

ЦЕНТР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ РОССИИ

Программа по ядерной и радиационной безопасности
Социально-экологического Союза

Серия «АТОМНАЯ МИФОЛОГИЯ»

А.В. Яблоков

**МИФ О НЕОБХОДИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА
АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

Москва
2000 г.

Брошюра посвящена развенчанию мифа о необходимости строительства АЭС, о том, что только атомная энергетика спасет мир от надвигающегося энергетического голода, что без атомного электричества невозможно развитие цивилизации и рост экономики. На большом фактическом материале показано, что строительство АЭС стимулируется в первую очередь ведомственными интересами атомной индустрии, навязывающей обществу свои решения. Показано, что энергообеспечение человечества реалистично основывать на все большем использовании возобновимых источников энергии.

Брошюра рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся проблемами экологии и энергетики.

84 стр., Библ 108, Рис. 9.

А.В. Яблоков — член-корреспондент Российской академии наук, почетный иностранный член Американской академии искусств и наук, зам. председателя Комитета по экологии Верховного Совета СССР (1989—1991 г.), советник по экологии Президента России (1991—1993 гг.), председатель правительственной комиссии по сбросу радиоактивных отходов в моря (1992—1993 гг.), председатель Межведомственной комиссии по экологической безопасности Совета Безопасности Российской Федерации (1993—1997 гг.), основатель (1993 г.) и президент Центра экологической политики России. Автор более 20 монографий, сводок и учебных пособий по популяционной и эволюционной биологии, экологии, нескольких десятков публикаций по проблемам радиозащиты, ядерной и радиационной безопасности.

Программа по ядерной и радиационной безопасности Социально-экологического Союза и Центр экологической политики России будут признательны всем лицам, которые пришлют свои конструктивные критические замечания по содержанию брошюры в Центр экологической политики России (Москва, 117808, ул. Вавилова, д.26; факс (095) 952-30-07; E-mail: atomsafe@online.ru; anzuz@online.ru; yablokov@online.ru).

Начало издания серии стало возможным благодаря поддержке Центра экологической политики России и благотворительным фондам Винстона и Алтона Джонсона, а также Международной программе по ядерной и радиационной безопасности ИСАР.

ISBN 5-88587-156-6

© А.В. Яблоков, 2000

© Центр экологической политики России

Научно-технический редактор серии И.А. Реформатский
Дизайн обложки М. Трубецкой

Оглавление

Предисловие к серии	5
Введение	8
Глава 1. Как возникла атомная энергетика	9
Глава 2. Мир против строительства новых АЭС	12
2.1. Положение со строительством АЭС в некоторых странах	15
2.2. Что думают в разных странах об атомной энергетике	25
2.3. Что думают о строительстве АЭС в России	30
Глава 3. Есть ли альтернативы атомным станциям?	32
3.1. Хватит ли газа, нефти и угля?	32
3.2. Возобновимые источники энергии	35
3.2.1. Ветроэнергетика	36
3.2.2. Гидроэнергетика	39
3.2.3. Солнечная энергетика	40
3.2.4. Другие источники энергии	42
3.3. Резервы энергосбережения	46
Глава 4. Нужны ли России новые АЭС?	48
4.1. Ситуация по регионам России, где планируются АЭС	49
4.2. Плавучие АЭС	64
4.3. Подземные АЭС	66
4.4. Ведомственные и корпоративные интересы превыше всего	68
Глава 5. О перспективах развития атомной энергетике	72
5.1. Помогут ли АЭС избежать изменения климата?	73
5.2. Хватит ли урана?	74
5.3. Четыре условия развития атомной энергетике	76
Заключение	78
Литература	79

Alexey V. YABLOKOV
MYTH ON NECESSITY TO BUILD OF THE NPP's

C o n t e n t s

Preface	5
Introduction	8
1. Origin of the Nuclear Technologies	9
2. The world against new NPPs construction.	12
2.1. Situation with construction of NPPs in some countries.	15
2.2. The public attitude to the NPPs.	25
2.3. Russian public attitude to the NPPs construction.	30
3. The alternatives to the Nuclear Energy.	32
3.1. How much are there gas, oil and coal?.	32
3.2. The renewal source of Energy.	35
3.2.1. Wind energy.	36
3.2.2. Hydroenergy.	39
3.2.3. Solar energy.	40
3.2.4. The other sources of Energy.	42
3.3. Potentials for energy' saving.	46
4. Do Russia need the new NPPs?.	48
4.1. Energy' Situation in the NPP's planning regions.	49
4.2. Floating NPPs.	64
4.3. Underground NPPs.	66
4.4. The nuclear corporatys interest as the only reason for new NPPs.	68
5. Perspective for Nuclear Energy' development.	72
5.1. Can NPPs help to overcome the greenhouse effect?.	73
5.2. How much are uranium?.	74
5.3. The four conditions for nuclear energy development	76
Conclusions.	78
Literature	79

ПРЕДИСЛОВИЕ К СЕРИИ

В последние годы в печати появляется все больше статей и выступлений, направленных на реабилитацию в общественном сознании атомной энергетики. Выполняя специальные пункты Постановления Правительства России от 21 июля 1998 г. № 815 «Об утверждении Программы развития атомной энергетики Российской Федерации на 1998—2005 годы и на период до 2010 года» по созданию благоприятного общественного климата для развития атомной энергетики, пропагандисты ядерных технологий убеждают нас в их исключительной безопасности, необходимости и экономической выгоде, добавляя при этом, что *«пора забыть Чернобыль»*.

Атака на общественное мнение достигла такой силы, что кое-кому может и в самом деле показаться, что ядерные технологии — благо для общества. Возникла реальная опасность того, что в массовом сознании в результате настойчивой пропаганды могут возникнуть своего рода клише, такие, например, как: *«Без атомной энергетики человечеству не выжить»*, *«Атомная энергетика — экологически чистая энергетика»*, *«Атомная энергетика — эффективный способ борьбы с изменением климата»*, или *«Атомные программы экономически высокоэффективны»*, *«Атомная индустрия — становой хребет России»*.

Эти атомные мифы опасны для России, поскольку создают обстановку, способствующую принятию недальновидных решений. И такие решения, например, по развитию атомной энергетики уже стали приниматься (например, уже упомянутое выше постановление Правительства). Под давлением Минатома в правительстве и Федеральном Собрании рассматриваются предложения, в случае принятия которых будет открыта дверь в Россию для радиоактивных отходов и материалов других государств. Конtrarгументы «зеленых» не слышны в кабинетах, где принимаются решения. Поэтому **первая из трех главных задач** настоящей серии — информация лиц, принимающих решения в области атомной индустрии.

Вторая задача серии — информирование «зеленого» движения и предоставление активистам-экологам аргументов и фактов в области ядерной энергетики и атомных технологий в целом.

Третья задача серии — информирование самих атомщиков («атомщиками» называют сами себя работники Минатома России, даже в подзаголовке своей газеты «АТОМПРЕССА» они пишут: «Газета Российских атомщиков»). В их критических откликах на публикации и выступления «зеленых» по ядерным проблемам часто обнаруживается явная ограниченность только близкой каждому из них областью. Атомщики — энергетики не знают об опасных последствиях подземных ядерных взрывов, а ядерщики — «бомбоделы» не знают о влиянии сверхмалых доз радиации. Те и другие всерьез не анализировали проблему радиоактивных отходов.

Из сказанного выше ясно, что настоящая серия — научно-практическое издание. Это обстоятельство не просто позволяет, но прямо заставляет автора не придерживаться сухого стиля изложения и широко использовать не только научные издания, но и интервью, ведомственные отчеты, сообщения средств массовой информации.

* * *

История серии брошюр, одну из которых читатель видит перед собой, такова. В сентябре 1994 г. газета «Известия» опубликовала мою статью «Атомная мифология». Первый вице-премьер Правительства России официально попросил Президента Российской академии наук организовать такое обсуждение. Готовясь к нему, я продолжал собирать материал и в феврале 1995 г. в журнале «Новый мир» опубликовал расширенный вариант статьи. Еще одна журнальная версия книги появилась на немецком языке в 1995 г. на страницах специального приложения к журналу «Шпигель» (Германия). Второе русское издание книги вышло в свет в «Бюллетене Комиссии по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского» (№13, 1995) по инициативе председателя этой Комиссии А.Л. Яншина. Третье (второе книжное) издание книги появилось на свет в Издательстве «Наука» в 1997 г.

При работе над четвертым изданием стало ясно, что необходимость включения нового материала резко увеличивает объем всей работы. Так возникла идея создать вместо одной очень толстой книги серию брошюр под тем же общим названием — «Атомная мифология».

Ранее мною были выделены 12 «атомных мифов»:

- о безопасности ядерных реакторов,
- об экологической чистоте атомной энергетики,
- о безопасности малых доз радиации,
- о незначительности чернобыльской катастрофы,
- об экономической эффективности атомных программ,
- о необходимости переработки отработавшего ядерного топлива,
- о необходимости строительства АЭС,
- о решении проблемы радиоактивных отходов,
- о безопасности и эффективности подземных ядерных взрывов,
- о миролюбии атомной энергетики,
- о Минатоме, как становой отрасли России,
- об объективности МАГАТЭ.

Все они с привлечением большого нового материала будут представлены в настоящей серии.

Подготовке первых изданий «Атомной мифологии» прямо и косвенно способствовали многие десятки лиц, полный список которых приведен в издании 1997 г. Я глубоко признателен редактору серии И.А. Реформатскому, чьи критические замечания способствовали устранению многих досадных ошибок. В этой брошюре я воспользовался помощью О.В. Бодрова, В.И. Булатова, М.А. Германа, В.М. Десятова, Е.Ю. Крысанова, В.М. Кузнецова, Н.И. Кутеповой, Г.Ф. Лепина, Н.И. Мироновой, С.Э. Пашенко, которым я приношу глубокую благодарность, как и моим помощникам из Центра экологической политики России — Р.Д. Филипповой, И.В. Лебедевой и Д.В. Щепоткину.

Алексей Яблоков

Москва—Петрушово
Март 2000 г.

Введение

В 60-е годы, в разгар эйфории от возможностей атомной энергетики было начато строительство 614 АЭС во всем мире, и планировалось, что к 2000 г. в мире будет построено 2000 АЭС, которые будут давать более 25% мировой электроэнергии. В 1999 г. в мире работало 440 АЭС, что четверо меньше прогнозов 40-летней давности. Они производили около 16 % мировой электроэнергии.

Суммарная мощность всех работающих и строящихся АЭС в мире в 1996 г. составила 368 Мегаватт. И это опять значительно меньше даже менее амбициозных прогнозов десятилетней давности (Flavin, Lenssen, 1996). А между 1997 и 1998 годами произошло знаковое для развития атомной энергетики событие: впервые за ее 45-летнюю историю общая мощность АЭС мира сократилась (Федорченко, 1999).

Отметим, что в отличие от широко распространенных взглядов, что на сокращение развития атомной энергетики в мире повлияли в основном катастрофы на АЭС США «Три-Майл-Айленд» (1979) и Чернобыле (1986), статистика показывает, что обвальное сокращение заказов на строительство АЭС совпало с разразившимся в мире в 1973 г. нефтяным кризисом. Тогда цены на нефть подскочили почти вдвое, и, казалось бы, самое время было развивать атомную энергетику. Однако в большинстве развитых стран тогда немедленно было осознано, что гораздо практичнее и дешевле сократить потребление электроэнергии и наладить энергосбережение.

Именно энергосбережение стало главной причиной отказа от *«такого дешевого, что его невозможно будет измерить»* (ставшая крылатой фраза Леви Страусса, председателя Комиссии по атомной энергии США; Strauss, 1954), а на самом деле весьма дорогостоящего «атомного» электричества.. Последовавшие за этим через несколько лет две грандиозные катастрофы на АЭС «Три-Мейл-Айленд» в США и Чернобыльской в СССР лишь добавили к экономическим аргументам против развития атомной

энергетики аргумент невозможности обеспечения при этом необходимой безопасности.

Сегодняшняя атомная энергетика опасна. Нет, и в ближайшем будущем не предвидится создание приемлемо безопасных атомных реакторов (подробнее см. Яблоков, 2000а), не решена проблема генерируемых атомной технологией глобальных и вечных радионуклидов (подробнее см. Яблоков, 2000б), атомная энергетика экономически невыгодна, даже если работает без аварий, а с учетом последствий уже происшедших аварий и катастроф, она представляет собой один из самых разорительных технических проектов (подробнее см. Яблоков, 2000в), наконец, влияние атомной индустрии на здоровье населения планеты оказывается гораздо более серьезным и опасным, чем предполагалось ранее (подробнее см. Яблоков, 2000г).

В этой брошюре рассматривается еще один широко распространенный миф — атомная энергетика спасет мир от надвигающегося энергетического голода, без атомного электричества невозможно развитие цивилизации и рост экономики.

Структура изложения такова. Сначала очень кратко рассматриваются исторические корни атомной энергетики (глава 1), затем рассматривается положение со строительством АЭС в разных странах и дается обзор отношения общественности в разных странах к развитию атомной энергетики (глава 2). Затем оцениваются перспективы иных, чем атомная энергетика, источников электроэнергии (глава 3) и более подробно анализируются планы развития атомной энергетики в России (глава 4). В заключительной пятой главе делается попытка сформулировать некоторые условия, выполнение которых сделало бы приемлемым для общества дальнейшее развитие атомной энергетики.

Глава 1. Как возникла атомная энергетика

Известно, что атомная энергетика возникла не по причине нехватки традиционных форм получения энергии, а как субпродукт при создании атомной бомбы. Как признают сами атомщики, именно так было и в США, и в СССР, и во Франции, и в Великобритании. На атомную энергетику работали колоссальные научные и производственные мощности, связанные с созданием и производством атомного оружия — те же самые рудники, те же самые институты, те же самые заводы. Зачастую впоследствии коммерческие атомные энергетические установки напрямую использова-

лись для различных работ, связанных с атомным оружием. В результате не только в период становления, но и впоследствии, атомная энергетика получала колоссальные правительственные субсидии. Только теперь становятся ясны масштабы этой тщательно скрывавшейся в прошлом поддержки. Так, например, во Франции такая поддержка оказалась эквивалентной 30 млрд долларов, в США — около 50 млрд долларов (Makhijani, Saleska, 1999).

Пользуясь этими колоссальными государственными субсидиями и мощнейшей идеологической поддержкой военно-промышленного комплекса, атомная энергия энергично стала теснить другие сектора на рынке энергии. В СССР, например, в начале 70-х годов неоднократно принимались постановления ЦК и съездов КПСС о преимущественном развитии атомной энергетике. В результате, к концу XX века Россия и другие страны СНГ пришли без современных паро- газотурбинных и других высокотехнологичных тепловых электростанций, и некоторые регионы были фактически «посажены на атомную иглу», порой с тяжелыми (как, например, в Армении в 90-е годы, где для отопления домов были вырублены многие городские насаждения) последствиями.

«... Среди направлений научно-технического прогресса, играющих особую роль в десятой пятилетке и определяющих перспективы долгосрочного развития экономики, можно выделить:

...в энергетике — форсированное развитие атомной энергетике, ...».
(«Материалы XXV съезда КПСС», Политиздат, М., 1976, сс. 126—127)

«...Минэнерго СССР в одиннадцатой пятилетке допустило срыв ввода в действие мощностей на атомных электростанциях... Учитывая напряженность в топливном балансе страны и возрастающую роль атомной энергетике, подобные срывы в дальнейшем недопустимы.»...

(«Материалы XXVII съезда КПСС», Политиздат, М., с. 246)

Бурное развитие атомной энергетике в ряде стран мира в 50—60-е годы было, несомненно, стимулировано и распространенным тогда взглядом, что развитие общества обязательно потребует увеличения энергопотребления. Впрочем, уже в те годы были исследователи, которые ставили под сомнение эту, якобы закономерность. В Великобритании, например, уровень энергопотребления за последние 120 лет не изменился и составлял 3—4

тонны нефтяного эквивалента на человека (Башмаков, 1999). Но в целом, в мире, действительно, с конца прошлого века и до середины 80-х наблюдался рост потребления энергии. Пик душевого потребления был достигнут в 1980—1985 гг, после чего наступило снижения потребления энергии: в 1995—1999 гг., несмотря на экономический рост, энергопотребле-

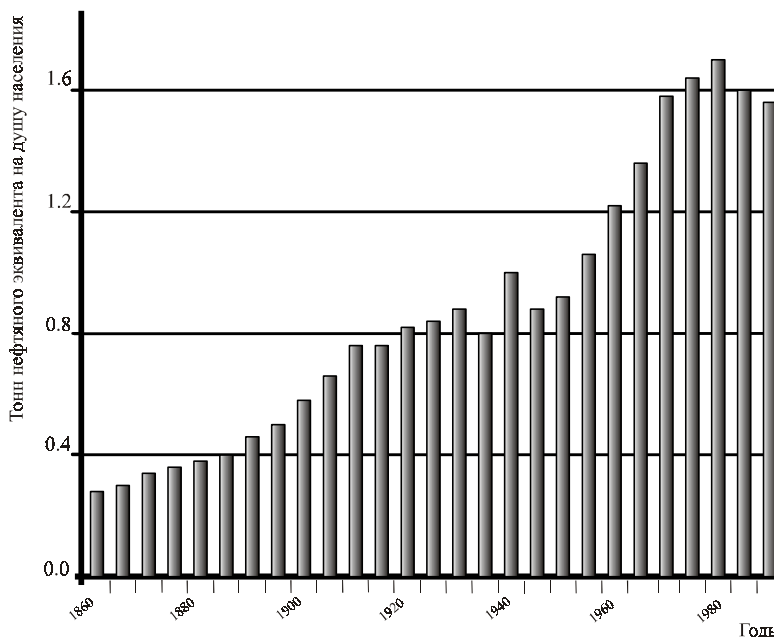


Рис.1. Среднемировое потребление энергии на душу населения по пятилетиям с 1960 по 1999 гг. (Башмаков, 1999)

ние оказалось меньше, чем в 1975—1985 гг. (Рис. 1).

Я не думаю, что тут сказались какие-то идеологические мотивы (сохранение планеты и т. п.). Скорее всего, сработал классический экономический механизм: энергосбережение оказалась в несколько раз более выгодным, чем освоение новых источников энергии. Обо всем этом написаны сотни книг, и общий вывод таков — вряд ли в XXI веке нас ждет серьезное увеличение энергопотребления, резервы энергосбережения огромны, и все более широкое распространение получают совершенно новые, энергоэффективные технологии. Таким образом, один из основных аргументов, постоянно выдвигавшихся атомщиками при агитации за строительство новых АЭС

— нехватка энергии для развития общества, — на самом деле представляет прежде всего удобное прикрытие экспансии ядерных технологий.

Итак, при развитии атомной энергетики в СССР речь шла, прежде всего, не о необходимости получения электроэнергии как главной задаче (это можно было бы сделать другими, более дешевыми способами), а о чем-то другом. Этой «другой» задачей было развитие научно-технического ядерного потенциала, в том числе — накопление ядерных расщепляющихся материалов и подготовка кадров. Решение этой задачи было существенно облегчено наличием «мирного» компонента ядерно-оружейного комплекса — атомной энергетики. Развитие атомной энергетики и в СССР, и в США было определено, прежде всего, не экономическими, а политическими и военными соображениями (Makhijani, Saleska, 1999; Яблоков, 2000е).

Получившая мощный военно-политический старт атомная энергетика стала быстро развиваться в конце 60-х — начале 70-х годов. Но к середине 70-х годов период бурного развития атомной энергетики во всем мире прекратился. Выяснилось, что конкуренции с традиционной энергетикой без постоянной поддержки государства атомная энергетика не выдерживает. Кроме того, катастрофы на АЭС «Три-Майл-Айленд» и в Чернобыле показали, что и обещанной безопасности атомная энергетика обеспечить не может.

Глава 2. Мир против строительства новых АЭС

В 1999 г. число работающих атомных блоков достигло 440. В 1999 г. продолжалось строительство 30 новых реакторов. К 1999 г. 98 реакторов в мире было навсегда остановлены (Brown et al., 1999), в основном, по экономическим причинам. Средняя продолжительность их работы составила около 18 лет.

В 1973 г. МАГАТЭ прогнозировало строительство от 160 до 200 АЭС в 80-е годы в странах третьего мира. На самом деле к планировавшимся срокам было сооружено только... 5 (1 реактор — в Бразилии, 2 — в Аргентине и 2 — в Мексике). Начиная с 1973 года было прекращено строительство 120 ранее заказанных реакторов во всех странах мира, а число реакторов, начинаемых строительством после 1985 г. в среднем для мира около пяти в год (Рис. 2).

В 1974 г. МАГАТЭ предсказывало, что к 2000 году АЭС будут производить 4,450 гигаватт (1 ГВт = 1 000 000 000 ватт). На самом деле произведена едва 1/10 часть этого количества.

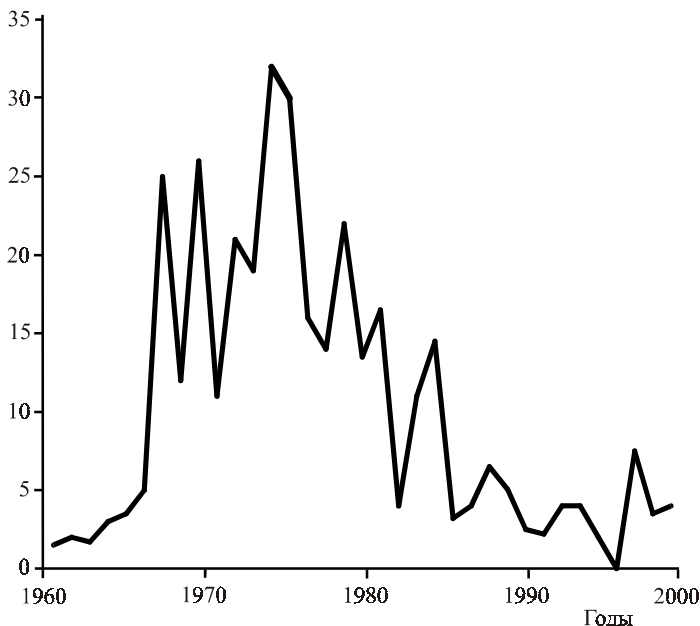


Рис. 2 Динамика числа реакторов в мире, начинаемых строительством, по годам (Vital Signs, 1999—2000)

В 1977 г. на X Конгрессе Мировой энергетической конференции (самой крупной международной энергетической организации) был принят прогноз, согласно которому в 2000 г. доля атомной электроэнергии должна составить 45%, а в 2020 г. — 60—65% (Алексеев, Рустамов, 1997). На самом деле, к 2000 г. доля атомного электричества в мире составляла 16%. На рис. 3 показана общемировая динамика величины доли АЭС в выработке всех видов энергии, а на рис. 4 — изменение доли АЭС в выработке электроэнергии в мире. Как видно из рис. 3, начиная с 1990 г. в мире резко замедлился прирост мощностей АЭС.

В 1990 г. комиссия по атомной энергии Великобритании предсказывала производство 1,000 ГВт атомного электричества к 2020 году, но и эти многократно более умеренные предсказания, по-видимому, не оправдаются (Bunyard, Roshe, 1999).

В 1996 г. во всех странах мира строилось 34 (в 1998 г. — 33) энергоблока на АЭС (суммарной мощностью 27 000 МВт), что составляет только около 5 % будущего электрического рынка (сравнительно с 17 % в наши дни). Одно-

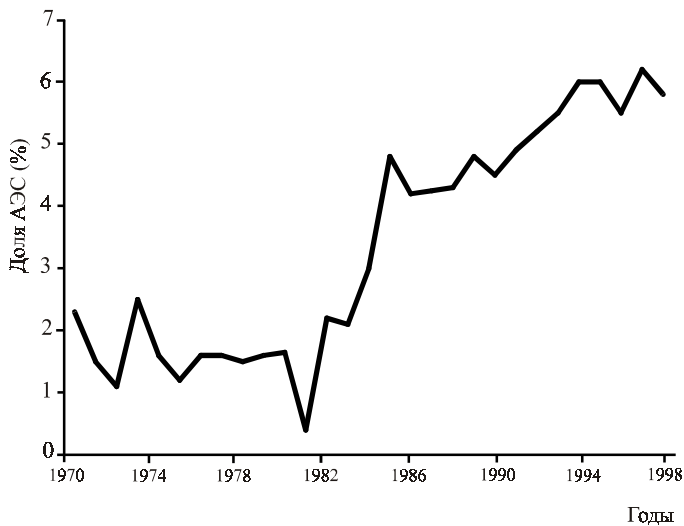


Рис.3. Доля АЭС в мировой выработке всех видов энергии (по данным МАГАТЭ)

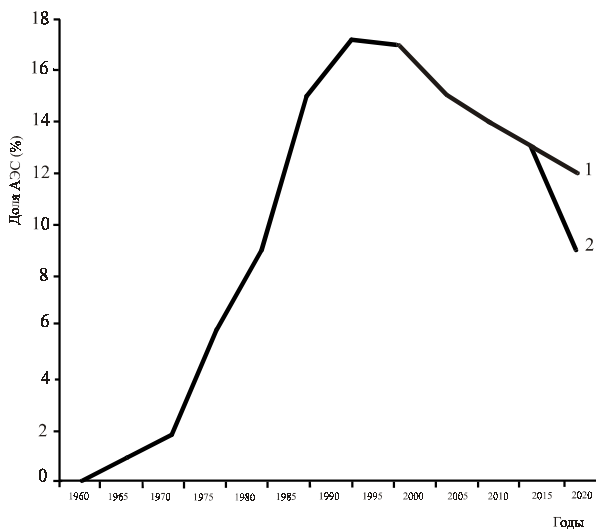


Рис. 4. Доля АЭС в общемировом производстве электроэнергии (по данным МАГАТЭ). 1- оптимистический прогноз, 2 – пессимистический прогноз.

временно строились не-атомные электростанции суммарной мощностью 520 000 МВт (Lenssen, Flavin, 1996; Brown et al., 1999). Анализ показывает, что 14 из строящихся в разных странах реакторов, по всей видимости, никогда не будут завершены (Brown et al., 1999, p.50).

Созданная в ведущих атомных странах мира огромная промышленность по строительству АЭС, конечно же, хочет не только выжить, но и получать прибыли. Этим объясняется активное проникновение западных атомных компаний в страны Юго-Восточной Азии. Это проникновение идет с обещаниями льготных кредитов и посулами всяких энергетических благ. Юго-Восточная Азия — единственный регион мира, где возможно в ближайшие 20 лет заметное расширение производства электроэнергии на АЭС.

2.1. Положение со строительством АЭС в некоторых странах

В 1999 г. 430 атомных энергоблоков работало в 32 странах, которые произвели 17% мировой электроэнергии.

«В прошлом атомная индустрия могла выживать только благодаря тайным и явным государственным субсидиям в миллиарды долларов... дерегуляция энергоснабжения в промышленности теперь показала истинную (высокую — А.Я.) стоимость атомного электричества, даже без учета затрат на снятие с эксплуатации, обращение с радиоактивными отходами и компенсацию за болезни и смерти». (Bunyard, Roshe, 1999).

Австрия. Действует бессрочный мораторий на строительство АЭС. Начатое в 1978 г. строительство единственной АЭС в Цвентендорфе было через 8 лет прекращено.

Аргентина. В стране есть 2 действующих реактора (1000 Мвт, 10% всей электроэнергии страны), и один реактор строится.

Армения. В 1995 г. повторно пущен второй блок АЭС Медзамор (ВВЭР-440 модель 230). Эта АЭС была закрыта в 1988 г. под давлением общественности. В настоящее время западные атомные компании представляют кредиты для продолжения работы этой станции, но существует договоренность о закрытии этой станции к 2004 (GAO, 2000).

Бельгия. В стране работают две АЭС с семью реакторами, которые производят 55 % всей электроэнергии. В 1991 г. принято решение парламен-

та, фактически запрещающее строительство новых АЭС. Это решение было конкретизировано правительством в 1999 г.: не замещать выводимые из строя по окончании срока их службы (три в 2015, четыре — в 2025 г.) реакторы новыми. Зеленое движение настаивает на выводе из эксплуатации всех реакторов к 2015 году (Belgium..., 1999).

В конце 1999 г. была поставлена задача — увеличить за 10 лет в 200 раз производство «солнечной» энергии для обогрева зданий, что обеспечило бы 2/3 потребностей южной аграрной части страны (Belgium's... 1999).

Болгария. В стране работают 7 атомных реакторов (которые в 1998 г. давали 40% электроэнергии), и строился еще один. В 1995г. был повторно пущен реактор №1 АЭС «Козлодуй». В 1997 г. государственный экспертный совет Болгарии проанализировал предложение «Атомэнергопроекта» (Россия) о завершении строительства АЭС «Белене»-1 с привлечением российского кредита в 400 млн. долларов и высказался против. На этой основе правительство Болгарии приняло решение прекратить строительство этой АЭС как экономически необоснованное (Bulgarian..., 1997).

В 2000 г. Правительство Болгарии под давлением Европейского Союза приняло решение закрыть реакторы № 1—4 (ВВЭР-440 модель 230) АЭС «Козлодуй» значительно ранее запланированного срока — к 2005 г. Реакторы № 5 и 6 будут усовершенствованы компанией «Вестингауз», выигравший соответствующий тендер в июне 1999 г. (<http://www.dogpile.com-infoseek>).

Бразилия. Есть один действующий и один строящийся реактор. Планы 60—70-х гг. по широкому развитию атомной энергетики, явно связанные тогда с желанием развивать атомно-оружейную программу, позднее были кардинально пересмотрены. В развитии энергетики сейчас упор делается на использование биомассы (см. ниже).

Великобритания. В стране работает 29 атомных энергоблоков (27 % электроэнергии страны). В 1995 г. прекращено строительство двух реакторов. Больше в этой стране не планируется строить АЭС. Последний из построенных в Великобритании реакторов — «Сайзуелл-Б» вступил в строй в 1995 г. Стоимость его строительства составила 3000 долларов за 1 КВт установленной мощности, что в несколько раз дороже стоимости постройки газовой станции такой же мощности (Lessen, Flavin, 1996).

Несомненно, по крайней мере половина АЭС Великобритании не особенно и нужна: 14 реакторов здесь работают с коэффициентами загрузки от 0,18 до 0,36, то есть много меньше чем на половину мощности (Смоляр, Ермашkevич, 2000). В мае 2000 г. было объявлено о досрочном закрытии

пяти действующих АЭС до истечения их лицензионных сроков в течении 2000—2010 гг. (Brown, 2000).

Британские законодатели разработали законопроект, по которому энергетические фирмы будут обязаны покупать часть распространяемой ими

«Фирма British Energy объявила о намерении не подавать заявку на строительство АЭС «Сайзуэлл-С» в юго-восточной Англии и отказаться от планов строительства АЭС «Хинкли-С», несмотря на полученное разрешение... Развитие ядерной энергетики может стать необходимым, если озабоченность, которую испытывают во всем мире из-за накопления двуокиси углерода в атмосфере и угрозы климатических изменений, достигнет той отметки, когда правительствам придется пойти на сокращение количества сжигаемого угля, нефти и газа, например, путем введения налога на углерод... Другой фактор состоит в том, что запасы нефти и газа начнут истощаться, вынуждая тем самым переходить на какие-то альтернативные технологии. Тем не менее, ни один из этих факторов не будет играть определяющую роль в обозримом будущем (выделено мною — А.Я.).»

Из заявления исполнительного директора государственной атомной компании British Energy (Великобритания, 1996).

энергии от возобновимых источников. Предполагается (British..., 1999), что к 2010 г. 10% электроэнергии в Великобритании будет получено от возобновимых источников (в 1998 г. — 2%).

Венгрия. На АЭС «Пакш» работают четыре реактора ВВЭР 440 (модель 213), которые давали 36% электроэнергии страны.

Вьетнам. До 1997г. велись переговоры с Республикой Корея о строительстве двух реакторов на сумму в 3 млрд долларов (Nuclear winter, 1998). Энергетическая политика страны «предусматривает возможность развития атомной энергетики с помощью зарубежных партнеров» (Визит..., 2000).

Германия. В 1999 г. работало 20 энергоблоков, которые произвели 28% электроэнергии в стране. Сразу после объединения в 1991 г. были закрыты все АЭС на территории бывшей ГДР. На основе детальных расчетов и моделирования (например, см. Hoster, 1998) в 1999 г. Федеральное правительство приняло решение о постепенном выводе из эксплуатации всех 19 действующих реакторов. К 2002 г. должна быть закрыта одна из 9 работающих германских АЭС (Germany..., 1999), а остальные будут

закрыты на 5—8 лет раньше истечения их проектного срока службы (до 2010 года).

Голландия. К 1997 г. работали 2 реактора. В 1994 г. парламент страны отказался дать разрешение на строительство новой АЭС. В 1997 г. закрыта первая АЭС «Додеваард». Принято решение закрыть вторую АЭС «Борселле» (480 Мвт, 3,6% электроэнергии страны) в 2004 г., за несколько лет до истечения срока ее проектной работы.

Греция. Попытки строительства АЭС в 60-70-е годы не были реализованы. Страна твердо и последовательно выступает против строительства АЭС.

Дания. В 1994 г. было решено прекратить эксплуатацию единственной АЭС раньше намеченного срока.

Индия. Работает 10 коммерческих энергетических реакторов (дают 2% электроэнергии в стране), строится шесть новых. Действующие реакторы, ввиду всяческих неполадок, работают при постоянном ограничении мощности (в среднем около 39% при 60—80% в других странах (Nuclear..., 1996).

В 1994 г. на одном из строящихся реакторов произошла самая крупная катастрофа из случившихся на строительстве АЭС в мире — упала часть крыши машинного зала весом 130 тонн (Nuclear..., 1996). Программа развития атомной энергетики основана на значительных государственных дотациях, удвоившихся в размерах с 1998 г. Эта программа с самого ее начала в 60-е годы была прямо связана с программой создания атомного оружия, первые испытания которого состоялись в 70-е годы, а несколько новых — в 1998 г.

Индонезия. До 1997 г. планировалось построить к 2020 г. 12 АЭС, которые производили бы до 20% электричества в стране. В 1997 г., после открытия и освоения крупных газовых месторождений, правительство приняло решение отложить планы развития атомного сектора на неопределенный срок, несмотря на давление со стороны западных атомных компаний. В 1998 г. российский Минатом начал переговоры о возможности лизинга Индонезией создаваемых в России плавучих АЭС.

Испания. 30% электроэнергии страна получает от 9 атомных реакторов. С 1983 г. действует мораторий на строительство АЭС. В 1995 г. принят специальный закон, запрещающий достраивать пять начатых строительством реакторов.

Италия. В 1963 г. дал ток первый коммерческий реактор «Борго Саботи-

но», проработавший до 1986 г. Второй реактор «Гариглиано» около Неаполя начал работать в 1964 г. и был закрыт в 1978 г. под угрозой разрушения землетрясением. АЭС «Каорсо» и «Трино Верселлезе» были закрыты в 1986 и 1987 гг. в результате антиядерного референдума после Чернобыльской катастрофы. Этим же решением был закрыт огромный, почти законченный, но не вступивший в строй реактор «Монтальто ди Кастро» мощностью 2000 МВт. Стоимость разборки всех реакторов, обращения с отработавшим топливом и неустойки за незавершенное строительство к 1998 г. достигла 6,8 млрд долларов (A long half-life, 1998).

Казахстан. В 1998 г. принято решение о строительстве Южно-Казахстанской АЭС на южном берегу оз. Балхаш. До 1999 г. работала одна АЭС в г. Шевченко на берегу Каспийского моря с реактором на быстрых нейтронах БН-350.

Канада. К 1997 г. в стране работали 22 реактора (Nuclear power..., 1997). Последний заказ на строительство атомного реактора был в 1976 г. После 1990 г. были отменены планы строительства 10 новых АЭС. В 1997—1999 г. досрочно выведено из эксплуатации 8 реакторов из-за невозможности обеспечить их безопасную эксплуатацию.

Китай. В 1998 г. в Китае работали три реактора: один китайского производства в Квишане и два на АЭС «Дайя Бей» около Гонконга. По планам к 2020 г. Китай собирался построить 50 атомных реакторов. Однако в марте 2000 г. министр планирования Китая заявил, что в ближайшие годы не планируется начинать строительства новых АЭС. Главной задачей считается быстрейшая достройка шести начатых (China..., 2000). Если эти планы будут выполнены, то это увеличит мощность всех китайских АЭС в четыре раза к 2003 г. (Eco-group..., 1997).

Республика Корея. Страна до 1998г. имела самую динамичную программу развития атомной энергетики в мире: здесь работало 14 энергоблоков (вырабатывали 41% электроэнергии страны), и по планам к 2010 г. должно было быть построено еще 15. Однако, начиная с 1996 г. планы развития атомной энергетики неоднократно пересматривались в сторону сокращения. 1 февраля 1999г. впервые в истории Республики Корея было прекращено строительство нового реактора: городской совет г. Улсан под давлением общественных организаций и профсоюзов принял такое решение (Nuclear Notes, 1999).

Куба. В 1992 г. были прекращены работы на двух частично построенных по советским проектам реакторах АЭС Хурагуа. В 1997 г. Минатом России начал компанию по возобновлению этого строительства.

Литва. Под давлением западных стран в 1999 г. принято решение о досрочном закрытии АЭС Игналина с двумя энергоблоками РБМК по 1500 Мвт (производит 77 % электроэнергии страны).

Малайзия. Малайзия не планирует развития атомной энергетики. Проведенные исследования показали, что атомное электричество в Малайзии было бы дороже получаемого от сжигания газа или угля и неприемлемо по высокому риску. Правительственную поддержку получает развитие солнечной и гидроэнергетики (Malaysia..., 2000).

Мексика. Есть два действующих энергоблока (вырабатывают 5,4% электроэнергии страны) Планов развития атомной энергетики нет.

Пакистан. Работает один небольшой энергоблок (137 Мвт, 0,65% электроэнергии страны), строится еще один. Развитие атомной энергетики связано с программой создания атомного оружия.

Польша. Строительство единственной АЭС в Жарновце было прекращено после Чернобыльской катастрофы вследствие массовых общественных протестов с убытками в 700 млн долларов (Шаповалов, 1998). Сейчас на ее месте сооружается газо-турбинная электростанция мощностью 1000 МВт. Страна выступает принципиально против развития атомной энергетики.

Румыния. На строительство единственного реактора АЭС «Чернавода», вступившего в строй в мае 1996 г., потребовалось 16 лет и 10 млрд долларов. Строительство четырех других блоков этой АЭС отменено. Дальнейшее развитие атомной энергетики в стране не предусматривается.

Пакистан. Работает один небольшой энергоблок (137 Мвт, 0,65% электроэнергии страны), строится еще один. Развитие атомной энергетики связано с программой создания атомного оружия.

Словацкая республика. Работают четыре энергоблока (два ВВЭР 440/213 и два — ВВЭР 440/230) на АЭС «Богунице», которые производят до 44 % электроэнергии в стране. Начиная с конца 1994 г. идет борьба общественности против достройки АЭС «Моховце», в создании которой принимают участие несколько западных фирм. В соседней Австрии собрано более 1 млн подписей против пуска этого реактора. В 1998 г. вступил в строй один новый реактор. В 1999 г. правительство под давлением Европейского Союза и собственной общественности приняло решение закрыть на несколько лет раньше намеченного срока (в 2006 и 2008 гг.) два блока ВВЭР-440 (модель 230) на АЭС «Богунице».

Словения. Работает один энергоблок 664 Мвт (производит до 38 % элек-

троэнергии в стране) на АЭС «Кршко». Планов дальнейшего развития атомной энергетики нет.

США. В настоящее время здесь работает 109 реакторов общей мощностью 99 тыс. МВт (дают 22 % электроэнергии в стране). Последние заказы на постройку АЭС были сделаны в 1974 г., а в 1995 г. перед лицом реальной ситуации на энергетическом рынке (рост энергопотребления за счет энергосбережения, газовых и угольных станций), было принято решение не достраивать три недостроенных АЭС, несмотря на вложенные в это строительство несколько миллиардов долларов.

Всего за последние 30 лет в США были отменены планы строительства в общей сложности 108 (по другим данным — даже 123; Nuclear..., 1996) атомных реакторов общей мощностью более 110 тыс. МВт (Flavin, 1996; Брифинг Гринпис, 1998). К 1999 г. в США было закрыто в общей сложности 16 АЭС (Loiselle, Kritsky, 1999). По экономическим причинам к 2003 г. в США могут быть досрочно закрыты еще более 20 реакторов (Lenssen, Flavin, 1996).

В самое последнее время в США, как и в других атомных странах, наблюдается процесс увеличения срока эксплуатации старых АЭС. Первая лицензия на продление жизни АЭС была получена в США в 1999 г. Электричество, получаемое от таких старых АЭС, оказывается значительно дешевле (все издержки были амортизированы ранее). Можно не сомневаться, впрочем, что этот процесс будет продолжаться только до первой крупной аварии, неизбежность которой растет с постарением АЭС.

Таиланд. В 1994 г. правительство отказалось от размещения заказов на строительство шести планировавшихся ранее АЭС.

Тайвань. Работают шесть атомных реакторов на трех АЭС, которые производят до 25 % электроэнергии в стране (Chung, 2000). В результате сильной общественной оппозиции планы строительства двух новых АЭС в 1996 г. были отложены, а в 1998 г. было приостановлено строительство четвертой АЭС стоимостью 5,3 млрд долларов. Новый президент страны, выбранный в марте 2000 г., Чен Шу Бянь включил в предвыборную программу прекращение строительства АЭС. К 2000 г. выполнено около 30% работ, и американская компания Джeneral Электрик должна была поставить два реактора и соответствующее оборудование стоимостью 1,8 млрд долларов.

Турция. В 1997 г. был объявлен тендер на строительство первой турецкой АЭС. После семикратного откладывания подведения итогов тендера (за право строить АЭС борются французские, британские, канадские,

американские и немецкие компании) в апреле 2000 г. турецкое казначейство направило в правительство аналитическую записку, в которой сообщается, что в случае выделения 3 млрд. долларов для кредита под строительство этой АЭС пострадает турецкая программа стабилизации экономики. В этих условиях, по всей видимости, решение о строительстве АЭС будет отложено минимум на два года (Ersoy, 2000).

Украина. На пяти украинских АЭС (14 реакторов) в 1997 г. было выработано 44,9% электроэнергии в стране. В 1995 г. начато строительство нового реактора на Запорожской АЭС. После распада СССР атомная энергетика Украины постоянно находится в напряженном состоянии из-за отсутствия топлива и невозможности наладить приемлемо безопасную эксплуатацию. Под давлением стран большой семерки в ближайшие годы будет закрыта Чернобыльская АЭС. Западные атомные консорциумы настаивают на достройке новых реакторов – второго блока на Хмельницкой и четвертого – на Ровенской АЭС, хотя исходным планом страны заключались в переходе на снабжение электричеством от современных газо-турбинных станций (Nuclear Notes, 1999). Кроме того, было показано, что строительство этих двух реакторов не оправдано экономически (Surrey, 1997). За последние 10 лет в стране значительно увеличилось использование ветровой электроэнергии.

Филиппины. Выполнение программы развития атомной энергетики, начатой в 60-е годы, прекращено. Единственная АЭС «Батаан» была закрыта в 1985 г. По некоторым данным рассматривается возможность лизинга российских плавучих АЭС в будущем.

Финляндия. На двух АЭС работает 4 энергоблока (общая мощность 2760 Мвт, что дает 27 % электроэнергии в стране). В 1993 г. финский парламент запретил дальнейшее строительство АЭС. Несмотря на это, ведется проектирование АЭС «Ловиисса-3», что встречает растущее общественное сопротивление.

Франция. В 1999 г. в стране работало 57 атомных реакторов (производят 77 % электроэнергии), строятся еще два. В 1994 г. поступил последний заказ на строительство АЭС, по-видимому, и в этой стране (Европейском лидере по числу АЭС и мировом лидере по доле атомного электричества) эра строительства АЭС подходит к концу. Последний новый реактор был введен в строй в 1999 г. («Сиво-2»).

В 1998 г. французский концерн ФРАМАТОМ объединился с немецким СИМЕНСом для разработки новой модели атомного водо-водяного реактора, который по замыслу будет безопаснее существующих. Однако

против этих планов выступает усиливающееся общественное движение — сеть из более чем 360 общественных организаций Le Réseau Sortir du Nucleaire. В течение 1999 г. они собрали более 100 тыс. подписей, переданных в правительство, против этих планов (<http://www.sortirdunucleaire.org>). В 1999 г. правительство приняло решение о необходимости диверсификации электропроизводства, что означает отход от преимущественной поддержки атомной индустрии.

Чешская Республика. В стране работает четыре атомных реактора ВВЭР-440 модель 213 на АЭС «Дукованы». В 1999 г. (после трехлетней задержки и затрат на 400 млн. долларов больше, чем планировалось) вступил в строй реактор №1 на АЭС «Темелин».

Швейцария. Работают пять реакторов. В 1990 г. на референдуме был принят мораторий на выдачу лицензий на строительство атомных станций до 2000 г. В 1997г. было принято решение отказаться от использования атомной энергии к 2030 г.

Швеция. В 1999 г. работало 12 атомных энергоблоков (произвели 46% электроэнергии). Развитие атомной энергетики стимулировалось в 60-е годы планами разработки собственного ядерного оружия. Последняя АЭС была введена в строй в 1985 г. В 1980 г. на референдуме было принято решение о постепенном отказе от атомной энергетики: 78% избирателей высказались за закрытие АЭС ранее запланированного срока (Nordhaus, 1997). Первый из 12 реакторов «Барсебек-1» был закрыт 30 ноября 1999 г. задолго до завершения срока его эксплуатации. В соответствии с национальной политикой отказа от использования атомной энергии остальные реакторы будут закрыты к 2010 г.

ЮАР. В 1999 г. работало два атомных энергоблока (производили 7 % электроэнергии страны). Развитие атомной энергетики было связано с созданием атомного оружия (от обладания которым впоследствии страна отказалась). Не существует планов развития атомной энергетики по крайней мере до 2007 г. (Германия, 1999)

Япония. К 1999 г. в стране работало 53 атомных энергоблока, которые произвели 36% электроэнергии. После аварии реактора «Мондзю» в конце 1995 г. были впервые пересмотрены планы существенного расширения строительства АЭС. Существует устойчивая тенденция к усилению общественного мнения против строительства АЭС (рис. 6).

В 1994 г. в Японии впервые было заблокировано строительство АЭС — АЭС Хохолку в префектуре Ямагучи (Asahi Shimbun, 2000). В августе 1996 г. 61 % населения г. Микимаша (префектура Ниигата) проголосова-

ло на городском референдуме против предоставления земли под строительство АЭС Маки (несмотря на обещанные правительством крупные денежные субсидии). В марте 1997г. другая компания, планировавшая строить еще одну АЭС около города Кушима, разорвала контракт на строительство в связи с требованием провести референдум и, понимая, что ответ будет отрицательным (Kondo, 1998). После катастрофы в Токаймура (префектура Ибараки) в 1999 г. планы строительства новых АЭС были сначала заморожены, а через несколько месяцев уже согласованные планы строительства АЭС Ашихама в префектуре Миа были пересмотрены. Впервые это было сделано по предложению губернатора, прямо выступившего против правительственных планов на основе опросов общественного мнения: 82 % жителей одного близлежащего города и 52 % жителей другого расположенного вблизи города высказались против строительства АЭС (Expansion..., 2000). Электрическая компания Чубу Электри Пауэр сразу после заявления губернатора отказалась строить эту АЭС.

В 2000 г. ранее существовавшие планы строительства сорока новых реакторов были пересмотрены. Японское правительство официально заявило о необходимости пересмотра планов строительства 22 атомных блоков (13 — на восьми новых АЭС, и 9 — на уже существующих) АЭС до конца 2000 г. В официальных комментариях уже заявляется о «*необходимости принимать во внимание местную ситуацию*» (BBC..., 2000). В 14 случаях строящихся или планируемых новых реакторов такая местная ситуация складывается явно не в пользу их строительства (Watanabe, 2000; Japan... 2000).

* * *

В заключение можно таким образом подвести итоги состояния и перспективы развития атомной энергетики в мире. Быстро увеличивается число АЭС, выходящих из строя вследствие истощения их ресурса или в результате принимаемых политических решений отказа от использования атомной энергетики. В обозримом будущем доля атомного электричества в мире будет сокращаться уже просто потому что даже при самом оптимистическом для атомщиков варианте развития, технически и экономически невозможно построить сотни АЭС взамен выбывающих.

В то же время процесс отказа от использования АЭС в мире замедлен тем, что ряд стран, поддавшись на уговоры или давление атомного лобби, или в прозрачной связи с национальными программами ядерного вооружения, продолжают планировать развитие атомной энергетики и строят АЭС.

Это прежде всего некоторые страны Азиатско-Тихоокеанского региона (Китай, Южная Корея, Индия, Япония, Иран), а такие страны как Турция и Индонезия серьезно рассматривают планы строительства АЭС.

2.2. Что думают в разных странах об атомной энергетике

Общественное мнение в самых разных странах все более настойчиво восстает против развития атомной энергетики. Приведу данные лишь по некоторым странам, оказавшиеся доступными в известной мне литературе.

Болгария. На рис. 5 показано нарастание публикаций в средствах массовой информации Болгарии и за рубежом о неполадках в атомной индустрии этой страны в 1985—1993 гг. Соответственно росло и осознание риска, связанного с работой АЭС в этой стране.

Испания. Согласно опросу общественного мнения в марте 1999 г. 54%

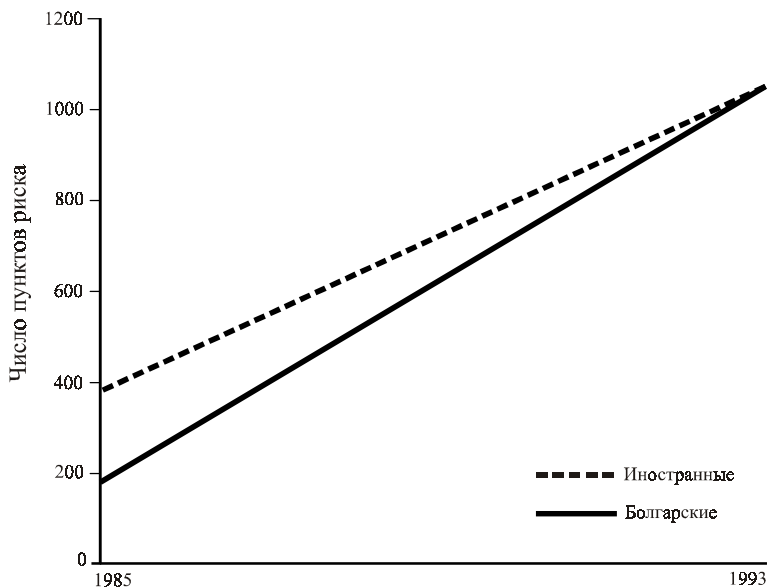
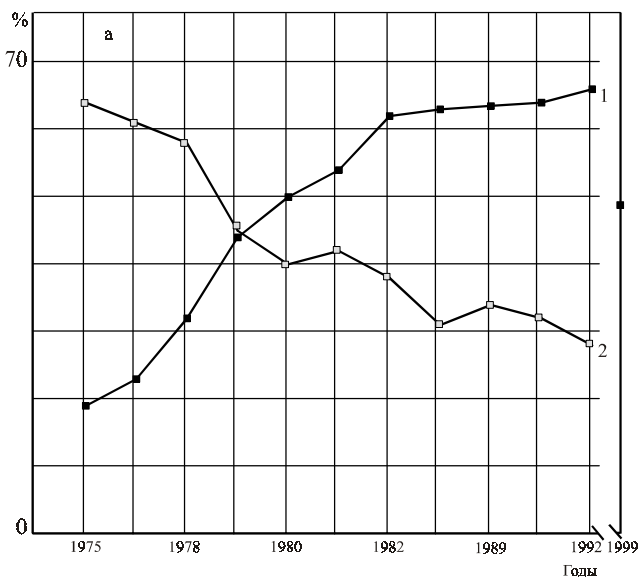


Рис. 5. Тенденция возрастания числа сообщений о риске, связанном с болгарскими АЭС, в средствах массовой информации Болгарии и за рубежом (Sjoberg, 1999)

испанцев хотели бы избавиться от атомной энергетики и только 24 % считают, что АЭС в стране достаточно безопасны (Spaniards..., 1999).

Италия. В 1997 на национальном референдуме более 80% итальянцев высказались против развития атомной энергетики.

США. Через год после катастрофы на АЭС «Три–Майл–Айленд» впервые большинство опрошенных американцев отрицательно отнеслись к атомной энергетике. В середине 80-х годов число американцев, выступающих против атомной энергетики, достигло 60 % (Рис. 6) и с тех пор сохраняется примерно на этом уровне (в марте 1999 г. — 59,8%). Среди республиканцев 49,1 % против развития атомной энергетики, среди демократов и независимых соответственно, 66,7% и 63,7%. 61,5% всех американцев хотели бы, чтобы электроэнергия получалась из возобновимых источников, 6,3% — от АЭС, и 4,4% — от угольных станций. Только по одному из «атомных» вопросов мнение американцев неопределенно: стоит ли досрочно закрывать работающие АЭС: «за» и «против», соответственно, 43,3% и 43,8% (среди европейцев такое же положение: 48 % и 48 %; Spaniards..., 1999). Среди молодых американцев (в возрасте от 18 до 34 лет) большинство за досрочное закрытие всех АЭС (ТМІ..., 1999).



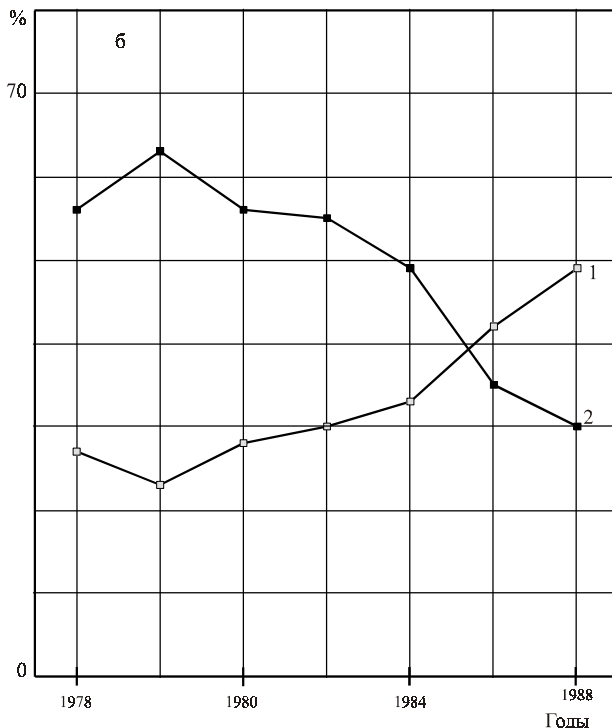


Рис.6. Тенденции в сокращении поддержки развития атомной энергетики в США (а) и Японии (б): 1 — % выступающих против; 2 — % выступающих за развитие атомной энергетики (по: “Americans...”, 1992; Mashimo, 1996)

В табл.1 приведены данные по восприятию риска от разных технологий женщинами, студентами и специалистами-экспертами в США. Расхождение мнений экспертов и общественного мнения в США весьма показательно. До сих пор коллективное настороженное мнение общества в отношении атомной энергетики оказывалось, в конце концов, более справедливым, чем мнение специалистов, получающих деньги от атомной индустрии, увлеченных и/или купленных ею, которые накануне всех серьезных аварий («Три-Майл-Айленд», Чернобыль, Токаймура) постоянно говорили о высокой надежности и исчезающе малой вероятности таких аварий.

Таблица 1

**Восприятие риска разных технологий (в условных единицах;
1—наибольший риск) в США в разных группах населения
(Allenby, 1999)**

Технология	Лига женщин-избирательниц	Студенты университетов	Группа экспертов
Ядерная энергетика	1	1	20
Автотранспорт	2	5	1
Курение	4	3	2
Алкоголь	6	7	3
Пестициды	9	4	8
Производство электричества (не атомного)	18	19	9
Контрацептивы	20	9	11
Рентгенодиагностика	22	17	7
Железные дороги	24	23	19
Пищевые добавки	26	20	21

Франция. Только 11 % французов считают что надо продолжать строительство новых АЭС, тогда как 67% выступают за прекращение их строительства, и 15% — за немедленную остановку всех АЭС (Франция..., 1998).

Швеция. В 1980 г. на национальном референдуме большинство шведов проголосовало за постепенный отказ от атомной энергетики. Ядерные технологии являются в глазах общества, безусловно, самыми опасными энергетическими технологиями (Табл. 2).

Отношение шведского общества к восприятию персонального риска от разных факторов.

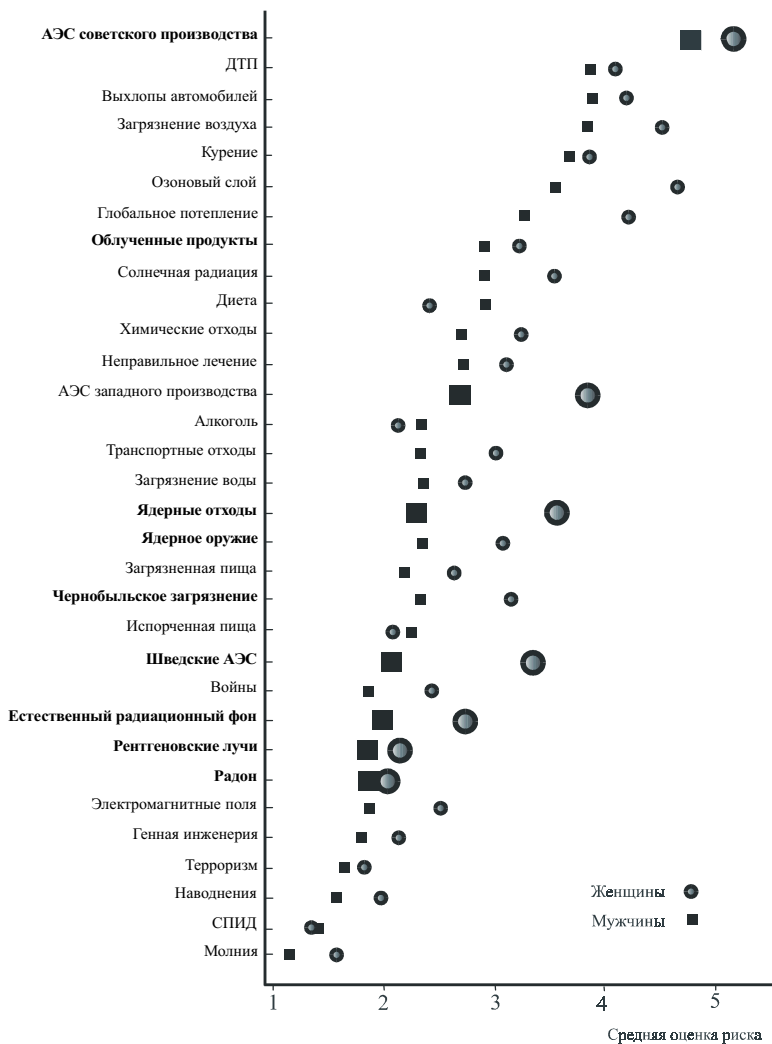


Рис. 7. Средние значения восприятия личного риска у мужчин и женщин в Швеции в 1996 г. (Sjoberg, 1999)

Как видно из приведенного графика опасность от АЭС советского производства находится на вершине общественного представления о риске.

Таблица 2

Отношение в Швеции (1996 г.) к восприятию риска и выгоды от разных технологий получения энергии (Sjoberg, 1999)*

Энергетика	Восприятие риска	Восприятие выгоды	Сумма Риск выгода
Гидро-	-0,53	+0,26	0,32
Ветровая	-0,20	+0,39	0,21
Биомасса (дрова)	-0,49	+0,30	0,42
Газ	-0,56	+0,15	0,39
Атомная	-0,63	+0,27	0,63
Нефть	-0,57	+0,23	0,46
Уголь	-0,53	+0,21	0,39
* Примечание: максимальный риск — 1, максимальная выгода — +1			

Япония. Общественная поддержка атомной энергетики постоянно сокращается (см. рис.6). Этот процесс значительно усилился после крупнейшей в истории Японии аварии на атомном производстве в сентябре 1999 г.

В целом можно сказать, что несмотря на предпринимаемые во всех странах атомной промышленностью невероятные усилия по реабилитации ядерных технологий в глазах общественного мнения, все большее число людей во всем мире устойчиво склоняется к пониманию необходимости отказа от атомных технологий.

2.3. Что думают о строительстве АЭС в России

В Программе развития атомной энергетики России (см. Постановление Правительства РФ № 815 от 21 июля 1998 г.) есть специальный пункт о необходимости создания положительного облика атомной индустрии в общественном мнении. В отличие от многих других положений Программы, выполнение которых явно затормозилось в связи с отсутствием средств, этот пункт активно выполняется: в средствах массовой информации число публикаций, поддерживающих строительство АЭС, заметно увеличилось в 1999 г.

8 декабря 1996 г. в Костромской области избиратели должны были ответить на вопрос: «Согласны ли вы с размещением АЭС на костромской земле?». 87 % из пришедших на избирательные участки граждан (а пришло 59% от общего числа избирателей) ответили на этот вопрос отрицательно. Это произошло, несмотря на специально предпринятую Минатомом России массированную обработку общественного мнения и по радио, и по местному телевидению, и в местной прессе. Однако небольшая общественная костромская «зеленая» организация «Во имя жизни» (которая и была инициатором проведения референдума, собрав для этого подписи в поддержку проведения референдума почти 6 % населения области) вместе с пришедшим ей на помощь Гринпис-России смогли противопоставить этой официальной пропаганде доводы логики, разума и глубокого общечеловеческого беспокойства за будущее.

В 1990 г. на городском референдуме в г. Воронеже 81,6% горожан высказались против строительства Воронежской атомной станции теплоснабжения (АСТ-500), за строительство — 2,1% (Вокруг ВАСТА, 1997).

В 1989 г. жители Челябинской области высказались на референдуме против сооружения Южно-Уральской АЭС.

Была попытка организации местного референдума по вопросу о целесообразности строительства Дальневосточной АЭС на берегу оз. Эворон (Хабаровский край). Однако после того, как более 50% проголосовавших жителей высказались против (несмотря на массированную пропаганду преимуществ жизни и хорошо оплачиваемой работы на АЭС), этот референдум был представлен, как не имеющей законной силы опрос общественного мнения.

Неоднократные опросы показывают, что около 70 % жителей Ростовской области против завершения строительства Ростовской АЭС. Областное законодательное собрание дважды (в 1990 и в 1999 гг.) принимало решения против завершения строительства этой АЭС.

Добавим к этому, что, как показал опрос ВЦИОМом 1500 человек по всей России в августе 1999 г., россияне считают угрозой номер один для всего человечества радиационное и химическое загрязнение среды (Немало... , 1999).

Я совершенно уверен, что, если бы вопрос о развитии атомной энергетики был поставлен на всероссийский референдум, большая часть населения выступила бы за запрещение дальнейшего строительства атомных станций в России.

Глава 3. Есть ли альтернативы атомным станциям?

Атомщики не устают повторять, что альтернативы атомной энергетике нет. Однако большинство энергетиков, не зависящих от атомщиков, отвечают на этот вопрос по-другому, а именно — необходимо развитие не атомной энергетики, а современной тепловой энергетики и возобновимых источников энергии, и для этого есть все предпосылки.

Чтобы положительный ответ на вопрос «Есть ли альтернативы атомным электростанциям?» не был голословным, кратко рассмотрим состояние и мировые тенденции развития других, — не атомных источников электроэнергии.

3.1. Хватит ли газа, нефти и угля?

Уже лет 15—20 серьезные энергетические сценарии будущего определяли использование природного газа для производства энергии как «газовую паузу», «мост к будущей энергетике», — период интенсивного потребления газа, во время которого будут развиты какие-то экономически и экологически приемлемые технологии производства электроэнергии.

Уже разведанных и существующих запасов газа в России хватит, по крайней мере, на 70—80 лет для удовлетворения не только собственных, но и экспортных потребностей. Теоретически же газа в России хватит более чем на 200 лет интенсивного потребления внутри страны и успешной торговли: у нас находится 35% разведанных мировых запасов газа. Замечу, что всех запасов урана для АЭС (при загрузке в реакторы свежего, а не регенерированного топлива) хватит на значительно меньший срок — не более чем на 90 лет (по некоторым расчетам — на 40—60 лет).

С развитием технологий добычи, переработки и транспортировки газа все чаще в энергетических работах газовая энергетика определяется как «топливо будущего». По многим прогнозам доля газа в производстве энергии увеличится до 20—25% к 2020 г. и до 30% к 2050 г. (Башмаков, 1999).

К этому надо добавить, что одним из важнейших энергетических открытий XX века явилось обнаружение колоссальных запасов метана в виде метан-гидратов, содержащихся в концентрированном виде под ложем океана. По величине запасенной энергии эти метан-гидраты превосходят вдвое все разведанные запасы газа, нефти и угля вместе взятые (Japan..., 1999). Уже одно только это открытие обеспечивает безоблачное энергетическое будущее человечества не только в XXI, но и в XXII в. Освоение ресурсов

метан-гидратов освободит от зависимости от атомной энергетики такие страны как Япония, Южная Корея, Тайвань, а также прибрежные регионы Китая, США, и других стран.

Развитие газовой энергетики в настоящее время стимулируется и значительным прогрессом в создании высокоэффективных и экономичных паро-газовых турбин с невиданным ранее в энергетике КПД свыше 60% (см. далее).

Запасов угля в мире хватит на 150—200 лет (с учетом огромных запасов бурого угля). Несколько десятилетий назад все страны стремились использовать в первую очередь высококачественный уголь вроде антрацита. Современные технологии сжигания угля в так называемом кипящем слое предполагают также использование бурых, низкалорийных углей. Среди современных технологий переработки угля (Катальников, Кобяков, 1998):

- интегрирование парогазовых установок с агрегатами утилизации оксидов серы и азота;

- дымовых газов в кислоты для производства минеральных удобрений;

- многостадийная переработка в рамках кислородной технологии: термическая очистка угля и получение концентрированных кислых газов, газификация очищенного топлива для производства горючего газа, парокислородная газификация для синтеза метанола, уксусного ангидрида и другой химической продукции;

- плазменная газификация и пиролиз, использование промышленных топливных элементов и мембранных технологий, аккумулирование энергии и получение водородного топлива.

Эти технологии позволяют в десятки раз сократить опасные выбросы окислов серы и азота, вызывающие кислотные дожди, а также сократить радиационное загрязнение золоотвалов угольных ТЭЦ. Несмотря на такую экологизацию угольной энергетики, она остается одной из самых экологически грязных, и доля угля в производстве электроэнергии в будущем видимо несколько сократится именно по причине экологической безопасности (при сохранении резервов угля для будущих столетий).

Первая современная тепловая электростанция была построена в России только в 1996 г. До этого у нас не было ни одной паро-газотурбинной или работающей по технологии комбинированной переработки угля или сланцев. Именно такие станции служат приемлемой и экономически эффективной заменой АЭС в США, Германии и других странах. Газовые и парогазовые энергоустановки, производимые корпорациями GE,

Westinghouse, Siemens, ABB достигают единичной мощности в парогазовом цикле до 430—480 МВт при КПД выше 60% (Ольховский, 1999). В перспективе еще более эффективные установки (с КПД до 68%) на основе турбин с влажным воздухом (Bahm, 1999).

Эффективные газотурбинные станции можно и нужно строить и в России: разработанные в свое время газотурбинные двигатели для военных самолетов после небольшой переделки способны работать на земле как высокоэффективные газотурбинные электростанции. Они автономны, дешевы, надежны, быстро монтируются, экологически несравнимо менее опасны, чем АЭС.

В настоящее время в России в результате конверсии оборонной промышленности сложилась исключительно благоприятная ситуация для массового производства модульных газотурбинных установок (ГТУ) разной мощности: от небольших (0,8—2,5 мегаватт) до 60—80-мегаваттных. Эти ГТУ могли бы производить предприятия Самары, Москвы, Санкт-Петербурга, Рыбинска, Калуги. Можно было бы выпускать 300—500 газотурбинных двигателей в год с высоким КПД и полностью решить задачу компенсации выводимых мощностей АЭС (Фаворский, цит. по: Галич, 1993). А в течение шести-семи лет при затратах 6—7 млрд долларов можно было бы заменить газотурбинными установками все имеющиеся в России АЭС (Фаворский, 1992). Правда, анализ Всемирного банка дает более высокие затраты: 18 млрд.. долларов (Толмацкий, 1993). Между тем, для доведения всех наших АЭС до западных стандартов безопасности в начале 90-х гг. было нужно затратить 22—25 млрд.. долларов (Barnes et al., 1993). Почему же Правительственная комиссия, созданная после моих обращений по этому вопросу к Б.Н. Ельцину и Е.Т. Гайдару еще летом 1992 г., так ни разу и не собралась для обсуждения этой проблемы? Самый вероятный ответ: потому что это противоречило интересам российского ядерно-промышленного комплекса.

«...Более 20 российских конверсионных заводов, готовых к выпуску электростанций мощностью от 1 до 30 мВт, бездействуют вследствие отсутствия финансирования...»

(Е. Кривякина. Малая энергетика бросает вызов большому энергосистемам. Финансовые Известия, 20 февраля 1996, №18, с. 4.)

Несмотря на это сопротивление, новые веяния, и в частности, парогазовые установки, кажется, всерьез заинтересовали наших энергострои-

телей: на следующие 15—20 лет планируется ввод в России более 200 парогазовых блоков с общей мощностью до 80 млн кВт (Особов, Особов, 2000). Эти установки позволят использовать пока неиспользуемые запасы пара в котельных.

*Калужский турбинный завод выпускает Автоматические энергетические комплексы (АЭК) единичной мощностью от 25 кВт до 250 МВт. АЭК-500, например, имеет мощность 500 кВт, стоит 12,5 тыс. долларов, весит 10,5 т, устанавливается в течении года в любом месте, рассчитан на продолжительность работы 40 лет с профилактическим ремонтным обслуживанием один раз в пять лет. Стоимость получаемого при этом электричества составляет 1,1—1,4 цента/кВт*час.*

(Из проспекта научно-производственного объединения «ТУРБО-КОН», 1998, Калуга)

Нет особой нужды беспокоиться и по поводу ресурсов нефти. Несмотря на огромное современное потребление этого топлива, его разведанные запасы не уменьшаются, а только растут. Современная доля нефти в энергопроизводстве (свыше 30%) вероятно сохранится до 2050 г., после чего запасов нефти в мире хватит еще на сотню лет.

Из приведенных выше данных ясно, что постоянно распространяемые атомщиками утверждения о неизбежном ограничении производства энергии на тепловых станциях ограниченностью запасов углеводородного сырья не соответствуют действительности.

Использование углеводородного топлива (угля, нефти и газа) конечно же, не самый лучший способ переработки этих невозполнимых ресурсов. Но очень долго оно не продлится: человечеству нужна эта газово-угольная «пауза» для разработки и внедрения каких-то более эффективных, чем сжигание угля и газа (и менее опасных, чем с помощью АЭС), способов производства электричества. Еще раз замечу, что само развитие атомной энергетики в 50—70-е годы, несомненно, на несколько десятилетий затормозило поиски иных, безопасных и приемлемых, источников энергоснабжения. Сейчас положение, к счастью, заметно меняется.

3.2. Возобновимые источники энергии

Развитие *альтернативных* (по отношению к атомной энергетике и сжиганию ископаемого органического топлива) источников энергии идет

более быстрыми темпами, чем это предполагалось еще 10 лет назад (обзор см. Ушаков, 1994). Лучше всяких расчетов об этом говорит то, что нефтяной гигант «Шелл» инвестировал в возобновимые источники энергии 500 млн. долларов, а президент этой компании Кор Херкстротер считает, что «через 50 лет «Шелл» будет на 50% нефтяным, а на 50% — возобновимым». В другом энергетическом гиганте — «Бритиш Петролеум» — солнечной энергетикой занимаются более 700 человек (When..., 1998). Правда, в 1995 г. все возобновимые источники энергии в мире давали только 6,1% энергии (без гидроэнергетики — 3,7%).

По решению Европейского Союза возобновимые источники должны давать не менее 12% электроэнергии в странах Союза к 2010 г. (Martin, 1998).

3.2.1 Ветроэнергетика

Велики резервы ветроэнергетики, способной, при оптимистическом развитии событий, давать миру не менее 10 % электроэнергии уже к 2020 г., то есть более 1200 млн. МВт или около 3000 ТВт*час в год (Wind...1999). На Рис. 9 хорошо видна эта общая тенденция. К 2030 г. по прогнозам ветроэнергетика будет производить только в странах Европейского сообщества 100 ГВт (Безрученко, Быков, 1998).

Уже в 1992 г. в США альтернативные источники энергии (вместе с тра-

«...Руководитель департамента энергетики США Билл Ричардсон рассказал о планах увеличения производства электроэнергии в США от ветроустановок к 2020 году до 5 % от 0,1 % в настоящее время. “Мы считаем ветроэнергетику в настоящее время наиболее перспективной из всех возобновимых источников энергии”. Среди других возобновимых источников электроэнергии – солнечная и энергия биомассы (включая отходы сельского хозяйства)».

(M. L. Wald. U.S. Aims to Have 5% of Electricity From Wind by 2020. The New York Times, June 20, 1999).

диционными возобновимыми гидроэнергетическими источниками) давали больше электричества, чем все АЭС вместе взятые (в США атомная энергетика дает 22 % всей электроэнергии).

Прямое сравнение стоимости «ветряного» и «атомного» электричества в 1999 г. показало, что в Калифорнии стоимость ветряного (на ветряных прибрежных фермах) на 40% ниже, чем на работающих коммерческих реакторах, и будет вдвое ниже, чем на реакторах на быстрых нейтро-

нах — бридерах (Trends..., 1999).

Во Франции, например, электричество, получаемое на ряде крупных ветровых станций (созданных, кстати, атомной промышленностью!), поступает в единую энергетическую систему страны по цене 0,36 франка за кВт*час, что вполне сопоставимо с ценой электричества от других производителей (Bonduelle, 1999). В Великобритании цена «ветрового» электричества сравнилась в 1998 г. со средней ценой обычного электричества — 3,52 и 3,53 пенса (5,6 цента) за кВт*час (When..., 1998). Средняя цена «ветрового» электричества в Европе составила в 1998 г. 5 центов/кВт*час (Flavin, 1996) и сравнилась с ценой «угольного» электричества (Рис. 8). В ряде районов мира, как и на Украине, цена электроэнергии на лучших ветровых станциях (2,3 цента/кВт*час) оказывается ниже, чем средняя стоимость производства электричества по стране (2,8 цента/кВт*час; Power for Change, 1997). И это далеко не предел — она сокращается ежегодно в среднем на 10% (Spurgeon, 1999).

По прогнозам, основанным на уже осуществляемых или принятых пла-

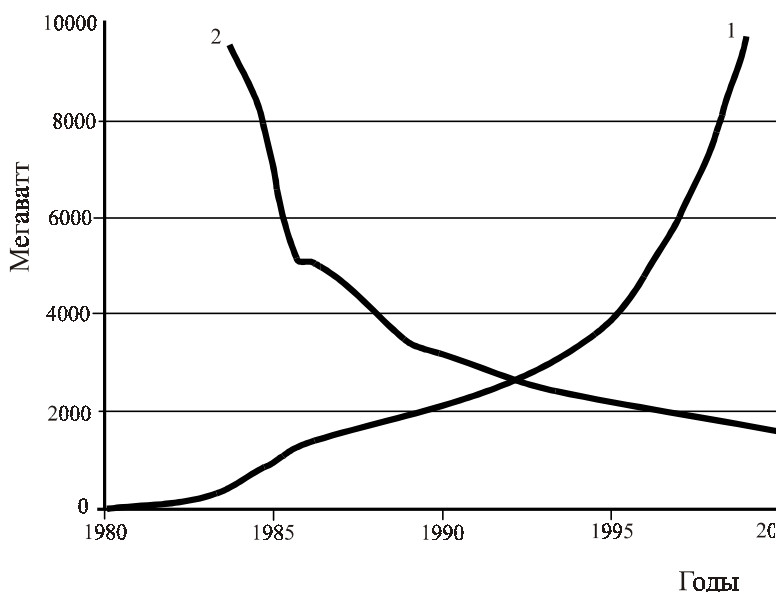


Рис. 8. Мировой объем выработки (1) и (2) — тенденция уменьшения цены электроэнергии от ветроустановок (Vital Signs, 1999—2000; Goldemberg, 1996)

нах строительства ветроэнергетических установок в мире, к 2005 г. их мощность трехкратно увеличится и достигнет 18 500 МВт, в том числе: 2730 МВт в США, 2500 МВт в Индии, 1300 МВт в Китае, 1300 МВт в Германии и 1275 МВт в Испании (Davidson, 1996). 18 500 МВт — это половина мощности всех 48 АЭС, сооружаемых в разных странах мира в 1996 году.

Предполагается, что только в 2000 г. на развитие ветроэнергетики будет потрачено в мире более 3 млрд. долларов, а в 2020 г. — около 78 млрд. долларов (инвестиции во всю энергетику в 1999 г. составили 170—200 млрд долларов; Wind..., 1999).

Резервы ветроэнергетики огромны. Так, например, ветровой потенциал только германского побережья Балтики составляет 237 ТВт*ч, и если использовать только 10% от этого потенциала, то ветер смог бы генерировать 5% энергетического баланса этой страны (Безрученко, Быков, 1998). Она может давать энергию не только тогда, когда дует ветер. Компрессор и труба диаметром около метра и длиной 100 м (аккумулирующая емкость) может аккумулировать около 400 кВт*час энергии с помощью компрессора, сжимающего воздух, когда турбина производит избыточную энергию (Куркин, 1989, с. 64).

К сожалению, в России пока ветроэнергетика развита слабо. Как обнадеживающий пример можно привести Санкт-Петербургский НИИ «Электроприбор», выпускающий небольшие ветроэлектрические установки, дающие 500 Вт мощности при скорости ветра 10 м/сек (Цыганкова, 2000). Иное положение в бедной нефтью и газом Украине. В 1997 г. правительство Украины поставило цель увеличить производство ветроэнергии до 5 % общего производства электроэнергии в стране к 2010 году (Power for Change, 1997! При этом стоимость электричества на лучших ветроустановках на Украине заметно ниже, чем средняя стоимость электричества по стране: 2,3 цента/кВт*час против 2,8 центов/кВт*час (Power for Change, 1997).

Сейчас развитие ветроэнергетики идет двумя путями: создание все более совершенных и эффективных малых ветроустановок и создание колоссальных (с диаметром ротора до 50 м) «ветряных ферм» в основном в районах морских побережий или даже на мелководьях, мощностью до 5 МВт.

Еще одним достоинством ветроэнергетики является сравнительно небольшое количество земли, которое изымается под ветроэнергетические установки сравнительно с другими энергетическими технологиями (Безрученко, Быков, 1998)

3.2.2. Гидроэнергетика

Преимущества гидроэнергетики очевидны; она основана на возобновимом источнике энергии, не связана с какими-то большими выбросами в атмосферу или другими загрязнениями среды. Очевидны и недостатки традиционной гидроэнергетики, основанной на создании крупных плотин. На равнинах под воду уходят огромные территории, изымаемые из хозяйственного оборота, развивается подтопление значительных территорий вокруг, меняется микроклимат. В горных условиях велик риск разрушения высотных плотин с катастрофическими последствиями.

С экологической точки зрения крупные плотины на реках и, соответственно, гигантские гидроэлектростанции в будущем надо будет заменять на какие-то иные. Таковыми иными, исходя из уже имеющихся и проверенных на практике технологий, оказываются:

- малые гидростанции;
- бесплотинные и наплавные электростанции;
- волновые электростанции;
- приливные электростанции.

Кроме того, на подходе и совершенно новые перспективные разработки в области гидроэнергетики. Речь идет, например, о принципиальной возможности использовать океанские течения. Скорость таких течений может

«По результатам длившегося 18 мес. эксперимента в Северном море, у северо-западного побережья Дании, предполагается, что технически возможно уже к 2000 г. покрыть до 20% всех потребностей в электричестве стран Европейского Сообщества за счет энергии, генерируемой волновыми электростанциями».

Из официального журнала Европейского Сообщества «Окружающая среда Европы» («Wave...», 1996)

достигать весьма значительных величин, и они имеют огромный энергетический потенциал. Высказана, например, идея сооружения бесплотинной ГРЭС в одном из Курильских проливов — проливе Екатерины между овами Итуруп и Кунашир на Курильской гряде (Боровков, Дзюба, 2000).

Резервы малой гидроэнергетики огромны. По-видимому, для прибрежных районов мира волновые электростанции уже через 20—25 лет способны дать большую часть необходимой им электроэнергии, а в мировом электрическом балансе 20—25% энергии.

«...потенциал использования малых ГЭС на Украине в 4 раза превышает суммарную мощность действующих сейчас электростанций».

Из заявления на брифинге Гринпис-России «Энергия будущего» в июле 1996 г. в Москве.

Немало энергии в некоторых прибрежных регионах могут дать приливные электростанции. По расчетам, например, Тугурская ПЭС на юге Охотского моря по мощности будет эквивалентна двум крупным АЭС (а по затратам на ее сооружение — вдвое дешевле, подробнее см. 4.1.).

«Атомики не хотят согласиться с альтернативой атомным станциям... Я родился и до службы в армии жил на одной из малых рек бассейна Волги, в Калининской области. Деревушка стоит на берегу реки Логовене — притоке Тверцы. На речке было три водяных мельницы с плотинами около 2 м высотой. Жить на этой речке было — рай господний. Кроме того, что селяне на мельницах мололи зерно на муку, в прудах выше плотин была масса рыбы, жили утки и другие птицы, жили бобры и выдры. Был разговор об установке на мельницах электродинамиков (правильнее — динамомашин — Прим. ред.) для освещения близлежащих деревень. Но вдруг в 50-е годы мельницы ликвидировали. В деревню пришло электричество от электростанций-гигантов. Речка наша обмелела и почти пересохла. Вместо щук, язей, линей, голавлей теперь кое-где живут лишь пескари. Утки улетели. Вместо радости посидеть с удочкой на берегу люди получили горестные воспоминания... Люди говорят, что согласны бы жить без электричества, лишь бы вернули жизнь речке нашей...»

Из письма пенсионера В.М.Глебова после просмотра им телевизионной передачи 25 апреля 1996 г. «Один на один» (А. Яблоков — Е. Велихов)

3.2.3. Солнечная энергетика

Резервы двух типов солнечной энергетике — фотоэлементов, непосредственно преобразующих солнечный свет в электричество, и термо-солнечных установок (использующих солнечный свет для нагревания теплоносителя) гораздо значительнее, чем принято думать в России. Уже сейчас большая часть населения Земли проживает в тропическом поясе, — там, где интенсивность солнечного света много больше, чем на большей части территории России.

Стоимость производства электроэнергии с помощью солнечных батарей сократилась за последние двадцать лет в десятки раз (Рис. 9) — от сотен долларов за ватт в 70-е годы, до менее чем 5 долларов за ватт установленной мощности в начале 90-х годов. По прогнозам, солнечное электричество в 2030 г. может стоить не более 4 центов/кВт*час (Toleffson, 1999).

В 1992 г. использование солнечных батарей стало составлять конкуренцию мазуту для отопления удаленных домов. Уже сейчас солнечная энергетика вполне конкурентоспособна в ряде районов мира, удаленных от традиционных источников электроснабжения и расположенных в низких широтах. В 1999 г. в Индии даже заработал солнечный крематорий (традиционное

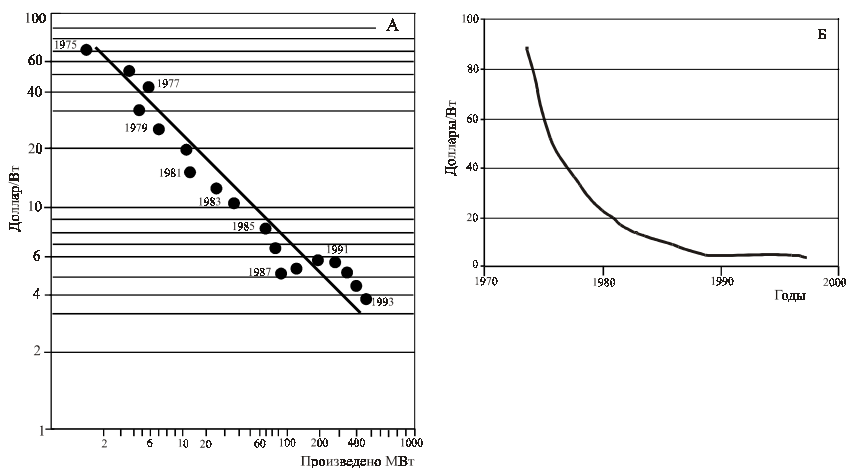


Рис. 9. А — Снижение стоимости одной солнечной батареи (в ценах 1993 г.), увеличение производства электричества солнечными батареями в США в 1975—1997 гг. (Flavin, 1996): Б — Уменьшение стоимости солнечных батарей в мире в 1975—1997 гг. (По данным разных авторов по: Oliver, Jackson, 1999)

сжигание требует до 240 кг дров на одну операцию; World's first..., 1999).

Европейский Союз призвал к 100-кратному (!) увеличению производства солнечной электроэнергии к 2010 году. В странах Западной Европы к этому времени должно появиться не меньше 1 млн новых крыш на домах с батареями, дающими электричество (Oliver, Jackson, 1999). По расчетам, к 2010 г. потенциальный рынок для солнечной энергетики достигнет 10 млрд

долларов, к 2025 г. — 25 млрд долларов (Herkstroter, 1997). В 1998 г. этот рынок уже составлял один млрд. долларов (When..., 1998). При определенной государственной поддержке (значительно меньшей, чем при развитии атомной энергетики) солнечная энергетика могла бы, по-видимому, через 10—15 лет давать до 5% (а в длительной перспективе — до 10%) всего электричества в мире.

3.2.4. Другие источники энергии

Кроме кратко описанных выше есть несколько других источников электроэнергии, которые в обозримом будущем могут приобрести важное значение. Среди них:

- геотермальная энергетика;
- производство энергии из биомассы и отходов;
- водородная энергетика.

Геотермальная энергетика основана на использовании подземного тепла. Во многих районах земли, особенно вулканических (например на Камчатке, на некоторых японских островах) доступны на сравнительно небольшой глубине (в десятки или сотни метров) источники тепла. Нагретая до высокой температуры на глубине вода на поверхности служит источником пара для турбин. Хотя в мировом масштабе этот источник энергии вряд ли когданибудь займет значительное место, но в целом ряде регионов (особенно — вулканических, таких как Камчатка, Исландия, некоторые Японские острова) эта энергия может сыграть определенную роль в энергоснабжении.

В перспективе использование подземного тепла может стать очень заметным источником электроэнергии. Для этого надо не только научиться бурить сверхглубокие скважины, но и использовать их для получения пара, или каким-то другим, неведомым пока способом, обращать на пользу человечеству колоссальную энергию тепла Земли.

Значительно большее значение в недалеком будущем будет иметь производство энергии из биомассы и отходов. Сегодня это в основном древесина, навоз, солома, тростник. Технологический прорыв был сделан в 80-е годы, когда выяснилось, что сжигание дешевых органических отходов сельского хозяйства крайне выгодно в газотурбинных генераторах, дающих одновременно тепло и электричество. Завтра биоэнергетика превратится в огромную индустрию переработки большей части органических отходов с использованием высокоэффективных генераторов этанола, эфиров, водорода.

По расчетам Продовольственной организации ООН (FAO) до 20% всей

сельскохозяйственной биомассы можно использовать для производства энергии. Для Африки, например, это эквивалентно сжиганию 200 млн. тонн нефти (Leach, Johnson, 1999). Для сравнения: современное потребление энергии в Африке эквивалентно 175 млн тонн нефти. Уже к 2000 г. такой энергетический гигант, как компания «Shell», успешно осваивает технологию производства электричества на основе биомассы: начиная от специальной плантации до получения электричества стоимостью 3,5—6 центов. кВт*час (что экономически сопоставимо с другими источниками электроэнергии).

Мировым лидером по энергетическому использованию биомассы является Бразилия: здесь в ближайшие годы планируется получать 3000 МВт из сахарного тростника, 1000 МВт из древесной массы и бумаги, 150 МВт из растительного масла. Планируется также получать до 80 млн л биогаза из городских и сельскохозяйственных отходов и до 18 млн т топливного спирта (Биомасса в Бразилии..., 2000).

В соответствии с директивой президента США 1999 г., в этой стране предполагается утроить производство энергии из биомассы к 2010 г. по сравнению с 3%, производимыми в 1998 г. (US..., 1999). По заявлению Б. Клинтона, это даст дополнительный доход американским фермерам в размере 15—20 млрд долларов и поможет сократить выбросы парниковых газов на 100 млн. тонн ежегодно. Этим же декретом учрежден Межведомственный совет по биоэнергии.

Пока малораспространенной является водородная энергетика. Водород — высококалорийное и экологически чистое топливо. Интересно, что передача водорода на расстояние 500 км обходится в 10 раз дешевле, чем передача такого же количества энергии по проводам (Ушаков, 1994).

Проблема заключается в получении водорода в больших количествах. Самый простой путь — гидролиз воды, при котором образуются молекулы водорода и кислорода. Процесс гидролиза воды используется иногда в случаях, когда необходимо аккумулировать избыточную энергию, например, при работе приливных станций или в ветроэнергетике. Есть проект получения практически неограниченного количества водорода закачиванием воды в сверхглубокие скважины в районах, где земная кора сравнительно тонкая (районы Байкала, Мертвого моря, оз. Танганьика в Африке и разлом Сан-Андреас в Калифорнии). Проект дорогостоящий — порядка двух млрд. долларов, как раз столько стоит современная АЭС. Неисключено, что водородная энергетика будет развиваться очень быстрыми темпами, и именно она определит постепенное вытеснение углеводородного топлива (Houlder, 1999).

Нельзя не упомянуть интенсивные поиски принципиально новых источников энергии, какие-то из них, наверное, будут освоены в будущем. Среди них можно назвать, например, энергию физического вакуума (Бауров и др., 2000; Леонов, 1997) или гравитационную энергию (Ястребцов, 1998).

Лет пятнадцать назад на одном из Общих собраний Академии наук СССР я слышал, как академик Ж. Алферов говорил, что, если бы на развитие альтернативных источников энергии было затрачено только 15% средств, брошенных на развитие атомной энергетики, то АЭС для производства электроэнергии в СССР вообще не потребовались бы. Эта практика (расточительного финансирования атомной индустрии) продолжается: в 1994 г. страны Европейского сообщества потратили 4,8 млрд. долларов на разработки в области атомной энергии, что составило около 55 % всех их затрат в области развития энергетики (Lenssen, Flavin, 1996)!

Спектр источников в мировом производстве электроэнергии уже сегодня весьма широк и быстро расширяется. В табл.3 показан один из прогнозов производства электроэнергии в мире к 2020 и 2050 годам.

Таблица 3

**Вероятная доля производства (в %) электроэнергии в мире
от разных источников в 2020 г. и в 2050 г.**

Источник электроэнергии	2020 г.	2050 г.
Сжигание ископаемого органического топлива	30—40	15—20
Волновые гидростанции	10—15	12—17
Малая гидроэнергетика	9—15	12—15

Источник электроэнергии	2020 г.	2050 г.
Крупные гидростанции на реках	3—7	1—2
Биомасса (древесина, с/х отходы)	4—8	7—9
Солнечная энергетика	4—7	7—9
Ветроэнергетика	4—7	7—9
Синтетическое топливо и алкоголь	2—5	4—6
Биомасса (муниципальные отходы)	2—4	3—4
Приливные электростанции	1—2	2—3
Водородная энергетика	2—5	4—6
Совершенно новые источники*	1—5	5—8
Атомная энергетика	3—5	0—1

*например, метан-гидрат, термальный градиент океана, подводные течения, гидромагнитные динамомшины.

Все, что сказано выше о планах развития безопасной энергетики, может реализовываться быстро или медленно. Быстрая реализация возможна при ясно выраженной общественной и государственной поддержке. Показателен пример современной Германии. В 80-е — начале 90-х гг. в Германии на государственную поддержку исследований и разработок в области атомной энергетики тратилось 0,0235 немецких марки от стоимости каждого произведенного киловатт-часа электроэнергии, а на исследования и разработки в области альтернативной энергетики — в 57 раз (!) меньше (Milborrow, 1996). Сейчас ситуация в Германии резко изменилась: по новым правительственным планам поддержка возобновимых источников энергии возрастает многократно, и в результате планируется многократное же увеличение доли возобновимых источников энергии: от 7 % в 1998 г. до 50 % (!) к 2020 г. (Bahm, 1999).

О возобновимых источниках энергии атомщики, да и традиционные тепловые энергетики, часто отзываются с нескрываемым скептицизмом, утверждая, что такие источники энергии не могут иметь существенного значения в обозримом будущем. Это либо типичное профессиональное заблуждение, либо сознательный обман! В Европейском Союзе принята директива, согласно которой к 2010 году все возобновимые источники энергии должны производить не менее 12 % всей энергии. По экспертным

оценкам (Power for Change, 1997) ежегодный потенциал возобновимых источников энергии в России достигает 8,1 экса-джоулей (8,1 ЭДж, т. е. 10^{18} Дж).

«...Возможно, наиболее разочаровывающим аспектом истории атомной индустрии является упущенная возможность. Огромные суммы общественных денег были потрачены на поддержку исследований, управление отходами и вывод из эксплуатации, которые могли бы быть потрачены с большей пользой, чтобы встретить требования нового тысячелетия, такие как прибрежная ветровая индустрия, солнечная энергетика или энергосбережение и борьба с нехваткой горючего.

Но одна вещь должна быть ясна экологам на заре XXI века — сейчас время похоронить эту промышленность, прежде чем она примет новое обличье, и отравит наши надежды и мечты на следующие сто лет, как она это делала последние 50 лет» (перевод мой — А. Я.).

Bunyard P., Roche P. 1999. Nuclear power: time to end the experiment. The Ecologist, November, 1999

3.3. Резервы энергосбережения

Ошибочно расхожее утверждение атомщиков, что рост производства немислим без увеличения потребления энергии. В таких индустриально-развитых западных странах, как США и Япония, в 1970—1985 гг. рост валового внутреннего продукта (ВВП) происходил при СНИЖЕНИИ потребления энергии: в США — на 33%, в Японии — на 78% (Куркин, 1989, с. 69—70). В менее индустриально развитой Словакии уровень энергопотребления на 30% выше, чем в соседней Австрии (Power for Change, 1997), и такие примеры не единичны.

Несмотря на общий рост мирового продукта и постоянное увеличение численности населения планеты, начиная с 80-х гг. мировое потребление энергии на душу населения не увеличивается, а снижается (Башмаков, 1999, см. также рис. 1). Представлены и не опровергнуты обоснованные расчеты (Weizsacker et al., 1997) о потенциальной возможности четырехкратного (!) снижения потребления энергии мировой промышленностью в обозримом будущем.

Утверждения относительно настоящей необходимости увеличивать электро- и энергопотребление, часто используемые атомщиками как исходные аксиомы, далеки от истины. И в СССР, а теперь и в России потребле-

ние энергии на душу населения незначительно отличается от целого ряда индустриально развитых стран, а уровень жизни тем в несколько раз ниже. Энергоемкость нашего национального продукта по одним оценкам в 2-3 раза, а по другим — даже в 8—12 раз выше, чем в большинстве других промышленно развитых стран. Это означает, что мы можем сократить потребление электроэнергии в несколько раз и получать то же количество продукции. Поэтому, в принципе, прекращение работы всех АЭС не должно представлять смертельной опасности для экономики страны — ведь они дают нам всего около 11—13 % электроэнергии (3 % всей вырабатываемой различными способами энергии). Добавлю, что по данным за 1995—1999 гг. энергоемкость российской продукции не падает, как это, казалось бы, должно быть в условиях дефицита ресурсов и энергии, а растет!

Сходно положение и на Украине: ресурсы энергосбережения здесь достигают 42—48 %. Это больше, чем дают все атомные станции Украины вместе взятые (Power for Change, 1997).

Вспомним и о сокращении промышленного производства за последние годы, по-видимому, не менее чем на 40% (в основном за счет реструктуризации и закрытия ставшей ненужной после прекращения холодной войны энергоемкой военной промышленности). Вспомним, наконец, что СССР активно торговал электроэнергией АЭС. Получилось так: электроэнергию — за рубеж, а нам — радиоактивные отходы от АЭС. И эта практика, похоже, продолжается (ЛАЭС) и планируется далее (ДВ АЭС).

Известны расчеты (Konoplyanik, Nechaev, 1994), показавшие, что, если

«Мы можем экспортировать 25 млрд. киловатт-часов, что составляет четвертую часть производимой нами электроэнергии».

Из выступления Министра России по атомной энергии проф. Е. Адамова 28 июня 1999 г. на конференции Ядерного общества России в Обнинске (Атомпресса, № 22, июль, 1999, с. 1).

бы металлургическая промышленность СССР в конце 80-х годов работала с эффективностью и уровнем энергопотребления, характерными для этой отрасли промышленности в западных странах, это одно перекрыло бы производство электроэнергии на всех АЭС бывшего СССР. Только одна замена электролампочек старой конструкции на новые, энергосберегающие, даст миру экономию электроэнергии, превышающую выработку электроэнергии на всех АЭС.

Сейчас в странах СНГ потребление электричества на единицу экономи-

ческого продукта в два раза больше (!), чем в странах Организации экономического сотрудничества и развития в Европе (ОЭСР), и потенциал энергосбережения составляет 40—45% от уровня энергопроизводства (Power for Change, 1997).

По детальным расчетам в России потенциал экономии электроэнергии составляет ныне 330—390 млрд кВт*ч, что в три раза больше, чем производство электроэнергии на всех российских АЭС вместе взятых (Макаров, 1996). Напомню, что энергосбережение — в несколько раз более эффективный экономически способ получения дополнительной электроэнергии, чем строительство АЭС.

Добавлю к сказанному, что при переходе России на рыночные отношения неизбежен рост эффективности использования энергии. Значит, в течение следующих пяти — десяти, а может быть, и пятнадцати лет Россия определенно не будет нуждаться в росте энергопотребления для роста национального продукта. Конкретные расчеты, сделанные на основании специального исследования на одном из крупных машиностроительных заводов в Челябинске в 1992—1993 гг., показали возможность сокращения потребления энергии на этом предприятии до 47% (Fromme, 1996). В том же Челябинске недавно в одном из районов поставили приборы учета тепла в государственных учреждениях и школах: уже в следующем квартале потребление энергии сократилось на 30% (Писанов, 1995).

В 1996 г. было завершено обстоятельное российско-американское исследование альтернативных путей развития электроэнергетики России. Только внедрение эффективных технологий конечного использования электроэнергии к 2000 г. реально сократит энергопотребление в России на 29 млрд кВт*ч, а к 2010 г. — на 112 млрд кВт*ч. Затраты на получение 1 кВт*ч с использованием современных технологий составят всего около 1 цента США (Рубцов, 1996), т. е. оказываются по крайней мере, в 5 раз меньше, чем при строительстве АЭС.

Глава 4. Нужны ли России новые АЭС?

Существует одобренная постановлением Правительства Российской Федерации (Пост. Правительства РФ № 815 от 21 июля 1998 г.) Программа развития атомной энергетики до 2010 г., которая включает завершение строительства по одному реактору на Калининской, Курской и Ростовской АЭС, продолжение строительства Южно-Уральской и Белоярской АЭС

на Урале (с реакторами-бридерами БН-800), строительство блоков ВВЭР нового поколения в Сосновом Бору (Ленинградская область), на Нововоронежской и Кольской АЭС, завершение строительства Нововоронежской АСТ, строительство Томской АСТ и плавучих АЭС для Чукотки и Приморского края.

В мае 2000 г. Правительство России приняло еще более масштабную программу развития атомной энергетики, согласно которой к 2030 г. в России должно быть построено 40 новых атомных энергоблоков, в том числе по два блока на Ленинградской, Смоленской, Курской и Ростовской АЭС, а также по четыре блока на новых АЭС на Северном Кавказе и в Башкирии (Интерфакс, 25 мая 2000).

По первой из упомянутых Программе к 2030 г. планировалось увеличить производство «атомного» электричества до 30 %. Сейчас уже ясно, что эта амбициозная программа не выполняется, с одной стороны, по причине отсутствия средств у Минатома, а с другой стороны — ввиду сопротивления общественности. Сорвано выполнение постановления правительства по строительству нового блока на быстрых нейтронах на Белоярской АЭС, не пущена, как громогласно заявляли атомщики, первый блок Ростовской АЭС, — этот перечень можно прдолжить. Выполненным оказывается пока лишь один пункт этой программы: продление эксплуатации АЭС, исчерпавших свой проектный ресурс. Поэтому весьма сомнительно, что будет выполнена вторая программа, общая стоимость которой достигает 30 млрд долларов.

В этой главе рассмотрены ситуация с энергоснабжением по некоторым регионам, где атомщиками планируется создание новых энергетических блоков, а также новые идеи атомщиков по строительству плавучих и подземных АЭС. Глава завершается анализом причин, по которым Минатом России так настойчиво пытается осуществить свои проекты по строительству новых АЭС.

4.1. Ситуация по регионам России, где планируются АЭС

Кратко рассмотрим энергетическую ситуацию во всех тех регионах, где атомщики настаивают на необходимости строительства новых АЭС (или замещения стареющих АЭС новыми атомными блоками).

Кольская АЭС. Кольская АЭС на Кольском полуострове в Мурманской области уже давно работает на половину мощности: в регионе нет достаточно потребителей для производимой ею энергии и в обозримом

будущем таких не появится.

Интересно бы выяснить, с чем столкнулись в этом случае: с просчетом атомщиков, которые ошиблись в определении потребностей региона, когда они строили эту АЭС 20 лет назад, или же с настоящим обманом государства, вложившего колоссальные бюджетные средства в строительство станции и не получившего обещанных прибылей.

Надо добавить, что Кольский полуостров является лучшим регионом в Европе по строительству ветровых АЭС. Здесь средняя годовая скорость ветра в 10-км зоне у побережья достигает 9—10 м/сек, а по всей тундре — 8 м/сек (Murmansk potential, 1998). Расчеты, произведенные в Кольском филиале Российской Академии наук, показали, что потенциал ветроэнергетики Кольского полуострова вдвое превышает проектную мощность Кольской АЭС!

Костромская АЭС. Атомщикам удалось в судебном порядке отменить решение уже состоявшегося в конце 1997 г. референдума по поводу строительства Костромской АЭС (см. выше раздел 2.2.).

В регионе вполне достаточно собственных энергоисточников (Костромская ГРЭС, например, загружена только наполовину мощности), и необходимости строить здесь АЭС просто нет.

Ленинградская АЭС и Северо-западный центр атомной энергетики.

По расчетам атомщиков для замены всех устаревших и опасных реакторов Ленинградской АЭС (чернобыльского типа) на более совершенные атомные же нужно около 4,5 млрд долларов.

В 1992 г. Минатом даже провел международный конкурс «на лучшее предложение по строительству безопасных энергетических блоков электростанций». Девиз конкурса был «Безопасность и экологическая чистота, развитая инфраструктура, социальная компенсация и экономическая целесообразность». Участвовало 13 заявок на атомные энергоблоки (из России, Германии, Франции, Швеции, Канады) и 3 заявки на тепловые блоки (из Германии, России и Украины). С учетом условий конкурса (использование развитой инфраструктуры и обеспечение социальной компенсации) поддержку получили атомные энергоблоки ВВЭР-640 и МКЭР-800.

ВВЭР-640 лоббировал НИТИ (Сосновый Бор), который 30 лет строил реакторы для подводных лодок. МКЭР-800 поддерживает ЛАЭС, т.к. это канальный реактор (как и действующие сейчас на ЛАЭС РБМК-1000). Предполагается, что если построить рядом со старыми турбинами новые реакторы МКЭР-1000, тогда весь проект будет дешевле.

В конце концов, было принято решение о создании Северо-западного

научно-промышленного центра атомной энергетики в Сосновом Бору (на базе НИТИ), который включил бы один головной энергоблок ВВЭР-640 и комплекс испытательных стендов. Стоимость всего проекта должна составить примерно 2,5 млрд долларов.

Американская фирма «Альстром-Пайропауэр» предлагала заменить существующие атомные реакторы ЛАЭС экологически чистой и экономически более эффективной ТЭЦ за ... 1,6 млрд долларов! Однако на ее предложение Российскому правительству, направленное еще в 1994 г., и на мое обращение к региональному руководству рассмотреть этот вариант, даже формальных ответов не последовало.

Отмечу, что в технико-экономическом обосновании строительства атом-

«...кому нужен реактор ВВЭР-640 в Сосновом Бору?

Во-первых, более чем 2500 работникам сосновоборского Научно-исследовательского технологического института (НИТИ). Причины те же, что и для работников Ленинградской АЭС: сохранение рабочих мест плюс сохранение привычного типа деятельности. В институте возникли проблемы с федеральным финансированием военных программ в прежнем объеме. И оформилась мысль: а что, если попытаться использовать свой двадцатилетний опыт испытателей реакторов атомных подводных лодок (это тоже ресурс!) для испытания новых АЭС? Иродилась идея построить рядом с тремя военными реакторами еще один: реактор АЭС нового поколения...

Итак, предполагаемые проекты в Сосновом Бору — это не реальная потребность в дополнительной энергии для продолжающей спад экономики России. Это, прежде всего социальная проблема шестидесятитысячного города, который был задуман как Ядерный Центр...»

О. Бодров. Петербург и Северо-Западный регион. Трудное осмысление энергетических потребностей. В кн.: Сборник материалов по программе «Энергетическая политика для неправительственных организаций», Москва, 1996, Центр ядерной экологии и энергетической политики Социально-экологического Союза, сс. 149—154.

ного центра в Сосновом Бору утверждалось, что это надо делать ввиду необходимости предстоящего в ближайшие годы вывода из эксплуатации реакторов ЛАЭС. И соответственно, необходимости энергообеспечения региона, якобы не имеющего других источников электроэнергии.

Одновременно с проталкиванием проекта строительства атомного цент-

«...что же — закрыть АЭС? ...Где же тогда взять энергию? Около 10% от потребляемого сейчас количества можно получить, проведя мероприятия по ликвидации нерационального ее расхода (по данным Севзапэнергонадзора). Еще около 20% даст восстановление сети малых ГЭС на многочисленных реках области... К этим процентам можно добавить и энергию, которую дадут биогазовые установки и ветроэнергоблоки... для отдельных хозяйств и ферм. ... Прекратив экспорт электроэнергии, можно получить еще 25%... Проектируемая Северо-Западная ТЭЦ — это еще как минимум 10%... возможно строительство ТЭЦ в Сланцах с использованием в качестве топлива местного сланца, сжигаемого в кипящем слое ...начнет работу ...Интинская ГРЭС. Проектная мощность ее двух очередей равна четырем блокам ЛАЭС, запасов угля в Печерском бассейне около 215 млрд тонн».

Из независимого анализа вокруг Ленинградской АЭС (Шевчук 1995. С. 27—28).

ра в Сосновом Бору через правительство, шел активный процесс обновления ЛАЭС с использованием 734 миллионов долларов, которые выделили Западная Европа и США для увеличения безопасности наших опасных АЭС. При этом предполагалось ((GAO, 2000), что на эти деньги российские АЭС доживут до скорейшего закрытия с меньшим риском аварий. Однако, бесплатно получив и установив западное оборудование на 32 млн долларов, ЛАЭС теперь и не собирается закрываться, говоря, что она стала менее опасной и может функционировать дальше. Казалось бы, в этом есть некоторая логика. Но возникает вопрос: зачем же тогда строится новый Сосновоборский атомный центр в нескольких сотнях метрах от АЭС?

Дополнительную пикантность ситуации придает и то обстоятельство, что параллельно с этим в бухте Батарейной, в 13 км от ЛАЭС, строится большой нефтеналивной порт. Трубопровод, по которому предполагается перекачивать миллионы тонн нефтепродуктов ежегодно, проходит менее чем в двух километрах от площадки ЛАЭС.

В 1994 г., когда утверждался в правительстве план строительства Сосновоборского атомного центра, все это (и намерение продлить жизнь ЛАЭС, и строительство нефтепродуктопровода) было хорошо известно, но только ограниченному кругу лиц (среди которых, конечно, был министр по атомной энергии). В результате решение правительства о строительстве атомного центра было принято без так необходимого всестороннего и объективного анализа. Из-за закрытости информации общественность не смогла высту-

пить против этих ведомственных планов, основанных как теперь стало очевидно, на обмане. Еще один пример того, что атомщики ведут себя в России нечестно по отношению к общественным фондам (федеральному бюджету) и во главу угла ставят лишь ведомственные интересы.

В последнее время эта история, основанная на подмене интересов общества групповыми интересами, продолжается. Атомщики проговариваются, что теперь они собираются строить АЭС в России с расчетом на экспорт электроэнергии.

Дальнейшее развитие событий не трудно предвидеть. Построив с при-

*«...в ближайшем будущем решить следующие стратегические задачи обеспечения энергетической безопасности России и Европы... Создать реальные условия для **повышения экспорта электроэнергии** (выделено мною — А.Я.) в страны Европы. Уже на ближайший период представляется перспективным увеличение экспорта электроэнергии и реализация инвестиционных проектов на компенсационной основе по сооружению ...АЭС. В этой связи важное значение приобретает **наличие избыточных мощностей** (выделено мною — А.Я.) прежде всего в энергосистемах, непосредственно выходящих на границы России».*

Из статьи первого заместителя Министра Минатома России Л.Рябева «Атомная энергетика: энергетическая безопасность России и Европы», 1996. с. 16—7).

влечением общественных (бюджетных) денег новые энергомощности в Соновом Бору, они будут экспортировать значительную часть производимой электроэнергии.

Для того чтобы сделать атомное электричество конкурентноспособным по цене, в цену на атомное электричество они обязательно каким-то образом «забудут» включить стоимость разборки АЭС и обращения с образующимися радиоактивными отходами (в том числе и с отработавшим ядерным топливом, которое будет сохранять свою опасную активность десятки тысяч лет). Они будут получать хорошие деньги за продаваемое электричество, а когда придет время разбирать станцию и обеспечивать надежное захоронение образованных ею гор радиоактивного мусора они опять потребуют денег из федерального бюджета.

Совершенно ясно, что строительство нового атомного центра в Соновом Бору диктуются не экономикой, а существующей инфраструкту-

рой города, где 80 % населения связано с атомной промышленностью и хотели бы продолжать заниматься именно этим делом. Экономически это строительство не выгодно и даже опасно для федерального бюджета. Вместо того, чтобы за многократно меньшие средства реализовать колоссальные резервы региона в области энергосбережения и развития не столь опасных, как атомные, источников энергоснабжения, атомщики втягивают общество в свои экологически и экономически опасные проекты.

Ростовская АЭС. В Ростовской области (г. Волгодонск) в 1972 г. было начато и в 1990 г. было прекращено строительство Ростовской АЭС, а в Краснодарском крае тогда же было начато и к 1998 г. полностью прекращено строительство Краснодарской АЭС. Сейчас атомщики настойчиво ставят вопрос о завершении строительства Ростовской АЭС, первый блок которой, по их оценкам, находится в состоянии 60—80% готовности.

Нужна ли АЭС на юге России и в Ростовской области в частности? Начиная с 1994 и по 2000 г. Ростовская энергосистема являлась избыточной, то есть производила больше электроэнергии, чем потребляла. Планируемые к сооружению на органическом топливе (газе, нефти, газоконденсате) современные тепловые электростанции позволяют обеспечить необходимый прирост мощности и энергии не только для Ростовской области, но и для всего Северного Кавказа (Сводное заключение..., 1999). Ежегодно через черноморские порты Россия экспортирует миллионы тонн нефти и сотни миллионов кубометров газа. Большие новые нефтяные месторождения открыты и на территории Ростовской области.

В условиях близко расположенных и дешевых запасов нефти и газа, атомное электричество не сможет быть экономически конкурентоспособным.

Пуск Ростовской АЭС выгоден лишь нескольким тысячам ростовчан, непосредственно занятых на ее сооружении и эксплуатации. Но если (оставив в стороне огромную экологическую опасность, связанную с началом работы этой АЭС для громадного сельскохозяйственного района, кормящего пол-России своей продукцией) говорить о социальных проблемах, то надо бы учесть и проблему остающихся без работы в результате закрытия нерентабельных угольных шахт десятков тысяч шахтеров. Может быть, стоило бы с большей пользой потратить деньги на модернизацию угольных шахт региона?

Белоярская АЭС и Южно-Уральская АЭС. На существующей Белоярской АЭС (35 км. от Екатеринбурга в Свердловской области) планируется соорудить мощный реактор на быстрых нейтронах — БН-800, а в Челябинской области, на территории ПО «Маяк» (бывш. Челябинск-70, исходно — плутониевое производство и производство материалов ядерного оружия) — Южно-Уральскую АЭС, начатую строительством около

20 лет назад (выполнено около 10 % работ).

Здесь ситуация еще прозрачнее. Свердловская область производит больше электроэнергии, чем потребляет (Пресс-релиз..., 1977). Необходима реконструкция Ново-Свердловской, Богословской, Верхне-Тагильской ТЭЦ, чтобы получать не только электроэнергию, но и тепло. Известно обращение в правительство России руководителей двух соседних со Свердловской областью регионов — Тюменской области и Ямало-Ненецкого национального округа. Они пишут, что за значительно меньшие средства, чем те, которые необходимы для строительства новых блоков, они готовы поставить на Урал больше электроэнергии, чем произведет планируемая АЭС. У них стоят законсервированные мощности, есть и готовые линии электропередач, свя-

*«Председателю Правительства Российской Федерации
Черномырдину Виктору Степановичу*

Уважаемый Виктор Степанович!

...В (Тюменской) области эксплуатируется 160 месторождений нефти и газа...

*Необходимость строительства Южно-Уральской АЭС объясняется тем, что она входит частью «в проект пионерского комплекса по отработке новой технологии замкнутого ядерного цикла, основанного на бридинге плутония» и для ликвидации дефицита электрической энергии в Челябинской области 17—18 млрд кВт*ч.*

...мы возражаем против строительства этих электростанций и вносим альтернативное предложение.

*Тюменская энергосистема в последние двадцать лет развивалась, исходя из энергетических балансов Урала и Тюмени, создана надежная электрическая связь, позволяющая передать из избыточной Тюменской энергосистемы в дефицитные районы Урала до 20 млрд кВт*ч электрической энергии. Ввод в работу в 1998 г. второго блока мощностью 800 кВт на Нижневартовской ГРЭС позволит гарантированно передать 20 млрд кВт*ч на Урал и покрыть дефицит мощности.*

Очевидны экономические выгоды этого предложения: стоимость ввода блока на Нижневартовской ГРЭС 865 млрд руб., стоимость ввода блока такой же мощности на Южно-Уральской АЭС 8000 млрд руб. Существующие строительные заделы на Сургутской, Нижневартовской и Уренгойской ГРЭС, наличие на месте попутного и природного газа, в том числе остаточного, позволяют в дальнейшем, в сжатые сроки, создать новые мощности и увеличить транспорт электрической энергии из Тюменской области на Урал и в Сибирь.

Мы просим рассмотреть наше предложение.

Л.Ю.Рокецкий

Глава Администрации Тюменской области

А.В. Филиппенко,

Губернатор Ханты-Мансийского автономного округа»

(цит. по: Вестн. Уральского экологического фонда, №7 (24), 1997. сс. 5—6).

зывающие средний Урал с этими энергоизбыточными регионами.

В чем же дело? Во всяком случае, не в экономической целесообразности, а опять же — в интересах самого Минатома, которому очень хочется построить хотя бы один бридер — реактор на быстрых нейтронах, который мог бы начать осуществлять так называемый замкнутый топливный цикл (использовать уран и плутоний из отработавшего ядерного топлива). Свердловская же администрация заинтересована в притоке инвестиций в свою область.

«...Министр сказал...Нужно торговать конечным продуктом — электроэнергией, что намного выгоднее. Поэтому, касаясь вопроса о перспективах Южно-Уральской АЭС, Адамов в принципе высказался за нее, так как возможность создания замкнутого топливного цикла на химкомбинате «Маяк» сулит выгоду и экономическую, и экологическую. Однако сейчас проблема – найти средства на строительство. ...»

Снежинск (Челябинская область), 21 марта 1998 г./Корр. ИТАР-ТАСС Евгений Ткаченко/.

Откуда могут быть привлечены средства на строительство столь неоднозначного и опасного объекта, кто может лоббировать такие проекты в бюджетах своих стран? Известно, что бридерные проекты Франции и Японии, в которые вложены деньги национальных и частных финансово-промышленных компаний, были закрыты после неоднократных и продолжительных аварийных ситуаций. Известно также, что немецкая фирма Сименс вложила огромные средства в заверченный, но не получивший лицензии на эксплуатацию, завод по производству МОХ-топлива в Германии.

В таких ситуациях западные и восточные финансово-промышленные компании активно используют «техническую помощь» России для получения государственных инвестиций в свои компании. Этими инвестициями они компенсируют свои расходы на передачу уже произведенного ими в 70—80-х гг. оборудования, использование которого было запрещено в их собственной стране по соображениям технической и экономической опасности. Минатом России готов разместить это проблемное оборудование на своих заводах, превращая их, по сути, в полигоны для испытания опасных технологий.

Производством топлива для бридеров (МОХ-топливо) Минатом будет оправдывать и обосновывать продолжение переработки отработавшего ядерного топлива других АЭС (опять же — занятие для персонала Минатома). А то, что в результате работы бридера получится больше плутония,

чем его туда помещали, так это хорошо — можно будет строить новые бридеры, а насчет долгоживущих радиоактивных отходов — пусть по этому поводу болит голова у следующих поколений россиян...

В последнее время атомщики сообщают, что бридеры будут использоваться в режиме «сжигания» плутония. Однако для осуществления этой промышленной деятельности Минатому, следуя сегодняшнему российскому законодательству, надо провести этот проект через всю процедуру согласования и экспертиз, включая оценку воздействия на окружающую среду (ОВОС) и государственную экологическую экспертизу. В ином случае, деятельность Минатома, уже в который раз, окажется вне закона.

Строительство Южно-Уральской АЭС было прекращено 10 лет назад в результате не только финансового и экономического кризиса в стране, но и в результате активной позиции жителей региона. В 1990—1991 гг. общественными организациями в Челябинской области было собрано более 500 тысяч подписей под протестом против строительства этой АЭС и проведен челябинский городской референдум, где 76 % граждан, имеющих право голоса, высказались против строительства.

Теперь строительство Южно-Уральской АЭС атомщики обосновывают необходимостью решения проблемы ликвидации Теченского каскада водохранилищ, представляющего собой хранилища жидких радиоактивных отходов. С помощью планируемой АЭС они хотят снизить уровень воды в этих водоемах (путем испарения ее из самого крупного водоема, на берегу которого располагается АЭС, посредством нагревания в реакторной установке). Тем самым, как предполагается, будет устранена постоянно существующая угроза прорыва замыкающей весь каскад водохранилищ плотины. Эта плотина несколько раз надстраивалась и не достаточно надежна. Если же такой прорыв случится, огромное количество радиоактивных осадков, скопившихся за десятилетия, устремится вниз по долине реки Теча, затем по Тоболу и, в конце концов, через Обь попадет в Северный Ледовитый океан.

Можно, конечно, вложить деньги (с таким трудом выделяемые бюджетом на реабилитацию территорий и поддержку населения территорий Челябинской и прилегающих областей, загрязненных ПО «МАЯК» в ходе производства оружейного плутония в годы холодной войны) в строительство этой АЭС под флагом реабилитационных мероприятий. Но делать этого не стоит. Во-первых, потому что с этим строительством мы получим больше проблем, чем решим. Во-вторых, пострадает население, которое лишится и без того скудного плана реабилитационных мероприятий. В тре-

тых, потому, что экономически целесообразнее для тепло-энергоснабжения региона построить трубопровод к городу Северску от существующей Аргаяшской ТЭЦ. Именно так считает, кстати, и администрация г. Северска (Заметки..., 2000). В общем, повторяется уже знакомая картина: Минатом готов обеспечить собственное процветание за счет кого угодно — федерального бюджета или окрестного населения.

Будучи председателем Межведомственной комиссии по экологической безопасности Совета Безопасности России я еще в 1995 г. познакомился с этими проблемами на ПО «МАЯК». К сожалению, мое предложение об объявлении открытого конкурса на решение проблемы каскада Теченских водоемов не встретило поддержки со стороны руководства ПО «МАЯК». Может быть, это сделать сейчас, когда все данные по радиоактивному загрязнению этих мест уже давно рассекречены, на русском и английском языках опубликованы самые подробные сведения по составу, количеству и распределению радионуклидов в Теченском каскаде? Вполне можно представить эти данные в качестве исходных материалов для возможных участников конкурса. Я совершенно уверен, что можно придумать, как предотвратить распространение радионуклидов из Теченского каскада более дешевым и эффективным способом, чем строительство АЭС (которое создаст больше проблем, чем решит). Например, стоит подумать над идеей иммобилизации (закрепления) радионуклидов в осадках (именно в осадках содержится их основная масса) на дне водоемов на все обозримое будущее с помощью каких-нибудь химических препаратов. К сожалению, что предложение так и остается без рассмотрения.

Плавучие АЭС на Чукотке и Таймыре (см. также раздел 4.2). Минатом включил в план развития атомной энергетики, принятый Правительством в 1998 г., плавучие АЭС — для Певека (Чукотский полуостров) и для Дудинки (район Норильска, Таймырский полуостров) и даже подписал соответствующие документы с главами местных администраций (Кузнецов и др. 2000).

Электроснабжение Певека осуществляется от Чаунской ТЭЦ, электроснабжение промышленности Чаунского района — от Чаунской ТЭЦ и, частично, от Билибинской АТЭЦ. Существующие мощности загружены меньше, чем наполовину, и на ближайшие 8—10 лет недостатка электроэнергии не предвидится. Кроме того, реализуются планы продления срока службы Чаунской ТЭЦ и Билибинской АТЭЦ за пределами 2010 года. Лишь за пределами 2010 г. может возникнуть необходимость в каких-то новых энергомощностях.

Однако таковыми новыми энергомощностями совсем не обязательно должны быть атомные источники электричества. Во-первых, на Чукотском полуострове огромны резервы ветроэнергетики. На строительство ветряков той же мощности, что планируемая АЭС, надо потратить 140 млн. долларов — 40% от суммы, которую предполагается потратить на строительство плавучей АЭС (335 млн долларов). Оставшихся 195 млн долларов хватит для налаживания устойчивого энергоснабжения всего Чукотского национального округа, подъем его экономики и развития культуры. Развитие ветроэнергетики на Чукотке позволит на длительное время во всем регионе трудоустроить большое количество людей, чего не позволит применение ПАЭС. Кроме того, местного угля для Чаунской ТЭЦ предостаточно. Огромны резервы нефти и газа в этом арктическом регионе. Кстати, и в «Программе стабилизации и развития энергетики в Чаун-Билибинском промышленно-экономическом районе на период до 2015 года», подготовленной по поручению администрации Чукотки, атомная энергетика не рассматривается, как единственно возможное решение энергетического обеспечения Чукотки.

Аналогичные замечания касаются и экономической целесообразности сооружения плавучих АЭС для Дудинки (Норильского промышленного района). Как и в районе Чукотки, на п-ове Таймыр есть немалые резервы газа и газоконденсата. Крупное Пеляткинское месторождение может дать необходимые для развития региона энергоресурсы на обозримое будущее.

Итак, и в Арктике нет необходимости ставить плавучие АЭС, поскольку есть другие более дешевые и менее рискованные источники энергоснабжения. Проекты АЭС здесь откровенно навязываются местным администра-

«...Нынешним летом, когда войдет в строй 60-километровая ветка газопровода, газ Пелятки пойдет в Норильск. Это позволит городу и комбинату на 30 лет вперед решить проблему не только энергоснабжения, но и обеспечения всего промышленного района горюче-смазочными материалами»...

Из статьи Ю. Курбатова «Слабохарактерные на Севере не выживают» (Российская Газета, 20 апреля 2000 г., № 77, с. 2).

циям со стороны Минатома (несомненно, под обещания получить бюджетное финансирование).

Дальневосточная и Приморская АЭС. В планах Минатома строитель-

ство двух АЭС на Российском Дальнем Востоке: Дальневосточной АЭС в Хабаровском крае и Приморской АЭС недалеко от Владивостока. В 1999 г. в печати проскользнуло сообщение, что представительство «Росэнергоатома» в Хабаровске разрабатывает планы строительства ... атомной станции теплоснабжения для Хабаровска.

В технико-экономическом обосновании строительства Дальневосточной АЭС так обосновывается необходимость этого строительства:

- без ввода нового крупного энергоисточника энергосистема будет дефицитной на весь рассматриваемый период;
- технически невозможно использование нетрадиционных источников электроэнергии;
- сооружение электростанции большой мощности на привозном топливе представляется нецелесообразным или мощность ГРЭС должна быть уменьшена;
- предложение Ленгидропроекта по развитию гидроэнергетики не решает проблемы.

И как итог: *«Таким образом, на рассматриваемый период отсутствует альтернатива строительству АЭС» (Десятов, 1996).*

Все вышеперечисленные аргументы являются, мягко выражаясь, некорректными. На Дальнем Востоке и в Восточной Сибири огромны резервы газа, нефти, угля и других источников энергии.

Сначала о газе. В Якутии открыты колоссальные запасы газа, которых с лихвой хватит на обеспечение всех потребностей энергетики не только Российского Дальнего Востока, но и Северной Кореи, Республики Корея, Японии и прилежащих провинций Китая (обзор см. Keun-Wook Paik, 1997). Планируемый трансконтинентальный газопровод может связать эти газовые месторождения с Дальним Востоком, Китаем, Корейским полуостровом и Японией. Меньшие по объему газа, но также крайне перспективные газовые месторождения есть недалеко от Комсомольска-на-Амуре, в самой развитой на Дальнем Востоке промышленной зоне Комсомольск–Амурск-Солнечный. Тут не надо строить дальних трубопроводов. Кроме того, на территории Верхне-Буреинской впадины было обнаружено 13 геологических структур, связанных с газом. Только на одной из этих структур в 1990 г. было обнаружено наличие 5 млрд куб. метров газа. Однако все дальнейшие работы были приостановлены, поскольку атомщики почти «пробили» решение о начале строительства Дальневосточной АЭС (Кузнецов и др., 2000).

Строительство системы газопроводов на основе месторождений газа около Комсомольска-на-Амуре позволит соорудить целую сеть электростанций с газотурбинными компактными установками разной мощности от Де-Кастри до г. Комсомольска-на-Амуре, а в недалеком будущем и до Хабаровска, соединив их ЛЭП в общую энергосистему. Это еще и путь к занятости брошенного государством более двадцати лет назад населения и возрождению многих сел. Агрегатированные блоки таких электростанций можно строить на мощных оборонных заводах Хабаровского края. Это хорошо вписывается в программу конверсии, так как в блоках применяются двигатели самолетов МИГ-27 и других. От них можно иметь мощности не менее 1000 МВт, т. е. 38 % от предполагаемой установленной мощности ДВ АЭС. Добавлю, что в этом случае не придется передавать электроэнергию на большие расстояния, что позволяет избежать значительных потерь (на 1000 км — 15 % передаваемой электроэнергии).

Об отсутствии нефти на Дальнем Востоке тоже говорить не приходится. Сахалинский шельф и сам Сахалин — важные месторождения нефти мирового масштаба (сотни млн. тонн). Найдена нефть и рядом с Хабаровском еще в 1988 г. Но затем геологоразведочные работы на нефть здесь были прекращены, потому что ориентация была на развитие атомной энергетики в регионе.

Велики резервы угольной промышленности Дальнего Востока — здесь находится 35% угля России. Прежде всего, это знаменитое месторождение Нерюнгри в Южной Якутии, много лет исправно снабжавшее Японию первоклассным коксующимся углем. Разве Владивосток и Хабаровск дальше Японии? Рядом с Нерюнгри есть еще несколько столь же крупных угольных месторождений. В Хабаровском крае есть огромный Буреинский угольный бассейн (1200 млн тонн), есть Лаианское и Хурмулинское бурогольные месторождения в 50 км от Комсомольска-на-Амуре (240 млн. тонн). Есть уголь и в других районах Дальнего Востока (Десятов, 1996).

Особо стоит остановиться на строительстве Тугурской приливной электростанции (ПЭС). Первую электроэнергию мощностью 1 млн Вт возможно получить на седьмом году строительства даже с незакрытой полностью плотиной. Полный срок строительства составляет 12 лет, после чего она будет работать бесперебойно в течение многих десятилетий. Важно, что основной объем строительно-монтажных работ на строительстве Тугурс-

кой ПЭС (около 70%) может быть выполнен в Находке, в имеющемся огромном военно-морском доке (важно для конверсии!). Готовые наплавные блоки с установленными гидроагрегатами будут отбуксированы на место их установки. Стоимость капиталовложений на ПЭС с инфраструктурой — 19,0 млрд руб. (в ценах 1991 г.). Стоимость строительства ДВ АЭС по данным ТЭО — 10,445 млрд руб., что фактически занижено, по крайней мере, вдвое из-за неучтенных и скрытых затрат (Десятов, 1996). Эксплуатационные расходы на ПЭС многократно ниже, чем на АЭС.

Установленная мощность Тугурской ПЭС планируется 6800 МВт с годовой выработкой 16,2 млрд кВт*час в год (предполагаемая годовая выработка ДВ АЭС 16,45 млрд кВт*час). К сказанному надо добавить, что суммарная мощность уже имеющихся или строящихся энергоисточников в Хабаровске, Комсомольске-на-Амуре достигает 6500 МВт (Десятов, 1996).

Итак, горячее желание атомщиков построить на Российском Дальнем Востоке, регионе, где пока нет ни одной АЭС, две атомные станции, основаны на весьма одностороннем анализе, и не подкрепляется никакими серьезными экономическими и энергетическими выкладками, а многие приводимые атомщиками аргументы в пользу строительства АЭС основаны на весьма одностороннем, ведомственном, анализе. Однако, несмотря на отсутствие объективного сравнительного анализа вариантов энергообеспечения Приморского края, Правительство России в 1997г. под нажимом Минатома поручает администрации Приморского края подготовить предложения по строительству АЭС с двумя блоками по 600 МВт с канадским подрядчиком — фирмой Atomic Energy of Canada Ltd. При этом приводятся какие-то фантастические расчеты экономической эффективности этой затеи: «...расходы окупятся при продаже электроэнергии Китаю по цене 4 цента (США) за 1 кВт*ч...» (Россия, КНР..., 1998).

Показательно, что даже в советское время, в период всеобщего увлечения строительством АЭС, хозяйственные руководители СССР не настаивали на строительстве АЭС на Дальнем Востоке. В Долговременной государственной (СССР) программе комплексного развития производительных сил

«..Проект на базе реакторов CANDU почти вдвое дороже, чем аналогичная АЭС отечественного производства... Кроме того реакторы CANDU предназначены для работы на небогащенном уране и имеют славную особенность разгоняться в нештатной ситуации... Ради чего в таком случае Минтом идет на риск «приморского Чернобыля»?

Ради денег, естественно. Никто Минатому (высокоприбыльной, заметьте, структуре) денег не дает, кроме добрых канадцев. Правда эти добрые самаритяне дают деньги на АЭС в кредит под 12 процентов (ставка для рынка международных кредитов практически предельная. И за эти деньги надо купить у них же дорогой и небезопасный реактор... Классическая российская схема: на нашей территории на иностранные деньги строится вредное предприятие, продукция которого отправляется обратно за границу. В данном случае к тому же энергия пойдет по подводному кабелю, что предполагает потери почти в 20 процентов. Грубо говоря, получается, что за канадский кредит нужно расплатиться по ставке 32 процента! Какова же окупаемость такого проекта, откуда возьмется прибыль и когда она вообще появится?»

А.Воробьев Пришло время разборок: мирный атом расщепят на доли? «Комсомольская Правда», 9 декабря 1998 г., с. 3.

Дальневосточного экономического района, Бурятской АССР и Читинской области на период до 2000 года в части ускоренного развития ТЭК в этом регионе (аппарат Совета Министров СССР, В.Таскаев, Г. Тихонов и др.) подчеркивалась необходимость строительства на Дальнем Востоке гидроэлектростанций, расширения действующих и строительство новых тепловых электростанций, а не АЭС.

«...— Если наши технологии настолько замечательны, почему же АЭС в Приморье будут строить канадцы?

— Ну это преувеличение, что строить будут канадцы. Просто базовым будет реактор типа CANDU канадского производства...строительство АЭС стоит, сами понимаете, денег. А денег, как обычно, нет. Канадцы дают кредит при условии поставки своих реакторов...- Гораздо более серьезные проблемы начнутся после того, как АЭС будет построена. Некоторые считают, что электроэнергию можно будет продать японцам и ею же расплатиться за канадский кредит. Никакие переговоры по этому поводу не проводились, и на чем основана уверенность в их успехе, лично мне не вполне понятно...»

Из интервью бывшего министра России по атомной энергии В.Н. Михайлова (А. Евдокимов. «Период полураспада Минатома. Что он сулит нашей стране». «Труд», 17 декабря 1998 г. с. 5)

И в наше время, когда руководители трех дальневосточных субъектов Российской Федерации — Сахалина, Приморского и Хабаровского краев, — поставили в Японии вопрос о перспективных иностранных инвестициях, они даже не упомянули о необходимости развития атомной энергетики. Речь шла о новых угольных разрезах, освоении богатых месторождений нефти, газа и газоконденсата (Солнцев, 1999), которые способны обеспечить энергопотребление не только Российского Дальнего Востока, но и соседних стран.

Нет, не нужны АЭС для развития российского Дальнего Востока!

4.2. Плавающие АЭС

В 1998—1999 гг. Минатом начал строительство плавающих АЭС. Недавно опубликован подробный анализ технико-экономического обоснования этого проекта, его истории (плавающие АЭС давно планировались в США и с большими убытками их разработка была прекращена в 60-е годы), экологических и политических проблем, возникающих при этом, сделанный на базе большого массива документов с участием автора настоящей работы («Плавающие АЭС России: угроза Арктике, Мировому океану и режиму нераспространения»; Кузнецов и др., 2000). Ниже приводятся лишь некоторые факты и выводы из этого обзора.

«Пресс-служба Минатома сообщила, что в рамках конверсии разработано предложение построить серию плавающих АЭС на базе высоконадежных и проверенных длительной эксплуатацией ледокольных реакторных установок. Такие АЭС мощностью до 80 МВт могут решить острейшую проблему энергообеспечения прибрежных регионов Севера и Востока России. Первая подобная АЭС, как отмечается, может быть построена в течение 4 лет. Срок окупаемости такой АЭС определяется в 5—6 лет после ввода ее в эксплуатацию».

ИТАР-ТАСС, Москва, 21 января 1999 г., корр. Леонид Райцин

Строительство плавающих АЭС ведется Минатомом на основе корабельных реакторов типа КЛТ-40, история эксплуатации которых всегда была секретной, в том числе и по причине радиационных аварий с ними. Появляющиеся в открытой печати данные касаются лишь части (вероятно, малой) случавшихся аварий и инцидентов (Осипенко и др., 1994; Нильсен и др. 1996; Хэндлер, 1995 и др.). Есть данные, по крайней мере, о шести

серьезных авариях (с выходом радиоактивных продуктов) на атомных ледоколах («Ленин» — в 1965, 1966 и 1967 гг., «Россия» — в 1988 г. и «Арктика» — в 1993 и 1996 гг.). Анализ аварий транспортных реакторов (не только ледоколов, но и атомных подводных лодок), заставляет категорически возражать против любого тиражирования этого печального опыта.

Экономическое обоснование строительства плавучих АЭС сомнительно, так как не учитывает многих необходимых расходов. При учете этих расходов строительство плавучей АЭС не может быть рентабельным, или, во всяком случае, оно будет много дороже, чем обеспечение предполагаемых регионов другими энергоисточниками. Строительство и эксплуатация плавучих АЭС связаны с большими и недооцениваемыми атомщиками экологическими рисками. Анализ возможного влияния плавучей АЭС на окружающую среду выполнен с крупными принципиальными недостатками и не может быть признан удовлетворительным.

Поддержка планов по размещению плавучих АЭС региональными администрациями Чукотского и Таймырского (Долгано-Ненецкого) автономных округов прозрачно связана с их желанием получить с помощью Минатома средства из федерального бюджета на социально-экономическое развитие регионов (см. выше раздел 4.1.). При этом руководство регионов, по-видимому, не вполне представляет опасности отрицательных последствий работы плавучих АЭС, которые несоизмеримы с сиюминутной выгодой от них.

Не затрагивают атомщики — энтузиасты строительства плавучих АЭС и проблемы ядерного терроризма — взрыв или даже угроза взрыва такой АЭС у берегов любой страны способна опасно дестабилизировать политическую обстановку в любом регионе мира. А защитить от этого такую плавучую АЭС даже с помощью атомных подводных лодок вряд ли возможно.

Минатом России, стремясь создать плавучую АЭС, игнорирует требования ряда нормативных документов. Так, ни технико-экономическое обоснование, ни проект плавучей АЭС не проходил в установленном порядке государственную экологическую экспертизу. За значительно меньшие деньги, чем те, которые Минатом предполагает затратить на строительство плавучих АЭС для районов Певека и Дудинки (стоимость одной такой АЭС превышает 300 млн долларов), можно организовать надежное энергообеспечение этих районов без того огромного риска, который несут с собой эти сооружения.

Планы Минатома по распространению плавучих АЭС в других странах

мира крайне опасны с позиций нераспространения оружия массового уничтожения. Высокообогащенного урана-235, содержащегося в двух реакторах плавучей АЭС (996 кг $\sim$ 2), достаточно для изготовления многих десятков атомных бомб. Попадание этого урана в страны, стремящиеся стать членами ядерного клуба, избавит их от необходимости создания собственной промышленности по добыче и обогащению урана. Это делает атомное оружие практически вседоступным, изменяя тем самым всю геополитическую картину современного мира.

Работы по созданию плавучих АЭС имеют в качестве перспективной цели еще один выход российской атомной энергетики на зарубежный рынок. Эти планы Минатома по организации распространения плавучих АЭС по всему миру на основе лизинга сомнительны не только с экономической и геополитической точек зрения, но и с морально-этической точки зрения. Минатом производит электроэнергию на плавучих АЭС, продает ее в какую-то страну, затем возвращает на территорию России все отработавшее топливо и принимает на себя обязательства по последующему обращению с ним, включая вечное захоронение. Прибыль Минатому сегодня, радиоактивные отходы — всем россиянам, причем навечно!

4.3. Подземные АЭС

В отчете Минатома за 1997 г. читаем: *«Проведены предпроектные проработки подземной атомной теплоэлектростанции с двумя РВ ВК-300, показавшие техническую осуществимость и социально-экономическую целесообразность сооружения станции»* (Об итогах..., 1998).

Известно, что Минатом и связанные с ним учреждения (например, Российский научный центр «Курчатовский институт») ведут активный поиск мест и заказчиков на сооружение таких небольших АЭС. В печати сообщалось, что заинтересованность в таких проектах якобы выражали в середине 90-х гг. правительства Республики Алтай и Камчатской области.

Незнакомых с атомной энергетикой может на первых порах привлечь сама идея таких небольших автоматических станций, которым вроде бы не нужно сложного обслуживания, которые вообще не видны на поверхности, и вроде бы само собой из-под земли будет поступать на протяжении десятилетий дешевое атомное электричество.

Однако идиллическая картина, которую рисуют атомщики, говоря о таких малых подземных АЭС (см. бокс), далека от реальности.

Ясно, что без штатных радиоактивных выбросов и на подземных АЭС

«...Понятно, что реактор для малой АЭС должен быть достаточно компактным... его можно разработать состоящим из небольших блоков ... на месте небольшая группа монтажников соберет их воедино и запустит реактор. Чтобы легче было охранять, такие реакторы можно расположить в штольнях, вырубках скал. И на пятнадцать— двадцать лет считать проблему энергоснабжения решенной.

Подобным реакторам практически не нужен обслуживающий персонал — они смогут работать в автоматическом режиме...А вся информация об их состоянии будет собираться с помощью датчиков и передаваться через спутник на центральную пультовую. Оператор здесь будет отслеживать ситуацию сразу на всех установленных малых реакторах, и если какой-нибудь из них потребует вмешательства, тут же пошлет команду его регулирующим устройствам...

К сожалению, это направление едва ли удастся развивать только на коммерческой основе — у небольших населенных пунктов нет для этого ни денег, ни соответствующих юридических полномочий...

Директор Государственного научного центра «Физико-энергетический институт» проф. Анатолий Зродников, («Атомпресса», № 2 (379), январь 2000 г., с. 2.)

невозможно обойтись, так например, никаким АЭС нельзя избежать образования газообразных радиоактивных отходов.

Ясно, что такие установки не могут работать в автоматическом режиме без каких-либо инцидентов и аварий. Всегда будет существовать риск каких-то протечек. Нельзя исключить и запроектной аварии с расплавлением активной зоны и взрывом реактора. А затраты на ликвидацию даже небольшой подземной аварии могут быть многократно большими, чем на поверхности. Да и результаты могут быть не менее неприятными (благодаря загрязнению подземных вод). Система дистанционного управления реактором будет, возможно, первым слабым звеном — повредить кабель или нарушить систему приема спутниковых сигналов можно даже не намеренно (известен случай, когда разговор по мобильному телефону нарушил работу одной из шведских АЭС; см. Смоляр, Ермашкевич, 2000).

Не вызывает сомнения, что технически возможно построить такую потенциально опасную и для людей, и для природы подземную атомную станцию. А вот насчет социально-экономической целесообразности такого строительства сомнения очень серьезные: я уверен, что экономически этот проект не может быть оправдан. Думаю, что ни в России, ни в других

странах мира нет места, где затраты на строительство подобной станции могли бы окупиться, и где риск масштабного радиоактивного загрязнения подземных площадей был бы оправдан.

4.4. Ведомственные и корпоративные интересы превыше всего

Ответ на вопрос о необходимости (или ненужности) развития атомной энергетики должен был быть дан в Энергетической программе России. Эта программа несколько лет разрабатывалась Министерством топлива и энергетики, и ее концепция в 1992 г. получила одобрение Правительства. К сожалению, этот проект безальтернативно исходит из необходимости развития ядерной энергетики.

По моей просьбе, как Советника по экологии Президента России, группа экспертов — экономистов и энергетиков представила в 1992 г. Министерству топлива и энергетики России действительно альтернативную к разрабатывавшейся концепцию Энергетической программы (Башмаков и др., 1993). В ней была обоснована принципиальная возможность надежного обеспечения развития России на обозримое будущее без развития ядерной энергетики (с постепенным выводом стареющих АЭС). Для того, чтобы доработать эту альтернативную концепцию, нужны были средства и подключение к ее работам крупных коллективов, которые смогли бы проанализировать все региональные энергетические балансы. Этого Минтопэнерго не захотело (или не смогло) сделать.

Не организовав разработку альтернативных концепций Энергетической программы, российское правительство весьма неэффективно потратило изрядные суммы. Так, в одной из принятых им в 1993 г. программ под названием «Экологически чистая энергетика» были заложены затраты на... прокладку штольни для ядерного могильника на Новой Земле! Планировавшихся на это средств с лихвой хватило бы для разработки упомянутого выше проекта альтернативной Энергетической программы. Тут даже риторические вопросы (почему так получается?) излишни: ясно, что вся энергетическая политика России находится под мощным давлением Минатома, для которого собственные ведомственные интересы важнее общероссийских.

В 1995 г. Энергетическая стратегия России, основанная на уже упоминавшейся безальтернативной концепции, была одобрена Президентом (Основные направления ..., 1995) и Правительством России (Энергетическая стратегия..., 1995). Остается только надеяться, что экономика заста-

вит скорректировать заложенные туда крайне опасные антиэкологические решения.

Конкретные примеры экономической бессмысленности строительства новых АЭС приводились выше. Совершенно ясно, что стремление Минатома России строить новые АЭС основано не на экономических предпосылках: во всех без исключения районах предполагаемого строительства есть более дешевые и эффективные энергетические альтернативы АЭС (подробнее см. раздел 4.1.).

Возникает вопрос, чем же тогда стимулируется эта активность Минато-

«... атомная энергетика сегодня находится не на закате, как утверждают ее противники, а в начальной стадии своего развития...»

Из выступления Министра России по атомной энергии Е.О. Адамова на международной конференции по безопасности АЭС в России (ИНТЕРФАКС, Москва. 8 июня 1999 г.)

«Перед нами сейчас есть только два пути: либо консервация атомной энергетики на нынешнем уровне производства, что приведет к концу будущего столетия к ее фактическому исчезновению, либо активные совместные действия с тем, чтобы выйти на новые технические решения, которые обеспечат безопасный и дешевый источник энергии для мировой экономики».

Из выступления Е.О. Адамова на международном симпозиуме (ТАСС-ЕДИНАЯ-ЛЕНТА-НОВОСТЕЙ от 09.09.99, Корр. ИТАР-ТАСС В.Макарычев).

ма? Ответ лежит, прежде всего, в области защиты ведомственных, корпоративных интересов Минатома. За годы холодной войны в СССР/России создана огромная атомная промышленность с мощным техническим, научным и человеческим потенциалом. Тысячи предприятий и около 1,7 млн человек связаны с атомной индустрией в России.

Конечно, и руководство Минатома, и многие из его сотрудников, хотели бы продолжать делать то, что они привыкли и умеют делать – строить и

Говорят сами атомики:

«...Соотношение конкурентоспособности технологий производства электроэнергии в 90-е гг. существенно изменилось...появились новые технологии, в частности газовые ТЭС с комбинированным циклом, которые составили существенную конкуренцию АЭС.

...Ядерная энергетика утратила свое преимущество в прогнозируемых оценках капитальных затрат на новые генерирующие мощности...

...природный газ станет наиболее привлекательным энергоносителем во многих развитых странах благодаря относительной простоте использования, низким затратам на строительство и эксплуатацию, более низкой стоимости топлива, чем прогнозировалось ранее, высокому КПД и сравнительно низким выбросам вредных веществ в атмосферу... В условиях прогнозируемого дерегулирования и приватизации в энергетическом секторе для минимизации риска возврата капитала предпочтение отдается строительству ТЭЦ на газе.»...

...В этих условиях пересмотрены энергетические стратегии многих промышленно развитых стран мира. Основным является ориентация на развитие энергетики на возобновляемых источниках энергии, на использование природного газа. Четко сформулированных программ развития ядерной энергетики практически ни в одной развитой стране нет...» (выделено мной — А.Я.).

Из обзора «Ядерная энергетика в энергоснабжении стран мира в 1998 г.» (Бюллетень Центра общественной информации по атомной энергии, 1999, №12, сс. 5—11).

эксплуатировать атомные реакторы, добывать уран, делать и перерабатывать ядерное топливо. Кстати, стремление сохранить свою деятельность крупнейшими западными концернами (Сименс, Фраматом, БНФЛ, Канду и др.) определяет и их поддержку нашей атомной индустрии. Играя на страхе Запада перед новым Чернобылем, они добились оплаты западными странами поставок своего оборудования и технологий в Россию, Украину, Чехию, Словакию, Болгарию почти на два миллиарда долларов с 1991 по 1999 гг. (GAO, 2000).

Отмечу еще одно важное обстоятельство: теснейшую связь Минатома с ядерным оружием (подробнее см. Яблоков, 2000д). Создание и поддержа-

«Зарубежные инвестиции в 1997 году в развитие атомной энергетики России по сравнению с минувшим годом увеличатся приблизительно на \$300 млн. Об этом «Интерфаксу» сообщил министр Российской Федерации по атомной энергии Виктор Михайлов. По его словам, основными инвесторами в российскую атомную отрасль являются страны Европейского Сообщества, США и Япония...»

Москва, 25 октября 1997 г., ИНТЕРФАКС

ние российского ядерного арсенала – не просто одна из важнейших, но главная государственная задача Минатома. Эта задача многообразна, и включает также уничтожение ядерных боеприпасов, в соответствии с международными обязательствами России, а также утилизацию около 150 атомных подводных лодок. В условиях постоянного бюджетного дефицита можно понять желание руководства Минатома заработать посредством развития атомной энергетики хотя бы часть средств, необходимых и для ядерно-оружейных программ.

Вряд ли найдется человек, который будет возражать против необходимости поддержания ядерного арсенала в безопасном состоянии – до тех пор, пока Россия обладает таким арсеналом. И поэтому не только Минатом, а все мы заинтересованы в том, чтобы эта работа была надежно обеспечена финансированием, но финансированием государственным, бюджетным. Не надо для этого строить АЭС в Иране, открывая этой стране двери к созданию ядерного оружия (и создавая колоссальные проблемы для национальной безопасности России) и продавать электроэнергию в другие страны, и при этом навечно загрязняя свою страну радиоактивными отходами.

Строительство новых АЭС в России сегодня стимулируется ведомственными и корпоративными интересами, такое строительство не отве-

«...К 2010 г. большая часть ныне действующих АЭС исчерпает свой ресурс, и их надо заменять либо вводом новых мощностей, либо продлением срока эксплуатации действующих АЭС на 10—15 лет».

Из обзора «Обсуждение состояния и перспективы развития атомной энергетики мира на 17-м конгрессе Мирового энергетического совета». (Бюллетень Центра общественной информации по атомной энергетике, 1999, №12, сс. 11—18.

чает долгосрочным национальным интересам страны. Конечно, общество должно всерьез рассмотреть проблему миллиона россиян, работающих в атомной индустрии. Они не виноваты в том, что в 1974 г. тогдашним руководством СССР было принято стратегически опасное решение о преимущественном развитии атомной энергетики в ущерб всем другим современным направлениям (см. гл. 1). Можно представить, как психологически сложно атомщикам (если возможно вообще) признать бесперспективность развития атомной энергетики и использовать свои сверхмощные возможности влияния и на Президента, и на Правительство не для поддержания своего атомного колосса в неизменном виде, а для его реформирования. «Архипелаг Средмаш» (выражение А.Ф. Емельяненко) уже давно способствует

финансовому благополучию России: ежегодные колоссальные расходы на смягчение последствий Чернобыльской катастрофы, решению проблемы радиоактивных отходов, необходимость затраты на разборку отслуживших АЭС, многомиллионные (в долларах) затраты на строительство АЭС в Индии и Китае, социальные затраты, связанные с поддержкой жертв атомного века и т. д.). Нужна серьезная реструктуризация отрасли, и такая реструктуризация могла бы найти поддержку общества.

Но вряд ли найдут общественную поддержку планы атомщиков развивать у нас атомную энергетику в основном для удовлетворения собственных потребностей, и том числе для того, чтобы увеличивать экспорт атомного электричества в другие страны.

Глава 5. О перспективах развития атомной энергетики

Представление об атомной энергии как дешевой, безопасной и экологически чистой, быстро развеивается (обзоры см. Кузнецов, 2000; Яблоков, 1997; 2000в; Weizsacker et al., 1997), и атомная индустрия во всем мире теперь ищет пути выживания на трех направлениях:

- продление на 10—20 лет эксплуатации существующих атомных энергоблоков после окончания их проектной службы;
- строительство атомных объектов в зарубежных странах (порой делающих это с конечной целью получить доступ к ядерно-оружейным технологиям);
- использование факта, что АЭС непосредственно не выбрасывают парниковых газов качестве аргумента развития атомной энергетики как спасительницы от антропогенного изменения климата.

Целесообразность реализации всех этих трех направлений развития атомной энергетики весьма сомнительна. Продолжение жизни стареющих АЭС подводит общество к новой опасной черте: какие бы новые запчасти мы не ставили в старый автомобиль, он все равно будет ломаться чаще, чем новый. Это положение полностью применимо и к АЭС (подробнее см. Яблоков, 2000а). Ни к чему хорошему продление проектных сроков работы АЭС не приведет, и вся эта активность прекратиться после первой же крупной аварии, которая, к сожалению, становится все ближе.

Об опасности строительства атомных станций в странах, не обладающих атомным оружием много говорилось и писалось (обзор см. Яблоков, 2000 г.). Для скептиков, упорно отрицающих хорошо известную специалис-

там связь между «мирной» атомной энергетикой и распространением ядерного оружия, напомним, что существует Приложение 2 к Договору о всеобъемлющем прекращении ядерных испытаний 1996 г., в котором перечислены все 44 страны, обладающие атомной энергетикой. Договор может вступить в силу только после ратификации всеми этими странами. Зачем бы это надо было делать, если АЭС не связаны с атомным оружием?

5.1. Помогут ли АЭС избежать изменения климата?

Одна из главных надежд атомщиков на возрождение интереса общества к развитию атомной индустрии в последнее время связана с всемирным движением против изменения климата. Атомщики громко заявляют: мы поможем миру справиться с изменениями климата, вызванными выбросами в атмосферу больших количеств парниковых газов – углекислого газа, метана и т. п.

Утверждения атомщиков, что распространение атомной энергетики спасет мир от глобального потепления, не верно фактически. Не спасет уже потому, что при выполнении самых радужных планов развития атомной энергетики все АЭС мира не смогут обеспечить более 8% общемирового потребления первичных энергоносителей (сейчас 5%) и более 25% — электроэнергии (сейчас 16—17%). А это означает, что сокращение выброса парниковых газов за счет замены обычных тепловых электростанций атомными будет малозаметным на общем выбросе парниковых газов. Спасителями мира от глобального потепления АЭС не могут стать.

Кроме того, если учесть то количество ископаемого топлива, которое надо сжечь, чтобы получить энергию на добычу и обогащение урановой руды, на строительство и разборку самой атомной станции, то АЭС оказываются совсем не такими «невинными созданиями» с точки зрения выброса парниковых газов. Напомним, что для того, чтобы оправдать затраченную на строительство энергию, АЭС должна проработать на полную мощность несколько лет.

И самое главное: если сравнить эффективность использования средств (по принципу «затраты/эффект»), то получается, что много выгоднее (с позиций сокращения выбросов углекислого газа) направить деньги на реконструкцию традиционных источников энергии и энергосбережение. Для сокращения содержания углекислого газа в атмосфере есть гораздо более дешевые, эффективные и безопасные способы, чем строительство АЭС. Например, широкомасштабные посадки лесов. Только в России можно (с большой попутной выгодой для повышения урожаев, облагораживания

ландшафтов и улучшения экологической обстановки) посадить лесов столько, что они смогут поглощать большую часть углекислого газа, выделяемого всей Западной Европой. И стоять это будет примерно столько, сколько стоит строительство 3—4 атомных станций. По многократно проверенным расчетам (Flavin, 1994), сокращать выбросы углерода, используя энергоэффективные технологии, в 6—7 раз дешевле, чем сокращать их, используя атомную энергетику.

В связи с обсуждением проблемы «АЭС — изменение климата» надо упомянуть о том, что сами АЭС, выбрасывая огромное количество радионуклида криптон-85 способствуют изменению электропроводности атмосферы и, соответственно, учащению и усилению штормов, тайфунов и циклонов. Кроме того, высказывалось предположение, что обнаруженное во многих странах мира некоторое замедление роста древесных растений в 70—80-ые годы может быть вызвано выбросами в атмосферу атомной индустрией углерода-14. Если это предположение подтвердится, то АЭС могут оказаться одной из важных причин опасного изменения климата.

5.2. Хватит ли урана?

Как это не покажется странным, но одна проблема, угрожающая долгосрочному развитию атомной энергетики, заключается в ... ограниченности ресурсов урана на планете. При современных темпах использования урана его разведанных (и доступных по приемлемой цене) ресурсов хватит приблизительно на 50 лет.

Известно, как можно преодолеть этот урановый кризис. Во-первых, можно использовать в реакторах разбавленный («разубоженный») до нужных концентраций оружейный уран, которого накоплено около тысячи тонн.

«...Согласно оценкам Института урана, подтвержденные мировые запасы уранового сырья со стоимостью получения урана не более 40 долл. за 1 кг составляют 1,32 млн т. ...

Текущий уровень ежегодного потребления урана для атомной энергетики составляет около 64 тыс. т.

...если в XXI веке умеренный темп развития атомной энергетики будет сохранен, а урановое топливо будет использоваться в водных реакторах (без рециклирования ОЯТ) только однократно, то разведанные запасы урана обеспечат необходимые потребности в ядерном топливе для атомной энергетики только до середины следующего столетия... И только в случае широкого внедрения в атомную энергетику

АЭС с реакторами на быстрых нейтронах степень использования природного урана резко (в сотни раз) возрастет, и его запасы обеспечат атомную энергетику на тысячи лет...»

(Обсуждение состояния и перспективы развития атомной энергетики мира на 17-м конгрессе Мирового энергетического совета (Бюлл. Центра общественной информации по атомной энергии, 1999, №12, с. 15)

Это способно дать свыше 30 тыс. тонн слабообогащенного урана для АЭС (Махиджани, Кэршнер, 1996).

Во-вторых, можно заняться широкой переработкой отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) и получая регенерированный уран и плутоний, использовать так называемое МОХ-топливо (Mixed Oxid).

В-третьих, можно заместить современные атомные реакторы большим числом реакторов на быстрых нейтронах (реакторов — «размножителей» или бридеров), в которых загружаемое урановое топливо не расходуется, а прибавляется.

Если с первым предложением хоть как то можно согласиться, то второе и третье вызывают серьезные сомнения с экологической, экономической и политической точек зрения.

При переработке ОЯТ для получения следующей порции атомного горючего выделяется очень большое количество разных радиоактивных отходов. Переработка ОЯТ — наиболее экологически грязный этап всего ядерно-топливного цикла. Международная комиссия по радиационной защите-(МКРЗ) сформулировала важный принцип: *«Не должно предприниматься никаких действий, связанных с использованием радиации, если только они не дают выгод, превышающих вред, который они приносят или могли бы принести»* (цит. по Смоляр, Ермашkevич, 2000). Переработка ОЯТ и , соответственно, производство МОХ-топлива по мнению всех без исключения независимых от атомной промышленности экспертов, принесет больше бед, чем выгод, создаст больше проблем, чем мы имеем без такой переработки. Стоит ли это делать?

В еще большей степени упомянутый принцип может быть нарушен строительством реакторов на быстрых нейтронах. Не удалось наладить устойчивой и безопасной работы бридеров ни в одной из стран, где они были построены (США, Великобритания, Франция, Япония). По проблемам безопасности три из построенных в разных странах бридеров так и не были введены в эксплуатацию, а пять — выведены из эксплуатации (Яблоков, 2000а). Новые реакторы-бридеры не строятся ни в одной стране мира.

Утверждение российских атомщиков об исключительно успешном опыте единственного российского реактора-бридера БН-600 на Белоярской АЭС под Екатеринбургом опровергается многими фактами.

В общем, проблема с ограниченностью ресурсов урана существует, и предлагаемые атомщиками пути ее решения не являются достаточно убедительными.

5.3. Четыре условия развития атомной энергетики

Было бы неправильно утверждать, что у атомной энергетики вообще нет никаких перспектив. Есть, но при выполнении четырех существенных условий.

Условие первое. Атомщики должны не на словах, а на деле предложить действительно безопасные атомные реакторы (пока таких не существует, подробнее см. Яблоков, 2000а).

Условие второе. Должна быть решена проблема защиты биосферы и человечества от неизбежно возникающих в атомных реакторах радионуклидов (в том числе «вечных» и «глобальных», подробнее см. Яблоков, 2000в) — то есть должны быть приемлемым образом решена проблема радиоактивных отходов.

Условие третье. Необходимо на деле (а не бумажными «гарантиями» МАГАТЭ), разорвать опасную для всего мира связь между атомной энергетикой и атомным оружием.

Условие четвертое. Атомная энергетика должна стать экономически выгодной.

Теоретически, выполнение первого условия возможно. Развитие ториевой (а не урановой) энергетики и электроядерной энергетики вроде бы позволяет сделать атомные реакторы с внутренней безопасностью. Ториевая энергетика, как утверждают, резко снижает производство опасных долгоживущих радионуклидов. Но развитие этих технологий требует колоссальных вложений средств, по-видимому, сопоставимых с уже затраченными на развитие атомной индустрии.

Теоретически осуществимый процесс трансмутации позволяет уничтожать долгоживущие радионуклиды, решая тем самым половину проблемы РАО. Этот процесс также потребует колоссальных финансовых вложений. Но еще менее вероятно то, что атомная индустрия сможет найти убедительные доказательства своей безопасности, сравнительно с другими способами получения энергии. Пока же накапливается все больше крайне

тревожных данных о многократно заниженных оценках масштабов такого опасного влияния (Яблоков, 2000ж).

Раньше колоссальные средства на развитие атомной энергетики шли из двух источников. Во первых, и в США, и в СССР, и во Франции, и в Великобритании, и в Индии — за счет секретных оборонных расходов. Уже стало достоянием гласности, что масштабы этой скрытой поддержки атомной энергетики во Франции были эквивалентны 30, а в США—50 млрд долларов (Яблоков, 1997, Махиджани, 2000). Во-вторых, средства на развитие атомной энергетики были получены в результате резкого ограничения средств, направляемых на развитие других энергетических технологий.

Сейчас виден конец эры атомного оружия, оружия массового уничтожения, как неприемлемого (и незаконного после решения Международного суда в Гааге в 1996 г.) способа обеспечения национальной безопасности. Идут серьезные дискуссии, можно ли будет окончательно отказаться от ядерного оружия через 10—15 лет или через несколько десятилетий. Поэтому рассчитывать на широкую поддержку атомной энергетики за счет оборонных средств не приходится ни в России, ни в США, ни в других странах (кроме, конечно, тех, которые рвутся к вступлению в ядерный клуб).

С другой стороны, настроение общества по многим причинам, более подробно описанным выше (см. гл. 2) меняется не в пользу атомной энергетики. В соответствии с этим, средства, необходимые для развития энергетического сектора, теперь во все больших масштабах направляются, наконец-то, в иные, не атомно-энергетические сектора энергетики.

Есть еще одна проблема, заставляющая с настороженностью относиться к развитию атомной энергетики с позиций гражданского общества. Необходимость физической защиты атомных реакторов, а также принятие мер по нераспространению делящихся материалов, неизбежно приводит к масштабным ограничениям в жизни общества. Волей-неволей в государстве с развитой атомной энергетикой создаются проблемы, характерные для тоталитарного общества (закрытость, секретность, ограничения, охрана и т. п.). Этот социально-политический аспект атомной энергетики, делающий ее инородным элементом в открытом, демократическом гражданском обществе начинает привлекать все большее внимание.

Заключение

Что же надо делать с энергетикой, если не строить новые АЭС? Конечно, прежде всего необходимо интенсивное развитие работ в области энергосбережения. Оно может дать 30—40 %-ую экономию от величины потребляемой сейчас энергии.

Во-вторых, по мере вывода из строя стареющих и не отвечающих современным требованиям безопасности АЭС, их надо замещать газотурбинными и современными тепловыми станциями, работающими на энергоэффективных, экологически менее опасных и экономически более выгодных технологиях.

В-третьих, в России необходимо более активно развивать как водородную энергетику, так и «классические» альтернативные виды энергетики (малую гидроэнергетику, ветроэнергетику, солнечную, приливную, волновую энергетику).

Наконец, в-четвертых, необходима децентрализация производства энергии, сокращение передачи энергии на большие расстояния, при которой происходит потеря до 30 % произведенной энергии.

Все сказанное выше позволяет сделать вывод о том, что на обозримое будущее серьезных перспектив развития у атомной энергетики нет. Она будет постепенно сокращаться и замещаться иными, менее опасными и более выгодными экономически энергоисточниками. В интересах России сделать так, чтобы этот процесс шел быстрее, а не замедлялся.

Литература

Бауров Ю.А., Беда Г.А., Даниленко И.П., Игнатко В.П. 2000. Экспериментальные исследования нового способа получения энергии, обусловленного существованием глобальной анизотропии физического пространства, с использованием плазменных устройств. Конверсия в машиностроении, №1, сс.44—48.

Башмаков И.А. 1999. Энергия для нового тысячелетия. М., 55 с.

Башмаков И.А., Бурлакова Е.Б., Грицевич Е.Г., и др. 1993. Заключение на работу: «Концепция развития атомной энергетики в Российской Федерации», рукопись, М., 23 с.

Безрученко В., Быков В. 1998. Насколько рентабельным может быть сквозняк. Для развития ветроэнергетики нужно преодолеть прежде всего психосоциальные барьеры. «Независимая Газета», приложение «Наука», ноябрь, №10, с. 12.

Биомасса в Бразилии...2000. Биомасса в Бразилии: Декларация Ресифе. Пробл. окр. среды и природ. ресурс. Обзорн. информ. ВИНИТИ, Вып.2, сс.113—115.

Бодров О. 1996. Петербург и Северо- Западный регион. Трудное осмысление энергетических потребностей. В кн.: Сборник материалов по программе «Энергетическая политика для неправительственных организаций», Москва, Центр ядерной экологии и энергетической политики СоЭС, сс. 149—54.

Боровков С., Дзюба О. 2000. Проливы между Курильскими... «Зеленый Мир», январь, № 1—2, с. 1.

Брифинг ГРИНПИС. 1996. Энергия будущего. Москва, июль, 5 с.

Брифинг ГРИНПИС. 1998. Мировое состояние атомной энергетики в 1997 г. Москва, 7 с.

Визит....2000. Визит во Вьетнам. АТОМПРЕССА, №12, март, с. 3.

Вокруг ВАСТА. 1997. «Эндемик» (Воронеж), № 11—12, сс. 2—10.

Галич В.Ф. 1993. 1992: общественность России определяет свое отношение к развитию ядерной энергетики: Анализ публикаций // Бюл. ЦОИПАЭ. 1993. № 5. с. 13—21.

Десятов В.М. 1996. Энергетическая ситуация на Дальнем Востоке. В кн.: Сборник материалов по программе «Энергетическая политика для неправительственных организаций», Москва, Центр ядерной экологии и энергетической политики СоЭС, сс. 157—159.

Заметки... 2000. Заметки с профсоюзной конференции ПО «МАЯК» в феврале 2000 года. Бюлл. Ядерн. Радиацион. Безопасн., № 1 (11), с. 24.

Германия..., 1999 Германия. Сгласшение с южноафриканской энергетической фирмой о передаче технологии реакторов НТР. Бюлл ЦОИПАЭ №12, с. 70—71.

Зродников А. 2000. Энергетика на малых ядерных реакторах. «Атомпресса», январь, №2, с. 2.

Интерфакс, 25 мая 2000 г. Правительство РФ одобрило стратегию развития атомной энергетики до 2030 г. и на период до 2050 г.

Катальников В., Кобяков А. 1998. Энергетика нуждается в новой угольной политике. Финансовые известия, № 9, 10 февраля, с. VI.

Кузнецов В.М. 2000. Российская атомная энергетика : вчера, сегодня, завтра. Взгляд независимого эксперта. М., «Голос-пресс», 286 с.

Кузнецов В.М., Яблоков А.В., Десятов В.М., Никтин А.К., Форофонов И.В. 2000. Плавающие атомные станции: угроза Арктике, Мировому океану и режиму нераспространения. М., 76 с.

Куркин Б.А. 1989. Бремя «мирного» атома. М., «Молодая Гвардия». 272 с.

Леонов В.С. 1997. Теория упругой квантованной среды. Часть 2. В кн.: «Новые источники энергии», Минск, 121 с.

Макаров А.А. 1996. Энергетическая стратегия и атомная энергетика России // Энергетика. № 8. С.2—9.

Махиджани А., Кэршнер Д. 1996. Высокообогащенный уран. Ядерная энциклопедия, М., Благотворительный фонд Ярошинской, сс. 94—95.

Немало... 1999. Немало россиян считает угрозу ядерного конфликта вполне реальной, свидетельствуют социологи. РИА-ГОРЯЧАЯ ЛИНИЯ от 26.08.99, МОСКВА, 26 августа.

Нилсен Т., Кудрик И., Никитин А. 1996. Северный флот: Потенциальный риск радиоактивного загрязнения региона: Доклад Объединения «Беллуна». № 2. Осло, 168 с.

Об итогах ... 1998. Об итогах производственной и финансово-хозяйственной деятельности Минатома России за 1997 год и задачах на 1998 год. Материалы, представленные на Коллегию Минатома и в Правительство. «Атомпресса», № 5, 1998 с. 1.

Ольховский Г.Г. 1999. Газотурбинные и парогазовые установки за рубежом. Теплоэнергетика, №1, сс. 52—56.

Осипенко Л., Жильцов Л., Мормуль Н. 1994. Атомная подводная эпопея: Подвиги, неудачи, катастрофы. М.: Боргес, 426 с.

Основные направления..., 1995. Основные направления энергетической политики Российской Федерации на период до 2010 года. Указ Президента Российской Федерации № 472 от 7 мая 1995 г.

Особо В.И., Особов И.В. 2000. К вопросу об инвестиционной привлекательности технических проектов газотурбинных и парогазовых энергетических установок. Конверсия в машиностроении, №1, сс. 53—56.

Пресс-релиз..., 1997. Пресс-релиз Уральского экологического фонда. Вестн. Уральского экологического фонда, № 7 (24), июль, сс. 4—5.

Россия, КНР. 1998. Планы строительства новых АЭС на Дальнем Востоке. Бюлл. ЦОИПАЭ, № 1, с. 64.

Сводное заключение... 1999. Сводное заключение экспертной комиссии общественной экологической экспертизы по проекту Ростовской АЭС. 1999. Ростов-на-Дону, 13 с.

Смоляр И.Н., Ермашкевич В.Н. 2000. Атомная энергетика: аргументы за и против. Минский международный образовательный центр, Минск, 84 с.

Солищев В. 1999. Губернаторы трех дальневосточных регионов России призывают Японию к более активному экономическому сотрудничеству ТАСС — Программа ВОСТОК от 01.09.99. ТОКИО, 1 сентября.

Толмацкий Д. 1993. Атомная энергетика и безопасность в Центральной и Восточной Европе, а также в бывшем СССР // Аналит. вестн. Информ. агентства Postfactum: № 85: Экол. вестн.. № 5. с. 8—10.

Ушаков В. Г. 1994. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Учебное пособие. Новочеркасский государственный технический университет, Новочеркасск, 120 с.

Фаворский О.Н. 1992. Записка «К письмам А.В.Яблокова в Правительство России», 3 августа //Письмо РАН от 09.09.92 №1-10284-2210/237. 5 с.

Федорченко П. 1999. Авария в Японии произошла на фоне снижения интереса к АЭС. ИНТЕРФАКС-АИФ от 6 октября.

Франция..., 1998. Франция. Большинство французов считает, что через десять лет ядерная энергетика будет играть главную роль. Бюлл. ЦОИПАЭ, №5, с. 67.

Хандлер Дж. 1995. Аварии подводных лодок СССР/России: 1956—1994: Доклад Greenpeace. М.; — Вашингтон. 15 с.

Цыганкова С. 2000. Не газом единым. «Труд», 28 января, с. 3.

Шаповалов А. 1998. Зарытые в песок доллары. Рос. Газета, 15 апреля, с. 7.

Энергетическая стратегия России (Основные положения). 1995. Одобрено Комиссией Правительства РФ по оперативным вопросам 7 декабря 1994 г. М.; 47 с.

Яблоков А.В. 1997. Атомная мифология. Заметки экологи об атомной индустрии. Москва, Изд-во «Наука», 272 с.

Яблоков А.В. 2000а. Миф о безопасности ядерных энергетических установок. Москва, 68 с.

Яблоков А.В. 2000б. Миф об экологической чистоте атомной энергетики. Москва, (в печати).

Яблоков А.В. 2000в. Миф об экономической эффективности атомных программ. Москва, (в печати).

Яблоков А.В. 2000г. Миф о безопасности малых доз радиации. Москва, (в печати).

Яблоков А.В. 2000д. Миф о решении проблемы радиоактивных отходов. Москва, (в печати).

Яблоков А.В. 2000е. Миф о «миролюбии» атомной энергетики. Москва, (в печати).

Яблоков А.В. 2000ж. Здоровье человека и природы как жертвы атомного века. Материалы доклада на Конференции государств по нераспространению ядерного оружия, Нью-Йорк, ООН, 3 Мая, 12 с.

Ястребцов Г. 1998. Чем раскрутим «мотор» XXI века? Труд, 26 ноября, с. 2.

A long half-life. 1998. The Economist, July 11th, p. 68.

Allenby B.R. 1999. Industrial Ecology: policy framework and implementation. Prentice Hall Publ., Upper Saddle River, 355 p.

Asahi Shimbun. 2000. Nuclear plant plan scrapped. February 23, asahi.com news.

Bahm W. 1999. Green Times, Vol. 6, # 2 (цит. По: Деловые новости. Пробл. Окр. Среды и природн. Ресурсов. Обзорная информация. Вып. 2, 2000, сс. 112 – 113; <http://www.fiz-karlsruhe.de/peu/peu.html>).

BBC News| Asia-Pacific. 2000. Japan cancels nuclear plant. 22 February.

Belgium...1999. Belgium to phase out atomic option. Europe Environment, # 549, July 13, p. 12.

Belgium's...1999. Belgium's Walloon region plans to promote solar heating. Europe Environment, # 557, November 30, p. 8.

British..., 1999. British plan to implement renewable portfolio standard. REUTERS, November 25, (цит.по: Sustainable Energy Coalition «Weakly Update», December 5, 1999, fax: 301-891-2866).

Brown L.R., Renner M., Halweil B. 1999. Vital Signs 1999—2000. Earthscan, 343 p.

Brown P. 2000. Ageing nuclear power stations to be shut down. The Guardian, 24 May, p. 2.

Bonduelle A. 1999. A wind turbine from the nuclear business. Windpower Monthly, November, p. 27.

Bulgarian...1997. Bulgarien nuclear plant halted. Ecoforum, July, p. 21.

Bunyard P., Roche P. 1999. NUCLEAR POWER: TIME TO END THE EXPERIMENT. The new millenium presents the ideal symbolic opportunity for a final shutdown of nuclear power — a technology that has failed us in every arena since it was first conceived. The Ecologist, November, pp. 386—389.

China...2000. China plans high-speed train but no more nuclear plants. Bejing, March 6, 2000. AP Worldstream via COMTEX.

Chung L. 2000. Fourth Taiwan nuclear plant plant hits new snag. Reiter, Taipei, MAY 2.

Davidson R. Lobby group puts US market out in front // Windpower Monthly. 1996. May. P. 28.

Eco-group..., 1997. Eco-group unlikely to derail reactor export. Financial Times, November 11, 1997, p. 7.

Ersoy E. 2000. Turkish treasury casts more doubts on nuclear project Tuesday, April 4, Ankara, Reuters.

Expansion ...2000. Expansion of nuclear power no longer the way ahead. Asahi. com news, February 23.

Flavin Ch. 1994. In France, the nuclear honeymoon is over // Worldwatch. №10. P. 6.

Flavin Ch. 1996. Power shock: The next energy revolution // Worldwatch Mag. Jan.-Febr. pp. 10—19.

Flavin Ch., Lenssen N. 1996. Nuclear power browning out // Bull. Atomic Sci. May-June. pp. 52—55.

Fromme J.W. 1996. Energy conservation in the Russian manufacturing industry // Energy Policy. Vol. 24, № 3. P. 245—252.

GAO, 2000. U.S. General Accounting Office. Report to the Subcommittee on Energy and Water Development, Committee on Appropriations, House of Representatives. Nuclear Safety. Concern With the Counting Operation of Soviet-Designed Nuclear Power Reactors. GAO/RCED-00-97, April 2000, Washington, D.C., 88 p.

Germany... 1999. Germany: Schroder under pressure from business and greens. Europe Environment, # 558, November 16, p. 9.

Herkstroter C. 1997. Contributing to a sustainable future — the Royal Dutch|Shell group in the global economy. Shell, London (цит. no: Oliver, Jackson, 1999).

Hoster F. 1998. Impact of a nuclear phase-out in Germany: results from a simulation model of the European Power Systems. Energy Policy, vol. 26, # 6, pp. 507—518.

Houlder V. 1999. Environment hydrogen power. Financial Times Ltd., 5 October, (<http://www.globalarchive.ft.com/search/FTJSPController.htm>).

Japan...1999. Japan to spearhead research into methane hydrates. Global Environmental Change Report, 26 November, p. 9.

Japan...2000. Japan cuts nuclear programme. BBC News|ASIA-PACIFIC| 10 March, 2000.

Keun-Wook Paik.1997. Sino-Russian oil and gas development cooperation: the reality and implications. Journal of Energy and Development, vol. 22, # 2, pp. 275— 284.

Konoplyanik A.A., Nechaev V.V. 1994. Russia's nuclear power safety — an alternative proposal // Energy Policy. Vol. 22, № 12. pp. 1002—1004.

Leach G., Johnson F.X. 1999. Modern bioenergy — an overview of its prospects and potential. Renewable Energy for Development, Newsletter of the Energy Programme, Stockholm Environmental Institute, Vol. 12, # 4, December, pp. 3—4.

Lenssen N., Flavin Ch. 1996. Meltdown . Worldwatch.. May-June, P.23—31.

Weizsacker E. Von, Lovins A.B., Lovins L.H. 1997. Factor Four. Doubling wealth — halving resource use. The new report to the Club of Rome. EARTHSCAN, L., 400 p.

Loiselle V., Kritsky G. 1999. Nuclear power for the 21st Century. FORUM, Summer ,1999, pp. 126—128.

Makhijani A., Saleska S. 1999. The Nuclear Power Deception. U.S. Nuclear Mythology from Electricity «Too cheap to meter» to «Inherently Safe» Reactors. The Apex Press, N.Y., XVIII + 266 p.

Malaysia...2000. Malaysia has no plan to go for nuclear power: minister Kuala Lumpur, March 6,2000. XINHUA NEWS AGENCY.

Martin N. 1998. Europe sets three per cent goal for wind. Windpower Monthly, # 1, pp. 21—22.

Milborrow D. 1996. Pricing pollution in a competitive market. / Windpower Monthly. May, pp. 34—37.

Murmansk potential. 1998. Windpower Monthly, November, p. 17 — 18.

Nordhaus W.D. 1997. The Swedish nuclear dilemma. Resources for the future, Washington, D.C., XII + 167 p.

Nuclear...1996. Nuclear power world status report 1996. Greenpeace Breefing, February 1996, 13 p.

Nuclear notes. 1999. The Nuclear Monitor, vol. 14, # 2—3, February\March 1999, pp. 8, 9.

Nuclear power..., 1997. Nuclear power: World status report 1997. Greenpeace International, Munich, 10 p.

Nuclear winter. 1998. The Economist, January 10th, pp. 55—56.

Oliver M., Jackson T. 1999. The market for solar photovoltaics. Energy Policy, vol. 27, pp. 371—385.

Power for Change. 1997. Power for change: renewable energy and energy efficiency case studies. Greenpeace International, Amsterdam, 29 p.

Sjoberg L. 1999. Risk perception in Western Europe. AMBIO, vol. 28, # 6, September, pp. 543—549.

Spaniards..., 1999. Spaniards are the most opposed to nuclear energy. Europe Environment, # 543, April 13, p. 1.

Spurgeon B. 1999. Windmills are on a roll. Operating costs are down while energy capacity is up. Int. Herald Tribune, June 24, p. 24.

Surrey J. 1997. East European nuclear investymtent projects: the case of K2/R4 in Ukraine. Energy Policy, vol.25, # 10, pp. 871—875.

Strauss L. L. 1954. Remarks Prepared for Delivery at the Founders' Day Dinner, National Association of Science Writers, September 16 (after: Makhijani, Saleska, 1999, p. 3).

TMI..., 1999. TMI + 20: Americans oppose nuclear power, support renewable. The Nuclear Monitor, vol.14, # 2—3, February\March, pp. 1, 2, 9.

Toleffson E. 1999. Energy sources for the next 35—50 years. In: Rotblat J. (Ed.). 1999. Remember your humanity. Proc. 47th Pugwash Conf. Sci. & World Affairs, Lillehammer, Norway, 1— 7 August, 1997. World Sci. Publ., Singapore, pp. 654—662.

Trends..., 1999. Trends in Renewable Energies. January 18, 1999 (www.renewable.ca)

US..., 1999. US to promote bioenergy. Global Environmental Change Report, vol. XI, # 16, p. 4. (www.cutter.com/envibusi/).

Watanabe Kohei. 2000. Covt shocked by N-plant cancellation. Daily Yomiuri on-line, February 23.

Wave power..., 1996. Wave power could cover 20% of Europe's electricity needs. Europe Environment.. March 7, № 472., p. 9.

When..., 1998. When virtue pays a premium. The Economist. April 18th, pp. 65—66.

Wind..., 1999. Wind energy can provide 10% of world energy, says Greenpeace. Europe Environment, # 544, October 10, 1999, p. 7

World's first ..., 1999. World's first solar crematorium is built. South Africa Independent, November 28 (цит. по: Sustainable Energy Coalition «Weekly Update», December 5, 1999; (Fax 301-891-2866).

Содержание книги «Миф о безопасности атомных энергетических установок»

Предисловие к серии

Введение

1. Атомная энергетика - самая опасная из когда-либо существующих технологий

2. Конструкция современных АЭС неприемливо опасна

2.1. Опасности, связанные с водоохлаждаемыми реакторными установками

2.2. Опасности, связанные с реакторными установками на быстрых нейтронах (бридерами)

2.3. О безопасности других типов реакторных установок

2.4. Аварийное расхолаживание - серьезная проблема безопасности АЭС

2.5. Опасности выброса радионуклидов за пределы АЭС

2.6. Почему западные АЭС несколько безопаснее российских

2.7. Худшие из худших

3. Транспортные реакторы также крайне опасны

4. Недостатки в ходе строительства - угроза безопасности АЭС

5. Стареющие АЭС становятся еще более опасными

6. Человеческий фактор - причина атомных катастроф

7. Аварийно-опасны и хранилища ОЯТ

8. Реестр аварий и катастроф: где и когда следующая?

9. Нет надежной защиты от терроризма и инцидентов

10. О риске атомных аварий без эмоций

Заключение

Литература

Приложение: Состояние безопасности АЭС России (В.М. Кузнецов)