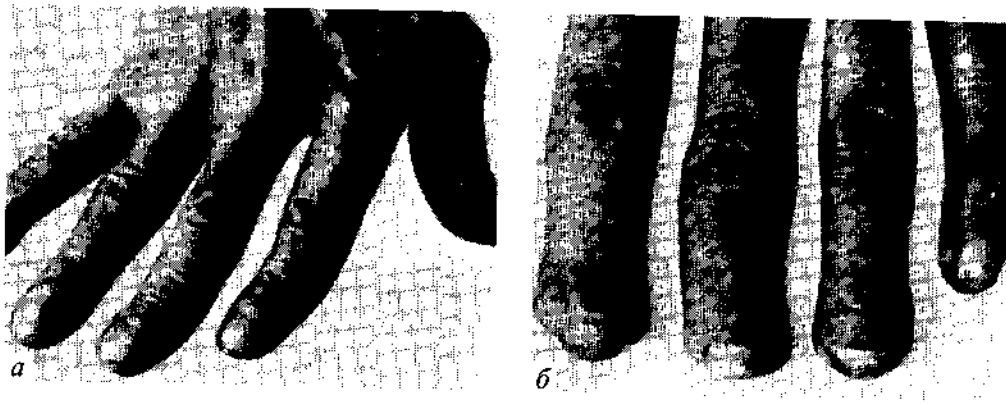



**Рис. 13.6.** Трофические нарушения в кисти (*а*) и пальцах рук (*б*) при вибрационной болезни.

даются интенсивными болями после работы и по ночам (рис. 13.6, 13.7). Нередко наблюдается так называемый феномен «мертвого пальца» (рис. 13.8). Параллельно развиваются мышечные и костные изменения (атрофические изменения кисти по типу «птичьей лапы»), а также расстройства нервной системы по типу неврозов.

При воздействии общей вибрации отмечаются нарушения функций ЦНС (жалобы на головную боль, головокружение, потерю памяти, шум в ушах), сердечно-сосудистой системы, в том числе сердца и периферических сосудов, костно-суставного аппарата, органов малого таза и др.

В профилактике вредного действия вибрации ведущая роль принадлежит техническим мероприятиям. Это внедрение дистанционного управления виброопасными процессами, усовершенствование ручных инструментов путем уменьшения вибрации в источнике ее образования и по пути распространения, установка виброгасящих амортизаторов под станки, оборудование и сиденья на рабочих местах. Эффективны обеспечение рационального режима труда и отдыха, организация комплексных бригад и овладе-

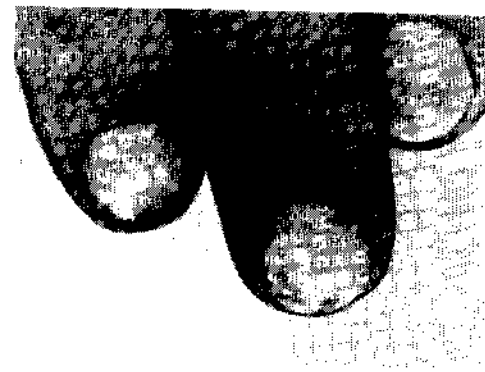


**Рис. 13.7.** Изменения ногтей при вибрационной болезни.

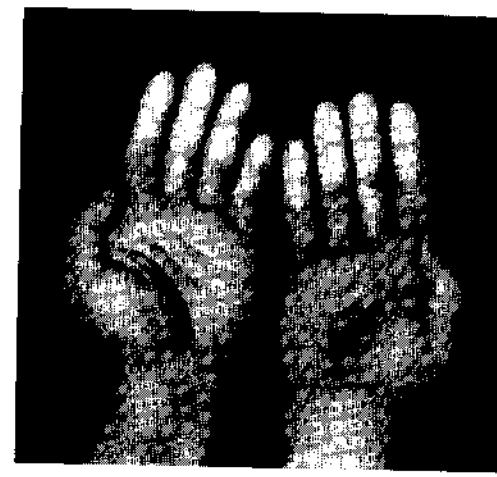


**Рис. 13.8.** Симптом «мертвого пальца» при вибрационной болезни.

ние смежными профессиями, что позволяет уменьшить время контакта рабочих с вибрацией. Из средств индивидуальной защиты рекомендуются рукавицы с пробковой прокладкой на ладонях при локальной вибрации и специальная обувь на толстой эластичной подошве при общей вибрации.

Необходимы физиотерапевтические процедуры: сухие ванны для рук, массаж и самомассаж, производственная гимнастика, ультрафиолетовое облучение. При работе с ручным инструментом следует избегать переохлаждения рук. Перерывы в работе сочетают с отдыхом в теплом помещении.

Важным условием профилактики является соблюдение гигиенических нормативов вибрации на рабочем месте.

Все работающие в условиях воздействия вибрации должны проходить периодические медицинские осмотры. Перед поступлением на работу проводят предварительный медицинский осмотр.

## Канцерогенные вещества

К числу профессиональных канцерогенных веществ, или канцерогенов, относятся:

- продукты перегонки и фракционирования каменного угля, в том числе деготь, пек, креозот, антраценовое масло и др.;
- продукты перегонки и фракционирования сланцев, древесного угля, нефти, деготь, неочищенный воск;
- ароматические амины, нитро- и азотосоединения;
- отдельные продукты обработки хромовой и никелевой руд;
- неорганические соединения мышьяка;
- асбест;
- изопропиловое масло;
- отдельные соединения бериллия.

Бластомогенное действие веществ проявляется как при постоянном, так и при нерегулярном контакте с ними, а также через длительное время после прекращения контакта.

Рост числа случаев профессионального рака в последние годы обусловлен появлением в промышленности и сельском хозяйстве новых канцерогенных веществ.

Профессиональный рак кожи чаще всего локализуется на открытых частях тела и возникает в результате воздействия химических веществ и ионизирующего излучения. Известны случаи рака кожи у трубочистов, обусловленного воздействием сажи, содержащей сильный канцероген 3,4-бенз(а)пирен.

Зарегистрированы случаи профессионального рака от воздействия каменноугольного дегтя, парафина, минеральных масел. Рак кожи встречается у врачей-рентгенологов, техников рентгеновских кабинетов. Чаще поражается кожа рук. Этому предшествуют хронические дерматиты, папилломы.

Профессиональный рак легких развивается при контакте с продуктами перегонки сланцев, угля, нефти, соединениями хрома, никеля, мышьяка и др.

Профессиональный рак мочевого пузыря вызывает вдыхание паров анилина.

В целях предупреждения профессионального рака следует в первую очередь удалять из технологического процесса химические соединения с канцерогенными свойствами.

В настоящее время российским законодательством запрещено производство 2-нафтиламина, бензидина, 2,3-дихлорбензидина, 4-аминодифенила, а также использование пека в качестве дорожного покрытия.

Важной задачей являются разработка и внедрение технологических процессов, при которых исключается загрязнение окружающей среды канцерогенами. Оборудование, в котором еще используются химические соединения канцерогенного действия, должно быть полностью герметичным.

Необходимы диспансеризация и периодические медицинские осмотры лиц, которые могут подвергаться воздействию канцерогенных веществ. Лиц с хроническими формами патологии, способной в дальнейшем переходить в раковые заболевания, берут на специальный учет.

## Производственный травматизм и охрана труда

К производственным травмам относятся травмы, полученные в пределах территории предприятия или учреждения и повлекшие за собой нарушения целостности ткани или нормального функционирования органа или организма в целом.

Причины производственного травматизма можно разделить на организационно-технические и обусловленные нарушением санитарно-гигиенических требований.

К организационно-техническим относятся недостаточная механизация производственных процессов, несовершенство технологии, неправильная организация труда, отсутствие оградительной техники, недостаточное обучение рабочих технике безопасности. К этим причинам следует отнести также несоответствие рабочих помещений гигиеническим требованиям, узость проходов и проездов и т.д.

Санитарное неблагополучие предприятия может проявляться неблагоприятным производственным микроклиматом, способствующим снижению внимания, быстроты и четкости реакции, шумом, недостаточным освещением помещения и рабочих мест и т.п. Случаи травматизма возможны при переутомлении работающего, воздействии токсичных веществ и т.д.

В целях борьбы с травматизмом необходимо выяснять причину каждой травмы, проводить регистрацию и учет травматизма. Регистрацию и учет травм проводят работники медико-санитарных частей, а травмы, повлекшие за собой потерю трудоспособности, дополнительно регистрирует администрация предприятия.

Медико-санитарная часть ежемесячно производит анализ травматизма и представляет его администрации предприятия для проведения срочных мер профилактики. Естественно, к числу главных мероприятий по снижению травматизма следует отнести механизацию и автоматизацию производства, где роль рабочего в основном сводится к контролю за работой оборудования.

В предупреждении травматизма важное значение имеют правильная организация труда, рабочего места, исправность оборудования, инструмента, использование спецодежды, обуви, защитных очков и других средств индивидуальной защиты.

Снижение травматизма предполагает повышение квалификации рабочих, овладение ими методами и правилами безопасной работы, высокий уровень

организации труда. Большое значение имеет и пропаганда борьбы с производственным травматизмом среди рабочих (доклады, лекции, беседы, выставки, стенды и т.д.).

В снижении травматизма особая роль отводится улучшению условий труда (снижение запыленности, шума, вибрации, улучшение освещенности и т.д.).

## Оздоровительные мероприятия на промышленных предприятиях

Профилактика профзаболеваний включает целую систему оздоровительных мероприятий. Единый комплексный план оздоровительных мероприятий позволяет объединить работу всех служб по созданию благоприятных условий труда.

Оздоровительные мероприятия состоят из законодательных и административных, организационных, технологических, санитарно-технических, лечебно-профилактических мер, использования средств индивидуальной защиты.

### Законодательные и административные мероприятия

Этот раздел включает правовое регулирование рабочего времени, времени отдыха, нормы, обеспечивающие создание безопасных и здоровых условий труда, льготы. Все это отражается в правовых актах, направленных на профилактику неблагоприятного воздействия производственных факторов (сокращенный рабочий день, дополнительные отпуска, спецодежда и средства индивидуальной защиты, лечебно-профилактическое питание и т.д.). Среди законодательных, правовых и нормативных актов, направленных на улучшение условий труда и охрану здоровья работающих, можно выделить Закон РСФСР «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 19.04.91, Закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» от 19.12.91, «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса», Руководство Р 2.2.775-99, ГОСТ 12.1.0055-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», Перечень ПДК в воздухе рабочей зоны и дополнения к нему, а также ГОСТы, СНиПы и методические рекомендации, регламентирующие отдельные факторы производственной среды. Во всех разделах российского законодательства предусматриваются устранение причин профзаболеваний, улучшение здоровья и повышение работоспособности трудящихся. Создание оптимальных условий труда лежит в основе всей деятельности технической, гигиенической и лечебно-профилактической служб и направлено на профилактику заболеваний, предупреждение утомления и обеспечение высокой работоспособности.

Наряду с общегосударственными мерами в каждом регионе и на каждом конкретном предприятии осуществляется неуклонный контроль за выполнением профилактических мероприятий, направленных на охрану здоровья работающих. В этой работе принимают участие органы местного самоуправления, администрация предприятий, отделы охраны труда, центры госсанэпиднадзора, медико-санитарные части и др.

## Организационные мероприятия

К этой группе относятся мероприятия, направленные на оптимизацию режима труда, ритма трудового процесса, соотношения труда и отдыха, правильного чередования рабочих операций, обеспечение производственной эстетики, оптимальной планировки и т.д. для максимального снижения неблагоприятного воздействия на работающих вредных факторов производственной среды, сохранения работоспособности и предупреждения утомления.

Утомление, как указывалось, — сложный физиологический процесс, начинающийся в высших отделах нервной системы и распространяющийся на все системы организма. О ведущей роли ЦНС в развитии утомления свидетельствует благоприятное воздействие на работоспособность эмоционального подъема. После отдыха утомление исчезает и работоспособность восстанавливается (рис. 13.9). Задача профилактических мероприятий состоит в том, чтобы не допустить накопления утомления, переходящего в патологический процесс — переутомление.

Утомление всегда является результатом неправильной организации трудового процесса, выполнения работ, требующих большого нервно-психического

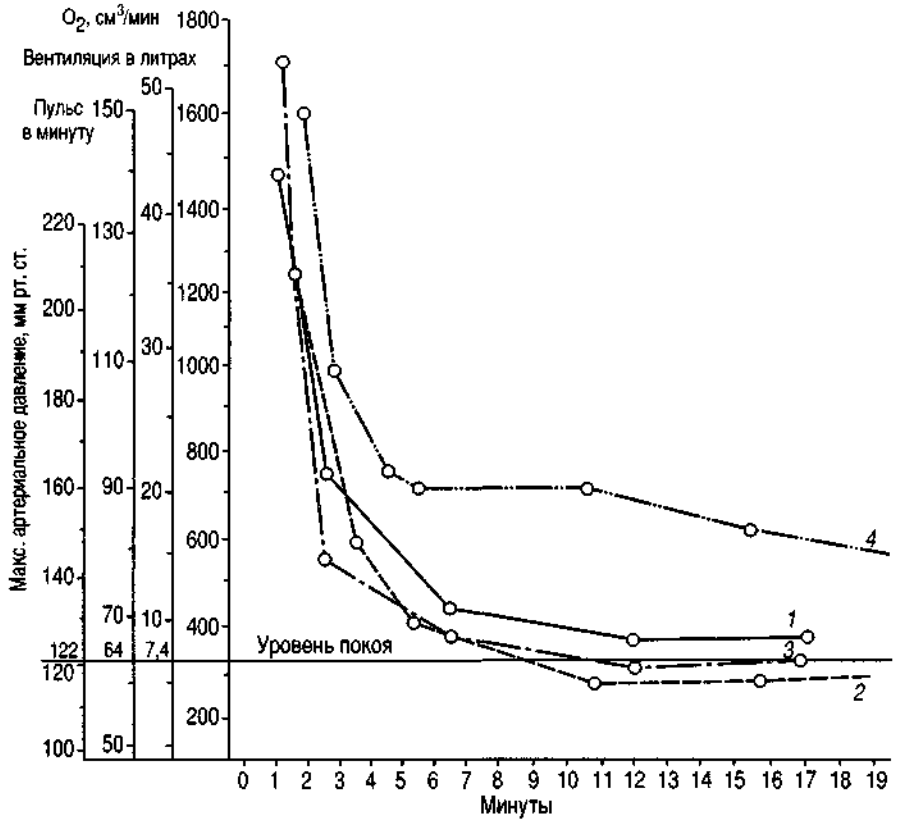



**Рис. 13.9.** Восстановительный период после работы у молотобойцев.

*1* — максимальное артериальное давление, мм рт. ст.; *2* — пульс в минуту; *3* — легочная вентиляция, л; *4* — количество потребляемого кислорода, см³/мин.

напряжения, больших энергетических затрат, или работ, связанных с интенсивной деятельностью небольшой группы мышц, неудобной рабочей позой. Развитию утомления способствуют плохая организация отдыха в нерабочее время, нарушение гигиенических требований на производстве и в быту, непонимание к физической культуре.

В целях профилактики утомления и для сохранения высокой производительности труда необходима ритмичность в работе. Ритмичный труд, равномерно выполняемый в течение рабочей смены, недели, месяца, позволяет рационально расходовать нервную и мышечную энергию. Движения рабочего должны быть плавными, без резкой смены темпа, экономными и рациональными. Это достигается разделением сложного трудового процесса на отдельные элементы с равномерной физической нагрузкой. Рациональное рабочее движение позволяет экономить мышечную силу — при тяжелой физической работе должны вовлекаться крупные проксимальные, а при легкой — мелкие дистальные мышцы. Ритмичная трудовая деятельность способствует образованию временных связей, созданию динамического стереотипа, автоматизма рабочих движений. При правильном ритме труда достигается наивысшая работоспособность при наименьших энергетических затратах (несколько повышенное содержание сахара в крови и низкий уровень молочной кислоты). Вместе с тем длительная ритмичная и однообразная работа создает монотонность, которая приводит к снижению работоспособности и развитию утомления вследствие развивающегося торможения в коре головного мозга. Нарушение ритмичности труда вызывает снижение работоспособности, что ведет к потере результатов, достигнутых на стадии врабатывания. Частые неоправданные перерывы в работе вызывают отрицательные эмоции, что не только приводит к снижению работоспособности, но и может стать причиной ряда заболеваний (сердечно-сосудистая патология т. д.).

На предприятиях, где нерационально организован трудовой процесс, отмечается не только быстрое переутомление рабочих, но и рост числа хронических и простудных заболеваний. Создание ритмичности в ряде производств повышает производительность труда на 18—20% и ведет к снижению общей и профессиональной заболеваемости.

Для поддержания высокой работоспособности и предупреждения утомления работающих следует делать перерывы в работе с четким определением их времени и длительности. Из этих двух важных моментов складывается рациональный режим труда и отдыха. Повышение работоспособности и развитие утомления закономерно чередуются в течение рабочей смены. Производительность труда может снижаться задолго до обеденного перерыва, что зависит в первую очередь от характера и интенсивности работы. Чем тяжелее и напряженнее работа, тем раньше надо устанавливать небольшие перерывы после начала смены.

Длительность перерывов для отдыха определяют на основе экспериментального изучения различных сочетаний периодов труда и отдыха. Естественно, что для всех видов работ обязателен обеденный перерыв в середине рабочего дня. Регламентированные перерывы устанавливаются в зависимости от тяжести работы: тем раньше от начала смены, чем работа тяжелее и напряженнее, т. е. перерыв по времени должен соответствовать начальной стадии утомления. Длительность перерывов колеблется от 5—10 до 15—30 мин. Почасовая произ-

водительность труда ткачих при 7-часовом рабочем дне с дополнительным к обеденному перерыву 10-минутным отдыхом повысилась на 3,45%.

Во время регламентированного перерыва наиболее эффективен активный отдых, т. е. деятельность, не совпадающая с основной трудовой нагрузкой. Наиболее типичным видом активного отдыха является производственная гимнастика. Благоприятный эффект дает также посещение во время перерывов комнаты психо-физиологической разгрузки.

При работе в положении стоя целесообразно заменять гимнастику массажем ног; работающим сидя — включать упражнения для крупных мышц туловища и нижних конечностей. Применение специальных мероприятий при организации активного отдыха во время регламентированных перерывов (использование тренажеров, массаж, гимнастика) уменьшает утомление рабочих. Активным должен быть отдых и в нерабочее время. Для работников умственного труда, связанных с психоэмоциональным напряжением, активный отдых должен включать не только физическую нагрузку, но и занятие любимым делом. Работникам малоподвижных профессий во время отдыха необходимо заниматься физической работой, чтобы ликвидировать дефицит двигательной активности.

Для создания благоприятной рабочей обстановки имеет значение и техническая эстетика. Это в первую очередь рациональное цветовое и световое оформление интерьера, соответствующий дизайн производственных помещений и оборудования.

Например, на одном из предприятий в Германии рациональная окраска интерьеров цехов и станкового парка позволила увеличить производительность труда на 25% и снизила потери рабочего времени на 32%. Функциональная музыка также создает положительный эмоциональный фон и увеличивает работоспособность.

Еще одной проблемой организации труда является правильная планировка рабочих мест, отдельных участков цехов и производств в целом. Правильная планировка рабочего места или рабочих мест в технологической цепочке позволяет более рационально распределять нервную и физическую энергию и способствует более легкой выработке динамического стереотипа, а также обеспечивает снижение вредного действия химических и физических факторов производственной среды. Так, рабочие операции, связанные с использованием особо токсичных веществ, сопровождающиеся высоким уровнем шума, интенсивной вибрацией, целесообразно выносить в отдельные изолированные помещения. Шумные цеха на производстве должны иметь достаточную санитарно-защитную зону с хорошим озеленением, а «вредные» предприятия следует выносить за городскую черту и т.д.

## Технологические мероприятия

Для снижения интенсивности физической работы, облегчения труда и уменьшения действия токсических и физических факторов производственной среды применяют механизацию трудоемких работ, автоматизированные технологические процессы. Исключение ручных операций сводит к минимуму затраты механической энергии. Избавляя работающих от большой физической нагрузки

и однообразной ручной работы, автоматизация в то же время предполагает постоянный контроль за состоянием физиологических функций организма. Отсутствие надлежащего контроля может привести не к облегчению труда, а к противоположному результату. Непрерывное наблюдение за работой машин, необходимость быстрого восприятия и переработки обширного потока информации, срочного принятия решений и выполнения соответствующих действий способствуют развитию производственного утомления из-за большого напряжения внимания и оперативности действий. Дополнительные меры рационализации труда на каждом участке автоматизированного производства определяют посредством детального изучения производственных и физиологических показателей работающих. Внедрение автоматизированных и полуавтоматизированных процессов с учетом физиологических возможностей человека обеспечивает значительное облегчение труда и более благоприятные условия производственной среды.

Снижению вредного воздействия химических и биологических агентов способствуют их исключение из технологического процесса, герметизация оборудования, принципиальное изменение технологий с внедрением оборотного и замкнутого использования отходов, введение новых чистых технологий. Борьба с загрязнением воздуха рабочей зоны должна идти по пути совершенствования технологических процессов и производственного оборудования. Так, замена пескоструйной очистки на дробеструйную позволяет избежать загрязнения воздуха производственных помещений пылью, содержащей двуокись кремния.

Снижению влияния неблагоприятных физических факторов способствует совершенствование технологий (например, замена клепки на сварку и др.).

Условия труда рабочих улучшаются и при внедрении в технологические процессы безвредных химических соединений.

Таким образом, оздоровление условий труда в промышленности тесно связано с переходом к герметизированным и непрерывным технологическим процессам, дистанционному управлению производством и др.

## Санитарно-технические мероприятия

Предупреждению неблагоприятного воздействия вредных производственных факторов способствует система санитарно-технических профилактических мероприятий.

Промышленная вентиляция остается существенной мерой для ряда производств и некоторых технологических процессов и нередко играет главную роль в борьбе с неблагоприятными факторами производственной среды.

Вентиляция может быть естественной и искусственной, по месту действия — местной и общей, по назначению — приточной и вытяжной.

### Естественная вентиляция

В основе естественной вентиляции лежит разность температур и давления воздуха внутри цеха и вне его. Воздух горячих цехов имеет более высокую температуру и меньшую относительную плотность. Теплый воздух устремляется вверх.

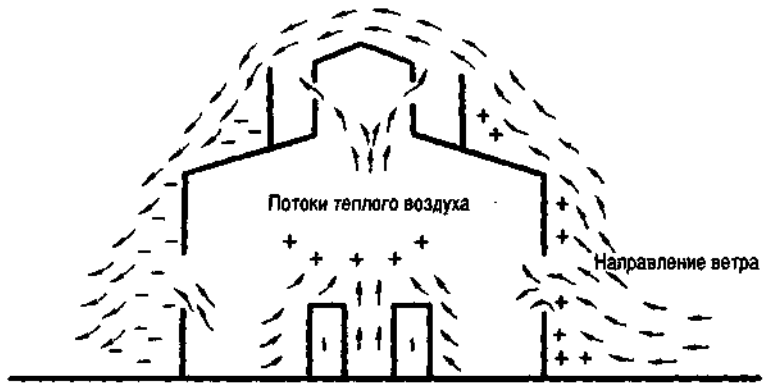



**Рис. 13.10.** Аэрация в помещении.

На естественное движение воздуха в цехе влияет подвижность наружного воздуха (ветровой напор). Посредством проникновения через неплотности в постройке, оконные и дверные проемы воздух меняется в помещении от 1 до 1,5 раз в час. Естественно, что такая кратность воздухообмена в производственных помещениях недостаточна. В горячих (кузнечных и других) цехах в целях усиления вытяжки нагретого воздуха используется естественная управляемая вентиляция — аэрация (рис. 13.10). Она обеспечивает многократный обмен воздуха в больших производственных помещениях. Горячие цеха чаще всего размещаются в отдельно стоящих зданиях, высотой не менее 5–10 м. В стенах устраивают окна в два ряда на разных уровнях. Окна открываются и закрываются автоматически. В летний период открывают нижний ряд окон, зимой — только верхний ряд. Это исключает переохлаждение воздуха вблизи рабочих мест.

В теплое время года приток воздуха осуществляется через нижний ряд «летних проемов». Зимой открывают верхний ряд окон с подветренной стороны, летом — с наветренной стороны, а при отсутствии ветра — с обеих сторон. Наружный воздух поступает непосредственно в рабочую зону, а нагретый воздух удаляется через отверстия в наиболее высокой части здания. Для удаления нагретого и загрязненного воздуха в аэрируемых зданиях предусматривается устройство фонарей в кровле или в верхней части стен, а также вытяжных шахт с насадками на вытяжных каналах.

Аэрация является мощным средством понижения температуры. При помощи аэрации можно осуществить воздухообмен очень больших объемов, которые при механической вентиляции практически недостижимы.

### Механическая вентиляция

Устройство и эксплуатация искусственной вентиляции требуют значительных затрат. Механическая вентиляция дает возможность подвергнуть обработке приточный воздух (увлажнение, обогрев, очистка от механических примесей и др.). Механическая вентиляция может быть приточной, вытяжной и приточно-вытяжной.

Назначение приточной механической вентиляции — подача воздуха в производственные помещения. При этом воздух может распределяться по всему помещению цеха (общая приточная вентиляция). Приточная механическая вентиляция позволяет значительно улучшить условия труда работающих (разбавление паров растворителей, газов до ПДК, поглощение избыточного тепла, снижение влажности и др.). Воздух подают, как правило, в рабочую зону. В отдельных случаях приточная вентиляция используется одновременно и как система воздушного отопления.

Механическая вентиляция в виде местного притока воздуха позволяет значительно улучшить производственный микроклимат на локальном участке помещения или рабочем месте. Это особенно важно в горячих цехах. Направленный приток воздуха к рабочему месту создает хорошие условия для теплоотдачи из-за разности температур воздуха и поверхности тела и повышенной скорости движения воздуха. Воздух, подаваемый через специальный патрубок, образует воздушный факел («воздушный душ»), расширяющийся по мере удаления от выходного отверстия (рис. 13.11).

Воздух можно подавать через один или несколько воздуховодов, расположенных как в центре производственного помещения, так и по его периметру, в верхнюю, среднюю или нижнюю зону. Например, если в цехе есть пыль, целесообразно подавать воздух в верхнюю зону, что исключает вторичное пыление.

Вытяжная механическая вентиляция может быть местной и общей. Местная вытяжная вентиляция применяется в целях борьбы с тепло- и влаговыделениями, пылью, газами и т.д. В зависимости от назначения местная вытяжная вентиляция имеет те или иные конструктивные особенности.

Для борьбы с пылью приемники местной вытяжной вентиляции должны быть максимально приближены к месту ее образования, для чего устраиваются кожухи вокруг точильных и шлифовальных кругов. Эффективны вытяжные шкафы, из которых осуществляется аспирация воздуха.

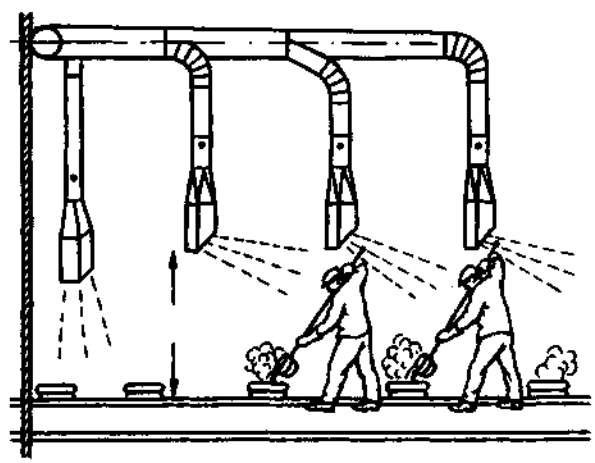


**Рис. 13.11.** Воздушное душирование в литейном цехе. Стрелками условно обозначено разделение помещений.

Рециркуляция и кондиционирование относятся к механической вентиляции. Рециркуляция — разновидность механической вентиляции, когда в целях экономии тепла, идущего на нагрев наружного воздуха, к нему частично примешивают удаляемый воздух. Кондиционирование — создание в производственных помещениях воздушной среды с заданными параметрами; используется там, где предъявляются высокие требования к чистоте воздуха и другим его характеристикам.

О с в е щ е н и е. Производственное освещение должно обеспечивать наилучшие условия для работы органов зрения и самочувствия работающих и способствовать повышению производительности труда.

При рациональном, оптимальном освещении обеспечивается психологический комфорт, меньше выражено зрительное и общее утомление, предупреждается развитие профессиональных заболеваний глаз (рабочая миопия, спазм аккомодации и др.). Освещенность зависит от размеров деталей, коэффициента отражения рабочей поверхности и рассматриваемых на ней деталей, характера трудового процесса и т.д.

Необходимая освещенность может быть обеспечена различными источниками света. Уровни освещенности нормируются и предполагают наиболее выгодное соотношение яркости рабочих и окружающих поверхностей, отсутствие резких теней и чрезмерной яркости (блескости), устойчивый режим осветительной установки, устранение стробоскопического эффекта, ощущения множественных мнимых изображений движущегося предмета. Производственные помещения и рабочие поверхности освещают естественным и искусственным светом.

Естественное освещение наиболее привычно для глаз человека и оказывает положительное психологическое влияние. Однако не всегда можно использовать естественное освещение, так как оно резко меняется в течение дня, сезона и зависит от атмосферных условий. Естественный свет проникает через окна в наружных стенах (боковое освещение), застекленные световые фонари в перекрытии (верхнее освещение) или создает комбинированное освещение (одновременно боковое и верхнее).

Большинство видов производственной работы требует искусственного освещения. Если естественным светом обеспечивается в основном общее освещение, то искусственным — общее, местное и комбинированное.

Общее искусственное освещение достигается равномерным размещением светильников одинаковой мощности по всему помещению, а также локализованным размещением светильников соответственно расположению рабочих участков. Местное освещение обеспечивается светильниками непосредственно над рабочими поверхностями. Общее и местное освещение создает систему комбинированного освещения.

При обычных лампах накаливания достаточная и равномерная освещенность достигается правильным выбором числа и порядка размещения светильников. В зависимости от распределения светового потока они разделяются на светильники прямого, рассеянного и отраженного света, а по конструктивному исполнению — открытые, закрытые, влагозащищенные, пыленепроницаемые, взрывозащищенные и светильники для химически активной среды. Можно использовать как обычные лампы накаливания, так и газоразрядные лампы

(люминесцентные лампы низкого давления различного спектра, ртутные и натриевые лампы высокого давления, металлогалогенные лампы и др.). Лампы накаливания надежны, долговечны и могут работать в разных метеорологических условиях. Газоразрядные лампы более экономичные, со значительной светоотдачей, хорошей цветопередачей, не дают тепловых излучений, спектр их излучения близок к естественному. Однако к их недостаткам следует отнести стробоскопический эффект, обусловленный миганием, особенно у старых ламп, ограничение их использования в пожаро- и взрывоопасных помещениях, а также при температурах ниже 15 °С и выше 25 °С.

## Средства индивидуальной защиты

Если невозможно ликвидировать производственные вредности или в значительной степени ослабить их действие, в дополнение к общим профилактическим мероприятиям применяют средства индивидуальной защиты, относящиеся к паллиативным методам профилактики.

Средства индивидуальной защиты включают в себя противогазы, респираторы, защитные очки, антифоны, спецодежду и спецобувь. При защите органов дыхания широко используются противогазы, которые надежно предупреждают острые ингаляционные отравления газами, парами и аэрозолями в аварийных ситуациях, при чистке и ремонте загрязненной аппаратуры, работе внутри резервуаров, цистерн, в колодцах, люках и др. По назначению и принципиальному устройству противогазы делятся на фильтрующие и изолирующие (шланговые).

Фильтрующие противогазы применяются тогда, когда содержащиеся в воздухе ядовитые вещества можно улавливать при помощи фильтров.

Шланговые противогазы изолируют органы дыхания от окружающей производственной атмосферы (рис. 13.12). Воздух в них подается из «чистой зоны». Длина шланга не должна превышать 15–18 м. Изолирующие противогазы применяются тогда, когда содержание кислорода во вдыхаемом воздухе ниже 16% или когда концентрация вредных веществ в воздухе чрезмерно высока и не может быть снижена до допустимой величины путем фильтрации.

К изолирующим средствам относят также кислородные приборы с запасом сжатого воздуха в баллонах, полностью исключающие контакт органов дыхания работающих с той вредной воздушной средой, в которой они находятся.

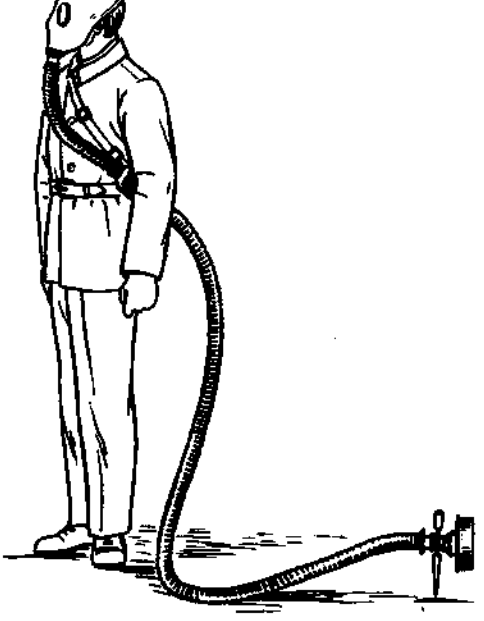


**Рис. 13.12.** Шланговый противогаз.

Промышленные противогазы состоят из надеваемой на голову резиновой лицевой части с выдыхательным клапаном, фильтрующей коробкой или длинным шлангом. Коробка фильтрующего противогаза наполнена сорбентами, которые поглощают из фильтруемого воздуха ядовитые пары и газы. Противогазы сохраняют защитные свойства только при достаточном количестве кислорода для дыхания (не менее 18%) и предназначены для определенных ядовитых соединений.

Если опасно поступление токсичных веществ только через органы дыхания (например, пары ртути), функцию изолирующих противогазов могут выполнять специальные универсальные респираторы, например респиратор РПГ-67, универсальный газопылезащитный респиратор РУ-60М и др.

**Рис. 13.13.** Противопылевой респиратор.

Противопылевые респираторы состоят из лицевой и фильтрующей частей (рис. 13.13). В качестве фильтра для очистки вдыхаемого воздуха от пыли применяют хлопок, шерсть, шелк, пористый картон, рыхлую бумагу, вату, синтетические материалы и т.д.

Лицевые части респираторов обычно снабжены вдыхательным и выдыхательным клапанами. Эффективность респираторов, выраженная в процентах, определяется количеством загрязняющих веществ в воздухе до и после прохождения через респиратор. В последние годы широкое применение в промышленности получил противопылевой респиратор — повязка ШБ-1 («Лепесток») площадью около 250 $см^2$ из специальной ткани (тонкий волокнистый синтетический материал), который помещают между двумя слоями марли. При минимальном сопротивлении дыханию (2–4 мм вод. ст.) и массе респиратора около 10 г эффективность ШБ-1 близка к 100%. В настоящее время выпускается ряд респираторов для защиты от неядовитой пыли: ПРБ-5, РПП-57, ШБ-1 («Лепесток»), Ф-62, ПРШ-2-59, «Астра-2».

Защитные очки предназначены для предохранения органов зрения от пыли, осколков, брызг ядовитых веществ и расплавленного металла, инфракрасных и ультрафиолетовых лучей. Защитные очки не должны ограничивать поле зрения, обеспечивая достаточную ясность видения, медленное запотевание стекол, хорошее прилегание к коже лица, достаточную прочность; очки должны быть легкими.

Для защиты глаз от механических травм можно применять сетчатые очки или очки с безосколочными стеклами типа «триплекс».

Для работы с СВЧ-излучением на радиолокационных станциях применяют защитные очки, изготовленные из латунной сетки или металлизированных стекол.

К противопылевым очкам относятся шоферские и сельскохозяйственные очки, а также аварийные очки (герметичные «очки-консервы»), имеющие сплошную резиновую оправу, которые предохраняют глаза от ядовитой, едкой пыли, а также от паров и газов.

Спецодежда и спецобувь применяются в целях защиты работающих от неблагоприятных метеорологических факторов, влаги, пыли, кислот, щелочей.

Эти средства индивидуальной защиты должны отвечать эксплуатационным и гигиеническим требованиям.

В зависимости от характера производственного процесса и условий труда различают спецодежду, предназначенную для работы в горячих цехах, в условиях высокой запыленности и т.д.

Спецодежда изготавливается из различных материалов, которые удовлетворяют как гигиеническим, так и специальным требованиям. В качестве основных материалов применяют ткани из хлопка, льна, шерсти, шелка, искусственных волокон (капрон, лавсан, хлорин, орторлон и др.).

Для защиты от брызг расплавленного металла используют льняные, брезентовые и шерстяные ткани, от кислот и щелочей — резиновые и поливинилхлоридные материалы; от воздействия охлаждающих минеральных масел и органических растворителей — специальные маслостойкие ткани, от пыли — плотные хлопчатобумажные ткани типа молескина. Для защиты от инфракрасных лучей при работе в горячих цехах предназначена спецодежда из нескольких слоев: наружный слой — из льна, средний — из шерстяной ткани (поглощает тепловые лучи) и внутренний — из мягкой гигроскопической хлопчатобумажной ткани. Одновременно для локальной защиты от облучения используют ткани, покрытые слоем металла с большим коэффициентом отражения, ткани из асбеста.

Ткани для спецодежды должны быть воздухопроницаемы, гигроскопичны, теплопроводны, обеспечивать специальную защиту. Покрой может значительно корригировать свойства ткани при помощи специальных конструктивных приемов.

Защитные головные уборы в виде дюралевых и пластмассовых касок и шлемов (для шахтеров, строителей и др.), суконные и войлочные панамы (для рабочих горячих цехов) защищают голову от механических повреждений, ожогов, попадания воды и др.

Некоторые производственные процессы требуют применения спецобуви из специальных материалов (обувь для шахтеров, рабочих горячих цехов, виброопасных профессий и др.).

Защитные пасты и мази делятся на гидрофильные и гидрофобные и предохраняют кожу рук и лица от воздействия паров, газов, пыли, агрессивных веществ, лучистой энергии. Выбор защитных паст и мазей определяется способностью ядовитого вещества растворяться в жирах, воде, защитных пленочных материалах.

Гидрофильные мази изготавливаются на крахмальной или мыльной основе, включают глицерин и желатин как пленкообразующее вещество.

Мази и пасты для защиты от воды и водных растворов агрессивных веществ готовятся на гидрофобной основе — масле, жире, стеариновой кислоте, парафине, нерастворимых в воде смолах, эфире и целлюлозе.

## Лечебно-профилактические мероприятия

Основными методами работы врачей всех специальностей на промышленных предприятиях являются диспансеризация и профилактические медицинские осмотры.

Диспансеризация — метод систематического врачебного наблюдения в диспансерах, поликлиниках, медико-санитарных частях, детских и женских консультациях за состоянием здоровья определенных групп здорового населения

(промышленных рабочих, детей до 3 лет, спортсменов и т.д.) или больных хроническими болезнями с целью предупреждения и раннего выявления заболеваний, своевременного лечения и профилактики обострений. Диспансеризации в нашей стране уже около 80 лет. В первые годы ее применения диспансерному наблюдению подлежали беременные и дети. В дальнейшем под диспансерное наблюдение брали промышленных рабочих и членов их семей. С 1925 г. были введены предварительные и периодические медицинские осмотры работающих с веществами, оказывающими вредное действие на здоровье. Список профессий, представители которых подлежат медицинскому осмотру, значительно расширился.

Одной из первых задач медицинского осмотра является выявление контингентов, подлежащих диспансеризации. Диспансерному наблюдению подлежат здоровые люди, нуждающиеся в систематическом активном наблюдении в соответствии с возрастно-физиологическими особенностями организма (дети, беременные, пожилые люди) или условиями труда (профвредности) и люди с определенными нозологическими формами заболеваний (туберкулез, злокачественные новообразования, предраковые состояния, венерические, сердечно-сосудистые, нервно-психические заболевания, сахарный диабет, глаукома и др.).

Целью диспансеризации являются сохранение и укрепление здоровья или активное выявление и лечение заболеваний.

На промышленном предприятии предварительные и периодические медицинские осмотры проводят специалисты медико-санитарных частей или врачи районных поликлиник.

Предварительные медицинские осмотры ставят своей целью не допускать на работу, связанную с производственными вредностями, лиц, имеющих нарушения здоровья, которые могут усилиться под влиянием специфических производственных вредностей. Например, на предприятие, где на работающих воздействует пыль двуокиси кремния, нельзя принимать на работу больных пневмосклерозом, хронической пневмонией, бронхитом, туберкулезом, аллергическими заболеваниями.

Второй целью предварительных медицинских осмотров является обнаружение заболеваний, препятствующих полноценному выполнению конкретной работы без ухудшения состояния здоровья (например, дальтонизм при поступлении на работу шофером, нервно-психические заболевания при работе с оружием, паркинсонизм при выполнении работ высокой точности и др.).

Предварительные медицинские осмотры в значительной степени способствуют предупреждению профзаболеваний.

Периодические медицинские осмотры работающих проводятся в основном для выявления ранних изменений в организме, обусловленных воздействием вредных производственных факторов.

Периодические медицинские осмотры направлены на выявление ранних признаков не только профессионального отравления или заболевания, но и заболевания, которое этиологически не связано с профессией, но делает особо опасным соприкосновение с той или иной вредностью. При периодических медицинских осмотрах выявляют общую неспецифическую заболеваемость, назначают индивидуальные лечебно-профилактические мероприятия. Результаты таких осмотров становятся основой гигиенической оценки и оздоровления условий труда, разработки мер по снижению общей заболеваемости.

В зависимости от того, с какими физическими, химическими или другими факторами сталкивается подлежащая осмотру профессиональная группа, определяются состав комиссии, лабораторные исследования и периодичность медицинских осмотров. Обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры проводятся в соответствии с Приказом № 555 Минздрава СССР от 29.09.89 «О совершенствовании системы медицинских осмотров трудящихся и водителей индивидуальных транспортных средств», в котором представлены следующие документы.

1. Перечень опасных, вредных веществ и неблагоприятных производственных факторов, при работе с которыми обязательны предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в целях предупреждения профессиональных заболеваний.

2. Перечень работ, при выполнении которых обязательны предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры трудящихся в целях предупреждения заболеваний, несчастных случаев и обеспечения безопасности труда, охраны здоровья населения, предотвращения распространения инфекционных и паразитарных заболеваний.

3. Перечень врачей-специалистов, участвующих в проведении предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров в целях предупреждения профессиональных заболеваний, и необходимых лабораторных и функциональных исследований по определенным этиологическим факторам в процессе труда.

4. Перечень врачей-специалистов, участвующих в проведении предварительных при приеме на работу и периодических медицинских осмотров в целях предупреждения заболеваний, несчастных случаев и обеспечения безопасности труда, и необходимых лабораторных и функциональных исследований по видам работ и профессиям.

5. Перечень общих и дополнительных противопоказаний к допуску на работу, связанную с опасными, вредными веществами и неблагоприятными производственными факторами.

6. Перечень медицинских противопоказаний к допуску на работу трудящихся в целях предупреждения заболеваний, несчастных случаев и обеспечения безопасности труда по определенным видам работ и профессиям.

7. Инструкция по проведению обязательных предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров трудящихся.

Медицинские осмотры проводят специалисты медико-санитарных частей, при их отсутствии — врачи территориальных лечебно-профилактических учреждений.

Медицинские осмотры организует участковый терапевт цехового или территориального врачебного участка. Он же определяет участие других специалистов в проведении медицинских осмотров. В медицинских осмотрах женщин обязательно участвует гинеколог.

Периодические медицинские осмотры позволяют врачу не только своевременно установить ранние симптомы профессиональных заболеваний, но и вовремя принять лечебно-профилактические меры.

Все выявленные больные с профессиональными заболеваниями или отклонениями в состоянии здоровья, обусловленными вредными производственными

факторами, должны находиться под постоянным диспансерным наблюдением у цехового терапевта или у соответствующего специалиста.

Результаты периодических медицинских осмотров позволяют направить больного на лечение (в стационар, специализированную клинику и т.д.) или перевести на работу, не связанную с воздействием вредных профессиональных факторов. Перевод на другую работу может сопровождаться потерей квалификации и снижением заработной платы. Такое решение может быть вынесено только в случае интоксикации или профессионального заболевания с выраженными или необратимыми патологическими явлениями, а также при особо опасном факторе воздействия в производственных условиях. Рабочие с начальными изменениями систем организма чаще направляются на санаторно-курортное лечение, в профилактории, им назначается лечебно-профилактическое питание и т.д.

На основании результатов периодических медицинских осмотров цеховой врач совместно с врачом по гигиене труда центра госсанэпиднадзора и администрацией составляет комплекс оздоровительных санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий.

По показаниям работающим бесплатно предоставляется лечебно-профилактическое питание специфической направленности. В рацион входят компоненты, которые покрывают дефицит биологически активных веществ, улучшают функциональное состояние преимущественно пораженных органов и систем, нейтрализуют вредные вещества, ограничивают их накопление, способствуют их выведению из организма.

Установлено 5 рационов лечебно-профилактического питания (табл. 13.9–13.14).

**Таблица 13.9**. Рацион 1 для работающих в условиях возможного воздействия рентгеновских лучей и радиоактивных веществ

| Продукты | Дневная норма (брутто), г | Продукты | Дневная норма (брутто), г |
|---|---|---|---|
| Хлеб пшеничный | 100 | Сыр | 10 |
| Хлеб ржаной | 100 | Масло животное | 20 |
| Мука пшеничная | 10 | Масло растительное | 7 |
| Крахмал картофельный | 1 | Бобовые | 10 |
| Сухари | 5 | Картофель | 160 |
| Крупа, макароны | 25 | Капуста | 150 |
| Мясо | 70 | Овощи (морковь) | 90 |
| Печень | 30 | Томат-пюре | 7 |
| Яйцо | 37 (3/4 яйца) | Фрукты свежие | 130 |
| Рыба | 20 | Клюква | 5 |
| Молоко | 70 | Сахар | 17 |
| Кефир | 200 | Соль | 5 |
| Творог | 40 | Чай | 0,4 |
| Сметана | 10 | | |

Примечание. Белков 59 г, жиров 51 г, углеводов 159 г; энергетическая ценность 5773,9 кДж (1380 ккал). Дополнительно выдают 150 мг аскорбиновой кислоты.

**Таблица 13.10**. Рацион 2 для работающих в условиях воздействия щелочных металлов, хлора, его неорганических соединений, соединений хрома, цианистых соединений, фосгена и др.

| Продукты | Дневная норма (брутто), г | Продукты | Дневная норма (брутто), г |
|---|---|---|---|
| Хлеб пшеничный | 100 | Молоко (кефир) | 200 |
| Хлеб ржаной | 100 | Сыр 30% жирности | 25 |
| Мука пшеничная | 15 | Картофель | 100 |
| Крупа, макароны | 40 | Овощи (капуста) | 150 |
| Мясо | 150 | Горошек (зеленый) | 10 |
| Печень | 25 | Томат-пюре | 2 |
| Яйцо | 1/4 шт. | Сахар | 25 |
| Рыба | 25 | Соль | 5 |
| Масло животное | 15 | Чай | 0,5 |
| Масло растительное | 13 | | |

Примечание. Белков 63 г, жиров 50 г, углеводов 185 г; энергетическая ценность 5978,9 кДж (1481 ккал). На работах с соединениями фтора дополнительно выдают 2 мг ретинола, 150 мг аскорбиновой кислоты; на работах со щелочными металлами, хлором и его неорганическими соединениями, соединениями хрома, цианистыми соединениями и окислами азота — 2 мг ретинола, 100 мг аскорбиновой кислоты; на работах с фосгеном — 100 мг аскорбиновой кислоты.

**Таблица 13.11**. Рацион 3 для работающих в условиях воздействия неорганических соединений свинца

| Продукты | Дневная норма (брутто), г | Продукты | Дневная норма (брутто), г |
|---|---|---|---|
| Хлеб пшеничный | 100 | Печень | 20 |
| Хлеб ржаной | 100 | Яйцо | 1/3 шт. |
| Мука пшеничная и макаронные изделия | 15 | Рыба | 25 |
| Крупа | 35 | Молоко (кефир и др.) | 200 |
| Картофель | 100 | Творог 18% жирности | 80 |
| Овощи | 160 | Сметана | 7 |
| Томат-пюре | 5 | Фрукты | 100 |
| Масло растительное | 5 | Сахар | 35 |
| Жир животный | 5 | Соль | 5 |
| Масло животное | 10 | Чай | 0,5 |
| Мясо | 100 | Специи – по необходимости | |

Примечание. Белков 64 г, жиров 52 г, углеводов 198 г; энергетическая ценность 6133,7 кДж (1466 ккал). Дополнительно выдают 150 мг аскорбиновой кислоты.

**Таблица 13.12.** Рацион 4 для работающих в условиях воздействия нитро- и аминосоединений бензола, его гомологов с хлорированными углеводородами, соединениями мышьяка и теллура, соединений фосфора и других веществ

| Продукты | Дневная норма (брутто), г | Продукты | Дневная норма (брутто), г |
|---|---|---|---|
| Хлеб пшеничный | 100 | Молоко (кефир) | 200 |
| Хлеб ржаной | 100 | Сметана | 20 |
| Мука пшеничная | 15 | Творог | 110 |
| Крупа, макароны | 15 | Картофель | 150 |
| Мясо | 100 | Овощи | 25 |
| Яйцо | 1 шт. (50 г) | Томат-пюре | 3 |
| Рыба | 50 | Сахар | 45 |
| Масло животное | 15 | Соль | 5 |
| Масло растительное | 10 | Чай | 0,5 |

Примечание. Белков 65 г, жиров 45 г, углеводов 181 г; энергетическая ценность 5974,6 кДж (1428 ккал). Дополнительно выдают 150 мг аскорбиновой кислоты, а на работах с соединениями мышьяка, ртути, фосфора и с теллуром 4 мг тиамина.

**Таблица 13.13.** Рацион 5 для работающих в условиях воздействия тетраэтилсвинца, бромированных углеводородов, сероуглерода, тиофоса, неорганических соединений ртути, соединений марганца и бария

| Продукты | Дневная норма (брутто), г | Продукты | Дневная норма (брутто), г |
|---|---|---|---|
| Хлеб пшеничный | 100 | Молоко (кефир) | 200 |
| Хлеб ржаной | 100 | Сметана | 10 |
| Мука пшеничная | 3 | Творог | 35 |
| Крупа, макароны | 20 | Картофель | 125 |
| Мясо | 100 | Овощи | 100 |
| Печень | 25 | Сахар | 40 |
| Яйцо | 1 шт. (50 г) | Томат-пюре | 3 |
| Рыба | 35 | Соль | 5 |
| Масло животное | 17 | Чай | 0,5 |
| Масло растительное | 15 | | |

Примечание. Белков 58 г, жиров 53 г, углеводов 172 г; энергетическая ценность 5620 кДж (1348 ккал). Дополнительно выдают 150 мг аскорбиновой кислоты, 4 мг тиамина.

**Таблица 13.14.** Нормы бесплатной выдачи витаминов для работников с особо вредными условиями труда

| Категория работников | Витамины, мг | |
|---|---|---|
| Непосредственно занятые на работах по выплавке и прокату горячего металла на предприятиях черной металлургии | Ретинол<br>Тиамин<br>Рибофлавин | 2<br>3<br>3 |
| Опарники и пекари в хлебопекарном производстве | Аскорбиновая кислота<br>Никотиновая кислота | 150<br>20 |
| Рабочие, занятые в табачно-махорочных производствах, подвергающиеся воздействию пыли, содержащей никотин | Тиамин<br>Аскорбиновая кислота | 2<br>150 |

Преобладание тех или иных продуктов в рационе определяется воздействием производственных химических факторов на биологические процессы. Введение в рацион продуктов, богатых цистином, метионином, цистеином, способствует обезвреживанию соединений свинца, ртути и др.; для обезвреживания аммиака показано введение в рацион глутаминовой кислоты.

Все рационы профилактического питания предусматривают ограничение поваренной соли, соленых продуктов. В ряде рационов лечебно-профилактического питания предусмотрено увеличенное количество жидкости.

Рацион 1 содержит продукты, богатые липотропными веществами, которые стимулируют жировой обмен в печени и повышают ее антитоксическую функцию.

Рацион 2 обогащен полноценными белками, ПНЖК, кальцием, которые препятствуют накоплению в организме и способствует выведению различных вредных химических веществ.

Содержащиеся в рационе 3 вещества способствуют выведению свинца из организма.

Рацион 2 увеличивает функциональные возможности печени и кроветворного аппарата в результате повышенного содержания липотропных веществ, органические жиры и жирные продукты уменьшают всасывание фосфора из кишечника. Содержащиеся в рационе лицетин и ПНЖК защищают от вредного воздействия нервную систему и печень.

Таким образом, работающим с вредными факторами государство бесплатно обеспечивает до 40—50% дневного рациона питания, причем оптимальным набором продуктов. Рационы лечебно-профилактического питания включают хлебобулочные изделия, мясо, рыбу, овощи, фрукты, молоко, яйца, молочные продукты. Поскольку профилактическое питание тщательно сбалансировано, всякая замена предусмотренных продуктов другими может отрицательно сказаться на общем профилактическом действии рационов и привести к полному их обесцениванию. Замену продуктов можно производить только биологически равноценными продуктами. Лечебно-профилактическое питание выдается бесплатно лицам, для которых оно предусмотрено, в дни фактического выполнения работы и организуется в столовых промышленных предприятий.

В настоящее время особое внимание обращают на труд женщин и подростков. В связи с расширением подготовки рабочих высокой квалификации из числа молодежи необходимо учитывать физиологические особенности организма подростка, физическое и нервно-психологическое развитие, общее состояние здоровья.

К настоящему времени разработаны медико-физиологические критерии профпригодности для 400 профессий и специальностей. Это позволяет врачу дать правильные и обоснованные рекомендации при выборе профессии.

В соответствии с законодательством в нашей стране регулярно проводятся медицинские осмотры женщин (не реже 1—2 раз в год). Беременные не должны приниматься на работу, где имеются факторы, угрожающие репродуктивной функции женщин или отрицательно влияющие на потомство. Беременных не допускают к тяжелой работе и работе, связанной с воздействием ионизирующих излучений, токсичных веществ, вибрации и т.д. Ртуть, бензол и другие токсичные вещества вредно влияют на половые функции женского организма, вызывая расстройство менструального цикла, нарушая течение беремен-

ности и т.д. Нитро- и аминопроизводные жирного ряда легко проходят через плацентарный барьер и проникают к плоду. Отдельные токсичные вещества выделяются с женским молоком и оказывают вредное влияние на грудного ребенка. Следовательно, имеются все основания для того, чтобы не допускать применение женского труда в ряде производств и на отдельных работах. У нас в стране запрещен труд женщин на работах, связанных с переноской и передвижением вручную тяжестей более 15 кг. Беременные должны освобождаться от сверхурочных работ, а с 5-го месяца беременности их переводят на более легкую работу.

В плане работы медико-санитарной части должны быть предусмотрены профилактические мероприятия, направленные на улучшение труда работниц и предупреждение у них заболеваний.

## Медико-санитарное обслуживание сельскохозяйственных рабочих

Сельскохозяйственный труд имеет некоторую специфику. Сельскохозяйственные рабочие подвержены воздействию метеорологических факторов в связи с работой на открытом воздухе. Сезонность определяет занятость работающих. В наиболее ответственное время (сев, уборка урожая) труд в сельском хозяйстве особенно тяжелый и напряженный. Химизация сельского хозяйства, применение разнообразных пестицидов, минеральных удобрений обусловливают их влияние на состояние здоровья занятых на этих работах людей и других групп населения.

### Вопросы гигиены труда сельскохозяйственных рабочих-механизаторов

Ведущими профессиями в сельскохозяйственном производстве являются тракторист и комбайнер. Труд механизаторов сельского хозяйства условно можно разделить на 4 основных этапа или периода: предпосевная обработка почвы и сев (осень, весна), уход за посевами (конец весны — лето), уборка урожая (лето — начало осени), ремонт сельскохозяйственной техники (осень, зима, весна). Продолжительность рабочего дня механизаторов в основном определяется сезоном.

При культивации, уборке кукурузы, подсолнечника, внесении удобрений рабочий день длится 7—8 ч, при работе с ядохимикатами не превышает 5—6 ч, во время сева в поле работают более 8 ч, а во время уборки колосовых — 10—11 ч и более. Работу механизаторов отличают повышенный темп, высокое нервно-эмоциональное напряжение и ответственность. Так, во время уборки колосовых культур у механизаторов происходят существенные изменения ЦНС, деятельности сердечно-сосудистой и симпатико-адреналовой систем. Параллельно с этим снижается выносливость мышц кисти, вместе с тем сила этих мышц к концу работы, как правило, возрастает. Организация работы, рацио-

нальный режим труда и отдыха приобретают особое значение в профилактике профессионального утомления механизаторов.

Работа механизаторов связана с дискомфортным микроклиматом. Основные параметры микроклимата внутри кабины сельскохозяйственной машины определяются метеорологическими условиями; следует учитывать и тепловыделения от работающего двигателя. Так, при температуре внешнего воздуха 25–30 °С температура воздуха в кабине дизельного гусеничного трактора достигает 37–38 °С. При работе в холодный период года (вывоз на поля органических удобрений, снегозадержание и др.) на механизаторов воздействуют низкие температуры воздуха при его высокой относительной влажности и скорости движения. Охлаждающий микроклимат вызывает напряжение механизмов терморегуляции и создает опасность переохлаждения организма.

В летний период в южных районах страны неблагоприятный микроклимат является одним из ведущих производственных факторов, значительно осложняющих труд механизаторов.

Другим фактором производственной среды, неблагоприятно воздействующим на организм, является шум. Шум создают работающий двигатель, выхлоп отработанных газов, передвижение по поверхности почвы и др. Шум машин сложный, его спектральная характеристика у большинства тракторов и комбайнов примерно одинакова, а интенсивность зависит от рабочих скоростей, работы двигателя, центровки и т.д. Общий уровень шума на рабочем месте тракториста превышает допустимый на 3–27 дБ (в зависимости от выполняемой работы и марки трактора). Наиболее благоприятные акустические условия созданы на тракторах новых марок при культивации, дисковании, боронованию почвы. Значительно хуже условия на тракторах старых марок. При работе на самоходных комбайнах общий уровень шума также превышает допустимые величины.

Не меньшее влияние на организм механизаторов оказывает и вибрация, которая на сельскохозяйственных машинах обусловлена работой двигателя, ходовых систем и т.д. Так, вибрация, передаваемая на руки механизаторов через рычаги и другие органы управления машиной, преимущественно высокочастотная, хотя и не превышает допустимых величин. Вибрация, передаваемая через сиденье трактора или комбайна, относится к низкочастотным. На старых марках машин параметры вибрации находятся на верхних границах санитарных норм, а в ряде случаев их превышают. В 5–10 раз превышают допустимые величины апериодические, несинусоидальные толчкообразные колебания. Амплитуда и частота таких колебаний на гусеничных тракторах ниже, чем на колесных.

В период полевых работ механизаторы подвергаются воздействию пыли. Основными источниками пыли на сельскохозяйственных машинах являются предпосевная обработка, сев, культивация, уборка урожая, т. е. все виды полевых работ, сопровождающихся измельчением почвы, перемещением ее слоев, вспыливанием. Количество и состав пыли в зоне дыхания механизаторов подвержены значительным колебаниям и зависят от характера и состояния поверхностного слоя почвы, ее влажности, погоды, направления ветра, герметичности кабины и т.д. Пыль при работе сельскохозяйственных машин смешанная: в период предпосевной обработки почвы она в основном минеральная,

в период уборки — органическая. Одновременно в составе пыли могут обнаруживаться примеси удобрений (при внесении их в почву), ядохимикатов. Оздоровительные мероприятия в первую очередь предполагают создание герметизированных кабин с подачей очищенного воздуха. В условиях большой запыленности используют респираторы, противопылевые очки.

Выхлопные газы также негативно влияют на здоровье механизаторов. В состав газов входят окись углерода, окислы азота, углеводороды, альдегиды, сажа, бензпирены и др. Выхлопные газы от дизельных двигателей значительно меньше загрязняют воздух, чем газы от бензиновых двигателей.

Основным компонентом выхлопных газов является окись углерода. Средние концентрации окиси углерода в кабинах тракторов и комбайнов составляют от 13 до 15 мг/м$^3$ при ПДК 20 мг/м$^3$. Особую опасность представляет сжигание в двигателе этилированного бензина.

Для предупреждения воздействия указанных факторов и сохранения здоровья механизаторов предусматриваются организационные, технологические, санитарно-гигиенические (санитарно-технические меры, средства индивидуальной защиты и др.) и лечебно-профилактические мероприятия.

В организационном плане главная задача заключается в разработке и внедрении рациональных режимов труда и отдыха механизаторов, особенно в наиболее напряженные периоды полевых работ. Перспективна организация двухсменной работы с нормированным 7—8-часовым рабочим днем. Среди технических и технологических мероприятий на первом месте стоят изменение технологического процесса, внедрение автоматического управления, создание комфортных условий в кабинах сельскохозяйственных машин. Кабины тракторов должны оборудоваться теплоизоляционными панелями, отопительными устройствами, воздухоувлажнителями, воздухоохладителями, которые обеспечивают подачу в кабину охлажденного и очищенного воздуха. Снижение запыленности и загазованности воздуха обеспечивается герметизацией кабин. Снижению загазованности кабин способствуют также своевременный и тщательный ремонт двигателей, тщательный технический уход за машинами. Выхлопная труба выводится над крышей кабины.

Санитарно-гигиенические мероприятия можно обеспечить только при постоянном контроле за условиями и режимом труда, за состоянием и использованием средств индивидуальной защиты.

## Вопросы гигиены труда при работе в животноводческих хозяйствах

Животноводство в нашей стране является ведущей отраслью сельскохозяйственного производства. Индустриальная основа современного животноводства предполагает строительство новых промышленных комплексов с использованием средств механизации и автоматизации. Перевод животноводства на промышленную основу изменил характер труда работающих, существенно повысил требования к квалификации. Стал более разнообразным профессиональный состав животноводов. Только в промышленном свиноводстве работают люди в общей сложности 30 профессий. Основной профессией является

оператор-животновод с узкой специализацией в соответствии с особенностями технологического процесса по обслуживанию животных разного вида, возраста и т.д. В промышленном скотоводстве обязанности отдельных специалистов, обслуживающих животных, еще более дифференцированы. Ведущими профессиями стали операторы машинного доения, скотники, обеспечивающие уход за животными, и др.

Работа животноводов сопряжена со значительным напряжением, часть операций выполняется в вынужденной позе (доение, чистка станков, стойл, проходов). На доение коров уходит 50—70% рабочего времени, на чистку станков и кормушек в промышленном свиноводстве — от 30 до 47% рабочего времени.

Условия труда животноводов в значительной степени зависят от механизации основных технологических процессов (кормление, доение и др.) и организации труда. Особое значение приобретают состояние воздушной среды, микроклимат рабочих помещений, физическое, нервно-эмоциональное напряжение, контакт с токсичными раздражающими веществами, водой.

Микроклимат животноводческих помещений в значительной степени зависит от их назначения, технологического процесса, наличия или отсутствия отопления, вентиляции и т.д. Микроклиматические условия большинства помещений отвечают как зоогигиеническим, так и санитарно-гигиеническим требованиям.

Вместе с тем в свинарниках-откормочниках весьма часто отмечается высокая относительная влажность (70—75% и выше). В южных районах, особенно летом, температура воздуха в этих помещениях может достигать весьма высоких величин (28—35 °С) при относительной влажности 56—69%. Низкие температуры бывают зимой в тех неотапливаемых помещениях, где применяется гидросплавное удаление навоза. Сочетание низкой температуры и высокой влажности способствует переохлаждению человека, снижению сопротивляемости инфекциям, простудным заболеваниям.

Наряду с микроклиматическими условиями на организм влияют примеси в воздухе свиноводческих помещений аммиака, сероводорода, углекислого газа и др., обусловленные жизнедеятельностью животных. Наибольшее содержание этих газов, как правило, отмечается в период очистки станков и во время удаления навоза механическими средствами. При мобильной системе раздачи кормов воздух может загрязняться еще и выхлопными газами тракторов.

Пыль и микробное загрязнение воздуха производственной среды животноводческих помещений связаны с большой концентрацией животных. Состав пыли весьма сложен — от частичек кормов, щетины, ороговевших клеток до продуктов микробиологического синтеза, грибов, ядохимикатов и др. Уровень запыленности в разных помещениях весьма различен. Количество пыли всегда возрастает при обработке, погрузке и раздаче сухих кормов, уборке помещений, в период повышенной активности животных (кормление и др.).

В воздухе животноводческих помещений присутствуют различные микроорганизмы: стафилококки, стрептококки, кишечная палочка и другие энтеропатогенные бактерии, картофельная палочка, грибы типа Мукор, что обусловлено кормами, навозом и самими животными. Например, обсемененность растительных кормов сальмонеллами может достигать 53%, 1 кг сена воздушной сушки содержит до 150 000 гнилостных бактерий и до 10 000 грибов. Навоз представляет определенную эпидемическую опасность. Жидкий навоз и сточные

воды сельскохозяйственного производства по бактериальной обсемененности, особенно кишечной палочкой, значительно превосходят хозяйственно-бытовые сточные воды. В навозе животных возбудитель эризипелоида сохраняется от 58 до 120 дней, ящура — от 42 до 192, бруцеллы — от 70 до 174, сальмонеллы — от 20 до 300 дней.

При оценке микробного загрязнения воздуха животноводческих помещений следует руководствоваться рекомендациями Министерства сельского хозяйства, допускающими общую микробную обсемененность воздуха в коровниках до 70 000 микроорганизмов в 1 м$^3$, родильных отделениях — до 20 000, свинарниках-репродукторах от 40 000 до 60 000 и свинарниках-откормочниках — от 50 000 до 80 000 в 1 м$^3$.

Животноводческие комплексы являются источником шума, его интенсивность в помещениях сильно варьируется. Работа оборудования создает высокочастотный шум при интенсивности от 35 до 98 дБА. Воздействию шума, значительно превышающего допустимые нормы, подвергаются операторы кормоцехов, доильных установок. Таким образом, животноводы подвергаются воздействию совокупности неблагоприятных факторов.

Заболеваемость животноводов промышленных комплексов и ферм ниже, чем работников традиционного животноводства, но она остается более высокой по сравнению с таковой других групп сельскохозяйственных рабочих.

Высок у животноводов и травматизм. Производственные травмы при уходе за животными составляют 23% всех травм в сельском хозяйстве.

Радикальное оздоровление условий труда на животноводческих комплексах и фермах возможно лишь при благоустройстве помещений и механизации всех основных и подсобных производственных процессов. Необходимо шире внедрять механизацию и автоматизацию на участках, где применяется тяжелый физический труд (поение, кормление, доение животных, уборка помещения), осуществлять строгий контроль за исправностью всего технологического оборудования, своевременно его ремонтировать.

В целях борьбы с загрязнением воздуха газообразными продуктами, пылью и микроорганизмами необходимо проводить тщательную очистку помещений, использовать искусственную и естественную вентиляцию. Удаление навоза через щелевые полы и каналы с применением гидросмыва способствует улучшению воздушной среды.

Запыленность в воздухе рабочей зоны оператора снижает герметизация оборудования кормоприготовления и кормораздачи. Для уменьшения микробной обсемененности воздуха помещения облучают бактерицидными лампами.

Источник шума необходимо звукоизолировать.

Животноводческие комплексы и фермы должны иметь санитарно-бытовые помещения (санпропускник, комната отдыха и гигиены женщин, столовая и др.). Работа операторов должна иметь микропаузы, регламентированный перерыв на обед и отдых. Минимальная продолжительность перерывов на обед 40 мин. Наиболее рациональным является двухсменный режим работы операторов и особенно оператора машинного доения. Необходимо обращать особое внимание на личную гигиену работающих на животноводческих фермах.

Лечебно-профилактические мероприятия должны быть направлены на своевременное выявление, лечение и предупреждение заболеваний животноводов

(предварительные и периодические медицинские осмотры, профилактические прививки) и др. В проведении предварительных и периодических медицинских осмотров обязательно должны участвовать терапевт, невропатолог, отоларинголог, гинеколог. Основными противопоказаниями при приеме на работу являются туберкулез, хронический бронхит, бронхоэктатическая болезнь, хронические заболевания ЛОР-органов, варикозное расширение вен, ряд заболеваний периферической нервной системы, органические заболевания сердечно-сосудистой системы.

## Гигиена труда при работе с пестицидами и минеральными удобрениями

Интенсификация сельскохозяйственного производства неразрывно связана с его химизацией. Ядохимикаты позволяют защитить от вредителей и болезней культурные растения, избавиться от сорняков, значительно повысить урожайность и количество продукции.

Многие химические препараты, применяемые в сельском хозяйстве, неблагоприятно воздействуют на состояние здоровья как при их применении, так и при употреблении обработанных ими пищевых продуктов. В районах интенсивного применения пестицидов повышается заболеваемость болезнями органов кровообращения, пищеварения и нервной системы. В последние годы пестициды и минеральные удобрения проникают в водоисточники, грунтовые воды и создают угрозу глобального загрязнения рек, озер и океанов.

Врачи должны иметь четкое представление о специфике действия ядохимикатов, обращать особое внимание на производственную деятельность рабочих и правильно оценивать опасность для здоровья тех или иных химикатов. Врачам важно знать токсические свойства пестицидов, минеральных удобрений, а также основные меры профилактики отравлений при работе с ними.

Пестициды применяют для защиты растений от вредных насекомых (инсектициды), грибковых заболеваний (фунгициды), для уничтожения сорняков (гербициды) и т.д.

Естественно, пестициды каждой группы имеют разную токсичность, так как обладают разными химическим строением, составом, физическими свойствами и др. Токсическое действие зависит от дозы поступившего химиката, длительности поступления, кумулятивных свойств, обезвреживания в организме и выделения. В производственных условиях пестициды наиболее часто поступают через дыхательные пути. Пестициды могут проникать в организм через рот с пищей и водой, через кожу и слизистые оболочки. Отравления пестицидами могут быть острыми (при однократном воздействии большой дозы яда) и хроническими (при длительном повторном поступлении малых количеств ядовитых веществ). Наиболее часто в качестве пестицидов применяют хлорорганические (ХОС), фосфорорганические (ФОС), ртутьорганические соединения (РОС), производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислот, производные хлорфеноксиуксусной кислоты и др.

Хлорорганические соединения применяются как инсектоакарициды и фунгициды (гексахлорциклогексан — ГХЦГ, гамма-изомер ГХЦГ, гептахлор, дихлор,

мильбекс, полихлорпинен и др.). Отдельные соединения используются для протравливания семян и для фумигации почвы. Многие хлорорганические соединения весьма устойчивы в окружающей среде, накапливаются в почве, растениях, тканях животных. Они поступают в организм через легкие, кожу, органы пищеварения, обладают выраженными кумулятивными свойствами, накапливаясь преимущественно в жировой ткани. Обычно при остром отравлении наблюдаются раздражение глаз, верхних дыхательных путей, дерматиты. При тяжелой интоксикации нарушается координация движений, возникают лихорадка, судороги, потеря сознания, коллаптоидное состояние и может наступить летальный исход. В отдельных случаях развиваются токсический гепатит, миокардит, энцефалит, нефропатия. При хроническом отравлении отмечается астеновегетативный синдром; в более тяжелых случаях процесс захватывает диэнцефальную область, нарушаются функции нервной, сердечно-сосудистой систем, печени, почек и др. При проведении периодических медицинских осмотров у лиц, имеющих контакт с хлорорганическими соединениями, помимо общего анализа мочи и крови, следует определять количество тромбоцитов, СОЭ, присутствие пестицидов в биосубстратах.

Фосфорорганические соединения применяются как инсектоакарициды (антио, багудин, хлорофос и др.) и дефолианты (бутифос). Некоторые соединения этой группы (хлорофос, байтекс, трихлорметафос-3) применяются для уничтожения мух, комаров, эктопаразитов животных и различаются по степени токсичности. В организм они поступают через органы дыхания, кожу, органы пищеварения, обладают функциональной кумуляцией, вызывают угнетение ряда ферментов, особенно холинэстераз, расщепляющих медиатор ацетилхолин. С накоплением ацетилхолина происходит усиление функций холинореактивных систем, проявляется мускарино- и никотиноподобное действие. Большие дозы могут вызывать тахикардию, повышение артериального давления. С никотиноподобными эффектами связано усиление нервно-мышечной передачи (нистагм, подергивание мышц лица, языка, тремор рук, головы) и т.д. При легком остром отравлении наблюдаются общая слабость, головокружение, головная боль, слюнотечение, потливость, тошнота, рвота, боли в животе, эмоциональная неустойчивость. При тяжелой интоксикации указанные явления нарастают, исчезает реакция зрачков на свет, нарушается сознание, могут быть приступы генерализованных судорог, психические нарушения. Смерть наступает от асфиксии.

Хроническая интоксикация фосфорорганическими соединениями характеризуется головокружением, головными болями, нарушением памяти, повышенной утомляемостью, наблюдаются нистагм, тремор рук. Выделяют ряд синдромов — астенический, вестибулярный, гипоталамический и др. Быстро развиваются брадикардия, гипотензия, дискинезия желчных путей, нарушается функция почек.

При периодических медицинских осмотрах определяют активность холинэстеразы крови, делают общий анализ крови и мочи. При подозрении на отравление фосфорорганическими соединениями целесообразно проводить пробу Квика–Пытеля, сахарную нагрузку, вегетососудистые пробы, делать ЭКГ и ЭЭГ, электромиографию, определять белковый спектр сыворотки крови, уровень сахара, остаточного азота.

Пестициды группы ртутьорганических соединений широко используются для обеззараживания семян. К ртутьорганическим соединениям относят гранозан, этилмеркурфосфат, меркуран. Они обладают высокой токсичностью, выраженной кумуляцией и устойчивы в окружающей среде. Эти соединения могут поступать в организм через легкие, кожу, органы пищеварения. В основе токсического действия лежит инактивация сульфгидрильных групп ферментов, а также способность проникать через гематоэнцефалический барьер, с чем связано избирательное поражение ткани мозга.

При остром отравлении больные отмечают металлический вкус и жжение во рту, головные боли, тошноту, слюнотечение, кровоточивость десен, боли в животе, поносы с кровью. Наблюдаются периодическая потеря сознания, атаксия на фоне астеновегетативного синдрома.

При тяжелой форме острой интоксикации происходят диффузные необратимые поражения нервной системы (зрительные и слуховые галлюцинации, бредовое состояние). Нарушаются функции мозжечка (атаксия, дизартрия, тремор), промежуточного мозга (исхудание, полиурия, вегетативно-висцеральные кризы, несахарный диабет), развиваются полиневриты, парезы, параличи.

При хронической интоксикации появляются стоматит, гингивит, носовые кровотечения, астеновегетативный синдром, иногда в сочетании с полиневритом, нейроциркуляторной дистонией. Ртутьорганические соединения оказывают аллергическое и эмбриотоксическое действие.

При медицинских осмотрах рабочих необходимо исследовать функциональное состояние сердечно-сосудистой и кроветворной систем, печени, почек, нервной системы, а также крови (СОЭ, сахар крови, эритроциты с базофильной зернистостью).

Производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислот применяются как инсектициды, фунгициды и гербициды. В основном они малотоксичны, с малой кумуляцией. Так, метил- и диметилкарбаматы (дикрезин, севин) проявляют антихолинэстеразное свойство, но в отличие от фосфорорганических соединений оно непродолжительно. Фенилкарбаматы (карбины, хлор-ИФК) активно образуют метгемоглобин. Севин при остром отравлении вызывает угнетение холинэстеразы. Дикрезин способствует понижению активности холинэстеразы. Фенилкарбаматы при остром отравлении вызывают одышку, парезы, судороги, тремор, выраженный цианоз. Тиокарбаматы вызывают нарушение окислительных процессов, нуклеинового обмена, поражение нервной системы, печени, эндокринных желез.

Препараты 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) используются в качестве гербицидов. Они обладают средней токсичностью, оказывают сильное кожно-резорбтивное, местно-раздражающее и сенсибилизирующее действие.

Эти соединения попадают в организм через желудочно-кишечный тракт, кожу и легкие. При острой интоксикации у пострадавших появляются головная боль, головокружение, тошнота, рвота, слабость в конечностях, возможны дерматиты, конъюнктивиты, раздражение верхних дыхательных путей.

При хроническом отравлении пострадавшие отмечают сладковатый привкус во рту, одышку, запоры, боли в правом подреберье и сердце. Возникают явления астенического синдрома с вегетативной дисфункцией, нарушение обоняния, гипотензия. Возможны гепатиты, холециститы, хронические гастриты, бронхиты, атрофические риниты, реже явления пневмосклероза.

При периодических медицинских осмотрах, помимо общего анализа мочи и крови, необходимо определять СОЭ, уробилин в моче, проводить ольфактометрию. При подозрении на интоксикацию рекомендуется определять сахар крови, активность каталазы, пероксидазы, аминотрансфераз, число тромбоцитов, время свертывания крови, основной обмен, функциональное состояние печени, проводить вегетососудистые пробы, использовать данные ЭКГ и ЭЭГ.

### Меры профилактики отравлений при работе с пестицидами

Пестициды следует хранить в специальных складах, размещенных на расстоянии 200 м от жилых зданий, источников водоснабжения и животноводческих объектов. Поскольку работа на таких складах относится к числу наиболее опасных, к ней можно допускать лиц, прошедших медицинский осмотр и имеющих специальное разрешение на работу с пестицидами. На складах ядохимикатов и пестицидов необходимы использование гигиенически рациональной тары, замена мягкой тары на металлическую, влажная уборка помещений, искусственная вентиляция (включение механической вентиляции за 1,5–2 ч до начала работы снижает концентрации ядохимикатов и приближает их к допустимому уровню). На складах можно работать не более 6 ч в сутки, а работа с гранозаном не должна превышать 4 ч. Во время работы следует пользоваться средствами индивидуальной защиты.

При протравливании необходимы полная механизация и автоматизация подачи и дозировки семян, приготовления и дозировки суспензии ядохимиката, протравливания и погрузки семян в мешки, непрерывная обработка посевного материала. Весь технологический процесс должен быть герметизирован. Воздух, загрязненный фунгицидом и пылью протравленных семян, отсасывается и фильтруется. При ранцевом методе обработки, кроме использования средств индивидуальной защиты, персонал обучают безопасным методам работы.

При опрыскивании и опылении растений кабина трактора должна быть герметичной, обеспечена подачей чистого воздуха. Желательно иметь дистанционное управление работой опрыскивателя.

Опыление и опрыскивание растений при помощи наземной аппаратуры нельзя проводить при скорости ветра более 4 м/с, работа с аэрозолями допускается в безветренную погоду или при слабом ветре (до 2 м/с) с учетом его направления.

Авиационно-химические работы выполняют при температуре воздуха не выше 30 °С, так как с повышением температуры токсичность пестицидов возрастает. Все подготовительные операции должны быть механизированы. Для технического персонала, работающего в летний период, рекомендуется специальный респиратор, в котором фильтрующий патрон снабжен поглотителем газов и паров и аэрозольным фильтром. Для защиты кожи используют специальные пасты.

При выращивании многих сельскохозяйственных культур (винограда, овощей, фруктов и др.) и, в частности, при проведении на обработанных пестицидами площадях механизированных и ручных работ возможно поступление в организм пестицидов через дыхательные пути и кожные покровы. В целях

максимального снижения контакта работающих с пестицидами регламентированы сроки выхода на поле после химической обработки. Например, на обработанные фталофосом свекловичные поля можно выходить лишь через 3–6 сут после внесения пестицида.

Влияние пестицидов и минеральных удобрений предупреждает использование средств индивидуальной защиты (комбинезоны, респираторы, очки и др.).

Для профилактики профессиональных заболеваний, вызываемых пестицидами и минеральными удобрениями, проводят медицинские осмотры комиссиями, в состав которых входят терапевт, невропатолог, по показаниям дерматолог, отоларинголог, офтальмолог, гинеколог и при необходимости другие специалисты.

Профилактические мероприятия также направлены на повышение сопротивляемости организма работающих (лечебно-профилактическое питание, лечебная гимнастика, физиотерапевтические процедуры и др.).

# ГЛАВА 14

# ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ И ВОПРОСЫ ЛИЧНОЙ ГИГИЕНЫ

Личная гигиена — раздел гигиены, изучающий вопросы сохранения и укрепления здоровья путем соблюдения норм и правил гигиены в повседневной жизни.

Значимость личной гигиены была неоднозначной в различные периоды развития общества. Активное изучение вопросов личной гигиены и интерес общества к ним сменялись периодами спада и практического забвения. Это определялось социально-экономическими условиями жизни, особенностями условий труда и жизни, заболеваемостью и смертностью. На первых этапах исторического развития медицины рассматривались в основном вопросы личной гигиены. Не было промышленного производства, обязательного всеобщего обучения детей, не было налажено общественное питание, поэтому основное внимание уделялось рациональному индивидуальному питанию, закаливанию, организации быта.

В годы гражданской войны, голода и разрухи личная гигиена стала основным оружием профилактики инфекционных заболеваний. Поддержание чистоты тела, уход за волосами, кожей, полостью рта имели решающее значение в борьбе с сыпным тифом, инфекционными желудочно-кишечными заболеваниями, кожными болезнями.

По мере развития промышленного производства, массового обучения детей, организации системы общественных столовых перед гигиеной встали новые задачи — профилактика профессиональных заболеваний, школьных болезней, массовых пищевых отравлений и т.д. Потребовались гигиенические нормативы и рекомендации по организации водоснабжения и удалению нечистот в крупных городах, по планировке и застройке новых населенных пунктов, по предупреждению массовых инфекционных заболеваний. Проблемы профилактики массовых заболеваний стали основными, а вопросы личной гигиены отошли на второй план.

В эпоху научно-технической революции проблемы личной гигиены приобретают важное значение, так как

соблюдение правил и норм гигиены в повседневной жизни является залогом сохранения здоровья. В этом заинтересован каждый человек, в этом заинтересовано общество.

Важнейшей задачей медицины стала не только борьба с уже имеющимися болезнями человека, но и обеспечение здорового образа жизни для всех людей и во всех сферах. Профилактика иногда рассматривается в узком плане, как оборона от болезней, как вторичная профилактика (защита больного). Однако первичная «наступательная» профилактика предупреждает возникновение заболеваний путем разработки и внедрения научно обоснованных принципов труда, быта, отдыха и питания (защита здорового человека). Было бы неправильным считать, что улучшение состояния здоровья и увеличение средней продолжительности жизни находятся в односторонней зависимости от успехов лекарственной и лечебной помощи. В большей степени здоровье зависит от условий жизни, труда и окружающей среды, образа жизни и поведения людей в быту.

Бытом называют повседневную непроизводительную жизнь людей, разнообразные формы удовлетворения материальных и духовных потребностей человека. Гигиеническая наука разрабатывает нормативы здорового образа жизни в труде, во время отдыха, в быту.

Подрывая свое здоровье, человек лишает себя максимальной реализации в профессиональной и общественной деятельности, сокращает срок своей общественно полезной деятельности. Санитарно-гигиенические и медицинские рекомендации по организации труда, быта и питания должны определять «гигиеническое» поведение человека в различных жизненных ситуациях.

Личная гигиена разработала правила ухода за телом, волосами, полостью рта (личная гигиена в узком смысле этого слова) на основе физиологических функций кожи и слизистых оболочек, их барьерной и выделительной функций, значения бактерицидных свойств секретов кожи и слизистых оболочек.

Личной гигиеной разработаны правила по соблюдению чистоты и гигиенического режима в жилье, поскольку предметы быта и жилье могут быть местом скопления пыли и микроорганизмов, что приводит к распространению возбудителей воздушно-капельных инфекций, туберкулеза, вирусных заболеваний.

В последнее время особую актуальность приобрела проблема физической активности. С механизацией производственных процессов, улучшением коммунально-бытового обслуживания, развитием общественного транспорта физическая активность людей резко снизилась. Немалое значение имеет отсутствие привычки заниматься физическими упражнениями, ходьбой, бегом. Гиподинамия вносит существенный вклад в причины развития сердечно-сосудистых заболеваний. Личная гигиена предусматривает использование различных видов физической активности (прогулки, гимнастика, подвижные игры) в зависимости от возраста, пола, состояния здоровья, вида профессиональной деятельности. Большое значение в этом отношении имеет закаливание, т. е. научно обоснованная система пользования водой, солнцем, воздухом в качестве средства профилактики заболеваний, прежде всего простудных. Говоря о физической активности, необходимо иметь в виду не столько спорт (это касается относительно малочисленной группы спортсменов), сколько занятия физкультурой.

Для сохранения и укрепления здоровья каждого человека большое значение имеют и рациональное питание, правильный режим труда и отдыха. Гигиени-

ческие рекомендации в этом плане основываются на данных самостоятельных дисциплин — гигиены питания и гигиены труда. Актуальна борьба с избыточным питанием и ожирением, особенно у детей. Одним из важных разделов личной гигиены стала регламентация темпа и ритма жизни, режима сна, отдыха, особенно для жителей больших городов. В условиях урбанизации создается ускоренный темп при заданном ритме жизни, приводящий к «уплотнению» суток, увеличению коммуникативных связей. Перегрузка информацией (производственной, бытовой, развлекательной и т.д.), высокие уровни шума в населенных пунктах и жилых помещениях, исключение из природной среды, повышение стрессовых нагрузок приводят к перегрузке ЦНС и истощению компенсаторных возможностей организма, что проявляется в возникновении различных заболеваний «стрессовой этиологии». Немаловажное значение имеет борьба с курением и употреблением алкоголя. Эти бытовые интоксикации активно прокладывают путь к заболеваниям сердца и сосудов. Так, в 1910 г. было описано заболевание «инфаркт миокарда», а к 70-м годам это заболевание стало первым среди причин смерти. Отмечается значительный рост сердечно-сосудистых заболеваний во всех промышленно развитых странах.

Личная гигиена включает разработку гигиенических требований к предметам быта, изготовленным из синтетических материалов, а также к новой бытовой технике. Современное жилье насыщено полимерными и синтетическими материалами, которые загрязняют воздух токсичными веществами, накапливают статическое электричество и в результате могут вызывать неблагоприятные изменения в организме, воспалительные и аллергические заболевания.

В настоящее время гигиенистами проведена большая работа по обоснованию использования синтетических материалов в строительных конструкциях, мебели, предметах обихода, оборудовании, покрытиях, игрушках и т.д.

Расширяется работа по гигиенической регламентации средств бытовой химии.

Остается недостаточно изученной область гигиенических требований к бытовой технике (телевизоры, компьютеры, усилители, холодильники, электробытовые приборы различного назначения, микроволновые печи т. д.), хотя некоторые приборы являются источниками шума, вибрации, повышения температуры воздуха, электромагнитных излучений различного диапазона, что в известной мере может быть фактором риска.

Традиционный раздел личной гигиены — гигиена одежды и обуви — в настоящее время изменил свое содержание в связи с использованием синтетических материалов. Новый раздел личной гигиены — психогигиена — только начинает разрабатываться и приобретать самостоятельность.

## Гигиена кожи

Кожа защищает организм человека от неблагоприятных метеорологических, механических и физических факторов окружающей среды. Неповрежденная кожа непроницаема почти для всех микроорганизмов. Кожа участвует в процессах теплообмена организма с окружающей средой, что определяется кровенаполнением сосудов.

Общая поверхность кожи взрослого человека среднего возраста составляет около 1,5 м$^2$.

Барьерные свойства кожи — способность защищать организм от вредных внешних воздействий — в значительной степени обусловлены эпителием, клетки которого образуют пластинки, тесно связанные между собой; внутри пластинок находятся пространства, наполненные воздухом (пневматические подушечки). Это имеет большое значение для защиты от механических травм.

Кератиновое (роговое) вещество эпителия обусловливает защиту от некоторых химических веществ, оно устойчиво к ферментам, нерастворимо в воде.

Кожа обладает сигнальными функциями. Нервная система получает тепловые, холодовые, тактильные сигналы от кожных рецепторов. Существуют болевые рецепторы и соответствующие болевые точки на поверхности кожи.

На всем теле около 250 000 тактильных точек, они расположены очень неравномерно на поверхности кожи. Тепловых точек в коже около 16 000, холодовых — около 148 000. Большинство кожных рецепторов полифункциональны. Термическое ощущение зависит не только от разницы между температурой кожного покрова и температурой раздражителя, но и от теплопроводящих свойств кожи.

Тепловые и защитные свойства кожи в значительной мере определяются работой ее секреторного аппарата. В состоянии покоя при комфортных метеорологических условиях в сутки выделяется 500—1000 мл пота. При высокой температуре воздуха и выполнении тяжелой физической работы количество пота в сутки может увеличиваться до 10—12 л/сут.

Потовая жидкость состоит в основном из воды и минеральных веществ, в первую очередь хлорида натрия (около 0,3%). Кроме того, пот содержит жирные кислоты, некоторое количество жира. Содержание мочевины в поте не превышает 0,125 г/л, сахара не более 0,015 г/л.

Химический состав пота может изменяться в зависимости от функционального состояния организма. Так, при нарушении деятельности почек потовые железы в значительной степени выполняют их экскреторные функции, и тогда количество мочевины может достигать значительных величин. Кроме того, через потовые железы из организма выводятся также некоторые вещества экзогенного происхождения (ртуть, мышьяк, йод, бром). Это следует учитывать при гигиенической характеристике условий труда при работе с токсичными веществами.

Защитные функции кожи в значительной мере определяются химическим составом кожного сала — продукта сальных желез. Это смесь свободных эфиров, жирных кислот, холестерина, оксихолестерина.

Выделения потовых и сальных желез обусловливают кислотно-щелочное равновесие кожи. На различных участках тела реакция кожи неодинакова, что зависит от реакции пота и быстроты его испарения. Наименее кислая реакция пота в подмышечных впадинах (pH 6,1—6,8) и на внутренней поверхности пальцев. Пот кожи лба, носогубной складки и шеи имеет незначительную кислотность. На остальных участках тела пот резко кислый (pH 3,0—5,0). Кислая реакция кожи выполняет антибактериальную барьерную функцию. Бактерии могут преодолевать только те участки неповрежденной кожи, где резко понижена кислотность.

**Волосы** принимают участие в теплообмене человека и выполняют барьерные функции. Они покрывают почти всю поверхность тела, за исключением ладоней, подошв, межпальцевых складок, сосков и некоторых мест перехода кожи в слизистую оболочку. Различают пушковые волосы — очень тонкие и

короткие, укрепленные в самых верхних слоях кожи, и собственно волосы. На голове волосы образуют покров, плохо проводящий конвекционное и лучистое тепло и предохраняющий мозг от резких колебаний температуры. Чем волосы пышнее, тем выше их теплозащитные свойства благодаря большему количеству воздуха, заключенного в волосяном покрове. В последнее время отмечают накопление некоторых токсичных веществ (свинца, тяжелых металлов, радионуклидов) в волосах и ногтях.

Кожа отдает тепло в окружающую среду проведением и конвекцией, теплоизлучением по направлению к менее нагретым поверхностям, а также испарением влаги с поверхности. Температура кожи определяется ее кровенаполнением. Испарение 1 г пота отнимает у тела и прилежащих слоев воздуха 0,539 ккал, а свободно стекающий с поверхности тела пот в охлаждении организма почти не играет роли.

Все сказанное определяет большое значение чистоты кожи и волос, что достигается использованием различных косметических и моющих средств.

К средствам очистки, питания и регулирования обмена кожи относят различные косметические и синтетические моющие средства, а также мыло.

**Вода** — наиболее дешевое и распространенное средство личной гигиены. При умывании водой с кожи удаляются грязь, пот, жир и отмершие ороговевшие клетки. В результате умывания кожные сосуды расширяются, повышается обмен веществ, роговой слой набухает и размягчается, облегчаются выделение и впитывание различных веществ. Для умывания используют **туалетное мыло**, лучше нейтральное или пережиренное, с небольшим добавлением красителя и парфюмерных средств. Нейтральные мыла содержат 0,003% свободной щелочи.

Туалетная вода на 20–40% состоит из спирта, 0,2–0,5% ароматического вещества и дистиллированной воды, она может также содержать окисляющие или дезинфицирующие добавки (борную, уксусную или лимонную кислоты), дубильные вещества (танин, квасцы) или вещества, усиливающие кровоснабжение кожи (камфора). Небольшое количество глицерина смягчает кожу. Туалетная вода высушивает, обезжиривает, охлаждает, тонизирует кожу, стягивает поры и дезинфицирует в зависимости от химического состава и процента спирта. В основном ее используют для очищения кожи.

**Кремы** изготавливают на основе жиров, они делают кожу мягкой и эластичной, облегчают проникновение в кожу некоторых лекарственных веществ.

Жиры, входящие в состав кремов, могут быть животного, растительного и минерального происхождения. Первые два вида больше отвечают строению кожи и лучше переносятся. Минеральные жиры, например вазелин, часто раздражают кожу. На основе жиров изготавливают множество косметических препаратов.

## Гигиена одежды и обуви

Одежда служит для регулирования теплоотдачи тела, является защитой от неблагоприятных метеорологических условий, внешних загрязнений, механических повреждений. Одежда остается одним из важных средств адаптации человека к условиям окружающей среды.

В связи с различными физиологическими особенностями организма, характером выполняемой работы и условиями окружающей среды различают несколько типов одежды:

- бытовая одежда, изготовляемая с учетом сезонных и климатических особенностей (зимняя, летняя, одежда для средних широт, севера, юга);
- детская одежда, которая при малой массе, свободном покрое и изготовлении из мягких тканей обеспечивает высокую теплозащиту в холодное время года и не приводит к перегреванию летом;
- профессиональная одежда, сконструированная с учетом условий труда, защищающая человека от воздействия профессиональных вредностей. Видов профессиональной одежды много; это обязательный элемент средств личной защиты работающего. Одежда часто имеет решающее значение в ослаблении влияния неблагоприятного профессионального фактора на организм;
- спортивная одежда, предназначенная для занятий различными видами спорта. В настоящее время конструированию спортивной одежды придается большое значение, особенно в скоростных видах спорта, где ослабление трения воздушных потоков о тело спортсмена способствует улучшению спортивных результатов. Кроме того, ткани для спортивной одежды должны быть эластичными, с хорошей гигроскопичностью и воздухопроницаемостью;
- военная одежда особого покроя из определенного ассортимента тканей. Гигиенические требования, предъявляемые к тканям и покрою военной одежды, особенно высоки, так как одежда военного — это его дом. Ткани должны обладать хорошей гигроскопичностью, воздухопроницаемостью, хорошо сохранять тепло, быстро высыхать при намокании, быть износоустойчивыми, пылестойкими, легко отстирываться. При носке ткань не должна обесцвечиваться и деформироваться. Даже совершенно мокрый комплект одежды солдата не должен весить более 7 кг, иначе тяжелая одежда будет снижать работоспособность. Различают повседневную, парадную и рабочую военную одежду. Кроме того, имеются комплекты сезонной одежды. Покрой военной одежды различен и зависит от рода войск (одежда моряков, пехотинцев, десантников). Парадная одежда имеет различные отделочные детали, которые придают костюму торжественность и нарядность;
- больничная одежда, состоящая преимущественно из белья, пижамы и халата. Такая одежда должна быть легкой, хорошо очищаться от загрязнений, легко дезинфицироваться, ее изготавливают обычно из хлопчатобумажных тканей. Покрой и внешний вид больничной одежды требуют дальнейшего совершенствования. В настоящее время возможно изготовление больничной одежды одноразового пользования из бумаги особого состава.

Ткани для одежды делают из растительных, животных и искусственных волокон. Одежда в целом состоит из нескольких слоев и имеет различную толщину. Средняя толщина одежды различается в зависимости от времени года. Например, летняя одежда имеет толщину 3,3–3,4 мм, осенняя — 5,6–6,0 мм, зимняя — от 12 до 26 мм. Масса мужской летней одежды составляет 2,5–3 кг, зимней — 6–7 кг.

Независимо от типа, назначения, покроя и формы одежда должна соответствовать погодным условиям, состоянию организма и выполняемой работе,

весить не более 10% массы тела человека, иметь не затрудняющий кровообращения покрой, не стесняющий дыхания и движений и не вызывающий смещения внутренних органов, легко очищаться от пыли и загрязнений, быть прочной.

Одежда играет большую роль в процессах теплообмена организма с окружающей средой. Она обеспечивает такой микроклимат, который в различных условиях окружающей среды позволяет организму оставаться в нормальном тепловом режиме. Микроклимат пододежного пространства является основным параметром при выборе костюма, так как в конечном итоге пододежный микроклимат в значительной степени определяет тепловое самочувствие человека.

Под пододежным микроклиматом следует понимать комплексную характеристику физических факторов воздушной прослойки, прилегающей к поверхности кожи и непосредственно влияющей на физиологическое состояние человека. Эта индивидуальная микросреда находится в особенно тесном взаимодействии с организмом, изменяется под влиянием его жизнедеятельности и в свою очередь непрерывно влияет на организм; от особенностей пододежного микроклимата зависит состояние терморегуляции организма.

Пододежный микроклимат характеризуется температурой, влажностью воздуха и содержанием углекислоты.

Температура пододежного пространства колеблется от 30,5 до 34,6 °С при температуре окружающего воздуха 9—22 °С. В умеренном климате температура пододежного пространства понижается по мере удаления от тела, а при высокой температуре окружающей среды понижается по мере приближения к телу из-за нагревания солнечными лучами поверхности одежды.

Относительная влажность пододежного воздуха в условиях средней климатической полосы обычно меньше влажности окружающего воздуха и повышается при повышении температуры воздуха. Так, например, при температуре окружающего воздуха 17 °С влажность пододежного воздуха составляет около 60%, при повышении температуры атмосферного воздуха до 24 °С влажность воздуха в пододежном пространстве уменьшается до 40%. При повышении температуры окружающего воздуха до 30—32 °С, когда человек активно потеет, влажность пододежного воздуха возрастает до 90—95%.

Воздух пододежного пространства содержит около 1,5—2,3% углекислоты, ее источником является кожа. При температуре окружающего воздуха 24—25 °С за 1 ч в пододежное пространство выделяется 255 мг углекислоты. В загрязненной одежде на поверхности кожи, особенно при увлажнении и повышении температуры, происходит интенсивное разложение пота и органических веществ со значительным увеличением содержания углекислоты в воздухе пододежного пространства. Если в платье из ситца или сатина свободного покроя содержание углекислоты в воздухе пододежного пространства не превышает 0,7%, то в узкой и тесной одежде из тех же тканей количество углекислоты достигает 0,9%, а в теплой одежде, состоящей из 3—4 слоев, оно увеличивается до 1,6%.

Свойства одежды в значительной мере зависят от свойств тканей. Ткани должны обладать теплопроводностью соответственно климатическим условиям, достаточной воздухопроницаемостью, гигроскопичностью и влагоемкостью, малой газопоглощаемостью, не иметь раздражающих свойств. Ткани должны

**Таблица 14.1**. Гигиенические требования к бельевым тканям (по Р.А. Деллю и др., 1979)

| Показатели | Одежда | |
|---|---|---|
| | зимняя | летняя |
| Толщина, мм | 1,3–1,5 | 0,1–0,3 |
| Воздухопроницаемость, $дм^3/м^2 \cdot с$ | 51–100 | Не менее 100 |
| Влагопроводность, $г/м^2 \cdot ч$ | 52–56 | Не менее 56 |
| Гигроскопичность (при относительной влажности 65%), % | Не менее 7 | Не менее 7 |

быть мягкими, эластичными и вместе с тем прочными, не изменять своих гигиенических свойств в процессе носки.

В зависимости от назначения одежды требования к тканям различны (табл. 14.1). Например, хорошая воздухопроницаемость важна для летней одежды, наоборот, одежда для работы на ветру при низкой температуре воздуха должна иметь минимальную воздухопроницаемость. Хорошее поглощение водяных паров — необходимое свойство бельевых тканей, совершенно неприемлемое для одежды людей, работающих в атмосфере повышенной влажности или при постоянном смачивании одежды водой (рабочие красильных цехов, моряки, рыбаки и др.).

При гигиенической оценке тканей одежды исследуют их отношение к воздуху, воде, тепловые свойства и способность задерживать или пропускать ультрафиолетовые лучи.

Воздухопроницаемость тканей имеет большое значение для вентиляции пододежного пространства. Она зависит от количества и объема пор в ткани, характера обработки ткани.

Воздухонепроницаемая одежда создает затруднения в вентилировании пододежного пространства, которое быстрое насыщается водяными парами, что нарушает испарение пота и создает предпосылки для перегревания человека.

Очень важно сохранение тканями достаточной воздухопроницаемости и во влажном состоянии, т. е. после смачивания дождем или намокания от пота. Мокрая одежда затрудняет доступ наружного воздуха к поверхности тела, в пододежном пространстве накапливаются влага и углекислота, что снижает защитные и тепловые свойства кожи.

Важным показателем гигиенических свойств тканей является их отношение к воде. Вода в тканях может находиться в виде паров либо в жидкокапельном состоянии. В первом случае говорят о гигроскопичности, во втором — о влагоемкости тканей.

Гигроскопичность означает способность тканей поглощать воду в виде водяных паров из воздуха — впитывать парообразные выделения кожи человека. Гигроскопичность тканей различна. Если гигроскопичность льняного полотна принять за единицу, то гигроскопичность ситца составит 0,97, сукна — 1,59, шелка — 1,37, замши — 3,13.

Мокрая одежда быстро отнимает тепло от тела и тем самым создает предпосылки к переохлаждению. При этом имеет значение время испарения. Так, фланель, сукно медленнее испаряют воду, значит, теплоотдача шерстяной одеж-

ды за счет испарения будет меньше, чем шелковой или льняной. В связи с этим влажная одежда из шелка, ситца или полотна даже при достаточно высокой температуре воздуха вызывает ощущение зябкости. Надетая поверх фланелевая или шерстяная одежда значительно смягчает эти ощущения.

Большое значение имеют тепловые свойства тканей. Потери тепла через одежду определяются теплопроводными свойствами ткани, а также зависят от насыщения тканей влагой. Степень влияния тканей одежды на общую теплопотерю служит показателем ее тепловых свойств. Эта оценка проводится путем определения теплопроводности тканей.

Под теплопроводностью понимают количество тепла в калориях, проходящее в 1 с через 1 $см^2$ ткани при ее толщине 1 см и температурной разнице на противоположных поверхностях в 1 °С. Теплопроводность ткани зависит от величины пор в материале, причем имеют значение не столько крупные промежутки между волокнами, сколько мелкие — так называемые капиллярные поры. Теплопроводность ношеной или неоднократно стиранной ткани повышается, так как капиллярных пор становится меньше, число более крупных промежутков увеличивается.

Вследствие различной влажности окружающего воздуха поры одежды содержат большее или меньшее количество воды. От этого меняется теплопроводность, так как влажная ткань лучше проводит тепло, чем сухая. При полном намокании теплопроводность шерсти увеличивается на 100%, шелка на 40% и хлопчатобумажных тканей на 16%.

Существенное значение имеет отношение тканей к лучистой энергии — способность задерживать, пропускать и отражать как интегральный поток солнечной радиации, так и биологически наиболее активные инфракрасные и ультрафиолетовые лучи. Поглощение тканями видимых и тепловых лучей в значительной мере зависит от их окраски, а не от материала. Любые неокрашенные ткани поглощают видимые лучи одинаково, но темные ткани поглощают больше тепла, чем светлые.

В жарком климате белье лучше делать из хлопчатобумажных окрашенных тканей (красный, зеленый), обеспечивающих лучшую задержку солнечных лучей и наименьший доступ тепла к коже.

Одной из существенных особенностей тканей является их проницаемость для ультрафиолетовых лучей. Она важна как элемент профилактики ультрафиолетовой недостаточности, которая часто возникает у жителей крупных промышленных городов с интенсивным загрязнением атмосферного воздуха. Особое значение имеет прозрачность материалов в отношении ультрафиолетовых лучей для жителей северных районов, где увеличение площади открытых частей тела не всегда возможно из-за суровых климатических условий.

Способность материалов пропускать ультрафиолетовые лучи оказалась неодинаковой. Из синтетических тканей наиболее проницаемы для ультрафиолетовых лучей капрон и нейлон — они пропускают 50—70% ультрафиолетовых лучей. Значительно хуже пропускают ультрафиолетовые лучи ткани из ацетатного волокна (0,1—1,8%). Плотные ткани — шерсть, сатин пропускают ультрафиолетовые лучи плохо, а ситец и батист гораздо лучше.

Шелковые ткани редкого плетения, как неокрашенные (белые), так и окрашенные в светлые тона (желтый, салатовый, голубой), более прозрачны для

ультрафиолетовых лучей, чем материалы с большей удельной плотностью, толщиной, а также темных и насыщенных цветов (черный, сиреневый, красный).

Ультрафиолетовые лучи, прошедшие через ткани на основе полимеров, сохраняют свои биологические свойства и прежде всего антирахитическую активность, а также стимулирующее действие на фагоцитарную функцию лейкоцитов крови. Сохраняется также высокая бактерицидная эффективность по отношению к кишечной палочке и золотистому стафилококку. Облучение ультрафиолетовыми лучами через капроновые ткани уже через 5 мин приводит к гибели 97,0–99,9% бактерий.

Под влиянием носки ткань одежды изменяет свои свойства вследствие износа и загрязнения.

Загрязнение одежды происходит изнутри (жидкими и газообразными продуктами жизнедеятельности кожи) и снаружи (от внедрения пыли и пачкающих веществ). Различают механическое (пыль, грязь), химическое (газы) и бактериальное загрязнение одежды.

Определенную роль играет газопоглощаемость тканей. Это свойство имеет особое значение в производственных и полевых условиях. Величина поглощения газов зависит от их концентрации и влажности ткани. Шерсть поглощает газов больше, чем хлопчатобумажная ткань, и медленнее их выделяет. Иногда количество газов, адсорбированных тканями, настолько велико, что при обратном их выделении они могут стать причиной отравления (анилин). Способность тканей сорбировать газы (пары) из воздуха зависит также от структуры ткани и характера ее обработки.

Одежда и белье, кроме механического и химического загрязнения, подвергаются загрязнению микроорганизмами и паразитами.

Ткани одежды, загрязненные пылью, выделениями из носоглотки, испарениями, могут содержать патогенные возбудители — микобактерию туберкулеза, микроорганизмы тифо-паратифозной группы, стрептококки, стафилококки. Особенно сильно загрязняются белье и шерстяная одежда, большая толщина которой, рыхлость и сравнительно редкая стирка способствуют накоплению микроорганизмов.

Через загрязненную одежду могут передаваться брюшной тиф, дизентерия и другие инфекции. Опасность такой передачи определяется длительностью выживания микроорганизмов на ткани. Ввиду эпидемической опасности зараженной одежды ее необходимо дезинфицировать.

Красители, используемые при отделке тканей, могут иметь ядовитые примеси. Описаны случаи раздражения кожи с выраженными воспалительными явлениями при ношении одежды, содержащей остаточные количества соединений мышьяка, случаи экземы кожи лица с сильным зудом при ношении театральных костюмов, детали которых были окрашены фуксином с токсичными примесями. Подобные явления в настоящее время чрезвычайно редки, не исключаются при использовании тканей, окрашенных синтетическими красителями или изготовленных из разнообразных химических волокон.

В результате широкого внедрения в быт полимерных материалов, в том числе тканей из искусственных и синтетических волокон, а также их сочетаний с натуральными волокнами были созданы принципиально новые изделия для конструирования одежды (рис. 14.1).

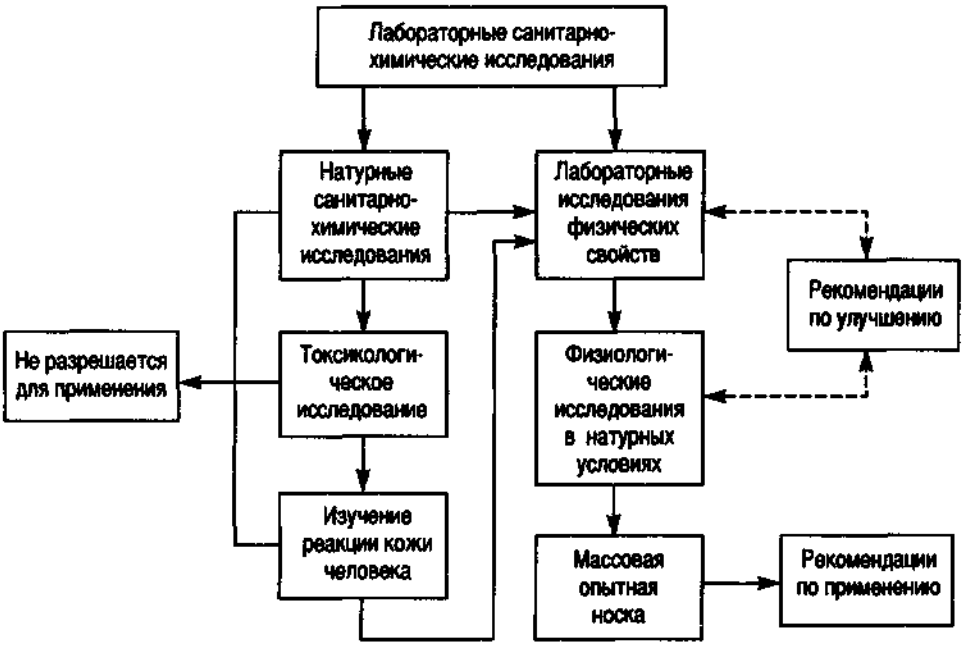



**Рис. 14.1.** Схема проведения исследований по гигиенической оценке одежды из синтетических материалов (по К.А. Рапопорту, 1971).

Химические волокна делятся на искусственные и синтетические. Искусственные волокна представлены целлюлозой и ее ацетатными, вискозными и триацетатными эфирами. Синтетические волокна — это лавсан, кашмилон, хлорин, винил и т.д.

По физико-химическим и физико-механическим свойствам химические волокна значительно превосходят натуральные.

Синтетические волокна высокоэластичны, обладают значительным сопротивлением к многократным деформациям, устойчивы к истиранию. В отличие от натуральных химические волокна устойчивы к воздействию кислот, щелочей, окислителей и других реагентов, а также к плесени и моли.

Ткани из химических волокон обладают антимикробным свойством. Так, на хлориновом белье при опытной носке микроорганизмы выживают значительно меньше, чем на белье из натуральных тканей. Созданы новые волокна, которые подавляют рост стафилококковой флоры и кишечной палочки.

Ткани из химических волокон обладают и более высокой воздухопроницаемостью, чем материалы из натуральных волокон такой же структуры. Воздухопроницаемость лавсановых, капроновых и хлориновых тканей выше, чем хлопчатобумажных.

Физиолого-гигиенические исследования при опытной носке подтвердили высокие теплозащитные свойства одежды, изготовленной из синтетических волокон — орлона, нитрона, полихлорвинила, лавсана.

Кроме теплозащитных свойств, важное значение имеют сорбционные качества одежды из химических волокон.

Наряду с высокими гигиеническими свойствами тканей из синтетических волокон следует отметить и некоторые отрицательные их качества. В первую очередь это относится к способности тканей из полимерных материалов накапливать статическое электричество. Вместе с тем высокая электрозаряженность поливинилхлоридных волокон используется для создания лечебного белья.

Низкие сорбционные свойства ограничивают применение большинства синтетических волокон для изготовления белья.

Липофильные свойства капроновых волокон предопределяют и способность таких тканей удерживать запахи и плохо отстирываться. Стирка обычными средствами позволяет снизить бактериальную загрязненность капроновых чулок лишь на 10%, а на чулках из натуральных волокон после аналогичной процедуры она составляла только 40—25% внесенной микрофлоры.

Для гигиенической оценки одежды из тканей на основе химических волокон чрезвычайно важна химическая стабильность текстильных материалов. Полимерные материалы могут выделять некоторые вредные вещества (незаполимеризовавшиеся мономеры и другие исходные продукты синтеза). Помимо того, в воздух и воду из массы полимера могут мигрировать растворители, стабилизаторы, теплоносители, антиэлектростатические препараты и другие вещества, использованные в процессах получения, формирования, отделки волокон и тканей.

В одежде из синтетических тканей в пододежном пространстве образуется область повышенной влажности, в такой одежде быстро наступает перегревание, особенно летом. Не успевающий испариться пот накапливается на коже, и при трении одежды могут возникнуть потертости и раздражения. Зимой, когда относительная влажность воздуха в помещении мала, дает о себе знать статическое электричество. Оно вызывает ощущение покалывания, одежда прилипает к телу. При этом меняется ритм сердечных сокращений, появляется склонность к спазмам сосудов, изменению артериального давления, развивается утомление, возникает головная боль. Статическое электричество влияет и на свойства ткани — она притягивает к себе пыль и микрофлору. Гигиенические свойства такой ткани резко снижаются. В нашей стране осуществляется строгий гигиенический контроль за качеством синтетических материалов, предназначенных для одежды и обуви. Образцы таких тканей подвергаются сложным исследованиям в соответствующих научно-исследовательских лабораториях.

При гигиенической оценке химически стабильных тканей проводятся токсикологические исследования с применением специфических и чувствительных тестов. Непосредственный контакт одежды с кожей заставляет изучать реакцию кожи лабораторных животных на воздействие водных вытяжек из образцов тканей. Это исследование ставит своей задачей выявление местного раздражающего и сенсибилизирующего действия. Кожные реакции на вытяжки из тканей исключают применение исследуемой ткани. Окончательным этапом токсикологических исследований становится изучение кожно-резорбтивного действия, так как некоторые вещества (например, фосфорорганические соединения) оказывают общее токсическое действие при попадании на кожу без местной кожной реакции. Только в случае отсутствия местного раздражающего, сенсибилизирующего и кожно-резорбтивного действия водных вытяжек из тканей на лабораторных животных проводятся наблюдения на людях-

добровольцах. Это осуществляют либо методом «лоскутных» проб, либо проводят опытную носку изделия из исследуемой ткани. Хотя бы один случай кожной реакции у человека дает основание для отклонения исследуемой ткани от широкого внедрения. При отсутствии кожной реакции токсикологические исследования продолжаются в направлении действия водных вытяжек из тканей на иммунные и генетические реакции животных. Например, при изучении формальдегидсодержащих пропиток для одежды не было выявлено токсического действия с помощью кожных проб, биохимических и морфологических исследований, но иммунологические и генетические методы выявили действие малых концентраций формальдегида и диметилформамида, выделяющихся из одежды. Таким образом, при гигиенической оценке новых тканей и одежды из нее определяющее значение имеют результаты санитарно-химических и токсикологических исследований.

На основании полученных данных разрабатывают рекомендации по использованию тканей для одежды и оформляют их в виде гигиенических нормативов и правил.

В настоящее время изготовляют ткани из смешанных волокон, что позволяет сочетать достоинства натуральных и синтетических материалов.

Смеси волокон различной природы повышают теплозащитные свойства одежды, уменьшают гидрофобность и электростатичность, улучшают сорбционные свойства, т. е. позволяют получить ткани с благоприятными гигиеническими свойствами. Улучшение теплозащитных свойств из химических волокон одного и того же вида возможно также путем придания волокну объемности, изменения плетения, создания ажурности и т.д.

В последнее время в качестве утеплителя для зимней одежды успешно используется поропласт на основе пенополиуретана. Этот материал химически стабилен, имеет малую объемную массу и высокую пористость, выраженные теплоизолирующие свойства. Однако высокая влагоемкость и плохая облегаемость сдерживают его использование. Физиологические исследования различных вариантов одежды в условиях Крайнего Севера и средней климатической зоны показали целесообразность использования пенополиуретана, особенно в сочетании с ветрозащитными и водоотталкивающими материалами (ткань плащевая, болонья). Использование пенополиуретана в зимней детской одежде позволяет снизить массу одежды на 30–40%, что существенно для детей младшего школьного и дошкольного возраста.

Поливинилхлоридные волокна используются для изготовления лечебного белья. Токсикологические исследования на лабораторных животных и наблюдения во время опытной носки не обнаружили каких-либо неблагоприятных явлений. Эти ткани обладают высокими теплозащитными свойствами, хорошей воздухо- и паропроницаемостью, малой влагоемкостью и гигроскопичностью. Высокая электризуемость этих тканей дает физиотерапевтический эффект («сухое» тепло). Однако эти ткани не выдерживают частых стирок, быстро разрушаются от горячей воды, что исключает их использование в лечебных учреждениях. Белье из поливинилхлоридных волокон можно рекомендовать в условиях охлаждения при работе и спортивных занятиях (в зимнее время вне помещения).

К детской одежде предъявляются особые требования. Различают одежду для детей ясельного, дошкольного и школьного возраста. Гигиенические требова-

ния к одежде исходят из особенностей роста и развития ребенка, его функциональных возможностей в каждом возрасте. При конструировании одежды для детей ясельного возраста необходимо учитывать неустойчивость процессов терморегуляции ребенка, повышенную ранимость кожи, отсутствие выраженной мышечной деятельности.

Температура тела ребенка становится устойчивой лишь к 3 годам, поэтому детский организм столь активно реагирует на колебания температуры воздуха. Особенно это проявляется при укутывании ребенка. Часто говорят о перегревании при высокой температуре воздуха и инсоляции, а о перегревании от нерациональной одежды забывают.

Для детей ясельного возраста наиболее подходят хлопчатобумажные ткани: они гигроскопичны, хорошо впитывают пот и стираются, они мягкие, легкие. Фланель и байка имеют высокие тепловые свойства. Трикотаж хорошо сохраняет тепло, он мягок, легок.

Одежда должна соответствовать возрасту ребенка. Узкая одежда стесняет движения, вызывает деформацию грудной клетки. Детей не следует пеленать. Одежда должна быть легкой, без грубых швов. Важно, чтобы ее было легко надевать (няня в яслях 15% рабочего времени тратит на одевание детей).

В дошкольном возрасте ребенок особенно подвижен, поэтому одежда должна быть достаточно свободной, не стеснять движений. Ассортимент одежды ребенка увеличивается, появляются несколько видов верхней одежды, разнообразная обувь, головные уборы для различных сезонов.

Гигиенические требования к тканям одежды остаются теми же, что и для детей ясельного возраста, но возможно частичное использование искусственных и синтетических волокон либо в смеси с натуральными, либо для одежды функционального назначения (плащи, головные уборы).

У детей школьного возраста имеется уже два типа одежды: производственная (школьная форма) и бытовая. Последняя весьма разнообразна, ее ассортимент практически соответствует ассортименту одежды взрослого. Значительное время суток школьник проводит в школьной форме (5—6 ч, с учетом продленного дня до 8—9 ч). Следовательно, гигиенические свойства школьной одежды весьма важны для теплового комфорта и самочувствия ребенка. Поучительна история создания школьной формы. До 50-х годов в Советском Союзе не было обязательной школьной формы в общеобразовательных школах, но уже во время Великой Отечественной войны в специальных учебных заведениях (спецшколы ВВС, ремесленные училища) обязательная форма для детей была. В 50-е годы введена школьная форма для мальчиков и девочек, аналогичная гимназической форме. Одежда девочек состояла из шерстяного платья и фартука. Этот вид одежды сохранился до наших дней, так как ее покрой соответствует гигиеническим требованиям и удобен в эксплуатации.

У мальчиков первоначально форменная одежда состояла из брюк и кителя с застежкой по центру, глухим воротником и широким ремнем на талии. В качестве головного убора была фуражка с жестким каркасом и козырьком. Однако выяснилось, что такая форма способствует перегреванию детей, два ремня (на кителе и брюках) создают неудобство при ее эксплуатации, фуражка тяжела. Дети быстро уставали, перегревались. Кроме того, форму шили из шерстяной ткани невзрачного серого цвета, ткань быстро протиралась, де-

формировалась. Новая форма, состояла из брюк и пиджака с накладными боковыми карманами для мальчиков старших классов и брюк с курточкой до пояса для мальчиков младших и средних классов. В качестве головного убора предлагался шерстяной берет. Форма стала синего цвета, ее шили из износостойкой ткани. Такая форма соответствует гигиеническим требованиям. Возникла потребность в одежде для уроков труда. Пока это халат из хлопчатобумажной ткани, который при работе на станках небезопасен — имеет отлетные полы, накладные карманы.

В случае частичной замены натурального сырья синтетическим в детской одежде, гигиенические свойства строго контролируются гигиенистами. Гигиенические нормативы устанавливают процент синтетических волокон в тканях для изделий детского ассортимента. Например, в трикотажных изделиях допускается 18% капроновой нити, в детских колготах — не более 30%, в верхней одежде — не более 20%. Изделия для детей из 100% капрона не выпускают.

Обувь для детей дошкольного возраста изготовляется только из натуральной кожи. В обуви для старших школьников синтетические материалы можно использовать лишь для каблука, задника, перемычек.

Головные уборы являются одним из обязательных элементов одежды. Они должны быть легкими, не нарушающими кровообращения. Летние головные уборы нужно делать с высоким верхом и достаточной воздушной прослойкой между волосистой частью головы и донышком для ослабления теплового потока от солнца. Их изготовляют из легких светлых тканей с хорошей воздухопроницаемостью.

Гигиенические требования к обуви заключаются в защите ног от механических воздействий, ударов и неровностей почвы, от холода и промокания. Обувь не должна способствовать перегреванию и сильному потению ног, нарушать их функции, стеснять свободу движений. Обувь должна быть мягкой, легкой, удобной в носке, соответствовать погоде и условиям труда. Узкая и тесная обувь ведет к деформации стопы: сначала появляются утолщения и стертости кожи, затем деформируются мягкие части и кости стопы. Узкая обувь способствует врастанию ногтей, ухудшает кровообращение, усиливает потливость ног, ведет к развитию плоскостопия. Кроме того, тесная обувь вследствие нарушения кровообращения способствует более быстрому охлаждению ног, что в известной мере предрасполагает к простудным заболеваньям.

Наилучшим материалом для изготовления обуви остается натуральная кожа, которая удовлетворяет основным гигиеническим требованиям: она достаточно воздухопроницаема, устойчива к намоканию, хорошо удерживает тепло. Для повышения теплозащитных свойств обуви в холодное время года целесообразно использовать стельки из меха или войлока. Наиболее теплая обувь — кожаные ботинки или сапоги с меховой подкладкой, а также валенки, но они быстро промокают, что снижает их эксплутационные свойства.

Летняя обувь должна обеспечивать хорошую вентиляцию внутриобувного пространства. В жарком климате подошва обуви должна защищать стопу от перегревания, поэтому ее лучше изготовлять из плотной кожи достаточной толщины. Летом наиболее целесообразна обувь, верхняя часть которой выполнена из воздухопроницаемых материалов с отверстиями, — в том числе обувь с тканевым верхом.

С гигиенической точки зрения не оправдано использование для верха летней обуви лакированной кожи, так как она плохо пропускает воздух.

В настоящее время в кожевенно-обувной промышленности широко применяются искусственные материалы.

Искусственные кожи изготовлены из сложных многокомпонентных смесей, в состав которых входят такие высокомолекулярные соединения, как поливинилхлорид, полиамид, полиуретан, синтетические каучуки, латексы, нитроцеллюлоза и др. В зависимости от назначения материала вводят технологические добавки — стабилизаторы: стеараты кадмия и кальция, лаураты и капролаты этих соединений. Большое место занимают пластификаторы (дибутилфталат, диоктилфталат и др.). Широко используют наполнители, красители, отбеливатели, фунгициды.

Искусственные кожи под влиянием света, тепла, ультрафиолетовых лучей, механических, химических и других видов воздействия даже в нормальных условиях эксплуатации выделяют в окружающую среду сложный комплекс биологически активных веществ (дивинил, хлоропрен, стирол, хлористый водород, аммиак, акрилаты, изопрен и др.).

Количество химических веществ, выделяющихся из искусственных кож и пленочных материалов, зависит в основном от завершенности процессов полимеризации и поликонденсации, условий и режима эксплуатации, выраженности процессов деструкции и старения, от химических свойств входящих в рецептуру добавок, физико-химических свойств полученного материала и др.

Искусственные кожи должны быть пористыми, паро-, воздухо- и водопроницаемыми, поглощать и отдавать влагу, иметь малую теплопроводность для предупреждения перегревания организма в жару и охлаждения в холодное время; не изменять размеров при изменении содержания влаги; не коробиться при увлажнении и последующем высыхании; не изменять свойств под действием пота, высокой влажности и температуры воздуха; искусственные кожи должны быть стойкими к старению, к действию плесени и не выделять химических веществ в количествах, представляющих потенциальную опасность для здоровья.

В настоящее время при конструировании обуви используется искусственная кожа, искусственная замша, текстовит, синтетический мех в качестве утеплителя. Эти материалы износоустойчивы, легки, красивы.

Изучены гигиенические характеристики некоторых кожзаменителей. Такие материалы отличаются достаточной паро- и воздухопроницаемостью и незначительно набухают. При опытной носке были отмечены удовлетворительные свойства микроклимата внутриобувного пространства.

В заключение следует отметить, что покрой, внешний вид одежды и обуви и качество материалов для них определяются не только гигиеническими соображениями, но и требованиями моды.

Одежда существенно влияет на наше настроение и работоспособность. Человек в уютной одежде, знающий, что его одежда соответствует направлению моды, чувствует себя хорошо, уверенно, он активен и работоспособен. Однако некоторые проявления моды могут отразиться на здоровье. Так, ношение корсетов приводило к деформации грудной клетки, позвоночника, громоздкие парики и головные уборы, жабо, стягивающие шею, нарушали мозговое кровообращение, вызывали головные боли, головокружения, обмороки.

В наше время мода также влияет на здоровье. Под модой понимают «непродолжительное господство определенного вкуса в какой-либо сфере жизни или культуры». С гигиенических позиций особый интерес представляет мода «мини». Под влиянием систематического переохлаждения у женщин развиваются нарушения кровообращения органов малого таза, возникают воспалительные заболевания матки, яичников, мочевого пузыря, появляются нарушения менструального цикла.

Нерациональная одежда (тонкие чулки, легкие туфли в сочетании в укороченной одеждой) в холодное время года приводит к нарушению кровообращения нижних конечностей, на коже голени появляются синевато-красные уплотнения. Это заболевание носит название симметричный эритроцианоз.

Отказ от головного убора в холодное время года (даже зимой) также приносит свои печальные плоды. При температуре воздуха — 10 °С теплопотери организма увеличиваются на 17%, а при открытой шее в таких условиях — до 27%. Охлаждение головы приводит к нарушению кровообращения волосистой части головы, атрофии волосяных луковиц, выпадению волос и раннему облысению. Часто развивается воспаление лицевого нерва, лобных и придаточных пазух носа.

В наше время универсальным предметом как мужского, так и женского туалета стали брюки. «Джинсовый период» показал, что возможно сочетание моды и практичности. Однако чрезмерное зауживание брюк привело к нежелательным последствиям: участились случаи деформации спины, затруднения дыхательных экскурсий легких, заболевания яичек. 80-е годы знаменуют собой отход от зауженных джинсов к брюкам более просторного покроя.

В 70-х годах стремительно завоевала мир мода на обувь с «платформой». Стопа площадью несколько десятков квадратных сантиметров выдерживает тяжесть всего тела. Стопа состоит из 26 костей, соединенных между собой в сложное сочетание с помощью 137 суставов. Обувь на жесткой, несгибающейся подошве снижает естественную пластичность стопы, затрудняется ее нормальный перекат (как известно, при ходьбе стопа расширяется на 0,8 — 1 см и удлиняется на 1,5 см). Мышцы голени испытывают чрезмерную нагрузку, шаг становится короче (мелкие шаги). Положение тела неустойчиво, бежать на «платформах» трудно. Частота заболеваний стопы в 4 раза превышает частоту заболеваний кистей рук. У 40% женщин стопа имеет статическую деформацию, что в значительной мере связано с ношением ультрамодной обуви (узкая обувь, высокий тонкий каблук, тяжелая «платформа» и т.д.).

Еще одно веяние моды — солнцезащитные очки. Такие очки имеют пластмассовые светофильтры зеленого, лилового, розового, голубого цветов. Однако многие цвета не защищают от солнца, а напротив, вызывают ослепляющее действие и утомление глаз. Не очень прозрачная и шероховатая пластмасса требует сильного напряжения органов зрения. Очки с цветными фильтрами задерживают до 50% света, это вызывает резь в глазах, головные боли. Людям с нормальным зрением не рекомендуется носить темные очки в помещении и в пасмурную погоду. Сейчас выпускают фотохромные стекла, которые темнеют от солнечных лучей, а в тени вновь становятся прозрачными.

Моду остановить невозможно, в природе человека заложено стремление к совершенствованию и обновлению. По мере повышения благосостояния изменилось отношение к вещам. Без модных и красивых вещей мы не представ-

ляем современного быта. Однако слепое подражание моде без учета индивидуальных особенностей организма, приверженность «ультрамоде» могут привести к нежелательным последствиям.

## Основы личной гигиены студента

Современные условия жизни предъявляют повышенные требования к здоровью и интеллектуальным возможностям молодежи. В условиях научно-технической революции социальная значимость человека определяется образованием, профессиональной квалификацией и состоянием здоровья.

Будущие специалисты должны обладать высокой профессиональной квалификацией, быть здоровыми, физически выносливыми, иметь высокую работоспособность. Студенты — особая производственно-профессиональная группа определенного возраста со специфическими условиями труда и жизни.

Студенчество — это единственная категория организованного населения, где возрастные границы чрезвычайно узкие: основная масса студентов — это люди в возрасте 17—27 лет. У студентов младшего возраста еще полностью не завершено физическое развитие. У 25% юношей и 10% девушек в возрасте 18 лет не завершен рост тела в длину; нарастание массы тела и мышечной силы у большинства студентов завершается к 19—20 годам. Многие студенты (в некоторых вузах до 60%) живут в общежитии в отрыве от семьи, что заставляет их перестраивать стереотип жизни. Еще большие усилия требуются от сельской молодежи, которая не только изменяет режим, но и все условия деятельности и обстановку жизни. Производственная жизнь студентов отличается от работы промышленных рабочих и служащих.

Кроме занятий в институте (аудиторная работа), студенты выполняют значительную работу дома (внеаудиторная работа). Производственная работа также имеет свои особенности, два раза в год в течение зачетных и экзаменационных сессий умственная нагрузка резко возрастает, возникает выраженное стрессовое состояние. Деятельность студентов более разнообразна, чем у рабочих. Это и умственный труд с книгами и пособиями, работа с аппаратурой в лабораториях, производственная практика. Включение в работу обычно происходит в течение первых нескольких месяцев учебы в вузе. Студенту необходимо адаптироваться к новым условиям обучения и успешно выполнять весь объем учебной и общественно-производственной работы.

С точки зрения адаптации к новым условиям производственная жизнь студентов проходит 3 этапа. Первый этап включает I, II курсы. Он наиболее трудный, так как I курсу у многих студентов предшествует сдача выпускных экзаменов в школе, все студенты сдавали вступительные экзамены, часто без летнего отдыха. Второй этап — период полной адаптации к новым условиям, когда показатели успеваемости наиболее высоки и стабильны. Это III курс. На старших курсах нагрузка возрастает в связи с присоединением новых факторов — созданием семьи, необходимостью совмещать работу с учебой, участием в студенческих научных кружках, большой общественной работой и т.д. Заболеваемость студентов в значительной мере отражает влияние производственной деятельности и условий жизни на организм.

Первые попытки оценки состояния здоровья студентов были проведены уже в 20-е годы. Тяжелые условия жизни населения, плохое питание определяли высокую заболеваемость студентов. Среди студентов 20-х годов были наиболее распространены туберкулез легких (до 18%), ревматические заболевания сердца (30%), малокровие (10–65%), неврастения (10–28%), малярия. У 30% студентов отмечены значительные отклонения в физическом развитии. Так, из 5 вузов страны в 1925 г. годными к строевой службе оказались лишь 60% студентов-мужчин.

У современных студентов на первое место выходят функциональные заболевания нервной системы, кариес зубов, хронические воспалительные заболевания ЛОР-органов, миопия, гипертоническая болезнь, заболевания органов пищеварения.

Большинство этих заболеваний возникает в школе, что связано прежде всего с резкой перегрузкой школьных программ. Из года в год увеличивается число абитуриентов с теми или иными нарушениями здоровья (от 17 до 30%).

За весь период обучения студентов различных институтов отмечались функциональные нарушения нервной системы на различных курсах (неврастенические, астеновегетативные синдромы, вегетодисфункции и вегетоневрозы) в 31–56,6% случаев. Частота заболеваний у девушек и юношей примерно одинакова. У большинства студентов отмечались нестойкие поражения, мало отражающиеся на состоянии здоровья. Невротические жалобы уменьшались после отдыха или амбулаторного лечения. Наиболее высокий процент этих заболеваний регистрировался у студентов I–II курсов и у старшеклассников. На III курсе заболеваемость была самой низкой. У 80% студентов отмечался кариес зубов. Хронические воспалительные заболевания ЛОР-органов не превышали средних показателей у населения в целом. К концу обучения заболеваемость снижалась в результате тонзиллэктомий.

Настораживают высокий процент близорукости среди студентов (в среднем более 30) и нарастание числа студентов с гипертензией и гипертонической болезнью.

Гипертоническое состояние отмечалось у 12–19% студентов различных курсов, что отражало адаптацию студентов к производственной деятельности.

У юношей гипертензия регистрировалась в 2,5 раза чаще, чем у девушек. К последнему курсу заболеваемость не увеличивалась, но у 60% студентов с гипертоническим состоянием отмечалось изменение глазного дна, что указывает на развитие стойкой гипертонической болезни. Заболевания органов пищеварения имели выраженную тенденцию к нарастанию от курса к курсу. Обычно эти заболевания имели легкую форму, жалобы и объективные изменения быстро исчезали при нормализации питания.

Студенты выполняют аудиторную и внеаудиторную работу. При изучении продолжительности домашних занятий оказалось, что у большинства студентов рабочий день составляет 10–12 ч, а с учетом затрат времени на переезды еще больше. Соответственно уменьшается продолжительность ночного сна. Следовательно, у студентов нарушен режим дня, меньше времени остается для отдыха. Это сказывается и на успешности обучения. Наибольшее число студентов, не подготовленных к занятиям (до 30%), отмечается на I курсе как медицинских, так и технических вузов. На I курсе идет процесс адаптации, и

не все студенты успешно справляются с учебной нагрузкой. На старших курсах процент не подготовленных к занятиям студентов колеблется от 10 до 16. Неудовлетворительные оценки чаще получают студенты, которые готовятся к экзаменам 2–3 дня вместо отведенных 7–8 дней и по 2–3 ч в день вместо положенных 6–7 ч в день. 70% студентов, которые готовятся к экзаменам положенное время, получают отличные оценки. В 4 раза больше неудовлетворительных оценок на экзаменах у студентов, сдававших зачеты и контрольные работы с отставанием от учебного плана. 70% студентов, имеющих по текущей успеваемости «удовлетворительно», получают ту же оценку на экзамене. Эти сведения говорят о том, что успешность обучения прямо зависит от качества и времени подготовки к занятиям. Экзаменационная сессия — особый период производственной работы студентов, время больших учебных нагрузок и стрессовых состояний.

Традиционный устный экзамен в вузах остается причиной волнений и беспокойства у большинства студентов.

Наибольшие вегетативные сдвиги отмечались непосредственно перед экзаменом и во время него. Учащение пульса регистрировалось у 87% студентов, у некоторых пульс достигал 120 в минуту. Отмечали также учащенное дыхание и повышение артериального давления. У половины студентов повышалось как систолическое, так и диастолическое артериальное давление. В день экзамена происходят биохимические сдвиги. В крови несколько повышается уровень сахара, нарастает число лейкоцитов, увеличивается выделение катехоламинов с мочой. Среди функциональных изменений указывают на ускорение вестибулярной, моторной, оптической хронаксии. Все эти изменения говорят о напряжении симпатико-адреналовой системы, связанном со стрессовой ситуацией на экзамене. Эти изменения исчезали через 15–24 ч после экзамена.

Психогигиена — отрасль гигиены, разрабатывающая мероприятия по сохранению и укреплению психического здоровья человека, предупреждению возникновения и развития нервно-психических заболеваний. В XX столетии произошли существенные изменения уровня и структуры заболеваемости и смертности населения. Нервно-психические заболевания широко распространены во многих странах мира.

Нервно-психические заболевания включают в себя психозы, большую категорию «пограничных» состояний, психопатические реакции, неврозы, умственную недостаточность, атеросклеротические и другие сосудисто-возрастные заболевания мозга и т.д.

Расстройства нервно-психического здоровья представляют опасность не только сами по себе, но и потому, что нейрогенный фактор играет большую роль в этиологии гипертензии, болезней атеросклеротической природы, злокачественных опухолей, язвенной болезни. 70% хронически больных с соматической патологией, обращающихся к общепрактикующим врачам, имеют психические расстройства.

В условиях научно-технической революции профилактика нарушений психического здоровья приобретает особое значение, так как убыстряющийся поток информации, стремительный темп жизни городов, усложнение межличностных отношений на производстве и в быту предъявляют повышенные требования к нервно-психическому статусу.

Всемирная организация здравоохранения при ООН рекомендует все мероприятия по предупреждению нарушений психического здоровья именовать психопрофилактикой. Психопрофилактику предложено разделять на первичную, т. е. осуществление всех общегигиенических мероприятий и соблюдение правил личной гигиены с целью укрепления и сохранения психического здоровья, вторичную, призванную выявлять начальные формы разнообразных нервно-психических заболеваний с целью предупреждения их дальнейшего развития, и третичную — лечебно-профилактические мероприятия по предупреждению рецидивов заболеваний и социальной реабилитации пациентов с нервно-психической патологией.

Задачи первичной профилактики совпадают с задачами психогигиены.

История психогигиены уходит корнями в античную медицину. Гиппократ и Гален выдвигали положение профилактики нервно-психических заболеваний.

Научная психогигиена сформировалась в конце XVIII века, когда психиатрия сложилась как самостоятельная отрасль знаний.

Увеличение числа нервно-психических заболеваний во время и после первой мировой войны потребовало обсуждения вопросов психопрофилактики на международных конференциях по психиатрии в 1930 и 1938 г.

Интерес к охране психического здоровья усилился после второй мировой войны.

В 1948 г. В Лондоне состоялся Международный конгресс по психическому здоровью населения, который принял решение об организации Всемирной федерации психического здоровья.

Психогигиена стала составной частью гигиенической науки, связанной общими задачами профилактики заболеваний, включая нервно-психические болезни. Она включает в себя профилактические мероприятия по охране психического здоровья в различных возрастных периодах. Это психогигиена молодого поколения, взрослого населения, людей пожилого и старческого возраста, психогигиена проживания в крупных городах и психогигиена быта.

Особенности трудовой деятельности и межличностных взаимоотношений в различном возрасте требуют разработки конкретных мероприятий по сохранению психического здоровья людей.

Так, ребенок вступает в коллектив, где придется занять определенную позицию, утвердить свой авторитет, определить взаимоотношения со сверстниками, воспитателями и учителями. Часто у «домашних» детей, а тем более у единственных в семье, такой переход из лона семьи в коллектив сверстников (ясли — детский сад — школа) вызывает нервно-эмоциональное напряжение и может привести к развитию невротических состояний.

В период обучения в школе, средних и высших учебных заведениях дают о себе знать чрезмерная информационная нагрузка, уплотненный рабочий день, ускоренный темп жизни. Расширяется деятельность учащихся (общественная работа, производственная практика), усложняются межличностные взаимоотношения.

У взрослых людей также возникают проблемы. В условиях научно-технической революции усложняются технологические процессы, увеличивается доля умственного труда. Управление с помощью сигнальных устройств и автоматов повышает личную ответственность за порученное дело, требует быстрого при-

нятия решений, предъявляет повышенные требования к оперативной памяти и стартовой готовности. Интенсификация производственных процессов определяет темп и ритм работы, который необходимо усвоить без явлений усталости и снижения работоспособности. Все это, безусловно, отражается на нервно-психической деятельности. Задача психогигиены заключается в создании благоприятных условий труда и оптимальных взаимоотношений в коллективе с целью предотвращения нервно-психических заболеваний. В пожилом и старческом возрасте резко изменяются условия жизни. Отсутствие производственного труда, ограничение интересов проблемами семьи, исключение активной общественной деятельности становятся стрессовой нагрузкой. Большое значение приобретают взаимоотношения стариков и других членов семьи. Равнодушие, отчужденность не только приводят к развитию нервно-психических заболеваний, но и усугубляют течение кардио- и церебросклероза с тяжелыми последствиями. Наконец, приходится говорить о психогигиене проживания (в городе, в доме, в квартире, в семье).

Это связано с резким увеличением жителей города, ускорением темпов жизни в городах, большими расстояниями между жильем, местом работы и объектами культурно-бытового назначения. Увеличение коммуникативных связей, транспортная усталость, отрыв человека от природы способствуют длительному нервно-психическому напряжению и развитию астенических, нервно-психических заболеваний.

Общегигиенические и социальные мероприятия, направленные на улучшение условий жизни в городах, создание благоприятных условий труда, рациональное питание, регулярные занятия физкультурой, закаливание, организация разумного отдыха, доброжелательные взаимоотношения людей в семье и производственных коллективах способствуют укреплению здоровья, в том числе и здоровья психического.

# Тесты

## Глава 3. Экологические факторы и здоровье населения

1. Основа первичной профилактики:
а) раннее выявление препатологических состояний, тщательное обследование внешне здоровых людей, подвергавшихся воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды
б) полное устранение вредного фактора либо снижение его воздействия до безопасного уровня
в) гигиеническое нормирование факторов окружающей среды
г) комплекс мер по предотвращению осложнений заболеваний, реабилитации и лечению
д) применение антидотов жителями экологически неблагополучных регионов

2. Основные этапы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека:
а) характеристика риска
б) оценка экспозиции
в) идентификация вредных факторов и оценка их опасности
г) оценка зависимости доза–ответ
д) управление риском

3. Признаки заболеваний предположительно химической этиологии:
а) характерное географическое (пространственное) распределение случаев заболеваний
б) биологическое правдоподобие
в) контактные пути передачи
г) комбинация неспецифических признаков, симптомов, данных лабораторных исследований, нехарактерная для известных болезней
д) патогномоничные (специфические) симптомы

4. По выраженности влияния факторов окружающей среды на здоровье населения выделяют следующие зоны:
а) зона экологического риска
б) зона чрезвычайной экологической ситуации
в) зона экологического бедствия
г) зона экологического кризиса
д) зона снижения качества жизни населения

5. Государственной системой наблюдения за качеством окружающей среды и состоянием здоровья населения является:

а) система санитарно-эпидемиологического нормирования
б) гигиеническая диагностика
в) социально-гигиенический мониторинг
г) федеральная система гидрометеорологического мониторинга
д) методология оценки риска

6. Маршрут воздействия представляет собой:
а) путь химического вещества (или другого фактора) от источника его образования и выделения в окружающую среду до экспонируемого организма
б) одновременное поступление химического вещества в организм человека несколькими путями
в) одновременное поступление химического вещества из нескольких объектов окружающей среды
г) трансформацию и транспорт вещества в окружающей среде

7. В гигиенической диагностике используются биологические маркеры:
а) экспозиции
б) эффекта
в) восприимчивости
г) санитарного состояния окружающей среды

8. Экологическое исследование позволяет:
а) установить этиологическую связь между нарушением состояния здоровья человека и воздействием экологических факторов
б) выявить проблемы, требующие углубленного изучения
в) установить связь между уровнями воздействия вредных факторов и риском развития заболевания
г) установить роль возрастных и половых особенностей чувствительности к действию вредных факторов

9. Основные количественные параметры, получаемые в эпидемиологических исследованиях:
а) относительный риск
б) атрибутивный риск
в) отношение шансов
г) абсолютный риск

10. Критерии достоверности связей между воздействием факторов окружающей среды и нарушением состояния здоровья населения:
а) несоблюдение гигиенических нормативов
б) сила статистической связи между изучаемым фактором и наблюдающимися изменениями в состоянии здоровья
в) специфичность связи
г) наличие зависимости экспозиция—эффект
д) биологическое правдоподобие связи

**Ответы:**
1. б, в
2. а, б, в, г

3. а, б, г, д
4. б, в
5. в
6. а
7. а, б, в
8. б
9. а, б, в, г
10. б, в, г, д

## Глава 5. Гигиена воды. Водоснабжение населенных мест

1. Через воду могут передаваться:
а) брюшной тиф
б) сыпной тиф
в) туляремия
г) гепатит А
д) гепатит В

2. Для эпидемии водного происхождения характерно:
а) быстрый рост числа заболеваний
б) медленный спад числа заболеваний после изоляции очага инфекции
в) малое число заболевших
г) длительный период возникновения единичных случаев заболевания после ликвидации вспышки («контактный хвост»)
д) территориальная ограниченность распространения заболевания

3. Пути уменьшения «водного голода» на Земле:
а) создание водохранилищ
б) пополнение подземных водных горизонтов поверхностными водами
в) закачивание промышленных сточных вод в глубокие подземные горизонты
г) организация оборотного водоснабжения на промышленных предприятиях
д) использование опресненных вод морей и океанов

4. Источники антропогенного загрязнения поверхностных водоемов:
а) бытовые сточные воды
б) промышленные стоки
в) ливневые стоки
г) геохимический состав почвы
д) судоходство

5. Косвенные показатели биогенного загрязнения воды водоемов:
а) общая минерализация воды
б) содержание солей аммония, нитритов, нитратов
в) концентрация фтора и йода
г) окисляемость воды
д) сапробность водоема

6. Воды поверхностных водоемов отличаются от межпластовых вод
а) большей минерализованностью

б) бóльшим содержанием кислорода
в) большей бактериальной обсемененностью
г) более стабильным химическим составом
д) большей склонностью к «цветению»

7. Питьевая вода должна:
а) иметь благоприятные органолептические свойства
б) не содержать солей
в) быть безвредной по химическому составу
г) быть безопасной в эпидемическом отношении
д) быть безопасной в радиационном отношении

8. Методы обеззараживания воды:
а) коагуляция
б) хлорирование
в) фторирование
г) озонирование
д) обработка ультрафиолетовыми лучами

9. Профилактика заболеваний водного происхождения включает:
а) рациональный выбор источника водоснабжения
б) создание зон санитарной охраны
в) стандартизацию качества воды и соблюдение гигиенических нормативов
г) эффективную обработку воды на водопроводных станциях
д) использование в качестве источников воды только межпластовых вод

10. Особенности солевого состава воды являются фактором риска по:
а) дизентерии
б) диабету
в) мочекаменной болезни
г) гипертонической болезни
д) гепатиту А

11. К пресным относятся воды с уровнем общей минерализации:
а) 300 мг/дм$^3$
б) 500 мг/дм$^3$
в) 1000 мг/дм$^3$
г) 1500 мг/дм$^3$
д) 2000 мг/дм$^3$

12. Минеральный состав воды может быть основной причиной:
а) водной лихорадки
б) судорожной болезни
в) флюороза
г) эндемического зоба
д) кариеса

**Ответы:**
1. а, в, г
2. а, г, д

3. а, б, г, д
4. а, б, в, д
5. б, г, д
6. б, в, д
7. а, в, г, д
8. б, г, д
9. а, б, в, г
10. в, г
11. а, б, в
12. в, д

## Глава 6. Гигиена почвы и санитарная очистка населенных мест

1. Наибольшее влияние на процесс формирования почвы оказывают:
а) температура окружающей среды
б) атмосферное давление
в) скорость движения воздуха
г) осадки
д) естественный радиационный фон земли

2. Один из важных показателей степени загрязненности почвы:
а) споры сульфитредуцирующих клостридий
б) цисты лямблий
в) число Хлебникова
г) колифаги
д) водородный показатель

3. В качестве хирургических имплантатов применяют:
а) тантал
б) платину
в) алюминий
г) серебро
д) золото

4. Признаки биологического действия лития:
а) физиологические
б) аллергические
в) сенсибилизирующие
г) фармакодинамические
д) токсикологические

5. Практически постоянно находятся в почве спороносные микроорганизмы-возбудители:
а) сибирской язвы
б) столбняка
в) сыпного тифа
г) актиномикоза
д) ботулизма

**Ответы:**

1. а, г
2. в.
3. а, б, г, д
4. а, г, д
5. а, б, д

### Глава 8. Питание и здоровье человека

1. При оценке пищевого статуса беременных с нормально протекающей беременностью физиологическими можно считать:
а) снижение содержания альбуминов в крови
б) протеинурию
в) глюкозурию
г) повышение уровня молочной кислоты в крови

2. Для расчета потребностей в энергии и пищевых веществах учитывается:
а) тяжесть труда
б) идеальная масса тела
в) возраст, пол
г) основной обмен

3. По каким показателям можно оценить адекватность индивидуального питания:
а) соответствие фактической массы тела идеальной
б) соответствие энерготрат энергетической ценности суточного рациона
в) абсолютное количество и соотношение пищевых веществ и биологически активных веществ в рационе
г) доброкачественность продуктов, входящих в рацион

4. У спортсменов в период тренировок возможны следующие изменения биохимических показателей:
а) увеличение содержания глюкозы в сыворотке крови
б) повышение уровня триглицеридов в сыворотке крови
в) увеличение содержания молочной кислоты в крови
г) увеличение количества альбуминов в сыворотке крови

5. Сбалансированное питание подразумевает:
а) достаточную энергетическую ценность рациона в результате адекватного потребностям поступления белков, жиров и углеводов
б) соблюдение соответствия ферментного набора химической структуре пищи
в) оптимальное соотношение пищевых и биологически активных веществ
г) оптимальный режим питания

6. Рациональное питание подразумевает:
а) достаточную энергетическую ценность рациона в результате адекватного потребностям поступления белков, жиров и углеводов
б) соблюдение соответствия ферментного набора химической структуре пищи

в) оптимальное соотношение пищевых и биологически активных веществ
г) оптимальный режим питания

7. При оценке пищевой ценности продуктов учитывают:
а) органический состав (белки, жиры, углеводы)
б) органолептические свойства
в) содержание витаминов и минеральных веществ
г) безвредность

8. Пищевая ценность творога определяется:
а) высокой усвояемостью
б) высоким содержанием полноценного белка и жира
в) приятным вкусом
г) возможностью приготовления широкого ассортимента блюд
д) высоким содержанием кальция

9. Пищевая ценность картофеля определяется:
а) высоким содержанием углеводов
б) полноценным по аминокислотному составу белком
в) высокой усвояемостью
г) высоким содержанием калия
д) содержанием аскорбиновой кислоты

10. Биологическая эффективность жиров растительного происхождения обусловлена:
а) хорошей усвояемостью
б) высокой энергетической ценностью
в) хорошими органолептическими свойствами
г) высоким содержанием витаминов A и D
д) содержанием полиненасыщенных жирных кислот

11. Пищевая ценность овощей и фруктов обусловлена:
а) высоким содержанием белков растительного происхождения
б) отсутствием приедаемости
в) хорошими органолептическими свойствами
г) содержанием минеральных веществ
д) содержанием витаминов

12. Пищевая ценность кисломолочных продуктов обусловлена:
а) высокими потребительскими свойствами
б) хорошей усвояемостью
в) высоким содержанием аскорбиновой кислоты
г) содержанием кальция и фосфора
д) содержанием витаминов группы B

13. Мясные продукты можно рассматривать в качестве источников минеральных веществ:
а) кальция
б) калия
в) железа

г) фосфора
д) магния

14. Яйца водоплавающей птицы чаще могут быть причиной:
а) стафилококковой интоксикации
б) ботулизма
в) сальмонеллеза
г) брюшного тифа
д) афлатоксикоза

15. Аманитин содержится в:
а) дикорастущих луговых травах
б) сорняках злаковых культур
в) ядовитых грибах
г) проросшем картофеле
д) горьких ядрах косточковых плодов

16. Рыбий жир является источником:
а) аскорбиновой кислоты
б) каротина
в) кальциферола
г) рибофлавина
д) тиамина

17. С недостаточным количеством пищевых волокон в питании связаны:
а) атеросклероз
б) гемералопия
в) квашиоркор
г) рак толстой кишки
д) ожирение

18. Токсическое поражение печени с возможным отдаленным канцерогенным эффектом вызывает:
а) отравление красавкой
б) афлатоксикоз
в) фузариотоксикоз
г) эрготизм
д) отравление ядрами косточковых плодов

19. Главное профилактическое мероприятие при токсикоинфекциях:
а) правильные условия хранения
б) соблюдение сроков реализации
в) соблюдение правил личной гигиены персоналом пищеблока
г) предупреждение инфицирования пищевых продуктов
д) правильная кулинарная обработка

20. Стафилококковые интоксикации чаще всего связаны с:
а) салатами из овощей
б) консервированными мясными продуктами
в) консервированными рыбными продуктами

г) яйцами водоплавающей птицы
д) молочными продуктами

21. Наиболее частой причиной ботулизма в современных условиях является использование в пищу:
а) окорока
б) красной рыбы
в) мясных полуфабрикатов
г) консервов домашнего приготовления
д) скоропортящихся продуктов, купленных на неорганизованных рынках

22. У ребенка преддошкольного возраста снаружи от роговицы обнаружены четко очерченные поверхностные сероватые пенистые бляшки треугольной формы. Отмечается ксероз конъюнктивы, имеются признаки нарушения темновой адаптации. Указанные нарушения вызваны недостаточностью:
а) рибофлавина
б) ретинола
в) тиамина
г) никотиновой кислоты
д) пиридоксина

23. Рост заболеваемости злокачественными новообразованиями толстой кишки можно связать с дефицитом:
а) жирорастворимых витаминов, в частности витамина D
б) моносахаридов, в частности фруктозы
в) полиненасыщенных жирных кислот, в частности линолевой
г) полисахаридов, в частности целлюлозы и пектина
д) минеральных веществ, в частности кальция и калия

24. «Незащищенные» углеводы содержит:
а) кукуруза
б) картофель
в) манная крупа
г) овсяная крупа
д) гречневая крупа

25. Для авитаминоза А не характерны:
а) ороговение и цианотичный оттенок кожи ягодиц
б) болезненные трещины в углах рта
в) нарушение сумеречного зрения
г) повышенная ломкость ногтей
д) выпадение волос

**Ответы:**
1. а, б, в
2. а, б, в, г
3. а, б, в
4. а, в
5. а, в

6. а, б, в, г
7. а, в
8. а, б, д
9. а, б, в, г, д
10. а, д
11. г, д
12. б, г, д
13. в, г, д
14. в
15. в
16. в
17. а, г, д
18. б
19. г
20. д
21. г
22. б
23. г
24. б, в
25. б

## Глава 9. Гигиенические проблемы крупных городов

1. Основные проблемы крупных городов:
а) загрязнение городской среды
б) шум
в) выбор профессии
г) сбор и удаление отходов
д) токсичные туманы

2. Основные мероприятия по охране городской среды:
а) планировочные
б) технические
в) санитарно-технические
г) организационные
д) индивидуальные

**Ответы:**
1. а, б, г, д
2. а, б, в, г

## Глава 10. Научные основы гигиенического нормирования факторов окружающей среды

1. Наиболее опасные эффекты инфракрасного излучения:
а) канцерогенный эффект

б) травма хрусталика с последующим развитием катаракты
г) полинейропатия
д) вегетососудистые нарушения

2. Неблагопрятное влияние инфразвука на организм человека проявляется в:
а) неприятных слуховых ощущениях
б) вегетативных и вестибуломоторных реакциях
в) повышении заболеваемости
г) нарушении состояния нейрогуморальной системы
д) канцерогенном действии

3. Основные пути профилактики неблагоприятного влияния химических веществ на организм человека:
а) запрещение производства и применения вредных веществ
б) гигиеническое нормирование допустимого содержания химических веществ в объектах окружающей среды
в) установление экологических нормативов
г) запрещение воздействия на население или работающих, запрещение выбросов и сбросов в окружающую среду
д) замена опасных химических веществ на менее опасные

4. Гигиенические нормативы обеспечивают:
а) защиту всех компонентов окружающей природной среды
б) предупреждение отдаленных вредных эффектов
в) предупреждение немедленных эффектов
г) отсутствие выраженных физиологических адаптационных реакций
д) отсутствие вредных эффектов в последующих поколениях

5. В зависимости от вредности атмосферные загрязнения подразделяются на вещества:
а) преимущественно рефлекторного действия
б) преимущественно резорбтивного действия
в) рефлекторно-резорбтивного действия
г) приводящие к санитарно-гигиеническому дискомфорту
д) канцерогены

6. Гигиенические нормативы для атмосферного воздуха населенных мест:
а) среднесуточная ПДК
б) ПДУ загрязнения кожных покровов
в) максимальная разовая концентрация
г) аварийная ПДК
д) ПДК по влиянию на состояние наземных растений

7. Гигиенические нормативы для рабочей зоны:
а) максимальные разовые ПДК
б) ПДУ физических факторов
в) среднесуточная ПДК
г) среднесменная ПДК
д) ПДУ загрязнения кожных покровов

8. Основные критерии вредности при нормировании содержания химических веществ в воде водных объектов:
а) санитарно-токсикологический
б) органолептический
в) экологический
г) общесанитарный
д) технологический

9. Критерии вредности при нормировании содержания химических веществ в почве:
а) органолептический
б) фитоаккумуляционный
в) миграционно-водный и миграционно-воздушный
г) общесанитарный
д) интегральный

10. При гигиеническом нормировании содержания химических веществ в пищевых продуктах учитывается:
а) величина допустимого суточного поступления
б) влияние на органолептические свойства продуктов
в) влияние на биологическую ценность продуктов
г) фитоаккумуляционная способность вещества
д) водно-миграционный показатель

**Ответы:**
1. б, д
2. б, в, г
3. а, б, г, д
4. б, в, д
5. а, б, в, г
6. а, в
7. а, б, г, д
8. а, б, г
9. а, б, в, г, д
10. а, б, в

## Глава 11. Гигиена лечебно-профилактических учреждений

1. Ситуационный план больницы решает вопросы:
а) размещения больницы на территории населенного пункта
б) размещения больницы на территории больничного участка
в) размещения больницы и «вредных» предприятий с учетом розы ветров
г) хорошие транспортные связи населения и больницы
д) наличие зоны озеленения и благоприятных природных факторов

2. Генеральный план больницы решает вопросы:
а) размещения больницы на территории населенного пункта

б) размещения больничного комплекса на территории больничного участка
в) зонирования больничного участка с учетом функционального значения элементов больничного комплекса
г) размещения подъездных путей на больничном участке
д) плотности застройки больничного участка

3. Благоприятный лечебно-охранительный режим, эффективную профилактику внутрибольничных инфекций, доступность использования больными больничного парка обеспечивает система застройки больниц:
а) централизованная
б) децентрализованная
в) блочная
г) полиблочная
д) свободная

4. Компактное размещение отделений, модернизацию лечебно-диагностических отделений, эффективное управление работой медицинского персонала обеспечивает система застройки больниц:
а) централизованная
б) децентрализованная
в) блочная
г) полиблочная
д) свободная

5. В состав палатной секции входят:
а) палаты
б) лечебно-вспомогательные помещения
в) туалетные комнаты
г) кабинеты для медицинского персонала
д) коридор и холл

6. Хорошую естественную вентиляцию и освещенность обеспечивает внутренняя планировка палатной секции:
а) однокоридорная односторонняя
б) однокоридорная двусторонняя
в) двухкоридорная
г) компактная
д) угловая

7. Одна палатная секция в терапевтических отделениях проектируется на:
а) 60 коек
б) 50 коек
в) 25–30 коек
г) не регламентируется
д) регламентируется только в городских больницах

8. Размещение операционного блока рационально:
а) на первом этаже приемного корпуса
б) на одном их этажей палатного отделения

в) изолированно от палатных отделений, в виде самостоятельного блока
г) на одном этаже с лечебно-диагностическим отделением
д) в отдельном корпусе больницы

9. На территории больничного участка размещаются функциональные зоны:
а) зона главного лечебного корпуса
б) зона хозяйственного двора
в) зона патологоанатомического корпуса
г) зона зеленых насаждений
д) зона размещения котельной и прачечной

10. Санитарные нормативы предусматривают въезды на территорию больницы:
а) один центральный въезд
б) к каждому корпусу
в) не более двух въездов
г) общий въезд и въезд в хозяйственную зону
д) число въездов определяет администрация больницы

11. Устройство общего приемного отделения для терапевтических и хирургических больных:
а) допускается
б) не допускается
в) допускается только в малокоечных больницах
г) допускается после тщательной дезинфекции
д) допускается в многокоечных больницах

12. Помещения, предназначенные для приема неинфекционных больных, использовать для выписки больных:
а) можно
б) нельзя
в) можно в малокоечных больницах
г) можно в многокоечных больницах
д) можно в разные дни недели по расписанию администрации

13. Соответствует ли гигиеническим нормативам четырехкоечная палата для терапевтических больных площадью 20 $м^2$:
а) да
б) нет
в) соответствует для многокоечных больниц
г) соответствует для малокоечных больниц
д) соответствует только для сельских больниц

14. Наиболее рациональна планировка больничной секции для инфекционных больных:
а) однокоридорная односторонняя
б) однокоридорная двусторонняя
в) компактная
г) двухкоридорная

д) боксовая

15. В состав бокса входят:
а) палата, санитарная комната, шлюз для персонала, отдельный вход с улицы для больного
б) палата, санитарная комната, вход с улицы для больного
в) палата, санитарная комната, вход для персонала и больных со стороны коридора отделения
д) набор помещений бокса зависит от профиля и коечности больницы

16. Бокс от полубокса отличается:
а) не отличается ничем
б) наличием входа с улицы для больных
в) наличием шлюза для персонала
г) наличием санитарной комнаты
д) наличием общего входа из отделения для персонала и больного

17. Площадь бокса на 1 койку должна составлять:
а) 9 $м^2$
б) 18 $м^2$
в) 22 $м^2$
г) 25 $м^2$
д) 27 $м^2$

18. Инфекционное отделение многокоечной больницы должно быть размещено:
а) в главном корпусе
б) в самостоятельном корпусе
в) на любом этаже любого корпуса при наличии шлюза со стороны коридора и отдельного лифта
г) на верхних этажах лечебного корпуса
д) в отдельном крыле лечебного корпуса

19. В инфекционных отделениях должна быть вентиляция:
а) механическая приточная
б) приточно-вытяжная с преобладанием притока
в) приточно-вытяжная с преобладанием вытяжки
г) естественная сквозная
д) может быть любая в зависимости от конструктивных особенностей здания отделения

20. Микроклимат больничной палаты определяют:
а) температура воздуха
б) относительная влажность
в) подвижность воздуха
г) барометрическое давление
д) естественная освещенность

21. Оптимальные для палат терапевтического отделения показатели микроклимата:

а) температура воздуха 18 °С, относительная влажность 45%, подвижность воздуха 0,2 м/с
б) температура воздуха 24 °С, относительная влажность 75%, подвижность воздуха 0,4 м/с
в) температура воздуха 25 °С, относительная влажность 25%, подвижность воздуха 0,5 м/с
г) температура воздуха 18 °С, относительная влажность 80%, подвижность воздуха 0,1 м/с

22. При гигиенической оценке естественной освещенности больничных помещений учитывают:
а) световой коэффициент
б) коэффициент естественной освещенности
в) число бактерий в 1 $м^3$ воздуха
г) коэффициент заглубления помещения

23. Максимальный инсоляционный режим рекомендуется:
а) в операционных
б) в палатах интенсивной терапии
в) в палатах восстановительно-реабилитационного отделения
г) в помещениях санитарной обработки
д) в предоперационной

24. Универсальный показатель антропогенного (биогенного) загрязнения воздуха больничных палат:
а) диоксид углерода
б) фенол
в) индол
г) окисляемость воздуха
д) аммиак

25. Источники загрязнения воздуха больничных помещений газообразными веществами:
а) люди (антропогенный фактор)
б) полимерные материалы
в) лекарственные препараты и лечебные газы
г) дезинфекционные средства
д) сухая уборка помещений

26. Предельно допустимое содержание диоксида углерода в воздухе больничных палат:
а) 0,03%
б) 0,07%
в) 0,1%
г) 0,2%
д) 0,3%

27. Профессиональные вредные факторы, связанные с особенностями труда медицинского персонала:

а) перенапряжение отдельных органов и систем
б) длительное вынужденное положение тела
в) неудобная рабочая поза
г) нервно-эмоциональное напряжение
д) вертикальное положение тела

28. Профессиональные вредные факторы в работе медицинского персонала связаны:
а) с особенностями технологии лечения
б) с особенностями трудовых процессов
в) с нарушением режима труда
г) с недостаточным набором помещений для врачей и медперсонала
д) с нарушением гигиенических условий

29. Производственный процесс в медицинских учреждениях связан с опасностью воздействия:
а) рентгеновского излучения и радионуклидов
б) лекарственных препаратов и медицинских газов
в) микробных и биологических факторов
г) неблагоприятного микроклимата производственных помещений
д) длительного вынужденного положения тела

30. Профессиональные заболевания медицинского персонала инфекционной природы:
а) острые вирусные респираторные заболевания
б) гепатит А, В, С
в) сифилис
г) туберкулез
д) ВИЧ-инфекция

31. Профессиональные заболевания медицинского персонала, связанные с особенностями труда:
а) лекарственная аллергия
б) заболевания опорно-двигательного аппарата
в) заболевания сердечно-сосудистой системы
г) хронические воспалительные заболевания органов желудочно-кишечного тракта
д) переутомление

32. Основные принципы защиты медицинского персонала от внешнего облучения:
а) защита временем
б) защита расстоянием
в) защита экранами
г) защита количеством
д) использование защитных костюмов

33. Основная опасность для медицинского персонала при рентгеновских исследованиях:

а) внешнее облучение
б) внутреннее облучение
в) облучение рук и туловища
г) слепящее действие рентгеновского пучка
д) неблагоприятный микроклимат

34. В отделениях открытых источников защита медперсонала должна осуществляться по следующим направлениям:
а) защита органов дыхания и кожи от попадания радиоактивных веществ
б) защита от внешнего облучения
в) правильное планировочное решение отделения
г) применение индивидуальных средств защиты
д) ежемесячный медицинский контроль здоровья персонала

35. Радиолог за 10 лет работы может получить максимальную суммарную дозу облучения:
а) 100 мЗв
б) 200 мЗв
в) 300 мЗв
г) 400 мЗв
д) 500 мЗв

36. При оценке качества полимерных материалов медицинского назначения 1-й группы необходимо применять:
а) санитарно-физические методы санитарно-гигиенических исследований
б) санитарно-химические методы санитарно-гигиенических исследований
в) санитарно-токсикологическую оценку отдаленных последствий
г) оценку биологической совместимости с тканями организма
д) санитарно-микробиологические исследования

**Ответы**

1. а, в, г, д
2. б, в, г, д
3. б
4. а, в, г
5. а, б, в, г, д
6. а
7. в
8. в
9. а, б, в, г
10. а. б
11. б
12. б
13. б
14. а, д
15. а
16. б

17. в
18. б
19. в, г
20. а, б, в
21. а
22. а, б
23. в
24. а
25. а, б, в, г
26. б
27. а, б, в, г
28. а, б, в, д
29. а, б, в, г
30. а, б, в, г, д
31. а, б, д
32. а, б, в. г
33. а, в
34. а, б, в, г
35. б
36. а, б, в, г, д

## Глава 12. Гигиена детей и подростков

1. Изучение состояния здоровья детского населения включает:
а) учет хронических заболеваний
б) установление функционального состояния ведущих систем организма
в) изучение уровня и характера морфологического, функционального и психического развития
г) изучение «текущей» заболеваемости
д) определение учебной нагрузки

2. Физическое развитие оценивается:
а) по соматометрическим показателям
б) по соматоскопическим показателям
в) по физиометрическим показателям
г) по сопротивляемости организма неблагоприятным факторам среды
д) по перенесенным заболеваниям

3. Для оценки физического развития детей используют:
а) метод сигмальных отклонений
б) регрессионный метод
в) метод центилей
г) комплексный метод
д) ретроспективный метод

4. Понятие акселерации включает:
а) опережение сроков начала роста детей
б) ускорение процессов роста и развития

в) стабилизацию роста и развития в более ранние сроки
г) более раннее умственное и психическое развитие
д) абсолютное повышение конечных показателей роста и развития взрослых

5. К «школьным» болезням относятся:
а) косоглазие
б) нефропатия
в) близорукость
г) сколиоз
д) дальтонизм

6. Мероприятия по профилактике близорукости у школьников:
а) рациональное общее искусственное освещение
б) контроль за правильной посадкой школьников
в) соответствие учебной мебели ростовой группе
г) местное освещение на партах
д) рациональная планировка класса

7. Цели и задачи периодических медицинских осмотров детей:
а) определение физического развития
б) определение группы физического воспитания
в) определение группы здоровья
г) половое воспитание
д) проведение профконсультаций

**Ответы:**
1. а, б, в, г
2. а, б, в
3. а, б, в, г
4. а, б, в
5. в, г
6. а, б, в, д
7. а, б, в

## Глава 13. Гигиена труда и охрана здоровья работающих

1. Медико-санитарные части организуют:
а) на всех промышленных предприятиях
б) на предприятиях с числом работающих больше 1000
в) на предприятиях с числом работающих 4000 и более
г) на предприятиях, где нет здравпунктов
д) на предприятиях химической, угольной, горнорудной и нефтеперерабатывающей промышленности с числом работающих 2000 и более

2. В обязанности врачей медико-санитарной части входит:
а) оказание квалифицированной медицинской помощи рабочим и служащим
б) профилактическое наблюдение за состоянием здоровья работающих

в) надзор за проведением профилактических мероприятий и соблюдением правил техники безопасности совместно с отделом охраны труда
г) контроль за содержанием токсичных веществ в воздухе рабочей зоны
д) санитарно-просветительная работа

3. Все вредные производственные факторы делятся на:
а) механические факторы
б) физические факторы
в) химические факторы
г) биологические факторы
д) факторы трудового процесса, характеризующие тяжесть физического труда и напряженность труда

4. Условия труда подразделяются на:
а) оптимальные
б) допустимые
в) неблагоприятные
г) вредные
д) опасные

5. Принципы оптимизации трудового процесса при интеллектуальной деятельности (по Н.Е. Введенскому):
а) постепенное вхождение в работу и поддержание оптимального ритма труда
б) выполнение интеллектуальной работы преимущественно в утреннее время
в) соблюдение определенной последовательности выполняемых операций и правильное чередование труда и отдыха
г) использование чая и кофе для стимуляции интеллектуальной деятельности
д) равномерная и систематическая деятельность

6. Все промышленные яды по преобладающему действию можно условно разделить на соединения, преимущественно:
а) малотоксичные
б) нейротоксического и гематотоксического действия
в) гепатотоксического и нефротоксического действия
г) вещества, поражающие органы дыхания
д) высокотоксичные

7. По скорости испарения все органические растворители делятся на:
а) газообразные
б) легколетучие
в) среднелетучие
г) малолетучие
д) нелетучие

8. Проявления хронической интоксикации бензолом:
а) невротический и астенический синдромы
б) парезы и параличи
в) геморрагический синдром
г) заболевания кожи рук
д) бронхиты

9. Отравление окисью углерода возможно:
а) при работе в котельных, литейных цехах
б) при использовании нитрокрасок
в) при работе с этилированным бензином
г) в производстве серной кислоты
д) при испытании двигателей, в гаражах, автобусах

10. Для хронической интоксикации сернистым газом характерны:
а) атрофия слизистых оболочек верхних дыхательных путей, риниты, бронхиты
б) силикоз, силикатоз
в) паркинсонизм
г) разрушение зубов
д) ацидоз

11. При интоксикации свинцом развиваются:
а) энцефалопатия
б) геморрагический синдром
в) анемия, ретикулоцитоз, базофильная зернистость эритроцитов
г) синдром Рейно
д) полиневрит периферических нервов

12. Соединения ртути применяются:
а) в производстве лекарственных препаратов
б) при производстве пестицидов
в) в стоматологии
г) в полиграфической промышленности
д) в сталелитейном производстве

13. При хроническом отравлении марганцем отмечаются следующие нарушения нервной системы:
а) парезы, параличи
б) нарушения чувствительности конечностей
в) утомляемость, сонливость, ослабление памяти
г) нарушение походки, скованность движений
д) амимия, эмоциональная лабильность

14. Производственная пыль служит причиной:
а) дерматитов, конъюнктивитов
б) ринитов, фарингитов, пневмоний
в) астмоидного бронхита, бронхиальной астмы
г) псориаза
д) пневмокониозов

15. Пневмокониозы в зависимости от эффекта действующей пыли делятся на:
а) силикоз
б) антракоз
в) пневмокониозы от высоко фиброгенной и умеренно фиброгенной пыли
г) пневмокониозы от слабо фиброгенной пыли
д) пневмокониозы от аэрозолей токсико-аллергенного действия

16. Основные проявления вибрационной болезни от локальной вибрации:
а) нейрососудистые расстройства
б) мышечные нарушения
в) деформация костно-суставного аппарата
г) нарушения щитовидной железы
д) нарушения поджелудочной железы

17. Оздоровительные мероприятия на промышленных предприятиях:
а) законодательные, административные, организационные
б) технологические
в) санитарно-технические
г) использование средств индивидуальной защиты
д) лечебно-профилактические

18. Аэрацию следует применять в цехах:
а) с большим пылевыделением
б) литейных
в) плавильных
г) при работе с органическими растворителями
д) кузнечных

**Ответы:**

1. в, д
2. а, б, в, д
3. б, в, г, д
4. а, б, г, д
5. а, в, д
6. б, в, г
7. б, в, г
8. а, в, г
9. а, д
10. а, г, д
11. а, в, д
12. а, б, в
13. в, г, д
14. а, б, в, д
15. в, г, д
16. а, б, в
17. а, б, в, г, д
18. б, в, д

**Глава 4. Гигиена воздушной среды**
**Глава 7. Климатические условия и здоровье человека**
**Глава 14. Здоровый образ жизни и вопросы личной гигиены**

1. На формирование климата влияют:
а) географическое расположение региона

б) циклоническая деятельность
в) характер подстилающей поверхности земли
г) интенсивность солнечной радиации
д) хозяйственная деятельность человека

2. Биологическое действие солнечной радиации у поверхности земли:
а) стимулирующее иммунитет
б) угнетающее иммунитет
в) эритемно-загарное
г) антирахитическое
д) бактерицидное

3. Признаки ультрафиолетовой эритемы:
а) четкие границы зоны облучения
б) переход эритемы в загар
в) размытые границы зоны облучения
г) наличие латентного периода возникновения
д) отсутствие латентного периода возникновения

4. Признаки тепловой эритемы:
а) четкие границы зоны облучения
б) размытые границы зоны облучения
в) отсутствие латентного периода возникновения
г) переход эритемы в загар
д) переход эритемы в ожог

5. Признаки северного холодного климата:
а) низкие температуры воздуха и окружающих поверхностей
б) высокая влажность воздуха
в) низкая влажность воздуха
г) сильные ураганные ветры
д) электромагнитные возмущения атмосферы

6. Признаки жаркого сухого климата:
а) высокая температура воздуха и окружающих предметов
б) низкая влажность воздуха
в) высокая влажность воздуха
г) интенсивная солнечная радиация
д) ураганные ветры

7. Успешной акклиматизации человека в северных, холодных условиях способствуют:
а) питание высокой энергетической ценности
б) увеличение количества витамина С
в) теплая одежда и рациональное жилье
г) четкий режим труда и отдыха в период полярной ночи
д) ежедневная физическая зарядка

8. Успешной акклиматизации человека в условиях жаркого климата способствуют:

а) рациональный режим питания
б) облегченная одежда и рациональное жилье
в) снижение количества белков животного происхождения
г) капитальное жилье
д) продукты животного происхождения в рационе питания

9. Санитарно-физические исследования тканей и полимерных материалов включают:
а) исследование отношения к воде
б) исследование воздухопроницаемости
в) исследование тепловых свойств
г) исследование проницаемости для ультрафиолетовых лучей
д) бактериологические исследования

**Ответы**

1. а, б, в, г, д
2. а, в, г, д
3. а. б, г
4. б, в, д
5. а, б, г, д
6. а, б, г
7. а, б, в, г
8. а, б, г, д
9. а, б, в, г, д

# Оглавление

**ПРЕДИСЛОВИЕ** ..... *4*

**Глава 1. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ГИГИЕНЫ. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ГИГИЕНЕ** ..... *5*

**Методы исследования, применяемые в гигиене** ..... *6*

**Методы оценки эффективности санитарно-гигиенических мероприятий** ..... *11*

**Глава 2. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГИГИЕНЫ** ..... *12*

**Развитие гигиенических знаний в Древнем мире** ..... *12*

**Гигиенические знания в период феодализма** ..... *13*

**Гигиена в период развития капитализма** ..... *14*

**Развитие гигиены в России** ..... *14*

**Основные этапы развития гигиенической науки и практики в Советский период** ..... *20*

**Глава 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ** ..... *30*

**Характеристика экспозиции факторов окружающей среды** ..... *40*

**Методы диагностики состояния здоровья населения** ..... *43*

**Диагностика связи между воздействием факторов окружающей среды и состоянием здоровья населения** ..... *50*

Элементы гигиенической диагностики в практической работе врача лечебного профиля ..... *57*

**Некоторые заболевания, связанные с воздействием факторов окружающей среды** ..... *58*

Воздействие полихлорированных бифенилов ..... *61*

Диоксиновая интоксикация ..... *62*

Воздействие на репродуктивную функцию ..... *70*

**Канцерогенные факторы окружающей среды** ..... *71*

**Глава 4. ГИГИЕНА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ** ..... *76*

**Гигиеническое значение физических свойств воздуха** ..... *79*

**Комплексное действие воздушной среды на организм** ..... *83*

**Влияние на организм атмосферного давления** ..... *85*

**Электрическое состояние воздушной среды** ..... *87*

**Химический состав воздуха, его влияние на организм** ..... *92*

**Другие составные части воздуха и естественные примеси** ..... *96*

**Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения и санитарные условия жизни в городах** ..... *100*

**Влияние загрязнения атмосферного воздуха на санитарные условия жизни населения** ..... *103*

**Гигиеническая характеристика воздушной среды закрытых помещений** ..... *104*

**Солнечная радиация и ее гигиеническое значение** ..... *105*

**Глава 5. ГИГИЕНА ВОДЫ. ВОДОСНАБЖЕНИЕ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ** ..... *111*

**Значение воды для человека** ..... *113*

**Эпидемиологическое значение воды** ..... *116*

**Запасы воды на Земле и пути уменьшения «водного голода»** ..... *124*

**Виды источников водоснабжения и их санитарно-гигиеническая характеристика** ..... *127*

Источники загрязнения, санитарное состояние и охрана водоемов ..... *133*

Основные принципы выбора источника хозяйственно-питьевого водоснабжения ..... *140*

**Гигиенические требования к качеству питьевой воды** ..... *144*

**Гигиеническая характеристика систем хозяйственно-питьевого водоснабжения. Методы повышения качества воды** ..... *150*

Гигиеническая характеристика централизованного водоснабжения из подземных источников ..... *150*

Централизованное водоснабжение из поверхностных источников ..... *152*

Принципы и методы повышения качества воды ..... *152*

Методы очистки воды ..... *152*

Методы обеззараживания воды ..... *155*

Специальные методы повышения качества питьевой воды ..... *159*

Гигиенические особенности устройства водопроводной сети ..... *160*

Гигиеническая характеристика нецентрализованного водоснабжения ..... *160*

**Профилактика заболеваний, связанных с изменением солевого состава воды** ..... *162*

Значение природного минерального состава воды ..... *164*

Заболевания, обусловленные необычным минеральным составом природных вод ..... *165*

**Глава 6. ГИГИЕНА ПОЧВЫ И САНИТАРНАЯ ОЧИСТКА НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ** ..... *176*

**Гигиеническое значение состава и свойств почвы** ..... *176*

**Геохимическое и токсикологическое значение почвы** ..... *179*

**Эпидемиологическое значение почвы. Самоочищение почвы** ..... *189*

**Санитарная охрана почвы** ..... *192*

**Гигиенические основы очистки населенных мест** ..... *193*

**Санитарно-эпидемиологическое значение жидких и твердых отходов** ..... *194*

**Гигиенические требования к очистке населенных мест (сбор, транспортировка, хранение и обезвреживание отходов)** ..... *195*

**Глава 7. КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА** ..... *197*

**Глава 8. ПИТАНИЕ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА** ..... *221*

**Процессы пищеварения и гомеостаз** ..... *221*

**Значение пищевых веществ в обеспечении жизнедеятельности организма** ..... *222*

Роль белков в питании человека ..... *222*

Роль жиров в питании человека ..... *223*

Роль углеводов в питании человека ..... *223*

Значение витаминов в питании человека ..... *224*

Значение минеральных веществ в питании человека ..... *228*

**Рациональное питание** ..... *230*

**Особенности рационального питания различных групп населения** ..... *231*

Питание детей и подростков ..... *231*

Питание пожилых людей и долгожителей ..... *233*

Питание беременных и кормящих матерей ..... *235*

Питание работников умственного труда ..... *238*

Питание спортсменов ..... *239*

Особенности питания в районах высоких широт с экстремальными климатическими условиями ..... *241*

Питание в условиях жаркого климата ..... *241*

Рациональное питание населения, проживающего на территориях с повышенным уровнем радиационного воздействия ..... *243*

**Пищевой статус как показатель здоровья** ..... *244*

Методология оценки пищевого статуса ..... *245*

Клинические симптомы витаминной недостаточности ..... *246*

Антропометрические показатели адекватности питания ..... *248*

Биохимические критерии адекватности питания ..... *248*

**Заболевания, обусловленные недостаточным питанием** ..... 250
Белково-энергетическая недостаточность ..... 251
Гипо- и авитаминозные состояния ..... 252
Болезни, обусловленные нарушениями поступления микроэлементов ..... 256
Недостаточность пищевых волокон ..... 261
**Болезни избыточного питания** ..... 261
**Рациональное питание в профилактике рака** ..... 264
**Пищевая и биологическая ценность пищевых продуктов** ..... 266
Мясо, мясные продукты, птица и яйца ..... 267
Молоко и молочные продукты ..... 268
Рыба, рыбные продукты и другие продукты моря ..... 269
Хлебобулочные и мукомольно-крупяные изделия ..... 270
Сахар и кондитерские изделия ..... 270
Овощи, бахчевые, плоды, ягоды и продукты их переработки ..... 270
Жировые продукты ..... 271
Напитки и продукты брожения ..... 272
**Безопасность пищевых продуктов** ..... 272
Пищевые инфекции ..... 272
Пищевые отравления ..... 273
Пищевые отравления микробной этиологии и их профилактика ..... 274
Пищевые отравления немикробной этиологии ..... 278
Пищевые добавки, классификация, требования к применению в производстве пищевых продуктов ..... 281
**Гигиенические основы организации лечебного питания** ..... 283
**Лечебно-профилактическое питание** ..... 285

**Глава 9. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ КРУПНЫХ ГОРОДОВ** ..... 286
**Особенности формирования городской среды** ..... 288
**Особенности атмосферного воздуха в промышленных городах** ..... 288
**Микроклимат города** ..... 289
**Шум и профилактика его вредного воздействия** ..... 291
**Проблема водоснабжения крупных городов** ..... 293
**Вопросы санитарной очистки городов** ..... 293
**Основные вопросы гигиены села** ..... 294
**Состояние здоровья городского и сельского населения** ..... 295
**Основные мероприятия по оздоровлению окружающей среды в городе и на селе** ..... 297
**Гигиена жилых зданий** ..... 299
Состояние воздушной среды жилых помещений ..... 304

**Селитебная территория** ..... *307*
**Принципы застройки** ..... *307*
Коммунально-бытовое обслуживание населения ..... *308*

**Глава 10. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ** ..... *309*

**Гигиеническое нормирование химических веществ в атмосферном воздухе населенных мест** ..... *324*
**Нормирование химических веществ в воздухе рабочей зоны** ..... *332*
**Гигиеническое нормирование химических веществ в водной среде** ..... *337*
**Гигиеническое регламентирование химических веществ в почве** ..... *342*
**Гигиеническое нормирование химических веществ в продуктах питания** ..... *344*
**Гигиеническое нормирование физических факторов окружающей среды** ..... *345*

**Глава 11. ГИГИЕНА ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ** ..... *360*

**Больничная гигиена** ..... *360*
Основные структурные подразделения больницы ..... *376*
Особенности планировочных решений специализированных отделений больниц ..... *384*
Особенности планировки инфекционных отделений ..... *387*
**Особенности профессиональной деятельности врачей различных специальностей** ..... *393*
Особенности условий труда врачей-рентгенологов и радиологов ..... *394*
Принципы защиты при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений ..... *404*
Радиационная безопасность медицинского персонала при использовании закрытых радиоактивных источников в рентгенодиагностике и лучевой терапии ..... *406*
Радиационная безопасность в рентгенодиагностических кабинетах ..... *406*
Радиационная безопасность при дистанционной гамма-терапии и терапии с помощью излучения высоких энергий ..... *408*
Радиационная безопасность при внутриполостной, внутритканевой и аппликационной лучевой терапии с помощью закрытых радиоактивных источников ..... *410*
Радиационная безопасность при аппликационной лучевой терапии ..... *411*
Принципы защиты при работе с открытыми радиоактивными источниками ..... *412*
Особенности профессиональной деятельности анестезиологов, хирургов, акушеров-гинекологов ..... *419*
Водоснабжение и очистка больниц ..... *422*

**Гигиенические аспекты использования полимерных материалов в медицине** ... 423
Общие сведения о синтетических полимерных материалах ... 423
Гигиеническая оценка полимерных материалов ... 425
Гигиеническая характеристика полимерных материалов медицинского назначения ... 428

**Глава 12. ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ** ... 433

**Состояние здоровья и физическое развитие детей и подростков** ... 439
Общие закономерности роста и морфологические особенности растущего организма ... 439
Изучение здоровья и физического развития детей и подростков ... 442

**Акселерация физического развития** ... 450

**Гигиенические проблемы школьной зрелости и профессиональной ориентации** ... 452

**Гигиенические основы учебно-воспитательного процесса** ... 454

**Гигиенические требования к планировке, оборудованию и содержанию детских учреждений** ... 458

**Глава 13. ГИГИЕНА ТРУДА И ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ РАБОТАЮЩИХ** ... 462

**Гигиена труда** ... 462

**Организация лечебно-профилактической помощи рабочим промышленных предприятий** ... 464

**Условия труда, профессиональные заболевания и их профилактика** ... 467

**Физиология труда** ... 483

**Промышленная токсикология** ... 494

**Гигиеническая характеристика основных вредных производственных факторов** ... 499
Органические растворители ... 499
Токсичные газообразные вещества ... 502
Окись углерода ... 502
Сернистый газ ... 503
Окислы азота (нитрогазы) ... 504
Металлы и их соединения ... 505
Свинец ... 505
Ртуть ... 508
Марганец ... 511
Хром ... 511
Бериллий ... 512

Производственная пыль ... 514
Механические колебания ... 518
Производственный шум ... 518
Ультразвук ... 521
Инфразвук ... 522
Производственная вибрация ... 522
Канцерогенные вещества ... 525

**Производственный травматизм и охрана труда** ... 526

**Оздоровительные мероприятия на промышленных предприятиях** ... 527
Законодательные и административные мероприятия ... 527
Организационные мероприятия ... 528
Технологические мероприятия ... 530
Санитарно-технические мероприятия ... 531
Естественная вентиляция ... 531
Механическая вентиляция ... 532
Средства индивидуальной защиты ... 535
Лечебно-профилактические мероприятия ... 537

**Медико-санитарное обслуживание сельскохозяйственных рабочих** ... 544
Вопросы гигиены труда сельскохозяйственных рабочих-механизаторов ... 544
Вопросы гигиены труда при работе в животноводческих хозяйствах ... 546
Гигиена труда при работе с пестицидами и минеральными удобрениями ... 549
Меры профилактики отравлений при работе с пестицидами ... 552

**Глава 14. ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ И ВОПРОСЫ ЛИЧНОЙ ГИГИЕНЫ** ... 554

**Гигиена кожи** ... 556

**Гигиена одежды и обуви** ... 558

**Основы личной гигиены студента** ... 571

**ТЕСТЫ** ... 576

Учебное издание

*Серия «XXI век»*

# ГИГИЕНА

Под редакцией академика РАМН
Геннадия Ивановича Румянцева

Подписано в печать 03.11.05. Формат 70x108 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Объем 38 п.л.
Доп. тираж 3000 экз. Заказ № 2722.

Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа».
119828, Москва, ул. Малая Пироговская, 1а,
тел./факс: (095) 101-39-07,
info@geotar.ru, http://www.geotar.ru.

Отпечатано в ОАО «Типография "Новости"».
105005, Москва, ул. Ф. Энгельса, 46.

ISBN 5-9704-0128-5