
ЦЕНТР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ РОССИИ

Программа по ядерной и радиационной безопасности
Социально-экологического Союза

Серия «АТОМНАЯ МИФОЛОГИЯ»

А.В.Яблоков

**МИФ О БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

Москва
2000 г.

В брошюре развенчивается один из самых активно распространяемых атомщиками мифов — о безопасности современных ядерных энергетических установок. На большом фактическом материале, относящемся как к российской, так и зарубежной атомной индустрии показано, что приемлемо безопасных атомных энергетических установок пока нет.

Издание рассчитано на широкий круг лиц, интересующихся проблемами экологии и энергетики.

Библ 114. Рис 2.

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 гг.), 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—1996 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 радиозоологии, 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 5-88587-155-8

© 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
1. Атомная энергетика — самая опасная из когда-либо существовавших технологий	9
2. Конструкция современных АЭС неприемлемо опасна	13
2.1. Опасности, связанные с водоохлаждаемыми реакторными установками	14
2.2. Опасности, связанные с реакторными установками на быстрых нейтронах (бридерами)	16
2.3. О безопасности других типов реакторных установок	19
2.4. Аварийное расхолаживание — серьезная проблема безопасности АЭС	20
2.5. Опасность выброса радионуклидов за пределы АЭС	22
2.6. Почему западные АЭС несколько безопаснее российских	24
2.7. Худшие из худших	26
3. Транспортные реакторы также крайне опасны	28
4. Недостатки в ходе строительства — угроза безопасности АЭС	39
5. Стареющие АЭС становятся еще более опасными	43
6. Человеческий фактор — причина атомных катастроф	46
7. Аварийно-опасны и хранилища ОЯТ	48
8. Реестр аварий и катастроф: где и когда следующая?	51
9. Нет надежной защиты от терроризма и инцидентов	58
10. О риске атомных аварий без эмоций	62
Заключение	68
Литература	70
Приложение: Состояние безопасности АЭС России (В.М. Кузнецов)	79

Alexey V. YABLOKOV
**MYTH ON SAFETY OF THE NUCLEAR
REACTORS**

C o n t e n t s

Preface	5
Introduction	8
1. Nuclear energeticsenergetic — the most dangerous technology all over time	9
2. NPP’sNPPs constructions are unacceptablyunacceptably unsafe	13
3. Vessel’ reactors also are dangerous	28
4. The construction’ troubles as threats for safety NPP	39
5. Ageing Aging NPPs became even more dangerous	43
6. The human factor as an unavoidable reason for accidents	46
7. Spent nuclear fuel’ storagesstorage as other source of pproblems	48
8. Accidents and Catastrophes: where and when will be next one?	51
9. No ways to protect NPPs from terroristicterrorist attack	58
10. About a risk’ level without emotions	62
Conclusions	68
Literature	70
Attachment. Safety record of the Russian NPPs (V.M. Kuznetsov)	79

ПРЕДИСЛОВИЕ К СЕРИИ

В последние годы в печати появляется все больше статей и выступлений, направленных на реабилитацию в общественном сознании атомной энергетики. Выполняя специальный пункт 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» о мерах 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»*.

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 ограни-

ченность только близкой каждому из них областью. Атомщики — энергетики не знают об опасных последствиях подземных ядерных взрывов, а атомщики — «бомбоделы» не знают о влиянии сверхмалых доз радиации на живые организмы. 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. Кроме того, в серии будут появляться и анализы новых мифов. Мировая атомная индустрия, оказавшись перед явно наметившимся спадом, с особой настойчивостью пытается навязать обществу свои опасные технологии, и мы вынуждены рассказывать правду и об этих мифах (например, о безопасности и эффективности плавучих АЭС или переработке и захоронении на российской территории иностранных радиоактивных материалов).

Подготовке первых изданий «Атомной мифологии» прямо и косвенно способствовали многие десятки лиц, полный список которых приведен в издании 1997 г. В дополнение к уже приведенному списку я должен добавить В.М.Котлова (Москва), В.Тихонова (Санкт-Петербург), А. Korblein (Мюнхен, Германия). Я глубоко признателен редактору серии И.А. Реформатскому, чьи критические замечания помогли избежать досадных ошибок. За конструктивные замечания в ходе подготовки настоящей брошюры я глубоко признателен В.М. Кузнецову (составителю обстоятельного приложения по безопасности АЭС России), И.В. Лисовскому и Е.Ю. Крысанову Н.И. Кутеповой, Б.Смирнова (Bill Smirnov, Нью Йорк, США). Я приношу глубокую благодарность также моим помощникам из Центра экологической политики России — Р.Д. Филипповой, И.В. Лебедевой и Д.В. Щепеткину.

Алексей Яблоков

Москва—Петрушово
Февраль 2000 г.

Введение

Президент Академии наук СССР А.П.Александров говорил, что реактор чернобыльского типа (Реактор Большой Мощности Канальный — РБМК) можно поставить даже на Красной площади в Москве. Это была не бравада, а отражение убежденности атомщиков в безопасности реактора, взрыв которого стал символом трагических ошибок Человечества.

Можно ли после этого сегодня верить руководителям атомной отрасли,

...ядерная безопасность РБМК «...обеспечивается во всех режимах работы и состояниях реактора, а также при любых возможных аварийных ситуациях в технологическом контуре».

(Из руководства «Канальный ядерный энергетический реактор», ведущих конструкторов атомной техники Н.А.Доллежала и И.А. Емельянова. Атомиздат 1980).

«В конструкции, имеющей более 1000 индивидуальных автоматических выключателей, увеличивающих безопасность всей системы реактора, серьезная утечка охладителя невозможна. Безопасность советских АЭС обеспечивается широким спектром мероприятий».

(Бюллетень МАГАТЭ, Т. 25, 1983; цит. по: Ramana , 1999.)

когда они через 8 лет после Чернобыля снова безапелляционно заявляли : *«...эксплуатационная надежность и безопасность российских АЭС находятся на уровне ведущих западных стран»* (Игнатенко, Никифоров, 1994)?

И можно ли верить аналогичным успокоительным заверениям западных атомщиков о приемлемой надежности их детищ вроде заявления председателя Комиссии по атомной энергии Индии Р. Чидамбарана (Datta, 1999): *«Нет ни малейшей вероятности какой-либо ядерной аварии на индийских АЭС в ближайшем будущем. У нас за плечами 150 реакторо-лет безопасной эксплуатации»*. В СССР перед 26 апреля 1986 г. было 1000 реакторо-лет безопасной эксплуатации...

«Он стал жертвой мифа, сотворенного нашим правительством и нашей ядерной индустрией о безопасности атомной энергии».

Из речи Тацуя Мураками, мэра японского города Токаимура, 23 декабря 1999 г. на похоронах Хисаши Оуши, погибшего от облучения в ядерном инциденте (French, 1999).

В этой главе будет рассмотрена лишь малая часть из огромного фактического материала по авариям и катастрофам на АЭС в разных странах мира, суммарно говорящего только об одном: **приемлемо безопасной АЭС как не было, так и нет ни в одной стране мира**, а АЭС советской постройки являются одними из самых опасных. Однако, прежде чем рассмотреть технические и другие аспекты безопасности атомных энергетических установок, приведу материалы по масштабам поражения населения в случае ядерной катастрофы. Это та цена, которую придется платить человечеству за теоретические и практические ошибки энтузиастов развития атомной энергетики.

1. Атомная энергетика — самая опасная из когда-либо существовавших технологий

Никогда ранее в руках человека не было столь опасной для всего человечества технологии. В документах Конгресса США в 1982 г. и во многих средствах массовой информации (максимально полный вариант опубликован в газете «Вашингтон Пост» от 1 ноября 1982 г.) были приведены расчеты, в западном атомном мире известные как CRAC (Calculation of Reactor Accident Consequencies). Моделирование последствий аварий на всех АЭС США было произведено по заказу Nuclear Regulation Commission (американскому аналогу российского Госатомнадзора) одним из крупнейших правительственных ядерных институтов США — Scandia Labs.

Приводимые в табл. 1 расчеты последствий возможной катастрофы на том или ином блоке АЭС ограничиваются

- первым годом после катастрофы;
- территорией с радиусом 30 км от АЭС;
- экономический ущерб не включает затраты на лечение.

В 1999 г. данные CRAC-1 были скорректированы по числу смертей:(в исходной модели CRAC-1 величина смертельной поглощенной дозы для 50% облученных принималась в 510 рад, а в CRAC-2 — в 340 рад (Smirnow, 1999).

Таблица 1

**Расчеты ущерба при гипотетических авариях одного из блоков
на некоторых АЭС США**

(<http://www.geocites.com/mothersalert/crac.html>).

АЭС	Смертей, чел.	Нераковых заболеваний, чел.	Раковых заболеваний, чел.	Экономический ущерб млрд долл. (1982)
«Пало Верде»-1	До 16000	36000	15000	89,7
«Пич Боттом»-3	До 288000	45000	До 148000	119,0
«Перри»	До 22000	180000	14000	102,0
«Пилгрим»-1	До 12000	30000	23000	81,8
«Пойнт Бич»-2	До 2000	9000	7000	41,4
«Прейри Айлэнд»-1	До 8000	4000	4000	48,3
«Куад Ситис»-1	До 48000	41000	12000	65,1
«Робинзон»	До 8000	8000	3000	42,5
«Санта Лючия»-1	До 20000	6000	3000	54,3
«Салем»-1	До 400000	70000	40000	135,0
«Сан Онофре»-2	До 108000	23000	18000	186,0
«Сибрук»-1	До 28000	27000	6000	163,0
«Секвойя»-1	До 116000	61000	4700	96,8
«Шарон Харрис»-1	До 44000	31000	6000	68,5
«Шорехэм»	До 160000	75000	35000	157,0
«Саммер»-1	До 20000	73000	4000	68,2
«Саус Тексас»-1	До 72000	10000	4000	112,0
«Сарри»-2	До 124000	35000	23000	56,3
«Сасквухенна»-1	До 268000	47000	28000	143,0

1. Атомная энергетика — самая опасная из когда-либо существовавших технологий

АЭС	Смертей, чел.	Нераковых заболева- ний, чел.	Раковых заболева- ний, чел.	Экономи- ческий ущерб млрд долл. (1982)
«Три-Майл-Айленд»-2	До 184000	50000	28000	122,0
«Троян»	До 4000	14000	5000	89,7
«Вермонт Янки»	До 28000	3000	17000	68,8
«Вогтли»-1	До 800	39000	4000	70,3
«Уотерфорд»-3	До 384000	279000	9000	131,0
«Уаттс Бар»-1	До 20000	11000	4000	86,6
«ВППСС-1»	До 800	20000	4000	80,4
«ВППСС-2»	До 1200	17000	4000	77,3
«ВППСС-3»	До 492	13800	4000	73,7
«Вулф Крик»	До 4000	3000	3000	105,9
«Янки Роув»	До 4000	100	4000	21,4
«Циммер»	До 36000	109000	10000	84,5
«Цион»-2	До 56000	156000	17000	146,0
«Турки Поинт»-4	До 116000	45000	4000	48,6
«Сарри»	До 184000	36000	23000	56,3
«Ранчо Сико»	До 120000	34000	6000	113,0
«Норс Анна»-1	До 7200	5000	29000	66,0
«Окони»-1	До 16000	47000	4000	56,8
«Ойстер Крик»	До 52000	10000	23000	79,8

АЭС	Смертей, чел.	Нераковых заболеваний, чел.	Раковых заболеваний, чел.	Экономический ущерб млрд долл. (1982)
«Лимерик»-1	До 74000	610000	34000	213,0
«Индиан Пойнт»-2	246000	141000	213000	274,0
«Индиан Пойнт»-3	350000	167000	314000	314,0
«Палисадес»	До 4000	7000	10000	52,6

Приведенные в табл.1 результаты расчетов показывают, что от возможной аварии одного реакторного блока на АЭС США может (только в течение первого года, только на территории радиусом в 30 км!) погибнуть от 492 до 400 000 тыс. человек, заболеть разными болезнями (включая раковые) от 4100 до 288 000 тыс. человек, а экономический ущерб может составить от 21,4 до 186 млрд долларов.

Японские атомщики провели аналогичные CRAC расчеты для своих АЭС, но засекретили результаты. Только в 1997 г. они стали известны публике. *«Ни одна из японских АЭС никогда бы не была построена, если бы японский народ узнал об этих расчетах до начала строительства»*, — говорят японские анти-ядерные активисты (Smirnow, 1999).

Через четыре года после публикации этих расчетов Чернобыльская катастрофа в СССР подтвердила их принципиальную правильность: через несколько лет после катастрофы число погибших составило несколько тысяч, заболевших — сотни тысяч, материальный ущерб — сотни миллиардов долларов (подробнее см.: Яблоков, 1997).

«...как специалисты будут объяснять человеку с улицы (выделено В.Муроговым), что ядерная энергетика совершенно безопасна и проблемы отходов нет, если они сами в этом не убеждены, если у них нет единого мнения?»

Зам. генерального директора МАГАТЭ В.М. Мурогов (1998, с.10).

Сейчас, с развитием техники моделирования, можно гораздо точнее представить себе масштабы катастрофы на каждой из АЭС в зависимости от вре-

мени катастрофы, погоды в момент катастрофы, количества тех или иных выброшенных радионуклидов. Один из примеров такого рода, касающийся масштабов возможного радиоактивного загрязнения от аварии на одном из блоков Кольской АЭС, приведен на рис. 1. Видно, что радиоактивное облако при этом покрывает значительную часть Финляндии и Швеции.

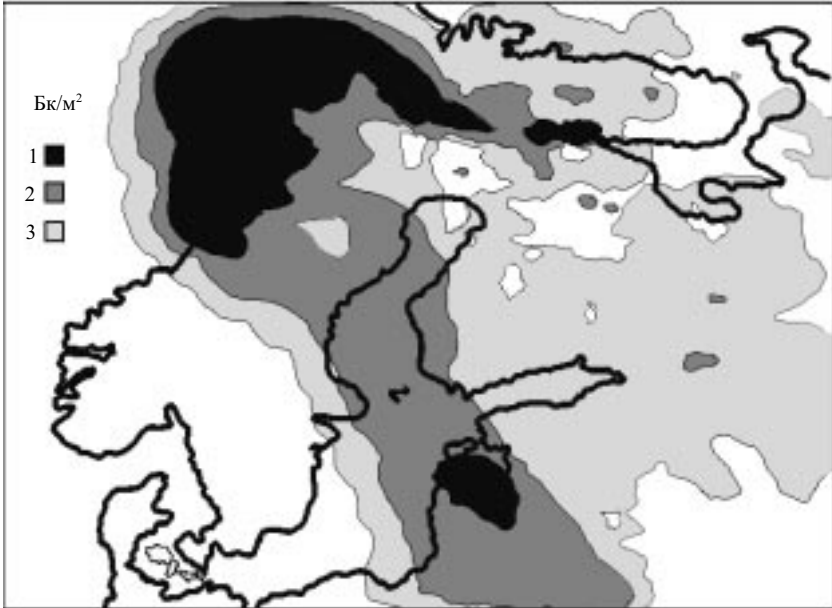


Рис. 1. Один из вариантов загрязнения территорий цезием-137 через пять дней после гипотетической аварии на Кольской АЭС. 1- плотность загрязнения более 10^{-12} БкВq/м²; 2 — более 10^{-13} БкВq/м²; 3 — более 10^{-14} ВqБк/м² (Bergman, Vaklanov, 1998)

Итак, «цена вопроса» аварии на атомной станции составляет сотни тысяч человеческих жизней, а прямой экономический ущерб (без затрат на лечение) — сотни миллиардов долларов. В истории человечества не было катастроф по масштабам, сравнимым с последствиями аварии одного только атомного реактора.

2. Конструкция современных АЭС неприемлемоопасна

«Атомные бомбы, дающие электричество», — так, с легкой руки П.Л.Капицы некоторые физики не без основания называют АЭС.

Есть два главных типа атомных реакторов: на тепловых нейтронах (газо- и водоохлаждаемые) и на быстрых нейтронах (реакторы-бридеры, или «размножители»). И те, и другие обладают весьма неустранимыми опасными свойствами.

2.1. Опасности, связанные с водоохлаждаемыми реакторными установками

В наиболее распространенных в мире водо-водяных реакторах вода, находящаяся под высоким давлением, удерживается наглухо закрытым корпусом реактора. Вода, находящаяся в контакте с тепловыделяющими элементами (ТВЭЛами), в которых происходит деление ядер урана, нагревается до высокой температуры и под большим давлением поступает в теплообменник (парогенератор), после чего снова возвращается в активную зону. Замкнутый круг по которому циркулирует вода (или другой теплоноситель) называется первым контуром. Если в такой ядерно-энергетической установке в реакторе происходит неконтролируемая утечка воды (в таких реакторах вода — и замедлитель нейтронов, и теплоноситель) или этот теплоноситель по каким-то причинам перестает циркулировать, то температура внутри реактора быстро поднимается. Если там осталась вода, то при этом резко возрастает давление, и в конце концов либо корпус реактора, либо трубопроводы могут не выдержать. Если воды нет, то происходит разрушение (расплав) активной зоны с выбросом большого количества радионуклидов из реактора. Гарантии, что не произойдет разгерметизации системы и теплоноситель не перестанет охлаждать активную зону, никто не в состоянии дать.

Известно до 1000 различных возможных аварий на АЭС (Михайлов, 1998; Соловьев, 1992). Ниже приведено неполное перечисление причин аварийных ситуаций, возможных на водоохлаждаемых реакторах:

— при растрескивании топливных таблеток из диоксида урана происходит вспухание тепловыделяющего элемента (ТВЭЛа) и разрушение его металлической оболочки. В результате продукты деления выходят в теплоноситель, повышается радиоактивность первого контура, и возможно радиоактивное загрязнение не только всей АЭС, но и окружающей территории;

— под воздействием ионизирующего излучения вода разлагается на кислород и водород. При определенном соотношении эта смесь образует гремучий газ, и поэтому на АЭС всегда остается опасность возникновения химического взрыва;

— по разным причинам может произойти парообразование в первом контуре; энергии пара может оказаться достаточно, чтобы сбросить крышку реактора или разрушить первый контур;

— в конструкционных материалах стенок корпуса реактора и трубопроводов неизбежно со временем и под воздействием радиации возникают трещины, развитие которых может привести к радиационной аварии.

Крупнейший специалист по атомным реакторам академик В.И.Субботин пишет: «Водоохлаждаемые реакторы, несмотря на весь опыт, полученный при работе на них, в принципе не могут быть высокобезопасными... Нельзя создать безопасную атомную энергетику на базе водоохлаждаемых реакторов» (Субботин, 1994, с. 53, 101). А теперь посмотрим, какие же реакторные установки планируют наши атомщики для следующего тысячелетия (табл. 2).

Таблица 2

Реакторы, разрабатывавшиеся для АЭС России
(Энергетика..., 1994, табл.1.4)

Проект	Тип реактора (конструктор)
ВВЭР-1000 (АЭС-91)	Корпусной водо-водяной (Атомэнергопроект, Санкт-Петербург)
ВВЭР-1000 (АЭС-92)	Корпусной водо-водяной (Атомэнергопроект, Москва)
ВВЭР-500/600(НП-500)	Корпусной водо-водяной (Атомэнергопроект, Санкт-Петербург)
ВПБЭР-600	Интегральный водо-водяной (ОКБМ, Нижний Новгород)
МКЭР-800	Кипящий водографитовый (НИКИЭТ, Москва)
ВК-300	Корпусной кипящий водяной (НИКИЭТ, Москва)
БН-600м БН-800	Корпусные натриевые (ОКБМ, Нижний Новгород)
БМН-170	Интегральный натриевый (ОКБМ, Нижний Новгород)
БРС-300	Свинцовоохлаждаемый (НИКИЭТ, Москва)

Оказывается, большинство разрабатываемых ныне реакторных установок относятся к тем, которые в принципе не могут быть высокобезопасными!

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

Рассмотрим теперь конструктивные недостатки **бридеров** — ядерных энергетических атомных реакторных установок (ЯЭУ) на быстрых нейтронах. В бридере, так же как и в ЯЭУ реакторных установках на тепловых нейтронах, возможна потеря теплоносителя в результате разгерметизации системы охлаждения. Тогда в результате пиролиза или радиолиза (разложения топлива под действием от высокой температуры или в результате радиационно-химических реакций) в топливе обязательно появятся газообразные продукты. Это может привести в конце концов к тяжелой аварии с выходом радиоактивных продуктов.

Использование бридеров лимитировано и сравнительно быстрым охрупчиванием даже самых лучших сортов стали под воздействием мощных потоков нейтронов. Азот, всегда содержащийся в стали, взаимодействуя с нейтронами превращается в радиоактивный углерод ^{14}C (Алексеев, Рустамов, 1997).

Энтузиазм поклонников бридеров во всем мире столкнулся на практике с тем, что эти реакторы оказываются очень не надежными и очень опасными в эксплуатации. Поэтому во многих случаях (и с огромными убытками) от их эксплуатации в ряде стран пришлось отказаться (табл. 3).

Таблица 3

Состояние промышленных реакторных установок на быстрых нейтронах-(бридеров) в некоторых странах (Калмыков, 1998; Смоляр, Ермашкевич, 2000; Hippel, Jones, 1997 и др.)

Страна	Состояние работ
США	Октябрь 1966 г. Авария с частичным расплавлением топлива и выходом радиационных продуктов на бридере «Enrico Fermi» (стоимость 10 млрд долл.). В 1971 г. реактор остановлен после очередного опасного радиационного инцидента. С 1992 г. все работы прекращены.
Германия	Бридер «Калкар (KNK-II)» введен в эксплуатацию в 1979 г., из-за неполадок выведен из строя в 1990 г. Строительство обошлось в 7 млрд долл. Его территория превращена в развлекательный «парк чудес».

Страна	Состояние работ
Франция	1985 г. был пущен самый крупный в мире (1200 Мвт) бридер «Суперфеникс (CREYS-MALVILLE)». После многочисленных аварий и инцидентов был окончательно остановлен в 1998 г. За 13 лет он находился в эксплуатации в общей сложности менее года. За это время в него было вложено более 40 млрд франков (около 20 млрд долл.). Вывод из эксплуатации обойдется еще в 12 млрд франков.
Великобритания	Бридер PFR запущен в 1978 г. К концу 1993 г. после многократных инцидентов все работы по бридерам прекращены. Бридер «DOUNRAY» запущен в 1962 г., но из-за постоянных неполадок отключен в 1977 г.
Япония	В 1994 г. после неоднократных задержек начал работу реактор «Мондзю» стоимостью более 6 млрд долл. В декабре 1995 г. после катастрофической утечки жидкометаллического охладителя (натрия) и пожара остановлен за несколько месяцев до выхода на полную нагрузку.

Великобритания, США, Германия, Италия, Бельгия, Голландия, Япония прекратили или приостановили программы по строительству бридеров (Hirpel, Jones, 1997). Удивительным образом только в России — по утверждениям Минатома — бридеры работают превосходно.

«...реакторы на быстрых нейтронах оказались столь сложны, что практически только Россия продолжает сегодня успешно их эксплуатировать» (Мурогов, 1998; с. 9).

«...Россия имеет уникальный опыт эксплуатации реакторов на быстрых нейтронах — БН-350 и БН-600 (безаварийная работа в течение 20 лет).» (Стратегия..., 2000, с. 7).

С такими заявлениями нельзя согласиться. Известно немало примеров, когда реальная информация об инцидентах и характере работы Белоярской АЭС искажалась в отчетах руководством станции (Пискунов, 1997, и др.). При посещении Белоярской АЭС мне стало известно от ее сотрудников, что на этом единственном энергетическом российском бридере были десятки аварий. Это хорошо совпадает с другими данными (Дидковский, 1999), согласно которым на БАЭС за последние 10 лет было почти 100 серьезных

нештатных ситуаций (половина по техническим причинам, половина — из-за ошибок персонала). Косвенным официальным признанием опасности работы этого бридера стало расширение санитарно-защитной зоны Белоярской АЭС в 1993 г. с 8 км до 30 км (Кузнецов, 2000).

Приведу далеко не полный перечень только крупных аварий с пожарами на бридерах советской постройки (Булатов, 1996; Иванов, 1997; Соловьев, 1992; Уткин, 1997, и др.):

БН-350

(г.Шевченко, Казахстан)

1973г. 21 марта. Взрыв, зафиксированный американским спутником.
1973 г. 6 октября. Пожар.
1975 г. 16 февраля. Пожар.
1984 г. Две аварии с пожарами, связанные с утечкой теплоносителя (натрия).

БН-600

(Белоярская АЭС)

1987 г. 21 января. «*Неопознанное аномальное явление*»: несанкционированное увеличение мощности реактора, расплавление 12 ТВЭЛов, загрязнение активной зоны цезием-137, выход радиоактивных веществ за пределы АЭС.
1993 г. 7 октября. Утечка натрия из 1-го контура. Пожар.
1994 г. 6 мая. Утечка натрия из 2-го контура. Пожар.
1995 г. 6 июля. Утечка из 2-го контура. Пожар.
1996 г. 21-22 июля. Нештатные выбросы продуктов деления (концентрация цезия-137 увеличилась почти в сто раз).

Да и в выступлениях российских атомщиков можно найти резко критические высказывания против бридерных технологий (Острецов, Жук, 1996).

Среди атомщиков есть энтузиасты строительства реакторов с другими (кроме сверхопасного натрия) жидкометаллическими охладителями (например, сплав свинца и висмута с точкой затверждения в 125°C). Несмотря на несомненные достоинства (устойчивость теплоотводной части) этот тип реакторных установок оказывается также неприемлемо опас-

ным, о чем свидетельствуют аварии таких установок на российских и зарубежных атомных подводных лодках (см. ниже табл. 5, табл. 6).

Среди сложностей в работе реакторных установок с жидкометаллическим охладителем — необходимость поддержания сплава в горячем состоянии (Никитин, 1999), возникновение весьма летучего альфа-излучателя **полония**.

Физики-теоретики (начиная с работ Ольвина Радковского 50-х годов) говорят иногда о ториевых реакторах-бридерах как заманчивом пути развития атомной энергетики (Барашенков, 1994), позволяющем избежать одного из дамкловых мечей, висящих над всей современной атомной энергетикой — накопления токсичного и опасного во многих отношениях плутония (подробнее о проблемах плутония см.: Воробьев и др., 1994). Наверное, ториевое топливо несколько лучше с точки зрения радиационной опасности. Но для его создания потребуются астрономические капиталовложения (Субботин, 1994. с.27), и есть серьезные сомнения в практической осуществимости торий-уранового цикла (Волошин и др., 1994; Friedman, 1997).

2.3. О безопасности других типов реакторных установок

Считается, что гелий-графитовые реакторы могут быть безопаснее, чем другие (Субботин, 1994). Но пока нет серьезного опыта работы с такими реакторами. В области сугубо теоретических разработок находится и так называемая **электроядерная** энергетика (Киселев и др., 1994), и целый ряд других теоретически просматривающихся вариантов экологически менее опасного, чем имеется сегодня, использования энергии атома.

На протяжении десятилетий не оправдываются и надежды теоретиков на скорое пришествие термоядерной энергетики, основанной не на расщеплении ядра, а на синтезе, то есть слиянии ядер легких элементов, сопровождающегося выделением энергии. Процесс синтеза теоретически выглядит с экологических позиций менее опасным, чем процесс расщепления. Однако десятилетие проходит за десятилетием, а практических успехов даже ярые сторонники этой технологии не обещают в течение ближайших 20—30 лет. Да и термоядерная энергетика таит в себе немало грозных опасностей. Вот только некоторые из них:

— использование трития в качестве топлива угрожает нормальному существованию биосферы;

— необходимость использовать в реакторе литий ведет к усилению пожаро- и взрывоопасности реактора;

— в десятки раз более быстрое разрушение стенок реактора под влиянием мощного нейтронного потока.

В общем, пока нет и в обозримом будущем не предвидится безопасных атомных реакторов.

«Почему на АЭС во время эксплуатации, вопреки проектно-конструкторскому обоснованию прочности и ресурса, происходят систематические повреждения или даже разрушения отдельных элементов конструкций? Можно ли продолжать эксплуатацию блоков АЭС сверх проектного срока, если даже в проектный период выявляются повреждения металла конструкций?»

Проф. А. Гетман, начальник отдела ВНИИАЭС

«Безопасность прежде всего». Атомпресса. № 22, июль 1999, с. 2—3.

2.4. Аварийное расхолаживание — серьезная проблема безопасности АЭС

Вернемся к действующим АЭС. Последние годы и у нас, и за рубежом стало особенно ясным еще одно их слабое место — аварийное расхолаживание. Если по какой-то причине неожиданно повреждаются высоковольтные линии электропередач, идущие от АЭС, необходимо срочно остановить реактор. Чтобы такая остановка была безопасной, необходимо, чтобы автоматически при этом включились бы аварийные мощные дизель-генераторы, которые будут поддерживать циркуляцию охладителя в реакторе.

На Кольской АЭС в феврале 1993 г. в результате разрыва линий электропередач, идущих от станции, из-за очередной арктической пурги чуть было ни случилась запроектная (то есть не предусмотренная проектом) авария. После отключения потребителей из-за аварии в энергосистеме нагрузка АЭС автоматически снизилась, начались опасные перепады давления в активной зоне реакторов, сбой работы циркуляционных насосов, обеспечивающих охлаждение реакторов, аварийные дизель-генераторы запускались беспорядочно и в конце концов вышли из строя... Сколько минут отделяло нас от второго Чернобыля?

Похожие ситуации, видимо, не редкость. В июне 1998 г., когда торнадо оборвало линии электропередач в штате Огайо. В течение 41 часа АЭС «Дейвис Биссе» находилась под угрозой серьезной аварии в результате перебоев в работе дизель-генераторов. Начальник аварийной службы АЭС признался: *«Сердце просто уходило в пятки»* (Portzline, 1999). Аналогичный случай в

конце того же года произошел в Шотландии. На АЭС «Хантерсон Би» после обрыва штормом линии электропередач не включились во-время дизель-генераторы, и 4 часа АЭС была близка к катастрофе (Анти-Атом-пресс, 1999).

Статистика в США налажена значительно лучше, чем в странах СНГ, и главное — более открыта для общественности. Проверка состояния дизель-генераторов на американских АЭС с января по ноябрь 1999 г. показала, что более чем на половине АЭС США обнаружены проблемы с аварийными дизель-генераторами, которые могли бы быть причинами катастроф при нарушении работы на АЭС (табл. 4).

Таблица 4

Некоторые проблемы с аварийными дизель-генераторами АЭС в США в 1999 г. (по материалам EDGs, 1999; <http://www.tmia.com/EDGs.html>)

АЭС	Дата	Неполадки
«Гранд Гульф»	20 ноября	Автоматически не включался
	25 марта	Не работает из-за утечки масла
«Форт Кальхаун»	26 октября	Неисправна система охлаждения генератора
«Индиан Пойнт»	31 августа	На работает аварийная водяная помпа
«Хоуп Крик»	18 августа	В генераторе нет топлива
«Купер»	12 августа	Не работают аккумуляторные батареи
«Кук»	27 июля	Все четыре генератора бездействуют
«Найн Майл Пойнт»	24 апреля	Генератор включился, но не дает электричества
«Пилгрим»	25 февраля	Генератор замерз
«Ривер Бенд»	2 февраля	Неисправности компрессора
«Дуэйн Арнольд» «Бивер Вэлли» «Арканзас Нуклеар»	20 января 16—17 июля 23 апреля	Не дает необходимого напряжения
«Джинна»	10 июня	Оба генератора бездействуют

В ходе проверки было обнаружено, что на восьми АЭС («Хоуп Крик», «Хэтч», «Ферми», «Миллстоун», «Бивер Вэлли», «Лимерик», «Каллавэй», «Вулф Кри») были установлены неправильные резисторы, которые препятствовали быстрому автоматическому включению генератора. Уверен, что если бы подобная проверка была проведена на пространствах СНГ, и ее результаты стали бы доступны обществу, мы ужаснулись бы еще больше, чем от перечня неполадок на дизель-генераторах американских АЭС.

2.5. Опасность выброса радионуклидов за пределы АЭС

Конструкция любых современных АЭС оказывается неустранимо опасной уже потому, что не только не исключает, но даже предполагает выброс радиоактивных продуктов за пределы АЭС. Подробнее об экологических последствиях работы АЭС говорится в другой брошюре настоящей серии, а здесь приведу лишь самые краткие сведения. На каждые выработанные 1000 МВт «атомного» электричества неизбежно образуются (с учетом отработавшего ядерного топлива) радионуклиды активностью около 2000 кюри. Часть из них ежесекундно и ежечасно выбрасывается в атмосферу через трубы любой АЭС. Несмотря на то, что выбросы каждой АЭС в каждый момент времени вроде бы и не особенно опасны, суммарно все 437 (Loisell, Kritsky, 1999) атомных энергетических реактора в мире за время их работы выбросят в атмосферу радиоактивных газозрозолей столько же, сколько было выброшено в ходе Чернобыльской катастрофы.

Ежегодный прирост радиоактивности на Земле за счет работы АЭС составляет десятки миллионов кюри. Многие из этих радионуклидов раньше до расщепления урана человеком не было в биосфере. И если все другие антропогенные загрязнители нейтрализуются в экосистемах, то этого не происходит с искусственной радиоактивностью, вызванной так называемыми «вечными» (Василенко и др., 1997) радионуклидами: технецием (^{99}Tc , период полураспада $2,1 \cdot 10^5$, период практического распада — более 2 млн лет), америцием (^{241}Am , $4,6 \cdot 10^2$ года и, соответственно, более 4,5 млн лет), радиоуглеродом (^{14}C , $5,7 \cdot 10^3$ и, соответственно, 60 тыс. лет), плутонием (^{239}Pu , ^{240}Pu , с периодами полураспада $2,4 \cdot 10^4$ и $6,5 \cdot 10^3$, соответственно — около 6500 и более 240 тыс. лет), радиойодом (^{129}I , $1,6 \cdot 10^7$ лет и, соответственно — около 160 млн лет). Эти «вечные» техногенные радионуклиды будут воздействовать на бесчисленные поколения людей, и поэтому формируемая ими коллективная доза облучения составит огромную величину.

«Ядерные реакторы неустраимо высокорadioактивны, так как основаны на цепной реакции размножения нейтронов, вызывающих деление ядер урана или плутония с выделением энергии и с образованием высокорadioактивных осколков и трансуранов, а также активизирующих структурные материалы реакторов» (Головин, 1994).

Кроме перечисленных «вечных» радионуклидов, ежеминутно генерируемых атомной промышленностью, на АЭС возникают и распространяются по всему земному шару так называемые «глобальные» (Василенко и др., 1997) радионуклиды. К глобальным радионуклидам относятся те антропогенные радионуклиды, которые независимо от места выброса распространяются по всей биосфере: тритий (^3H , с периодом полураспада 12,3 года), криптон (^{85}Kr , 10,6 лет), цезий (^{137}Cs , 30 лет), а также радиоуглерод (^{14}C , $5,7 \cdot 10^3$ лет), одновременно относящийся и к «вечным» радионуклидам. От глобальных радионуклидов нельзя спрятаться даже на уединенном тихоокеанском атолле. Выбросы АЭС в биосферу совершенно чужеродных, непривычных для нее радионуклидов не могут быть безопасными. Об этом однозначно свидетельствуют даже те ограниченные данные, которыми располагает современная наука (подробнее см. Яблочков, 2000а).

Выше шла речь о выбросе в биосферу радионуклидов в ходе нормальной, штатной эксплуатации АЭС. Но любая АЭС — сложное техническое сооружение, которое по законам техники не может работать без поломок, безаварийно. Об этом говорят сами специалисты-атомщики, которым трудно приписать анти-атомные настроения (см. бокс).

...«несмотря на то, что в проектно-конструкторской документации АЭС обоснована невозможность даже зарождения трещин, а оборудование перед началом эксплуатации проходит 100%-ный, так называемый предэксплуатационный контроль, во время эксплуатации дефекты сплошности металла обнаруживают при каждом ППР»...

Проф. А. Гетман, начальник отдела ВНИИАЭС (Гетман, 1999).

...«Физические принципы, заложенные в ядерный реактор, и технические решения, воплощенные в АЭС, в принципе не гарантируют невозможность аварийного состояния элементов, из которых состоит АЭС».

Академик В.И. Субботин (Субботин, 1994. с. 78).

Невозможно избежать сбоев в работе системы, состоящей из миллионов элементов. Одних только клапанов разного типа на один реактор мощностью 1000 МВт приходится до 40 000. А на средней американской АЭС работает до 5000 электронных микропроцессоров. Не удивительно, что в таких сложных системах нарушения происходят постоянно (см. Приложение).

...«Не бывает глупых непрофессиональных суждений о безопасности, а бывает отсутствие ясных и понятных доказательств безопасности. Мы сумеем убедить общественность только в том, в чем твердо убеждены сами...»

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

2.6. Почему западные АЭС несколько безопаснее российских

Западные АЭС несколько безопаснее АЭС советской постройки. Вероятность аварии, например, на Нововоронежской АЭС в 100—500 раз выше, чем на швейцарских атомных станциях (Седых, 1997). Но это получается не само собой, а в результате значительно больших затрат на системы безопасности и гораздо более жесткого правительственного контроля.

Этот контроль начинается уже на стадии получения лицензии, когда на протяжении нескольких лет (!) правительственными экспертами оценивается уровень безопасности и приемлемых (приемлем ли риск?!) технических решений, предлагаемых владельцами будущих АЭС. Более строгим оказывается и последующий контроль за работой АЭС, при котором за большинство нарушений владельцы АЭС должны выплачивать крупные штрафы.

Вот несколько характерных примеров из Федерального ядерного надзора США:

1984 г. АЭС «Куад Сайтис» оштрафована на 50 тыс. долл. (за отсутствие оператора в течение 15 мин на пульте управления).

1987 г. Компания «Philadelphia Electric» оштрафована на 1 млн. 250 тыс. долл. «за нарушение культуры эксплуатации» (сон на рабочих местах, видеоигры и т.п.) сменного персонала АЭС «Пич Боттом». Повторный пуск этой АЭС был разрешен лишь спустя 2 года.

1989 г. АЭС «Индиан Пойнт-3» заплатила штраф 25 тыс. долл. за то, что

на час задержала сообщение о незаконном проникновении бывшего работника этой станции на охраняемую территорию по чужому пропуску (Соловьев, 1992).

1994 г. АЭС «Уотерфорд-3» оштрафована на 112 тыс. 500 долл. за неполадки электропроводки в вентиляционной системе.

1998 г. АЭС «Миллстоун-2» оштрафована на 87 тыс. 500 долл. за задержку на несколько часов с точной классификацией небольшой неполадки и позднюю информацию об этом инциденте местных властей.

1999 г. АЭС «Ривер Бенд» оштрафована на 55 тыс. долл. за обнаруженные неполадки в компрессоре аварийного дизель-генератора (EDGs, 1999).

Энергетическая компания «Норт-Ист Ньюклар Энерджи» оштрафована на 2 млн 100 тыс. долл. за нарушения режима безопасности на АЭС «Миллстоун» (за создание атмосферы, в которой управляющие «не только не требовали соблюдения высоких стандартов безопасности, но и не поощряли активно сотрудников к тому, чтобы выявлять нарушения правил безопасности и докладывать о них»). Штраф мог бы оказаться еще более крупным, если бы компания не остановила все три реактора в период с ноября 1996 по март 1997 г. В начале года «Норт-Ист» уже была оштрафована на 650 тыс. долл. за нарушения техники безопасности на АЭС «Хэддэм Нек», выводимой из эксплуатации (Борисенко, 1999).

Не отстает от США и Великобритания. В сентябре 1995 г. на АЭС «Англезии» в Северном Уэльсе был наложен штраф в размере 400 тыс. долл. за то, что в июле 1993 г. эту АЭС остановили не сразу, а только через 9 часов после того, как в один из технологических каналов реактора случайно попал посторонний металлический предмет.

Страшнее, чем даже очень крупные штрафы, для западных атомных компаний сообщения в печати об их упущениях и неполадках, непосредственно формирующие общественное мнение. И вся эта система штрафов и общественного внимания работает, она постоянно напоминает персоналу и руководству западных АЭС об их огромной ответственности перед обществом.

К сожалению, на просторах СНГ ситуация с наказанием виновных в нарушении безопасности АЭС иная. Из 1348 нарушений правил и норм по ядерной и радиационной безопасности, выявленных Госатомнадзором в 1995 г., было применено всего ... 18 (!) санкций (Отчет..., 1996). За выявленные в 1995 г. 6220 нарушений норм и правил заводами, изготавливающими оборудование для ядерно- и радиационноопасных объектов, общая сумма 13 наложенных Госатомнадзором штрафов составила ... 171 тыс. руб.

(около ... 57 долларов!). Из 17 739 нарушений требований правил и норм радиационной безопасности на 10 700 предприятиях и организациях, использующих радиоактивные вещества, в 1995 г. в России было оштрафовано только... 18 человек! (Отчет..., 1996). За первое полугодие 1998 г. Госатомнадзором выявлено и предписано к устранению 9288 нарушений, из них 1196 не выполнены в срок, заведено 20 уголовных дел и оштрафовано ... 11 человек (Вишневыский, 1998).

На российских просторах борьба с нарушениями в работе АЭС иногда ведется традиционным советским способом — путем засекачивания дан-

«Общее мнение всех западных экспертов, что все реакторы (РБМК — А.Я.) первого поколения должны быть остановлены как можно скорее».

Фредерик Найхауз, руководитель группы по безопасности АЭС МАГАТЭ

ных об авариях. Начиная с 1997 г. (по просьбе Минатома!), вместо подробных ежегодных отчетов Госатомнадзор России перешел на публикацию только кратких обзоров своей работы: гласность в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности возникшая было в ходе горбачевской «перестройки», ныне стала существенно ограниченной (Яблоков, 1998).

2.7. Худшие из худших

Еще раз подчеркну: атомные станции советской постройки, как правило, гораздо опаснее западных. Показательно сравнение отечественной и зарубежной атомной техники: число отказов парогенераторов АЭС на каждый гигаваат установленной мощности за 1985-1991 гг. в США оказалось почти в шесть раз меньше (!), чем в СНГ (1,6 — в СНГ и 0,27 — в США), а среднее время работы парогенераторов до выхода из строя составило 11% расчетного времени работы в СНГ и от 33 до 75% — в США (Koryakin, 1993).

У реакторов РБМК-1000 из 18 параметров, подлежащих по международным нормам обязательной экспертизе, в начале 90-х годов всем требо-

«...риск аварии с серьезными последствиями для окружающей среды остается...»

Из заключительной справки Международного консорциума западных и восточных экспертов по безопасности реакторов РБМК, представленной 10 июня 1994 г. в Брюсселе RBMK safety..., 1994).

«...недостаточность современных знаний в ряде проблем этих реакторов (РБМК — А.Я.) и отсутствие контейнмента не позволяют еще сделать доказательный вывод о мировом стандарте их безопасности...»

Из «Заключения по результатам научной сессии ОФТПЭ РАН, НС по атомной энергетике ОФТПЭ РАН и НТС Минатома РФ», 28 сентября 1995 г.

ваниям МАГАТЭ полностью удовлетворял лишь один. Показательно также, что у энергоблоков с реакторами ВВЭР-1000 из 64 парогенераторов более половины вышли из строя, проработав всего лишь от 3 до 25 % расчетного времени!

Итак, несмотря на то, что есть более или менее опасные реакторы, все без исключения современные атомные энергетические реакторы оказыва-

*...«Учитывая, что энергоблоки № 3, 4 НВАЭС сооружены по проектам, выполненным на основании правил по безопасности, действовавших в 60—70-х годах, в настоящее время **привести их в соответствие с действующими в атомной энергетике правилами и нормами невозможно.** (выделено мною — А.Я.).*

... На АЭС произведен останов 1-го, 2-го блоков. Руководящие документы предписывают содержание их в радиационно-безопасном состоянии ... Однако в помещениях энергоблока №1 организовано хранение ОЯТ с 1—4-го энергоблоков. Это делает блок №1 ядерноопасным»...

Из Справки о проверке состояния безопасности функционирования Нововоронежской атомной станции Облкомприроды. Газета «Бумеранг»

ются неустранимо и неприемлемо опасными. По мнению специальной комиссии Европейского Парламента, особенно опасны реакторы первой генерации советской постройки (Parliament..., 1999; Halverson, 1993), и среди них:

ВВЭР 440 (Нововоронежская АЭС, два реактора; Кольская АЭС, 4 реактора);

РБМК (Курская, Ленинградская и Смоленская АЭС, всего 11 реакторов).

Среди реакторов, которые по мнению большинства экспертов также следует закрывать как можно скорее:

- два реактора на АЭС «Игналина» (Литва);
- четыре реактора на АЭС «Козлодуй» (Болгария);
- реактор №6 на АЭС «Богунице» (Словакия);
- реакторы №№ 1—3 на Чернобыльской АЭС (Украина);
- реактор №2 на АЭС «Медзамор» (Армения).

В «черный список» АЭС США в 1998 г. входили (Бюлл. ЦОИПАЭ, 1998): «Клинтон», «Кристалл-Ривер» (реактор № 3); «Милстоун» (реакторы №№

...«Обеспечение высоких стандартов ядерной безопасности по всему Европейскому континенту является высшим приоритетом для Европейского Союза, и для этого, в частности, необходимо как можно быстрее закрыть старые реакторы советской конструкции, которые не могут быть улучшены до уровня Европейской безопасности».

Из заявления по проблемам ядерной безопасности Комиссии Европейского Сообщества (EU Enlargement..., 1999).

1—3); «Салем» (реакторы №№ 1 и 2); «Дрезден» (реакторы №№ 2 и 3); «Ля-Салль» (реакторы №№ 1 и 2); «Зайон» (реакторы №№ 1 и 2). Часто после попадания в такой список (обновляется ежегодно) компании решают снять АЭС с эксплуатации вообще — режим «особого наблюдения» правительственной Комиссии ядерного регулирования, под который попадают АЭС из «черного списка», сулит только крупные дополнительные расходы на обеспечение безопасности.

3. Транспортные реакторы также крайне опасны

В последнее время в России утверждается, как нечто само собой разумеющееся, безотказность и надежность работы реакторов атомных подводных лодок (АПЛ) и других судов и кораблей с атомными двигателями. Этот миф родился прямо на наших глазах в 1994—1995 г., в связи с планами строительства в России небольших подземных или автономных малых АЭС, прототипом которых должны послужить транспортные реакторы. Однако известно немало случаев ядерных и радиационных катастроф с нашими АПЛ и атомными ледоколами.

За сорокалетний период эксплуатации отечественных корабельных атомных энергетических установок (АЭУ), по официальным данным, произошло семь тяжелых аварий, сопровождавшихся серьезными радиологическими и радиоэкологическими последствиями (Шараевский и др., 1999). Во время этих аварий на корабельных АЭУ и ликвидации их последствий

повышенному облучению подверглось более 1000 человек, и суммарные радиологические последствия аварий корабельных реакторов сравнимы с ближайшими последствиями облучения от Чернобыльской катастрофы. По воспоминаниям участников и сообщениям средств массовой информации, общее число радиационных аварий и аварийных ситуаций, как показано в табл. 5, было значительно большим. В приводимой ниже таблице официально признанные аварии (Шараевский и др., 1999) отмечены звездочкой.

Таблица 5

Некоторые ядерные и радиационные аварии, имевшие место на отечественных атомных подводных лодках в 1960—1999 гг.

(Int. Herald Tribune, 1989; Гагаринский и др., 1994; Грач, 1994; Нилсен, Бёмер, 1994; Осипенко и др., 1994; Зубко, 1995; Хандлер, 1995; Нилсен и др., 1996; Календарь..., 1996; Кучер и др., 1996; Павлов, 1997, 1999; Нильсен, Кудрик, 1996; Никитин, 1998; Мормуль, 1999; Путник, 1999; Шараевский и др., 1999; Долгодворов, 2000)

Дата	Район	АПЛ	Описание аварии
*13.10.1960	Баренцево море	«Ноябрь», (К-8), проект 627	Радиационная авария. Выброс радиоактивных продуктов в результате разрыва парогенератора. Переоблучились 13 человек.
*04.07.1961	Атлантика	«Отель», (К-19), проект 658	Ядерная авария. Разрыв первого контура. Переоблучение 138 человек (8 человек погибли). Замена реакторного отсека.
1962	Арктика	«Ноябрь», (К-52), проект 627А	Радиационная авария. Выброс радиоактивных продуктов в результате течи в парогенераторе. Переоблучение экипажа.

Дата	Район	АПЛ	Описание аварии
1962	Арктика	«Ноябрь», (К-14), проект 627А	Радиационная авария. Разрушение аварийной защиты в реакторах обоих бортов повлекло серьезные радиационные последствия. Замена реакторного отсека.
Июль 1962	Арктика	«Ноябрь», (К-3), проект 627 «Ленинский Комсомол»	Радиационная авария. Разгерметизация ТВЭЛов повлекла серьезные радиационные последствия, в результате которых были вынуждены заменить реакторный отсек.
10.04.1963	Северная Атлантика	«Отель-2», (К-19), проект 658	Авария реактора. Гибель 8 человек.
1963	Тихий океан	К-151, проект 659	Течь третьего контура. Переоблучение экипажа.
Ноябрь 1964	Северодвинск	«Ноябрь», (К-11), проект 627А	Радиационная авария. Разгерметизация ТВЭЛов
1965	Арктика	«Отель-2», (К-33), проект 658	Радиационная авария. Разгерметизация ТВЭЛов
*12.02.1965	Северодвинск	«Ноябрь», (К-11), проект 627	Ядерная авария. Несанкционированный выход реактора на мощность, выброс радиоактивных продуктов. Переоблучение экипажа.
1965	Арктика	«Ноябрь», (К-5), проект 627	Радиационная авария. Разгерметизация ТВЭЛов повлекла серьезные радиационные последствия, в результате которых были вынуждены заменить реакторный отсек.
1966	Баренцево море	«Ноябрь», (К-8), проект 627	Радиационная авария. Течь парогенераторов.
1968	Арктика	«Отель-2», (К-33), проект 658	Радиационная авария. Разгерметизация ТВЭЛов.

3. *Транспортные реакторы также крайне опасны*

Дата	Район	АПЛ	Описание аварии
1968	ТОФ	К-175, проект 675	Разгерметизация ТВЭЛов
24.05.1968	Баренцево море	«Ноябрь», (К-27), проект 645	Ядерная авария в результате выхода из строя автоматического регулятора мощности. Выброс радиоактивного газа из газовой системы. Переоблучение всего экипажа (147 чел. Из них погибли 4 чел.).
27.08.68	Северодвинск	«Янки» (К-140), проект 667а	Ядерная авария. Несанкционированный выход реактора на мощность. Облучение экипажа.
21.03.1969	Арктика	«Ноябрь», (К-42), проект 627	Авария ЯЭУ по причине засоления второго контура.
1969	Северный флот	К-166, проект 675	Газовая неплотность ТВЭЛов.
19.01.1970	город Горький, з-д «Красное Сормово»	«Чарли»,(К-320), проект 670	Ядерная авария. Несанкционированный пуск реактора. Гибель четырех, переоблучение нескольких сотен человек, радиационное загрязнение завода.
10—12.04.1970	Бискайский залив	«Ноябрь», (К-8)	Пожар в отсеках АПЛ. Гибель корабля.
1975	Тихий океан	К-23, проект 675	Авария ППУ
1975	Северная Атлантика	К-172, проект 675	Течь первого контура.
1977	Тихий океан	К-56, проект 675	Авария ППУ. Негерметичность реактора.
*Июль 1979	Тихий океан	«Эхо-1», (К-116), проект 675	Ядерная авария. Течь теплоносителя по крышке реактора. Разгерметизация и расплав активной зоны реактора, переоблучение 38 человек.

Дата	Район	АПЛ	Описание аварии
1979	Северный флот	К-90, проект 675	Течь ППУ
14— 15.04.1980	Тихий океан	К-45, проект 659	Течь первого контура.
30.11.1980	Северодвинск	«Анчар», (К-222), проект 661	Ядерная авария. Несанкционированный выход реактора на мощность. Выброс радиоактивных веществ. Переоблучение персонала.
1981	Тихий океан	К-66, проект 659	Течь первого контура.
08.04.1982	Баренцево море	«Альфа», (К-123), проект 705	Ядерная авария. Разрыв первого контура. Выброс 2 т жидкометаллического теплоносителя в реакторный отсек.
11.08.1983	Тихий океан	К-94, проект 675	Течь первого контура.
21.03.1984	Тихий океан	К-94, проект 675	Течь первого контура.
26.03.1984	База	К-184, проект 675	Авария ППУ.
Апрель 1984	Баренцево море	«Чарли», (К-508), проект 670 М	Радиационная авария. Течь парогенератора.
24.09.1984	Северный флот	К-47, проект 675	Авария ППУ. Течь третьего контура.
1985	Баренцево море	«Виктор», (К-367), проект 671	Авария в системе аварийной защиты реактора.
*10.08.1985	Бухта Чажма	«Виктор 1», (К-431), проект 675	Ядерная авария. Расплавление активной зоны реактора. Взрыв. Переоблучение 100, гибель 10 чел. Радиоактивное загрязнение прилегающих акватории и территории.
29.09.1985	Тихий океан	«Эхо-2», (К-175), проект 675	Ядерная авария. Разгерметизация активных зон. Переоблучение экипажа.

3. *Транспортные реакторы также крайне опасны*

Дата	Район	АПЛ	Описание аварии
Декабрь 1985	Тихий океан	«Эхо-2», (К-431), проект 675	Ядерная авария. Во время перегрузки топлива СЦР и тепловой взрыв реактора левого борта; выброс радиоактивных продуктов (около 5 млн Ки); гибель 10, переоблучение 260 (по другим данным — до 290) человек. Выпадение радиоактивных аэрозолей до 30 км от места выброса.
Ноябрь 1986	Бухта Камрань	К-175, проект 675	Выброс жидких РАО и радиоактивных аэрозолей. Радиационное загрязнение прилегающей территории.
1986	Тихий океан	К-59, проект 659	Радиационная авария. Течь ППУ.
1986	Тихий океан	«Отель», (К-55), проект 658	Радиационная авария. Течь ППУ.
Ноябрь 1986	База на ТОФ	«Эхо-2», (К-175), проект 675	Радиационная авария. Выброс ЖРО и аэрозолей в окружающую среду.
15.06.1989 16—26. 06. 1989	Баренцево море	«Эхо-2», (К-192, бывш. К-172), проект 675	Течь первого контура реактора левого борта. Течь первого контура реактора правого борта. Ядерная авария. Авария ЯЭУ с оплавлением активной зоны. Переоблучение экипажа. Загрязнение океана и атмосферы йодом-131.
Январь 1991	ТОФ	К-94, проект 675	Авария ППУ обоих бортов.
28.01.1998	Зап. Лица	Виктор-III, проект 671РТМ	Разрыв газового контура ЯЭУ. Пострадало 5, погиб один человек.

Западные атомные транспортные установки также оказываются небезопасными (Табл. 6).

Таблица 6

Радиационные аварии и аварийные ситуации на транспортных реакторах США и Великобритании (Батырев и др., 1994, 1998)

Год и месяц	Корабль, страна, место происшествия	Характер и основные последствия происшествия
1957	SSN-571 «Nautilus» (США), подводное положение	Переоблучение части экипажа из-за неисправности биологической защиты.
1957	SSN-575 «Seawolf» (США), подводное положение	Разрыв трубок парогенератора, течь первого контура. Выход радиоактивности за пределы ЯЭУ с жидкотеплопроводящим ядерным реактором.
1959, октябрь	SSN-586 «Triton» (США)	Взрыв и пожар ЯЭУ
1961, апрель	SSBN-600 «T. Roosevelt» (США), стоянка на базе после выхода в море	Утечка теплоносителя из первого контура. Переоблучение части экипажа.
1961	SSN-593 «Tresher» (США), стоянка в базе порта Сан-Хосе, Пуэрто-Рико	Из-за отказа дизель-генератора прекращение на 10 ч охлаждения реактора.
1966	SSN-592 «Snuck» (США), стоянка в порту г. Йокосука	Утечка радиоактивных веществ из первого контура.
1968, март	SSN-579 «Scorpion» (США), боевое патрулирование в Средиземном море	Авария ЯЭУ. Переоблучение части экипажа.
1968	SSN-579 «Swordfish» (США), японская бухта Сесебо	Утечка радиоактивных веществ из трубопровода первого контура.
1968	S-22 «Resolution» (Великобритания), в базе	Временное прекращение охлаждения реактора из-за поломки электрогенераторов.

3. Транспортные реакторы также крайне опасны

Год и месяц	Корабль, страна, место происшествия	Характер и основные последствия происшествия
1970	S-101 «Dreadnought» (Великобритания)	Коррозия трубопровода первого контура.
1973, апрель	SSN-612 «Gardfish» (США), подводное положение	Утечка теплоносителя из первого контура. Переоблучение 4 человек.
1979, май	CVN-68 «Nimitz» (США), выход в море	Утечка теплоносителя из первого контура.
1980, сентябрь	S-101 «Dreadnought» (Великобритания)	Отказ оборудования первого контура, микротрещины в корпусе реактора.
1982, август	S-27 «Revenge» (Великобритания), ВМБ* Розайт	Повреждение оборудования ЯЭУ, микротрещины в первом контуре.
1984, август	SSN-677 «Drum» (США), ВМБ в Йокосука	Отказ ЯЭУ
1985, ноябрь	SSN-668 (649?) «Spadefish» (США), патрулирование в Тихом океане	Отказ ЯЭУ
1986	SSN-665 «Guitarro» (США), автономный поход	Отказ одного из клапанов ЯЭУ
1987, октябрь	S-26 «Renown» (Великобритания), ВМБ Розайт	Разгерметизация системы первого контура (микротрещины в корпусе реактора).
1987, сентябрь	S-23 «Repulse» (Великобритания), ВМБ Розайт	Утечка теплоносителя из первого контура. Микротрещины в корпусе реактора.
1988, май	SSN-579 «Swordfish» (США)	Утечка теплоносителя из первого контура.
1988	S-22 (Великобритания), ВМБ Фаслейн	Выход из строя системы охлаждения реактора.
1989	SSN-725 «Helena» (США), Гавайи, автономный поход	Отказ ЯЭУ

Год и месяц	Корабль, страна, место происшествия	Характер и основные последствия происшествия
1990, июль	S-48 «Conqueror» (Великобритания), ВМБ Розайт	Микротрещины в корпусе реактора.
1990, сентябрь	S-27 «Revenge» (Великобритания), выход в море	Микротрещины в реакторе.
1990	S-22 «Resolution» (Великобритания)	Микротрещины в корпусе реактора.
1990	S-126 «Swifsure» (Великобритания), ВМБ Розайт	Утечка из первого контура ЯЭУ.
1990	S-46 «Cgurchill» (Великобритания), ВМБ Розайт	Микротрещины в корпусе реактора.
1990	S-50 «Courageous» (Великобритания), ВМБ Розайт	Микротрещины в корпусе реактора.
1990	S-102 «Valiant» (Великобритания), ВМБ Розайт	Микротрещины в корпусе реактора.
1990	S-103 «Warspite» (Великобритания), ВМБ Розайт	Микротрещины в корпусе реактора.
1992	S-108 «Sovereign» (Великобритания), ВМБ Розайт	Микротрещины в корпусе реактора.
1992	S-126 «Swifsure» (Великобритания), ВМБ Розайт	Микротрещины в корпусе реактора.
* ВМБ — военно-морская база		

Есть данные (табл. 7), 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.). На самом деле, с поправкой на прошлую советскую секретность таких аварий конечно же было больше.

Таблица 7

Ставшие известными аварии на атомных реакторных установках ледоколов (по данным разных авторов, из Кузнецов и др., 2000)

Февраль 1965	Мурманск	А/л «Ленин»	Во время ремонтных работ авария реактора № 2 с повреждением большей части активной зоны. Переоблучение экипажа.
1966	Мурманск	А/л «Ленин»	Деформация ТВС при выгрузке
1967	Мурманск	А/л «Ленин»	Выброс радиоактивных продуктов из-за течи третьего контура.
18.08.1988	Арктика	А/л «Россия»	Расплав активной зоны реактора.
25.01.1993	Карское море	А/л «Арктика»	Разгерметизация крышки реактора. Выброс радиоактивных веществ на протяжении нескольких суток. Переоблучение экипажа.
22.02.1996	Мурманск	А/л «Арктика»	Неконтролируемая течь первого контура (до 70 л/ч).

Вот только некоторые из типичных недостатков атомных энергетических транспортных установок второго поколения (Павлов, 1997, Кузнецов и др., 2000):

- осушения активной зоны при разрыве первого контура;
- аварийное расхолаживание реактора при полном обесточивании корабля;
- разгерметизация оболочек ТВЭЛов при выгорании активной зоны на 30—35 %;
- несанкционированный пуск реактора.

В ходе монтажа одного из атомных реакторов АПЛ К-19 рабочий не накрыл при сварке ниже проходящий трубопровод. Капли расплавленного металла вызвали термическое перенапряжение, в результате

чего образовались невидимые микротрещины. 4 июля 1961 г., когда АПЛ находилась на боевом дежурстве в 100 км от о. Ян-Майен, произошел разрыв первого контура кормового реактора. Уровень радиации в реакторном отсеке достигал 500 Р/ч, в других отсеках — 100 Р/ч. В ходе ликвидации аварии переоблучились 130 человек, вскоре погибли мучительной смертью 10 человек...

Инженер-капитан 3-го ранга В.Погорелов:

«...Люди всех континентов, начиная новый день, конечно, не подозревали, что их судьба, как и судьба планеты, решается сейчас не в ООН, не в Вашингтоне и не в Москве — во втором отсеке подводного ракетоносца... .. Как охладить взбесившийся реактор?...»

Капитан 1-го ранга Н.Затеев:

«...И где — рядом с американской военно-морской базой на о. Ян-Майен. А в мире и без того напряженно — Карибский кризис вырывает. Тут только начни — и пойдет польхаться...

...Одна беда не приходит. Радисты не могут связаться с Москвой. Подо льдами раскололи изолятор и залили антенну. Если нас рванет, даже Главный штаб не узнает, чей ядерный гриб встал над Арктикой...

...Когда они вошли в отсек, увидели голубое сияние, исходившее от трубопроводов аварийного реактора... светился от дьявольской радиации ионизированный водород...

Активность на крышке реактора, где им предстояло работать, уже достигала 250 Р/ч...

...Идти же напрямик на базу — это свыше трех суток... за этот срок «К-19» превратилась бы в «летучий голландец» со светящимися трупами в отсеках...

...тогда, перебирая в уме невеселые наши варианты: тепловой взрыв, бунт, переоблучение, — чего греха таить, возникла однажды мысль спуститься в каюту, достать пистолет и покончить со всеми проблемами разом... ».

Н. Черкашин. Из бездны вызываем... Российская газета. 1996 г. 11 июля, с. 3.

Одной из особенностей транспортных реакторов является высокий уровень обогащения уранового топлива изотопом урана-235: 60% в реакторных установках типа КЛ-40 атомных ледоколов и строящихся сейчас в России плавучих АЭС и до 90% в реакторах некоторых АПЛ. Это, с одной сто-

роны, определяет более высокую радиологическую опасность таких реакторов. С другой стороны (в отношении ледоколов и особенно плавучих АЭС, которые российский Минатом предполагает распространить по разным странам на основе лизинга) создает серьезную угрозу режиму нераспространения ядерного оружия: в двух реакторных установках одной плавучей АЭС содержится урана оружейного качества, достаточного для изготовления нескольких десятков атомных бомб (Кузнецов и др., 2000).

Есть немало данных о ядерно-радиационных авариях и на зарубежных АПЛ (Хэндлер, 1996; Нилсен и др., 1996). Поэтому говорить о какой-то повышенной надежности судовых ядерных энергетических установок и тем более планировать их тиражирование для строительства АЭС малой мощности, как это делает сейчас Минатом России, — безответственно.

4. Недостатки в ходе строительства — угроза безопасности АЭС

Многие аварии на АЭС прямо связаны с недостатками в ходе строительства. Особенно это касается АЭС советской постройки, поскольку многие из наших АЭС строились под флагом «комсомольских» и тому подобных «ударных» строек коммунизма, отличавшихся особенно низким качеством работ.

«Строительный брак на АЭС, к сожалению, явление далеко не редкое. Особенно при выполнении скрытых работ... Контроль за качеством в процессе строительства явно недостаточен...»

Зам. министра атомной энергетики СССР А. Лапшин («Известия», 10 декабря 1987 г. Цит. по Куркину, 1989, с. 147)

«...все, кто бывал на стройках АЭС, поражались возможности работать на таких ответственных объектах, как на самой халтурной стройке».

В. Легасов («Правда», 20 мая 1988 г. Цит. по Куркину, 1989, с. 150—151).

«Для монтажа каркаса здания машинного зала, — одного из важнейших объектов пятого энергоблока недопоставлено 547 т металлоконструкций, 508 т поставлено не только некомплектно, но и с браком, с отклонением от проекта».

«...В 1986 г. было выпущено 12 300 м³ товарного бетона с прочностью ниже марочной (8 % от всего объема), а с начала этого года — 1 3000 м³ такого же бетона, или 22 % от общего объема. Например, испытываемая марка 300, но когда бетон созрел, то получилась марка 250, а то и 150».

Газета строителей Курской АЭС «Энергостроитель», 20 августа 1987 г. (цит. по Куркину, 1989, с.148).

При строительстве любой АЭС неизбежны какие-то нарушения. Если такие же нарушения чреваты лишь локальными последствиями, скажем, при строительстве тепловых или гидростанций, то в случае АЭС эти нарушения могут оказаться глобально опасными.

«...отклонения от проекта и нарушения технологии строительства наблюдаются в ходе сооружения второго блока Чернобыльской АЭС... Поддерживающие колонны в генераторном зале были возведены с отклонением до 100 мм... Стеновые панели были установлены с отклонениями до 150 мм... расположение плит на крыше не соответствует проектной документации... нарушения гидроизоляции могут привести к просачиванию грунтовых вод в станцию и радиоактивному загрязнению окружающей среды...»

Из секретной записки в ЦК КПСС (№ 346-А от 21 февраля 1979 г.) Председателя КГБ СССР Ю.Андропова.

Лишь в 1989 г. стал известен обществу до того «совершенно секретный» факт: на строительстве Кольской АЭС для ускорения работ вместо монолитной металлической была сооружена сварная пустотелая конструкция. Тогда Генеральная прокуратура СССР даже возбудила уголовное дело, а сам вопрос рассматривался на Политбюро ЦК КПСС. Сколько таких же больших и малых «усовершенствований» остались необнаруженными?

«...На Кольской станции был, например, такой случай, который чудом не окончился трагически. Кто-то из обслуживающего персонала... заметил, что из трубопровода идет пар. Остановили станцию. И что же? По сварному шву идет трещина. Вырезали эту задвижку и послали на исследование. Оказалось: изготовление полностью нарушено. Под сварной шов в развилку уложен железный прут, сверху, будто металл

приваривали согласно технологии, замазан электродом. Шов не имел прочности. Еще немного, и авария была бы неизбежна! Я приехал тогда на Кольскую. Станцию остановили. Пересмотрели все швы и трубы. Оказалось двенадцать задвижек с такими швами, двенадцать возможных аварий!

...Чеховский завод под Москвой делал этот злонамеренный заводской брак. Торопились, когда делали, торопились, когда принимали. На чертеже даже было написано: «Освобождается от рентгеновского контроля»...

...Еще был случай, очень неприятный, на Ленинградской АЭС, окончившийся, к счастью, благополучно...Обратили внимание, что во время работы АЭС нарастает вибрация турбогенератора, ее величина движется к пределу. Мгновенно остановили машину — пятисоттысячный турбогенератор. Оказалось, что якорь генератора сварен так, что по сварному шву проходит трещина. 15—20 секунд — и турбинная установка разлетелась бы! Остановили, рассмотрели все реакторы. Оказалось, что в семи машинах такой же брак! Опять провели расследование. На этот раз был виноват Харьковский турбинный завод...»

Из интервью акад. А.П.Александрова (Л. Ковалевская.»Чернобыль ДСП. Киев: Изд-во «Абрис». 1995. с. 42).

Сообщалось о низком качестве сварки трубопроводов на строительстве АЭС Хурагуа на Кубе, прекращенном в 1992 г. (Козловский, 1995). Анализ крупной аварии на японском бридере «Монжю» в 1995 г. показал, что одной из причин утечки охладителя явился заводской брак температурного клапана (Kondo, 1998).

Об уровне опасности, исходящей от АЭС, говорит факт обнаружения в ходе капитального ремонта в 1996 — 1997 гг. на Ленинградской АЭС 370 (!) «недопустимых эффектов» в виде трещин сварных соединений трубопроводов. Эти трещины образовались в результате коррозионного растрескивания металла. Последующие проверки аналогичных конструкций на Курской и Смоленской АЭС также выявили «значительное количество» трещин.

(Состояние...1998, с. 17).

В 1997 г. Госатомнадзор был вынужден — в целях обеспечения безопасности, — ограничить мощность пяти блоков на трех российских АЭС. Тем самым работа 1-го и 2-го блоков Курской АЭС, 3-го и 4-го блоков

Балаковской АЭС и 2-го блока Калининской АЭС была признана неприемлемо опасной (Состояние...1998, с.14).

Используемая на Нововоронежской АЭС *«аппаратура для радиационного контроля выработала свой ресурс и морально устарела»*... На этой же АЭС *«система радиационного контроля ... не позволяет контролировать выбросы радионуклидов при запроектных авариях»*.

(Справка..., 1995).

По-видимому, на каждой российской АЭС есть свой «скелет в шкафу» — какое-то серьезное и опасное (и обычно тщательно скрываемое) нарушение при строительстве, конструкции и т.п. На Балаковской АЭС в результате нарушения технологии при строительстве фундамента под блоками и подъема уровня грунтовых вод возникла опасность наклона первого блока (Галкина, 1993). Можно только поражаться инициативе и находчивости атомщиков, установивших на крыше этого блока многотонный груз, который можно передвигать с одной стороны крыши на другую, чтобы выровнять блок. Теперь получается, что надежность и безопасность этой АЭС будут еще 15—20 лет зависеть от успешности балансирования...

«На первом блоке (Балаковский АЭСМ — прим. Ред.) во второй половине ноября 1969 г. начала развиваться аварийная ситуация, вызванная обрушением теплового экрана. Радиоактивные газоаэрозольные выбросы энергоблока постепенно увеличивались до десятков и сотен Ки/сут., а в ночь с 29 на 30 ноября 1969 г. выбросы превысили 1000 Ки, после чего блок был остановлен для ревизии и ремонта... годовой выброс йода-131 был превышен в 30 раз.. .а цезия-137 = в 8 раз...»

«Результаты работы по ВАБ (вероятностному анализу безопасности — прим. Ред.), выполненной для 5-го блока Нововоронежской АЭС, показали следующие недоработки в проектной и эксплуатационной документации и в материалах технического обеспечения безопасности:

... заложены не соответствующие действительности входные данные...;

отсутствует верифицированный пакет исходных данных, используемых в расчетах;

приведенные в ТОБ (техническом обосновании безопасности — прим. Ред.) АЭС анализы надежности систем ... содержат большое количе-

противоречивая информация в действующих эксплуатационных документах; несоответствие отдельных документов реальным схемам на АЭС».

Из Отчета о деятельности Федерального надзора России по ядерной и радиационной безопасности в 1995 г. М., 1996., 145 с.

Факт появления над всеми западными работающими реакторами непробиваемых и непроницаемых (на последних станциях — даже двойных, рассчитанных как на защиту от взрыва реактора изнутри, так и на поражение АЭС извне и потому очень дорогих) железобетонных колпаков (так называемых контейментов) неопровержимо свидетельствует об опасности, неизбежно исходящей от современных атомных реакторов. Эти непроницаемые колпаки, как показала авария на АЭС «Три Майл Айленд», несомненно, способствуют повышению безопасности АЭС. Хотя, конечно, защитные колпаки на АЭС не могут служить долговременной надежной защитой: даже при сохранении целостности колпака радиоактивные вещества могут выйти по разрушенным системам трубопроводов и других коммуникаций.

5. Стареющие АЭС становятся еще более опасными

Сейчас уже пятнадцать энергоблоков только на российских АЭС заканчивают срок службы. По прогнозам и расчетам, по мере старения реакторов вероятность аварий должна обязательно увеличиваться. Проведенные инспекции показали, что в Японии это происходит с реакторами, перешагнувшими возраст в 20 лет, в Швеции — 15 лет (Lenssen, Flavin, 1996). Эта же тенденция увеличения числа происшествий с возрастом АЭС хорошо прослеживается и во всем мире (Accidents..., 1999):

1952 — 1961 гг.....	5
1962 — 1971 гг.....	2
1972 — 1981 гг.....	14
1982 — 1991 гг.....	32

А вот реальная ситуация на одной из АЭС России — Билибинской, четыре реактора которой проработали к 1998. свои положенные по проекту 25 лет. Бассейны выдержки отработавшего ядерного топлива заполнены настолько, что аварийная выгрузка ОЯТ стала невозможной. С каждым годом увеличиваются дозы облучения персонала (переоблучено в общей сложности уже 70 человек). Учащаются аварийные остановки со-

ответственно ежегодно растет численность ремонтных бригад (Голубчиков, 1998).

«...Одним из самых серьезных вопросов в атомной энергетике на сегодняшний день является продление сроков эксплуатации блоков АЭС, которые в ближайшие годы заканчивают срок проектной эксплуатации. Так, в 2001 году заканчивается срок эксплуатации третьего блока Нововоронежской станции, в 2003 году — первого блока Ленинградской АЭС. Специалисты намерены вести работу по продлению сроков работы блоков. Так же поступают, например, в США, в Финляндии...».

Из выступления зам. министра РФ по атомной энергии Б. Нигматулина (ТАСС-ЕДИНАЯ ЛЕНТА НОВОСТЕЙ от 27.04.99. Корр. ИТАР-ТАСС Анна Баженова)

«Вопросы продления ресурса реакторов были в центре внимания во время посещения Ленинградской <атомной> электростанции генеральным администратором комиссариата по <атомной> энергии Франции Янником Д'Эската. Именно на этой станции впервые в России разработана и реализуется программа увеличения срока службы на 7—10 лет ядерных энергетических установок типа РБМК-1000.

СОСНОВЫЙ БОР (Ленинградская область), 4 сентября 1999 г. Корр.

В процессе эксплуатации постепенно, в результате неизбежной коррозии, становятся тоньше стенки всех трубопроводов. В известном случае прорыва трубопровода второго контура диаметром 40 см 9 декабря 1986 г. на АЭС «Сарри» (США) вылилось 120 т перегретой воды, в результате чего погибли четыре человека. Оказалось, что стенка трубопровода, которая была в момент установки толщиной 12 мм, истончилась в 75 раз — до 0,16 мм (Riccio, Murphy, 1988). Скорость коррозии зависит от давления, температуры, количества воды и пара, скорости тока и характера турбулентности, насыщения кислородом и т.д. В описанном выше случае изготовитель гарантировал работу трубопровода на протяжении 40 лет, однако он разорвался всего через 12 лет.

«...В ближайшие 5 лет заканчивается проектный срок эксплуатации 7-ми энергоблоков АЭС первого поколения:

— декабрь 2001 — 3 блок НВАЭС (417 МВт);

— декабрь 2002 — 4 блок НВАЭС (417 МВт);

— июнь 2003 — 1 блок КолаЭС (440МВт);
— декабрь 2003 — 1 блок Лен. АЭС (1000МВт);
— январь 2004 — 1 блок Билиб. АЭС (12 МВт);
— декабрь 2004 — 2 блок КолаЭС (440 МВт) и 2 блок Билиб. АЭС (12 МВт)...»

Новости Минатома. «Атомпресса», № 43, декабрь 1999 г., с. 1

Другая типичная черта стареющих реакторов — растрескивание трубопроводов. Первые небольшие трещины появляются уже после 4 лет работы (Lawless, Sloat, 1987). Часто такие трещины приводят к утечке радиоактивного пара или даже внезапному разрыву трубопровода. На американских АЭС за последние 20 лет в среднем один раз в год происходит утечка через поврежденный паропровод и раз в два года — внезапный разрыв трубопровода (табл. 8). При этом хотя разрывы в среднем чаще встречаются у реакторов после 10 лет работы, в одном случае они случились на втором году работы, а в другом — на четвертом.

Таблица 8

Статистика разрывов трубопроводов на АЭС США (по данным: Riccio,2000; Radiation Bulletin , 17 February 2000, smirnpwb@IX.netcom.com)

Число лет с начала работы АЭС	До 4 лет	5—9 лет	10 лет и более
Число случаев разрыва паропровода	2	6	8

Одна из самых опасных черт старения АЭС — охрупчивание стенок реактора, происходящее под влиянием облучения. В результате охрупчивания металл теряет прочность (пластичность) без каких-либо видимых повреждений. Стенка такого реактора становится особенно слабой при так называемом «тепловом шоке» — быстром снижении или повышении температуры.

Никто не знает достаточно хорошо, какие процессы происходят при старении различных конструкций в условиях постоянного облучения. Как быстро стареют разные металлы и сплавы, графитовая кладка и другие материалы при разной температуре и при разном облучении? И если для расчетного срока службы реакторов ранее были получены хоть какие-то

экспериментальные данные и расчеты, то за пределами этого срока — неизвестность. Однако без дополнительных исследований утверждать, что за пределами расчетных сроков жизни материалов можно ожидать улучшения их характеристик — весьма сомнительно.

*«...Близится к концу небывалый по масштабам капитальный ремонт 3-го блока. Среди большой работы по починке и замене оборудования самой массовой была «реставрация» стыков трубопроводов диаметром 300 мм. Время и вредные условия сделали свое дело. Эксплуатационный **контроль выявил 1332 дефектных стыка...**» (выделено мною — А.Я.).*

Город Сосновый Бор. Ремонтники делают открытия. 1998. «Атомпресса», № 4, с. 4.

Ясно, что серьезного научного обоснования продления срока службы выполненного «на ходу», в условиях стареющих действующих реакторов, не может быть сделано. Получится не научное обоснование, а эмпирическое знание — где и когда вероятнее всего происходят аварии.

6. Человеческий фактор — неустранимая причина атомных катастроф

«Errare humanum est» — «человеку свойственно ошибаться» (лат.)

По «технологическим» причинам аварии на АЭС случаются, по-видимому, лишь в 30-40% случаев, остальные — в результате «человеческого фактора». Правда, официально признается, что по вине обслуживающего персонала в России происходит около 40% всех нарушений в работе АЭС (Отчет..., 1996). Уверен, эта статистика — лукавая, уводящая от ответственности конкретных виновников. Подсчеты, сделанные мною на основе опубликованных данных по причинам катастроф и инцидентов с атомными энергоустановками на советских и российских атомных подводных лодках, показали, что в 75% случаев причиной был именно «человеческий фактор»: люди действовали не в соответствии с инструкциями, а в полном противоречии с ними. Признанный специалист по техногенному риску академик В. Легасов (1987) считал, что 60% аварий на советских АЭС происходят по вине персонала.

С этими расчетами хорошо совпадают и зарубежные данные: неправильные действия операторов проявились в 80% всех проанализирован-

ных аварий и инцидентов на американских АЭС в 1986 г. и в 86% на французских АЭС в 1983—1984 г. (Соловьев, 1992. с. 279).

«...если безопасность ядерной энергетики зависит от персонала — такую энергетику надо немедленно закрывать».

Из интервью с Б.Г. Дубовским, бывшим научным руководителем первой в мире Обнинской АЭС, профессором, лауреатом Государственных премий СССР (Анисимов, 1994, с. 56)

Приведа несколько впечатляющих примеров безответственности персонала на АЭС Франции (вполне похожих на то, что происходит и на российских АЭС), главный инспектор по ядерной безопасности Франции (Браун, 1990) также делает вывод о «человеческом факторе» как главной причине опасности для АЭС.

Конечно, трудно отделить влияние «человеческого фактора» от недостатков технологий. 8 апреля 1999 г. на Курской АЭС при замене топлива на 4-м блоке чуть не случилась страшная авария (Богатых, 1999). Процесс перегрузки затянули, остановили реактор. Его надо было запускать снова, но программа была только по запуску холодного реактора, а этот был горячий. Для детальных расчетов на имеющихся под рукой компьютерах нужны были сутки. Сделали приблизительные расчеты за два часа. Затем по ходу дела корректировали полученное. Еще бы «чуть-чуть» — и произошла катастрофа, так как аварийная защита в этом случае не смогла бы защитить разгоняющийся реактор. Виноваты старые программы (которые писали тоже люди), виноваты слабые компьютеры (ими оснащали АЭС тоже люди) и, конечно, виноваты люди, вообще допустившие эту ситуацию.

Человеческие ошибки лежат в основе всей опасности атомной энергетики: в ошибках физиков-теоретиков, в просчетах конструкторов, в ошибках строителей и лишь в последнюю очередь — в ошибках эксплуатационников. Хотя обычно именно операторы и являются в наших глазах теми самыми стрелочниками, которые допускают аварии.

Проблема «человеческого фактора» во весь рост встала и в ходе волны забастовок и голодовок персонала, прокатившихся по российским АЭС в связи с задержкой выплаты заработной платы в 1996 г. Несмотря на законодательный запрет в России на забастовки на АЭС, как на объектах повышенной опасности, такие забастовки были неоднократно. Забастовка персонала Ленинградской АЭС в феврале 2000 г. привлекла особое внимание — забастовщики угрожали взять в свои руки управление реакторными

установками (Емченко, 2000). Во всех таких забастовках работники АЭС фактически шантажировали общество угрозой ядерной катастрофы.

Нельзя не отметить, что в пристанционных городках создается психологически сложный климат, находящий выражение и в распространении наркомании, и таких социальных инфекций, как СПИД: в Удомле (Калининская АЭС), Сосновом Бору (Ленинградская АЭС), Десногорске (Смоленская АЭС) распространение ВИЧ-инфекции к началу 2000 г. было близко к эпидемическому и превышало общероссийский уровень во много раз (Аксенов, Лебедев, 2000).

Какие еще нужны дополнительные аргументы против развития атомной энергетики, если атомная промышленность уже сделала нас своими заложниками? Вот когда будут созданы проекты таких АЭС, которые нельзя будет взорвать даже при чьем-то великом желании (и это будет подтверждено не словами самих атомщиков, а независимой от них открытой экспертизой специалистов физиков, химиков, инженеров-технологов и специалистов по риску), когда атомная индустрия не будет (и презирая, и боясь общества) скрывать свои промахи, просчеты и ошибки, тогда и только тогда атомная индустрия сможет рассчитывать на доверие общества.

7. Аварийно-опасны и хранилища ОЯТ

Выше все время шла речь о первичном источнике атомно-радиационных бед — атомном реакторе и оборудовании, непосредственно с ним связанном. Однако на АЭС есть и другие очаги ядерно-радиационной опасности. В последнее время опасность ядерных катастроф подбирается с несколько неожиданной стороны: из хранилищ отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) на атомных станциях. На большинстве российских и украинских АЭС хранилища для ОЯТ переполнены (на начало 1995 г. на Курской АЭС хранилища были заполнены на 99%, на Смоленской и Билибинской — на 81%, на Калининской — на 70 % и т.д.), и там хранится радионуклидов в 4—5 раз больше, чем в самом реакторе.

Похожее положение складывается и на многих АЭС мира.

Для увеличения емкости хранилищ наши АЭС сейчас переходят к уплотненному хранению тепловыделяющих сборок (ТВС). В отличие от зарубежных АЭС, для большинства которых сразу предполагалось длительное время хранить отработавшее ядерное топливо, в российских и украинских АЭС проектами и инструкциями такое уплотненное хранение не было предусмотрено. Нет ни в российских, ни даже в американских хранилищах ОЯТ и принудительной системы охлаждения.

«Тихая паника царит на третьем блоке Ленинградской АЭС с 26 ноября. Именно в тот день обнаружили, что три сборки с отработанным топливом упали на дно бассейна, который расположен в реакторном зале.

В этом бассейне они должны охлаждаться в подвешенном состоянии, потому что топливо в них раскалено после работы в ядерной печи. Каждая сборка содержит столько же радиоактивности, сколько атомная бомба, сброшенная на Хиросиму... Радиоактивное шило в мешке не утаишь. Среди экологов Питера пополз слух, что на третьем блоке ЛАЭС идет какая-то подозрительная возня. А тут как раз подошла заметочка ИТАР-ТАСС, из которой следовало, что Госатомнадзор за ноябрь никаких серьезных происшествий на ядерных объектах России не узрел. Вот только на Ленинградской атомной станции «при плановых работах было обнаружено повреждение крепления на трех сборках отработавшего ядерного топлива. А на Смоленской АЭС по вине обслуживающего персонала имело место падение сборки при ее транспортировке в бассейн выдержки».

—...Никакой информацией о тепловыделяющих элементах не располагаю, — безапелляционно заявил дежурный по станции.

Только путем долгих разговоров с начальниками из Госатомнадзора удалось выяснить, что 26 ноября сотрудники реакторного цеха заметили, что три кассеты с тепловыделяющими сборками лежат на дне бассейна. Вместо того, чтобы охлаждаться на штанге. «Наверное, гайки ослабли», — успокаивал заместитель начальника Госатомнадзора Северо-Европейского округа Борис Орешкин. И советовал не волноваться, дескать, радиационная обстановка в норме.

А тут еще председатель экологической ассоциации «Зеленый мир» из Соснового Бора Олег Бодров сообщил мне, что самое страшное происходит с топливом не на третьем блоке, а в хранилище, где этого топлива несколько тысяч тонн. Здание в многочисленных трещинах, из него уже течет радиоактивная вода. А руководители ЛАЭС решили уплотнять в бассейнах сборки с отработанным (правильно «отработавшим» — прим. Ред.) топливом — придвигают их поближе друг к другу.

Ох, атомщики, доуплотняетесь — завалится это девятиэтажное здание, стоящее на берегу залива, раздавит сотни стержней с отработанным топливом — и поплывет плутоний с цезием да стронцием по волнам Балтийского моря. Не приведи Господь!

Терешкин В. Плутоний ушел на дно., «Континентъ». 9 февраля 1999,

Критическое положение с хранением ОЯТ сложилось и на Белоярской АЭС. Причина, как мягко выразился один из руководителей Госатомнадзора, — «недостаточное внимание эксплуатирующих организаций к обращению с ОЯТ на АЭС» (Адамчик, 1996. с.16). «Недостаточное внимание» — это когда не предусмотрели, что если отработавшие ТВС слишком долго хранятся в бассейне выдержки, то они начинают «газить» и выходящие из них радиоактивные продукты превращают воду в жидкие радиоактивные отходы (10^{-4} Ки/л), которые теперь требуют специального сложного обращения.

«Темпы реконструкции старых и строительства новых хранилищ на АЭС России не отвечают темпам образования РАО...».

Из Информационного материала Госатомнадзора России (Состояние...1998, с. 26).

«...объем отработанного (правильно «отработавшего» — прим. Ред.) топлива, отходов непрерывно растет с каждым годом. Это значит, что и важность проблемы, и потенциальный риск постепенно, но неумолимо сдвигаются именно в сторону обращения с отработанным ядерным топливом и с радиоактивными отходами».

Зам. Генерального директора МАГАТЭ В.М. Мурогов (1998, с. 6).

Американская общественная организация (Nuclear Information and Resource Service — NIRS), а не конструкторы АЭС!, обратила внимание на то обстоятельство, что бассейны выдержки отработавшего ядерного топлива на АЭС не снабжены автономной системой охлаждения, и потребовала от правительства США обязать АЭС установить такие системы (Portzline, 1999).

Сколько же еще просчетов и недоработок заложено в конструкции АЭС?!

«...На АЭС произведен останов 1-го, 2-го блоков. Руководящие документы предписывают содержание их в радиационно-безопасном состоянии ... Однако в помещениях энергоблока №1 организовано хранение ОЯТ с 1 — 4-го энергоблоков. Это делает блок №1 ядерноопасным...»

Из Справки о проверке состояния безопасности функционирования Нововоронежской атомной станции Облкомприроды. Газета «Бумеранг» (Воронеж). № 10, май 1995 г. с. 3.

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

Лишь по случайности на протяжении 13 лет после Чернобыля в мировой атомной энергетике не произошло новых крупных ядерно-радиационных катастроф. В сентябре 1999 г. цепочка везения кончилась, и новая радиационная катастрофа случилась: на японской станции по подготовке ядерного топлива в Токаймура на протяжении 8 часов несколько раз возникла самопроизвольная цепная реакция, уровень облучения при этом поднимался в десятки тысяч раз. Как и в Чернобыле, и на АЭС «Три-Майл-Айленд», атомщики стараются изо всех сил скрыть истинные масштабы облучения населения: сначала говорили всего о нескольких пострадавших, но к февралю 2000 г. приходится говорить о 439.

Специальная литература по атомной энергетике содержит множество технических описаний разных поломок и дефектов оборудования, послуживших причинами тех или иных аварий (обзор см.: Соловьев, 1992). Они касаются всех без исключения частей АЭС — реакторов (включая топливо, системы безопасности и средства контроля), систем отвода тепла, паро- и турбогенераторов. На АЭС России и Игналинской АЭС (Литва) только с января 1992 по ноябрь 1994 г. было более 380 аварийных ситуаций (в том числе 5 — серьезных, с выходом радиоактивных продуктов). С 1986 по 1992 г. на российских АЭС было 118 пожаров, 60% из которых произошли в машинном или реакторном залах (Кузнецов, 1994; Feshbach, 1995, p.38).

Не будет преувеличением сказать, что в мире нет ни одной АЭС, на которой регулярно не случались бы аварии и инциденты, и нет ни одного дня в году, когда где-то в мире не происходил бы инцидент на одной из АЭС. ГРИНПИС даже стал выпускать ежегодные календари под названием «Ни дня без аварии», в котором обозначены аварии или инциденты, происходившие на АЭС мира день за днем, на протяжении всего года.

Ниже приведена в хронологическом порядке только малая часть сообщений об авариях на АЭС разных стран (Календарь...1996; Перечень..., 1996; Соловьев, 1992; Calender..., 1998 и др.) Данные по авариям на российских АЭС систематизированы в Приложении.

21 января 1969 г. Авария на швейцарской АЭС «Люценс» с теплоносителем CO_2 . В результате возникло радиоактивное загрязнение всей пещеры, в которой располагается реактор. Пещера была замурована. После 10-летнего расследования установлено, что причиной аварии явилась протечка воды в топливный канал через уплотнительные кольца газодувки.

17 октября 1969 г. При перегрузке топлива на работающем реакторе французской АЭС «Сан Лоран» оператор ошибочно загрузил в топливный канал не ТВС, а устройство для регулирования расхода газов. В результате около 50 кг расплавленного топлива вытекло внутрь корпуса реактора с утечкой радиоактивных продуктов за его пределы. Потребовался год для очистки реактора.

7 января 1974 г. Взорвался газгольдер выдержки радиоактивных газов на первом блоке Ленинградской АЭС. Величина радиоактивного выброса не публиковались, но он был значительным.

6 февраля 1974 г. Разрыв промежуточного контура на первом блоке Ленинградской АЭС. Радиоактивная вода попала в водоем-охладитель, три человека погибли.

22 марта 1975 г. От стеариновой свечки (!) загорелись электрические кабели на американской АЭС «Браунс Ферри». Станция была выведена из эксплуатации на целый год.

Ноябрь 1975 г. Разрушение оболочек нескольких ТВЭЛов и одного технологического канала на Ленинградской АЭС. Реактор был остановлен и продут аварийным расходом азота через вентиляционную трубу. За пределы АЭС было выброшено, возможно, 1,5 млн Ки (!) радионуклидов (Медведев, 1989). Несколько человек из персонала получили высокие дозы облучения. Изрядную дозу радиации должны были получить жители нескольких районов Ленинграда, где на следующий год был отмечен всплеск хромосомных нарушений у новорожденных (Терешкин, 1995).

1976 г. На чехословацкой АЭС «Яблонска Богунице» два человека погибли из-за аварии, связанной с перегрузкой топлива.

22 февраля 1977 г. При загрузке топлива произошла вторая авария на чехословацкой АЭС «Яблонска Богунице-1» (газоохлаждаемый реактор): со свежей ТВС не было удалено защитное покрытие, в результате чего произошло ее частичное расплавление, разрыв технологического канала и утечка тяжелой воды.

4 марта 1977 г. Болгарская АЭС «Козлодуй» пострадала от землетрясения.

18 июня 1978 г. Выброс двух тонн радиоактивных газо-арозолей на германской АЭС «Брунсбюттель».

28 марта 1979 г. Авария с частичным расплавлением активной зоны реактора АЭС «Три Майл Айленд» (США). Вторая по масштабу (после

Чернобыля) авария в атомной энергетике. Ликвидация ее последствий обошлась, в общей сложности, в 100 млрд долларов.

«В мае 1983 г. мой дядя адмирал Хайман Г. Риквер говорил мне, что по поручению президента Джимми Картера был подготовлен полный отчет об аварии на АЭС «Три Майл Айленд». Он (мой дядя) говорил, что этот отчет, — если бы он был опубликован полностью, — разрушил бы гражданскую атомную индустрию потому, что авария на «Три Майл Айленд» была много более опасная, чем об этом сообщалось публично.

Он сказал мне, что ему пришлось использовать все свое огромное личное влияние на президента Картера, чтобы добиться публикации отчета только в сильно «разбавленном» виде. Сам президент хотел опубликовать отчет полностью.

В октябре 1985 г. мой дядя говорил мне, что он теперь глубоко сожалеет о том, что настоял на изъятии из отчета наиболее опасных аспектов».

Нотариально заверенное заявление, сделанное Дж. Риквер, племянницей адмирала Х. Риквера, «отца» атомного подводного флота США, 18 июля 1986 г. (<http://www.geocities.com/mothersalert/ricover.html>).

22 сентября 1980 г. Аварийный выброс радиоактивной воды на французском атомном заводе «Ля Аг».

4 октября 1981 г. Выброс иода-131 в 300 раз превышающий допустимую норму на британском атомном заводе «Селлафилд».

7 сентября 1982 г. Авария на первом блоке Чернобыльской АЭС с разрушением тепловыделяющих сборок (ТВС), графитовой кладки реактора и значительным выбросом радиоактивных продуктов и радиационным загрязнением территории в результате разгерметизации одного из технологических каналов реактора. При последующей проверке в групповом коллекторе, который питал разрушенный технологический канал, были обнаружены металлическая стружка, куски проволоки, гвозди, шайбы и другой металлический хлам.

1 августа 1983 г. В результате ошибки при монтаже реактора в 1971 г. произошло разрушение одного из 390 технологических каналов реактора типа GANDU на канадской АЭС «Пикеринг».

19 апреля 1984 г. Утечка радиоактивной воды из системы охлаждения на АЭС «Секвойя» (США).

25 января 1985 г. Оставленная во время технического обслуживания внутри парогенератора металлическая пластина привела к аварии на американской АЭС «Джинна». Проведенная после этого случая тотальная проверка других американских АЭС обнаружила проволоку, электроды, металлические бруски и болванки в парогенераторах еще 7 (!) АЭС.

19 апреля 1984 г. Утечка радиоактивной воды из системы охлаждения на АЭС «Секвойя» (США).

11 февраля 1986 г. Выброс 13 тонн радиоактивного газо-аэрозоля на АЭС «Трансфинид» (США).

29 августа 1986 г. Утечка 135 м³ радиоактивной воды в море с британской АЭС «Вильфа».

22 января 1987 г. Утечка 55 тонн радиоактивной воды на аргентинской АЭС «Атуха».

27 октября 1988 г. Авария на японской АЭС «Охи» в результате технических неисправностей в системе охлаждения.

11 июня 1989 г. Авария в бассейне выдержки на германской АЭС «Крумелль» (падение отработанных топливных элементов).

1990 г.

23 января. На четвертом блоке канадской АЭС «Брюс» (реактор типа GANDU) был поврежден технологический канал реактора в результате ложной команды компьютера перегрузочной машины. Произошла утечка трития, и АЭС была остановлена на несколько месяцев.

Январь. Утечка 20 м³ радиоактивной воды из парогенератора Калининской АЭС.

Июль. На японской АЭС «Михама» произошла крупная авария с выбросом радиоактивных продуктов из-за 9 неправильно установленных при монтаже виброгасителей в парогенераторе.

9 сентября. После четвертого быстрого неконтролируемого (и неясного по причинам) изменения реактивности был остановлен французский реактор на быстрых нейтронах «Феникс». Сейчас он переведен из промышленных в научно-исследовательский.

1991 г.

1 июня. Неполадки в системе аварийного охлаждения активной зоны реактора французской АЭС «Беллевил».

9 июля. Течь в системе охлаждения немецкой АЭС «Вюргассен».

11 октября. В результате разрыва изоляции при протягивании множи-

тельного бронированного электрокабеля (еще при строительстве АЭС) возникло короткое замыкание, а затем и пожар в машинном зале второго блока Чернобыльской АЭС. Как и при аварии на четвертом блоке Чернобыльской АЭС, развитие пожара было стимулировано использованием при строительстве АЭС горючих материалов (термопластобетона, пяти слоев рубероида и слоя битума). Разрушено 9 пролетов крыши, выведено из строя турбинное оборудование.

1992 г.

20 июля. Утечка радиоактивной воды из системы охлаждения на Ингалинской АЭС (Литва).

26 июля. Аварийное повышение температуры воды в бассейне выдержки на французской АЭС «Кравелинас».

15 августа. Аварийные скачки мощности на АЭС «Хэнфорд» (США).

1993 г.

2 января. Выброс радиоактивного пара на болгарской АЭС «Козлодуй».

20 января. Авария в систем охлаждения реактора на французской АЭС «Палуэл».

15 февраля. Разлив 18 000 литров тяжелой воды на канадской АЭС «Дарлингтон».

1994 г.

19 марта. Из за утечки охладителя первого контура аварийно заглушен реактор на шведской АЭС «Рингхалс».

31 марта. Взрыв в французском атомном центре «Кадахакс». Один человек погиб.

4 апреля. Утечка из системы охлаждения привела к аварийной остановке реактора китайской АЭС «Дайя Бей».

25 мая. Технические неполадки на китайской АЭС «Дайя Бей».

Декабрь. Из-за разрыва трубопроводов на АЭС «Пикеринг» (Канада) вылилось 130 000 литров радиоактивной воды.

1995 г.

14 апреля. Утечка тяжелой воды из первого контура японской АЭС «Фуген». Сообщение об аварии было задержано на 30 час. Позднее выяснилось, что на протяжении пяти лет было 18 подобных утечек. АЭС закрыта.

8—14 декабря. На гордости японской атомной энергетики — АЭС

«Мондзю» с реактором на быстрых нейтронах произошла утечка охладителя — металлического натрия (по разным источникам, от 700 до 3000 кг) и возник сильный пожар. Подробности аварии держатся в секрете.

1996 г.

Январь. Выброс радиоактивных продуктов выше допустимого из реакторов НИИАР (Димитровград, Ульяновская обл.).

18 августа. Аварийная остановка реактора на АЭС «Мейн Янки» (США) в результате утечки охладителя.

24 августа. Обнаружен высокий уровень радиации в системе охлаждения японской АЭС «Кашивахзаки-Карива». Реактор остановлен.

31 октября. Взрыв на бельгийской АЭС «Тиханге».

12 декабря. Утечка радиоактивных материалов на АЭС «Майн Янки» (США).

1997 г.

11 января. Нефтяное пятно из аварийного российского танкера создало угрозу водозаборам 15 реакторов японских АЭС на побережье зал. Васака.

Март. Авария на предприятии по переработке РАО от японских АЭС «Токай». Радиоактивный выброс распространился на 60 км. 37 человек переоблучены.

Конец июля. Разгерметизация оболочек нескольких ТВС на реакторе НИИАР (Димитровград, Ульяновская область) с нештатным выбросом газоаэрозолей, общая активность которых составила 5 тыс. кюри. Выброс продолжался в течение недели. Допустимые нормы выброса превышены в 18 раз. (Интерфакс..., 1997; Кудрик, 1998).

Август—декабрь. Компания «Онтари хайдро» закрыла четыре реактора на берегу оз. Онтарио и три — на берегу о. Гурон (Канада), после того как инспекция установила отсутствие минимально приемлемого уровня безопасности при их эксплуатации, а компания признала, что у нее нет средств для их безопасной эксплуатации.

1998 г.

29 января. Пожар в турбинном зале финской АЭС «Олкилуото» (Бюлл. ЦОИПАЭ, 1998а).

5 мая. Значительное количество тяжелой воды из системы охлаждения второго реактора АЭС «Раджастан» попало в о. Рана Пратап Сагар. 26 марта на том же реакторе уже была обнаружена утечка тяжелой воды.

21 декабря. В Соединенных Штатах остановлена атомная электростанция «Куад-Ситиз» (штат Иллинойс) после обнаружения изъянов в системе противопожарной безопасности.

1999 г.

26 марта. Утечка тяжелой воды на индийской АЭС «Мадрас» с переоблучением нескольких человек. Авария была скрыта.

5 июля. Стало известно о крупнейшей аварии, случившейся около года назад на китайской АЭС «Квин — Шань» (80 км к югу от Шанхая), — одной из двух китайских АЭС мощностью 300 МВт, китайской постройки, вступившей в строй в 1993 г. после двухлетней задержки с окончанием строительства. В результате разрушения 9 из 121 ТВС большое количество радиоактивных материалов попало в систему охлаждения. С тех пор АЭС остановлена. Инцидент был скрыт не только китайскими, но и иностранными компаниями, привлеченными для ликвидации аварии.

12 июля. Утечка 51 т (по другим данным — 90) радиоактивной воды из системы охлаждения второго блока японской АЭС «Цуруга» в результате растрескивания стальных трубопроводов и образования «большой дырки». Из-за утечки уровень радиации внутри станции оказался в 11.500 раз выше обычного. Утечка продолжалась около 14 часов.

6 сентября. Из-за внезапного отказа систем контроля остановлен четвертый реактор южно-корейской АЭС «Йонгван» (пров. Чхолла-Намдо) мощностью 1 млн кВт. АЭС эксплуатируется с 1996 г., и семь месяцев назад на ней был проведен полный цикл профилактических работ.

7 сентября. На реакторе третьего энергоблока Южно-Украинской АЭС в ходе регламентных работ из-за обрыва троса упал каркас верхнего блока реактора в бассейн выдержки ОЯТ.

30 сентября — 1 октября. Множественная неуправляемая цепная реакция на заводе по производству уранового топлива для бридеров в Токаймура (Япония). Уровень радиации вокруг предприятия увеличился до 4000 выше фонового. Эвакуировано — 310000, переоблучено 439 человек (из них двое — смертельно). Третья по величине (после Чернобыля и американской АЭС «Три-Майл-Айленд») ядерная авария в мире.

4 октября. Утечка 45 л тяжелой воды на южно-корейской АЭС. Переоблучено 22 человека (Натальин, 1999).

27 октября. Утечка 6 л тяжелой воды на японской АЭС «Фуген».

«...случайности более изобретательны, чем все эксперты по безопасности».

Из выступления министра по делам охраны окружающей среды ФРГ Триттина в бундестаге ФРГ в связи с аварией на японском заводе по переработке ядерного топлива в ноябре 1999 г. (Чупахин, 1999)

9. Нет надежной защиты от терроризма и инцидентов

Чеченские сепаратисты неоднократно в 1995—2000 гг. угрожали взрывать АЭС на территории России. Они не одиноки в своих стремлениях использовать АЭС как оружие борьбы. Не секрет, что в годы «холодной войны» АЭС были важнейшими целями для американских и советских ракет. Анализ последствий разрушения АЭС показывает, что ущерб по площади поражения много больше, чем от разрушения любых других сооружений, а радиоактивное загрязнение в результате крупномасштабной аварии атомного реактора многократно превосходит то, которое возникает при взрыве атомной бомбы. Поэтому каждая из АЭС на территории СССР защищалась от удара с воздуха расположенным рядом авиационным полком с самолетами- перехватчиками (сейчас, в эпоху ракетного точечного оружия, такие меры безопасности безнадежно устарели).

Впервые нападение на АЭС совершил Иран в ходе войны с Ираком в 1980 г., разрушив недостроенный атомный центр около Багдада. В ответ Ирак разбомбил строящуюся иранскую АЭС в Бушере (сейчас ее достраивает российский Минатом, многократно увеличивая риск ядерной катастрофы в этом беспокойном регионе). На следующий год Израиль разбомбил Иракский атомный центр Озирак за месяц до его пуска. В ответ Ливия в 1982 г. подготавливала, но не осуществила атаку на израильский ядерный центр в Димоне. В том же 1982 г. африканские партизаны совершили нападение на одну из АЭС в ЮАР.

В 1980 г. Швеция предложила ввести в Женевскую конвенцию 1949 г. статью, приравнивающую нападение на АЭС как применение радиологического оружия. Однако СССР вместе с США и другими атомными странами выступил против. Обеспокоенное антиядерное движение в США опубликовало два издания (1980 и 1984 гг.) нашумевшей книги проф. Беннета Рамберга *«Атомные станции как оружие для врага. Недооцененная военная угроза»*. В 1982 г. по заданию Конгресса и правительства США были получены расчеты, сколько и где будет жертв от разрушения той или

иной АЭС на территории США. Понимание обществом этой угрозы оказалось дополнительным стимулом для отказа от строительства новых АЭС в США, начиная с начала 80-х годов.

После серии чеченских террористических актов в разных городах России в 1999 г. Минатомом и МВД были приняты дополнительные меры безопасности по защите российских АЭС от возможных террористов, на всех АЭС проведены учения по противодействию захвату их террористами. К сожалению, «100%-ной гарантии безопасности АЭС», о которой часто заявляет руководство Минатома России, дать никто не может. Не нужно террористам захватывать АЭС — для ее разрушения достаточно выпустить небольшую ракету, которую можно спрятать в кузове небольшого автомобиля. При этом нападающие могут находиться за несколько километров от АЭС и не привлечь внимания охраны.

В июле 1999 г. специальная комиссия Конгресса США под председательством бывшего директора ЦРУ пришла к заключению, что США не готовы отразить угрозу ядерного терроризма (Briscoe, 1999; Администрация..., 1999): проверки показали, что почти на половине из 104 коммерческих атомных реакторов в США отсутствует надежная защита от террористов (Кирильченко, 1998).

«Если будет нечто подобное Чернобылю, Россия просто перестанет существовать»- заявил сегодня директор Института биофизики академик Леонид Ильин на конференции «Чернобыльская катастрофа: 12 лет спустя». По его словам «страна не располагает адекватной радиометрической аппаратурой для мониторинга вокруг атомных объектов», нет современных препаратов для лечения лучевой болезни. Обеспокоенность выражают и специалисты Министерства по чрезвычайным ситуациям, считающие, что «войска подготовлены к действиям при конфликтах, но не при катастрофах», «оперативность использования средств защиты крайне низка», нет достаточного количества техники и не ведется разработка новых роботов для действия в зоне радиоактивного заражения...»

Российские специалисты обеспокоены неготовностью страны к ликвидации возможных катастроф на АЭС. Москва, 24 апреля 1998 г. ИТАР-ТАСС (корр. Вероника Романенкова).

Не менее страшные последствия, чем разрушение самой АЭС, может принести разрушение сверхпереполненных на всех российских АЭС хра-

нилищ отработавшего ядерного топлива. Радиологические последствия этого могут быть даже более катастрофическими, чем разрушение самой АЭС.

Если кому-то очень захочется организовать катастрофу на АЭС, то, к сожалению, это можно будет сделать, несмотря на все контр-террористические меры. «...абсолютных средств защиты (от терроризма- А.Я.) нет...» заявил министр России по атомной энергии (Симонов, 1999).

«В турбинном цеху первого ядерного блока Игналинской атомной электростанции в среду была обнаружена граната,- сообщили сегодня корр.ИТАР-ТАСС в прокуратуре города Висагинас.По словам главного прокурора Геннадия Ефимова, гранату обнаружила уборщица, которая поставила об этом в известность администрацию ИАЭС. На место «ЧП» срочно были вызваны оперативные работники службы госбезопасности.

... Прокурор... напомнил об анонимных угрозах взорвать ИАЭС в 1994 году. Администрация станции отказалась от комментариев по поводу этого инцидента».

ТАСС — Единая лента новостей от 20.05.99. Вильнюс. Корр. ИТАР-ТАСС В. Бурбулис.

10 марта 1995 г. мир был в полутора минутах от катастрофы на Нововоронежской АЭС. В этот день боевая авиационная ракета «воздух — земля», запущенная штурмовиком Су-25 на расположенном неподалеку полигоне российских ВВС, сошла с управляемого курса и взорвалась в 4,5 км от атомного реактора (Пумпянский, 1995). На поле образовалась воронка 5х2 м, и пострадала 20 окрестных домов.

Что было бы с АЭС при попадании ракеты, даже страшно подумать. Российский министр по атомной энергии проф. Е.Адамов сказал по похожему поводу (в связи с опасностью попадания ракеты в Болгарскую АЭС «Козлодуй» во время косовского конфликта): те, кто забыл, что такое Чернобыльская катастрофа, «после такого попадания могут узнать это во всей полноте» (Интерфакс, 26 апреля 1999 г.).

Атомщики иногда говорят, что контейнменты современных АЭС надежно предохраняют их даже от падения самолета. К сожалению, инженерные расчеты, как хорошо известно, никогда не могут предусмотреть всех вариантов развития событий.. Предположим, колпак АЭС выдержит удар падающего самолета. Но сила удара зависит не только от веса, но и

от скорости. И сила удара скоростного истребителя может быть многократно сильнее, чем самого большого самолета. А ведь на военном самолете есть обычно и сотни килограммов взрывчатых веществ... Вот рядовое сообщение: «Боевой самолет «Торнадо» Королевских ВВС Великобритании потерпел катастрофу вблизи <атомной> электростанции под шотландским городом Эдинбургом. Самолет упал в море примерно в 800 метрах от стен АЭС (Сообщение радиостанции «Немецкая волна», ЭФир — ДАЙДЖЕСТ: СООБЩЕНИЯ И КОММЕНТАРИИ от 19.11.99).

В 1998 г. на одной из шведских АЭС произошло аварийное отключение реактора в результате разговора по мобильному телефону (Смоляр, Ермашкевич, 2000). Мудрейшая электроника пульта управления АЭС оказалась колоссом на глиняных ногах — небольшого электромагнитного возмущения достаточно, чтобы фундаментально нарушить ее работу.

В первые двадцать часов трагедии, с трех часов дня до одиннадцати утра, к пожару нельзя было подступиться... В четверг пожарный самолет вылетал каждые полтора часа... К тому моменту выгорело уже больше двухсот гектаров леса... из 61 хранилища боеприпасов целыми остались лишь 16.

В три часа дня, когда грянул первый из тринадцати страшных взрывов, практически во всех домах выбило стекла... ребятишки-купальщики рассказывают, что взрывной волной их вышвырнуло из пруда на берег. А в городе Асбесте, что в 10 километрах от «зоны», толчки сбили висящий на улице дозиметр, и вместо положенных четырнадцати он стал показывать 84 микрорентгена в час. Народ паниковал всю ночь.

А главное «слава Богу» в том, что взрывы и огонь не добрались до Белоярской атомной станции, что в тридцати километрах от зловещих складов. Еще чуть-чуть — и быть бы Екатеринбургу вторым Чернобылем...»

Из статьи А. Новопольцевой «Военные склады под Березовском, загоревшиеся в среду от удара молнии, унесли двенадцать человеческих жизней» в «Комсомольской правде» от 20 июня 1998 г.

Атомные станции во всем мире являются идеальным оружием и для вражеского государства, и даже для небольшой группы террористов. Такой террористический акт может стать в наши дни страшной реальностью. Невозможно предусмотреть и предотвратить все инциденты, которые могут привести к разрушению АЭС.

10. О риске ядерных аварий без эмоций

В среднем на Земле один человек из миллиона каждый год подвергается риску быть убитым молнией. Этот уровень риска — 10^{-6} — принято считать приемлемым как для техногенных аварий, так и для возникновения соответствующих заболеваний.

Аварии на АЭС атомщики разделяют на «проектные» и «запроектные». Чаще всего атомщики рассуждают лишь о проектных авариях — т. е. тех, последствия которых они считают «допустимыми» и в результате которых не надо принимать каких-либо обязательных мер по защите населения (ОПБ-88/99). На каждом блоке каждой АЭС максимальная проектная авария своя собственная. Например, для первого блока Кольской АЭС это разрыв трубопроводов первого контура диаметром 30 мм, а для пятого блока Нововоронежской АЭС — разрыв трубопровода диаметром 850 мм (Котлов, in litt.).

Последствия «запроектных», или «тяжелых, аварий могут превышать «допустимые» (по жертвам среди населения, по экономическим, экологическим, политическим и социальным последствиям). По существу, это те аварии, ликвидация последствий которых перекладывается с атомной промышленности на все общество. Опыт Чернобыля и АЭС «Три-Майл-Айленда» показал, что ущерб от них превышает всю прибыль от атомной индустрии (подробнее см. Яблоков, 2000б, в).

«Если мы будем иметь приблизительно 1000 реакторов, то каждые десять лет мы можем иметь с большой вероятностью тяжелую аварию. Начнет работать статистика».

Зам. Генерального директора МАГАТЭ В.М.Мурогов (1998; с. 7).

Вероятность аварии с плавлением активной зоны реактора и мощным выбросом радиоактивности на работающих АЭС первого поколения находится на уровне $1:1000$ — $1:10\,000$ (т. е. 10^{-4} — 10^{-5}) реакторо-лет. Даже если согласиться с атомщиками, утверждающими, что благодаря совершенствованию и новому оборудованию они повысили безопасность старых реакторов, то и сегодня эта опасность сохраняется на уровне 10^{-5} — 10^{-6} (Соловьев, 1992; Киселев, 1994; Бликс, 1994 и др.), то есть на неприемлемом уровне. Отражают такое положение и нормативные документы: действующие российские «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций...» (ОПБ-88) предусматривают вероятность расплавления активной зоны ре-

актора при запроектных авариях как 10^{-5} в год, а «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-96\99), например, устанавливают предел индивидуального риска для техногенного облучения персонала АЭС фактически всего в $1 \cdot 10^{-3}$, для населения — $5 \cdot 10^{-5}$ (Иванов, Хамьянов, 1998).

«По статистике, в год на всех энергоблоках (России — А.Я.) выявляется несколько десятков дефектов сплошности, примерно один раз в три года происходит разрыв трубок малого диаметра, сквозной дефект на главных трубопроводах обнаруживают один раз в 10 лет, событие с разрушением трубопровода среднего диаметра происходит с частотой раз в двадцать лет. Подобная ситуация имеет место и на зарубежных АЭС».

Проф. А. Гетман, начальник отдела ВНИИАЭС (Гетман, 1999).

Если на 29 российских реакторах «сквозной дефект на главных трубопроводах обнаруживают раз в 10 лет» (Гетман, 1999), то не трудно рассчитать, что примерно один раз каждые два месяца такой дефект должен обнаруживаться на одном из 440 реакторов мира, а каждые четыре месяца где-то должно происходить разрушение трубопровода среднего диаметра, неизбежно ведущее к выбросу значительного количества радиационных продуктов.

Атомщики любят сравнивать атомную энергетику с другими технологиями по среднестатистическому уровню заболеваний или смертей. Такое сравнение уравнивает частое событие с незначительными последствиями и редкое событие с грандиозными последствиями. Это уравнивание методологически недопустимо — оно исходит из ошибочной посылки **приемлемости заведомо неприемлемого события**. Например, согласно российским «Общим положениям обеспечения безопасности атомных станций при проектировании, сооружении и эксплуатации» (ОПБ-88), среднегодовая вероятность катастрофы, подобной Чернобыльской, допускается на уровне 1×10^{-7} , что, казалось бы, соответствует приемлемому (один раз на 10 млн реакторо-лет).

*«Земля — плоская!
Свиньи сами могут летать!
АЭС — безопасны!»*

Из материалов антиатомной кампании 1999—2000 г. индийских «зеленых» «Стоп Куданкулам!»

Как показали Е.А.Иванов и Л.П. Хамьянов (1998), из приемлемости вероятности катастрофы, сходной с Чернобылем, на уровне $1:10\,000\,000$ (10^{-7}) следует, что коллективный риск гибели от такой аварии составит $2 \cdot 10^{-4}$ смертей в год, а максимальный индивидуальный риск — всего $3 \cdot 10^{-10}$ в год. Этот риск значительно ниже, чем риск упасть и сломать ногу на улице. Получается, что атомная энергетика безопаснее разведения овец и коз, вязания носков и собирания марок. Непонятно только, откуда берутся чернобыли, виндскейлы и токаймуры...

Нельзя не согласиться с Н.И. Лалетиным из Курчатовского института, также отмечающим принципиальную трудность сопоставления событий хотя и маловероятных, но неустранимых и имеющих катастрофические последствия, с событиями как бы «размазанными» во времени. Оценка риска в этих условиях «...представляет собой чрезвычайно трудную задачу. Приводимые часто риски для отдельных реакторов типа 10^{-5} реактор/год или даже 10^{-6} , 10^{-7} вызывают естественное скептическое отношение к ним. Дело в том, что надо уметь считать не просто математическое ожидание события, а распределение вероятностей, так как, например, дисперсия в таких расчетах чрезвычайно велика и нельзя с этим не считаться. Чрезвычайная актуальность разработки соответствующего математического аппарата для доказательства конкурентоспособности ядерной энергетики, к сожалению, часто не осознается» (Лалетин, 1997). Обращаю внимание на это признание самих атомщиков — **нет соответствующего математического аппарата, позволяющего корректно доказать конкурентоспособность атомной энергетики.** Это заключение показывает бессмысленность множества сравнений атомной энергетики по числу смертей или заболевших с последствиями других технологий.

«...Производство электричества на АЭС в 1943—2000гг. могло привести к гибели миллионов жертв, из которых до 1/5 являются «PREMARURE CANCER DEATH». За это время погибло также около 500 млн плодов в виде выкидышей в результате облучения, полученного ими в утробе матери. В следующем столетии атомная энергетика будет убивать 10 млн человек ежегодно...»

Д-р. Розали Бертелл, президент Международного института общественного здоровьем (США) (The Ecologist. 1999. Vol. 29, № 7, p. 408—411).

В мире в 1999 г. на почти 200 АЭС мира работало 437 коммерческих атомных реактора, которые наработали суммарно более 5 000 реакторо-

лет. За это время, как известно, в мировой атомной индустрии произошла одна глобальная радиационная катастрофа (Чернобыльская) и пять региональных (на советском плутониевом производстве «Челябинск-40» в 1957 г., на британской АЭС «Виндскейл» в 1969 г., на Ленинградской АЭС в 1975 г., на АЭС «Три Майл Айленд» в США в 1979 г., на японском заводе по производству топлива в Токаймура в 1999 г.).

Следующие 5000 реакторо-лет будут «накоплены» в мире в ближайшие 10 лет. Это означает, что до 2015 г. может случиться вторая катастрофа чернобыльского типа, и что нас ждут в это же время несколько региональных крупных катастроф. С этим прогнозом вполне сочетается заключение Бюро европейских потребителей о 70%-ной вероятности трех серьезных происшествий с АЭС в Северном полушарии в ближайшие годы (Brown, 1990). Первое из них уже случилось — катастрофа в Токаймура в 1999 г. (эвакуация 310 тыс. человек, смертельное облучение двух человек, опасное облучение 439 человек и другие последствия, которые станут ясны только через пару поколений).

Есть и еще более тревожные расчеты. Если принять вероятность аварии с выбросом облученного топлива АЭС на дочернобыльском уровне (10% активной зоны реактора на 10^{13} Вт·лет), то в случае перехода на реакторы-бридеры (о чем настаивают многие атомщики) к 2050 г. может быть выброшено в атмосферу в результате аварий на АЭС 36 т плутония активностью до 2 млн Ки и около 10 т осколков деления активностью до 500 млн Ки по стронцию и цезию (Иванов, 1994). 36 т плутония достаточно, чтобы сделать непригодными для жизни на протяжении нескольких десятков тысяч лет всю Северную Америку и Европу. Насколько мне известно, эти расчеты до сих пор не были опровергнуты.

Никакие расчеты не могут учесть все опасности, связанные с АЭС. Незаслуженно мало внимания, например, уделяется геологическим факторам. В некоторых случаях советские АЭС проектировались или даже были построены в местах, крайне опасных для такого строительства: Крымская АЭС — близ разлома, по которому в историческое время происходили подвижки, вызывавшие серьезные землетрясения, Ровенская АЭС — на мощной толще неустойчивых лёссовых пород, подверженных вымыванию и оседанию. Армянская АЭС «Метцамор» оказалась всего лишь в нескольких километрах от зоны одного из самых страшных землетрясений в Евразии в XX в.

Сравнительно небольшим землетрясением была повреждена в 1977 г. болгарская АЭС «Козлодуй», и только счастливая случайность помогла избежать серьезной аварии.

Во время крупного землетрясения, поразившего Тайвань в 1999 г., чудом избежали катастрофы тамошние АЭС. Чудом остались в стороне от страшного землетрясения, разрушившего город Кобэ 17 января 1995 г., японские АЭС. Позднее эксперты утверждали, что землетрясение в Кобэ было «непредсказуемым» по силе, и поэтому даже специальные удароустойчивые здания не выдержали. На вопрос, что случится, если «непредсказуемое» по силе землетрясение случится в районе Генпатсу Гинза на полуострове Тсуруга, где на сотню километров побережья приходится 15 АЭС, один из правительственных специалистов ответил: *«Это все равно что спрашивать, что будет, если весь мир взорвется»* (Smith, Lummis, 1995).

С каждым годом перечень опасностей, грозящих АЭС, не уменьшает-

«Ясно, что производство атомного электричества абсурдно на качающихся островах (Японии — А.Я.), и в какой-то день оно будет уничтожено. Единственный вопрос — в какой день это случится».

Aileen Mioko Smith and C. Douglas Lummis. Dateline Tokyo, The Nation. March 13. 1995 (see also: Home [http:// www.geocities.com/mothersalert/](http://www.geocities.com/mothersalert/)).

ся, а только увеличивается. Если бы размещение существующих АЭС в России проводилось по современным нормам и правилам, то ни одна из них не была бы построена там, где они стоят теперь.

Повторяю еще раз: ни одно другое техническое сооружение не является столь потенциально опасным, как АЭС. Ядерные технологии оказываются одними из самых опасных технологий, известных человечеству (рис. 2).

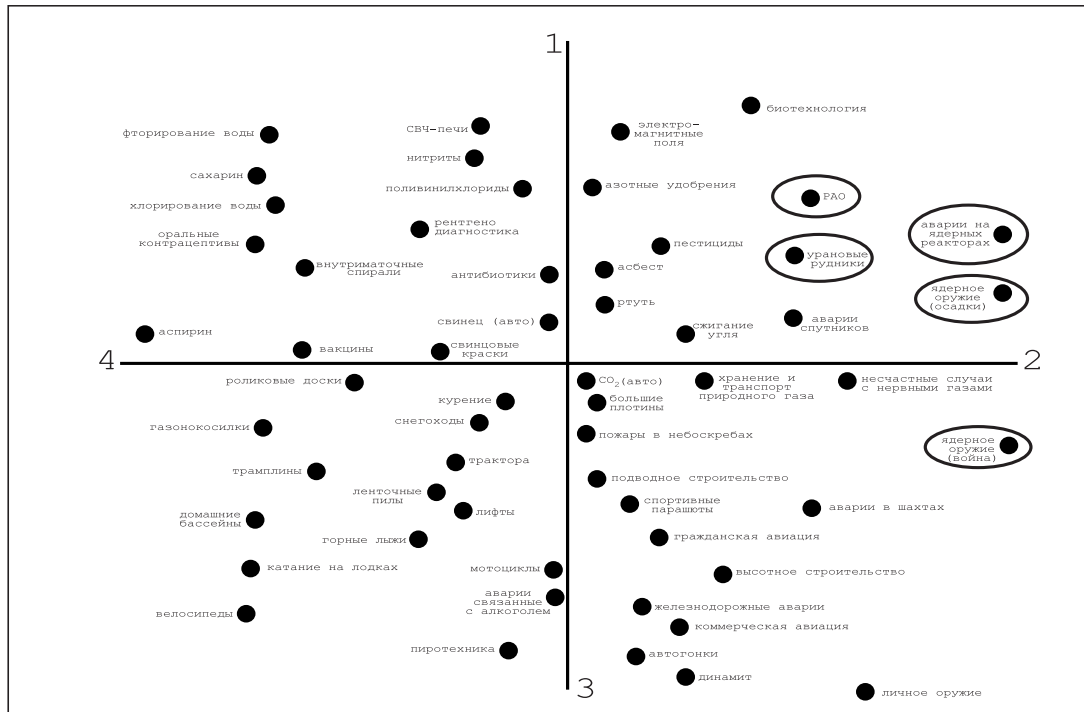


Рис. 2. Сравнительный риск некоторых современных технологий (по: М. Morgan, 1993).
 Ось 1—3 — невидимые (1) и хорошо видимые (3) риски.
 Ось 4—2 — неконтролируемые (2) и контролируемые обществом риски.
 Ядерные технологии (выделены) — самые опасные.

Заключение

Аварии на АЭС несравнимы по своим долгосрочным последствиям не только с самыми тяжелыми авариями на тепловых станциях, но и вообще ни с какими другими техногенными катастрофами. Единица массы ядерного горючего обладает потенциальной энергией на шесть порядков большей, чем у высококалорийного углеводородного топлива.

По-видимому, на столько же порядков ядерная энергетика опаснее тепловой энергетике.

Все сказанное приводит к мысли, что современная атомная энергетика, еще недавно казавшаяся вершиной технического прогресса, оказывается отсталой, морально устаревшей. *«Атомная энергетика пока находится на уровне самоварной техники... Может мне кто-нибудь из наших атомщиков ответить, что образуется во время аварии, какие осадки выпадают, как они переносятся, видоизменяются? Вопросов больше, чем ответов,»* — это говорят не «зеленые», а специалист по проблемам безопасности атомных станций российского ядерного центра в Арзамасе-16 (Мосин, 1994).

Выдвигая в качестве основного направления своих действий *«постепенное замещение действующих АЭС энергоблоками... повышенной безопасности»* (Адамов, 1999), атомщики тем самым признают то, что говорят «зеленые»:— современная атомная энергетика неприемлемо опасна.

Безопасность современных атомных реакторов — настоящий миф: конструкция ядерных реакторов неустранимо опасна. Приближающиеся технологии термоядерной энергетике, основанные не на расщеплении, а на слиянии атомных ядер, *может быть*, будут менее опасными. Тем удивительнее, что атомщики и на Западе, и на Востоке упорно планируют на десятилетия вперед развитие безальтернативно опасной атомной энергетике современного типа.

«...появление этих катастроф (на атомных объектах — А.Я.) той или иной силы тяжести с определенной степенью вероятности неизбежно...Открытые наукой и использованные соответствующими отраслями промышленности явления природы не могут быть «закреты»... основная направленность деятельности «зеленых» должна быть сконцентрирована на «понуждение» науки и техники создавать новые технологии, обеспечивающие возрастающую во времени безопасность человеческого общества и допустимую экологическую нагрузку на окружающую нас природу».

Из статьи «К вопросу об изучении экологических последствий катастроф на атомных объектах» академика Н.А.Семихатова, руководителя НПО «Автоматика» в Екатеринбурге.

Пока же с неумолимым постоянством происходят радиационно опасные аварии и инциденты на АЭС как в нашей стране, так и за рубежом. Из-за всеобщего постарения парка АЭС эти аварии будут только учащаться. Какое время отделяет нас от нового Чернобыля? Может быть, десятилетия, а может быть, и месяцы. Но то, что такая катастрофа с миллионами пострадавших может состояться, в этом нет сомнения. Где? Когда? Настоящий дамклов меч занесен атомщиками над человечеством.

Масштабы уже случившихся по вине атомной индустрии трагедий и катастроф и реальная угроза повторения таких катастроф приводят многих экологов, врачей, журналистов, просто обеспокоенных граждан к выводу о неприемлемой опасности, исходящей от атомной индустрии в ее современном виде.

Использованная литература

Адамов Е. 1999. Выступление на ежегодной конференции Ядерного общества России в Обнинске 28 июня 1999 г. Атомпресса, № 22, июль, с. 1.

Адамчик С.А. 1996. Состояние безопасности на АЭС России. Бюл. ЦОИПАЭ, № 4/5. сс.12—18.

Администрация США упразднила программу по проверке действенности анти террористических мер на американских АЭС. **1999.** ТАСС — криминальная хроника. Нью-Йорк, 4 ноября.

Аксенов Л., Лебедев В. 2000. ВИЧ-инфекция продолжает наступление. Атомпресса, № 3 (380), с. 4.

Алексеев В.В., Рустамов Н.А. 1997. Энергетика и экология. Экология и жизнь, № 2, сс. 41—46.

Анисимов В. 1994. АЭС: степень риска. Смена, №10, сс. 55—61

Анти-Атом-Пресс, 1999. Рождество на АЭС привело к аварии, грозившей новым Чернобылем. Анти-Атом-Пресс, №195, январь, с. 3.

Анисимов В. 1994. АЭС: степень риска. Смена, №10, сс. 55—61

Анти-Атом Пресс, 1999. 90 тонн радиоактивной воды вытекло на японской АЭС. № 222, июль, с. 2.

Аксенов Л., Лебедев В. 2000. ВИЧ-инфекция продолжает наступление. Атомпресса, № 3 (380), с. 4.

Барашенков В.С. 1994. «Электрояд»: Игра стоит свеч, Природа, № 7, сс. 3—12.

Батырев А.Н., Кошеваров В.Д., Лейкин О.Ю. 1994. Корабельные ядерные энергетические установки зарубежных стран. Санкт-Петербург, Изд-во « Судостроение», 326 с.

Батырев А.Н., Иванов В.И., Петров С.А. 1998. Обеспечение ядерной безопасности при эксплуатации и утилизации ЯЭУ и реакторного оборудования кораблей ВМС ведущих зарубежных государств. Проблемы окружающей среды и при-

родных ресурсов. Обзорная информация. Вып. 3. ВИНТИ, Москва, сс. 2—136.

Бликс Г. 1994. Атомная энергия и окружающая среда. Бюл. ЦОИПОАЭ, № 1. сс. 43—47.

Богатых М. 1999. Курск едва не стал Чернобылем. Ядерный взрыв в центре России был возможен. Сегодня, 30 июля, с. 5.

Борисенко И. 1999. Штраф более чем в два миллиона долларов наложен в США на энергетическую компанию за нарушения режима безопасности на АЭС. ИТАР — ТАСС, Вашингтон, 11 декабря.

Булатов В.И. 1996. Россия радиоактивная. Новосибирск, 271 с.

Бюллетень ЦОИПАЭ. 1998. США. Комиссия NRC обнародовала список неблагоприятных АЭС. № 3—4, с. 52.

Бюллетень ЦОИПАЭ. 1998а. Финляндия. Пожар на АЭС «Олкилуото». № 3—4, с. 52

Василенко И.Я., Лягинская А.М., Осипов В.А. 1997. Третий Съезд по радиационным исследованиям. Москва, 14 — 17 октября 1997 г. Тез. Докл., Пушкино, том 1, сс. 430—431.

Вишневский Ю.Г. 1998. Справка о состоянии ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации в первом полугодии 1998 г., 17с.

Волошин Н.П., Ганеев А.С., Иванов Г.А., Шибаршов Л.И. 1994. Взрывные идеи в ядерной энергетике. Рос. Вести, 18 мая, с. 2.

Воробьев Г.В., Дмитриев А.М., Дьяков А.С., Ершов Ю.И., Осанов Д.П., Попова Л.В. 1994. Плутоний в России. Экология, экономика, политика. Москва, 145 с.

Гагаринский А.Ю., Головин И.С., Игнатьев В.В. и др. 1994. Ядерно-энергетический комплекс бывшего Союза. Аналитический обзор. М.: Ядер. об-во, 106 с.

Головин И.Н. 1994. Термоядерная энергетика: Проблемы и перспективы развития. Энергия., №6, сс. 21—25.

Голубчиков С. 1998. Аборигены на грани исчезновения. Показатель смертности среди младенцев коренных национальностей Севера России в 1,5 раза выше, чем в среднем по северным регионам. Интервью с заместителем председателя Госкомсевера России П. Х. Заидфудимом. Независимая газета — Круг жизни, № 3, март, сс. 1—2.

Город Сосновый Бор. 1998. Ремонтники делают открытия. Атомпресса, № 4, с. 4.

Грач И. 1994. Смерть от «шифоньерки»: Кровавое воскресенье «Красного Сормова». Россия, 22—28 июня, № 23, с. 7.

ДБЧС-информ, 1999. Текущая информация Департамента безопасности и

чрезвычайных ситуаций. Атомпресса, № 22 (353), июль, с. 3.

Дидковский С. 1999. Урал хочет тепла, а не радиации. Время, 16 февраля, с. 3.

Долгодворов В. 2000. Секретная доза. Труд, 2 февраля, № 19, сс. 1—2.

Емченко Ф. 2000. Большой атом. Труд, 11 февраля, с. 2.

Зубко М. 1995. Безымянный товарищ «Комсомольца»: Катастрофа, которую долго скрывали. Известия, №146, с. 3.

Иванов Б. 1997. Общественная экологическая экспертиза аварийной ситуации на БАЭС в 1987 году. Вестник Уральского экологического фонда, № 4 (21), апрель, с. 5.

Иванов Г.А. Безопасные ядерные установки и «век угля». Бюл. ЦОИПАЭ. 1994. № 4. сс.18—19.

Игнатенко Е., Никифоров С. 1994. Атомная энергетика России сегодня и завтра. Вестн. электроэнергетики. № 1, сс. 48—58.

Иванов Е.А., Хамьянов Л.П. 1998. Допустимая вероятность и масштаб тяжелой аварии на АЭС. Атомная энергия, т. 64, вып. 2, сс. 107—113.

ИНТЕРФАКС-НОВОСТИ от 04.12.97. Каждый день в году является годовщиной инцидента, связанного с ядерной энергетикой — «ГРИНПИС». Москва. 4 декабря.

ИНТЕРФАКС-НОВОСТИ от 26.04.99. Глава Минатома РФ предупреждает о возможности ядерного терроризма в Югославии. Москва. 26 апреля.

Календарь ГРИНПИС России . 96/Календарь ядерной эры. Ни дня без аварии. Москва, Гринпис, 1996, 14 с.

Калмыков М. 1998. «Суперфеникс» не восстанет из радиоактивного пепла. Известия, № 25, 11 февраля, с. 3.

Киселев Г.В. 1994. Рыночная ядерная энергетика: Реальность или химера? Бюлл. ЦОИПАЭ, № 1. сс. 41—42.

Киселев Г., Пичугин В., Щегельский А. 1994. Заметки по истории создания ядерной энергетики в СССР. Ч. 1: Поиск. НИМБ. №1, сс.30—36.

Кирильченко Ю. 1998. В США остановлена АЭС «Куад-Ситиз» из-за изъянов в системе противопожарной безопасности. ИТАР-ТАСС, Нью-Йорк, 22 декабря.

Ковалевская Л. 1995. Чернобыль «ДСП». Киев: Изд-во «Абрис», с. 42.

Козлова Н. 1999. Радиационная обстановка на Южно-Украинской АЭС после инцидента остается нормальной. ТАСС-сигнал в странах СНГ и Балтии, 8 августа.

Козловский В.1995. Россия собирается завершить строительство АЭС на Кубе.

Сегодня. 10 июня. № 107, с. 4.

Котлов В.М. In litt.1999. Письмо к А.В.Яблокову от 12 апреля 1999 г., 6 с.

Кудрик И. 1998. Инженер Дмитровградского НИИ получил высокую дозу облучения. BELLONA. Хроника последних событий. №1, январь, с. 8.

Кудрик И. 1998а. Инцидент на Нововоронежской АЭС. BELLONA. Хроника последних событий. №1, январь, с. 8.

Кудрик И. 1998б. Аварийная остановка реактора Курской АЭС. BELLONA. Хроника последних событий. №1, январь, с. 9.

Кузнецов В.М. 1994. «Государственная» радиация: Анализ радиационной безопасности и состояния хранения радиоактивных веществ на объектах атомной энергетики на территории бывшего Советского Союза. М.: Междунар. Чернобыльский фонд безопасности, 64 с.

Кузнецов В.М. 2000. Российская атомная энергетика : вчера, сегодня, завтра. Взгляд независимого эксперта. М., «Голос-пресс», 288 с.

Кузнецов В.М., Яблоков А.В., Десятов В.М., Никитин А.К., Форофонов И.В. 2000. Плавающие АЭС России: угроза Арктике, Мировому океану и режиму нераспространения. Центр экологической политики России, М., 65 с.

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

Кутахов В. 1999. Из-за внезапного отказа системы контроля остановлен реактор на южнокорейской АЭС в провинции Чхолла-Намдо. ТАСС — ЕДИНАЯ ЛЕНТА НОВОСТЕЙ, СЕУЛ, 6 сентября.

Лалетин Н.И. 1997. Перспективы ядерной энергетики России. Конверсия в машиностроении, сс. 33—39.

Легасов В. 1987. Проблемы безопасного развития техносферы. Коммунист, №8, с.99 (цит. по : Куркин, 1989, с. 183)

Лисовский И.В., Шараекский Ю.Г., Беликов А.Д., Петров О. 1999. Радиологические и радиоэкологические последствия аварий корабельных атомных энергетических установок. Морской сборник, 7, с.52—58.

Минатом предлагает Японии технологии реакторов на быстрых нейтронах в обмен на инвестиции в сооружение АЭС в России.**1997.** Интерфакс- Новости, 3 ноября.

Михайлов В.Н. 1998. Научная политика Минатома России. Вестн. РАН, Т. 68, № 2, сс. 116—128.

Мосин И. 1994. Ядерный джинн над планетой: Страж мира или предвестник

катастрофы. Век. №48, с. 6.

Мурогов В.М 1998. Назрела необходимость создать международный фонд ядерного разоружения. Ядерный контроль, № 5, сс.5—16.

Натальин В. 1999. Ядерное ЧП в Южной Корее. Известия, 6 октября, с. 4.

Никитин Л.Б. 1999. Уроки эксплуатации реакторных установок АПЛ пр. 705, 705К. Тайфун, № 1, сс. 15—17.

Нильсен Т., Кудрик И. 1998. Аварийное происшествие на атомной подводной лодке в Западной Лице. BELLONA. Хроника последних событий, № 1, январь, сс. 1—2.

Нилсен Т., Бёмер Н. 1994. Источники радиоактивного загрязнения в Мурманской и Архангельской областях.: Доклад Объединения «Беллуна». Версия 1. Осло, 157 с.

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

Новопольцева А. 1998. Екатеринбург чудом не стал вторым Чернобылем. Военные склады под Березовском, загоревшиеся в среду от удара молнии, унесли двенадцать человеческих жизней. Двадцать человек тяжело ранены. Еще одного пока не нашли. Комсомольская правда, 20 июня, с. 2.

ОПБ-88. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций при проектировании, сооружении и эксплуатации. М., Энергоатомиздат, 1988.

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

Острецов И.Н., Жук В.А. 1996. Чего боится Минатом. Независимая газета, 24 апреля, с. 6.

Павлов А.С. 1997. Подводные лодки проекта 671. Submarines Victor-class. Синия серия. Якутск, издание автора, 40 с.

Павлов А.С. 1999. Гремучие змеи океанов. Charlie-Class. Синия серия. Якутск, издание автора, 40 с.

Перечень..., 1996. Перечень аварий и инцидентов на АЭС СССР/России и США. Атомная энциклопедия, Москва, Благотворительный фонд Ярошинской, сс. 274—276.

Пискунов Л. 1997. Ядерный объект за околицей Уральской столицы. Екатеринбург, 80 с.

Постановление...1998. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 июля 1998 г. № 815 «Об утверждении Программы развития атомной энергетики Российской Федерации на 1998—2005 годы и на период до 2000 года». М, 10 с.

-
- Презентация программы. 1999.** Зеленый Мир, № 18—19, с. 3.
- Пумпянский А. 1995.** Российские Хиросимы . Новое Время, № 31. сс. 24—27.
- Путник Е. 1999.** Разоружены, но очень опасны... Конкурент (Владивосток), № 45, 16—21 ноября 1999, сс. 1, 5.
- Рогачев В. 1997.** ТАСС—МЕЖДУНАРОДНАЯ ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ , НЬЮ-ЙОРК, 4 декабря. (Изложение статьи в «Нью Йорк Таймс» об оставке канадских реакторов).
- Седых И. 1997.** Российские специалисты прошли подготовку в Швейцарии в рамках совместного проекта повышения безопасности АЭС. РИА — ГОРЯЧАЯ ЛИНИЯ, ЖЕНЕВА, 2 ноября.
- Семихатов Н.А. 1995.** К вопросу об изучении экологических последствий катастроф на атомных объектах . Пробл. регион. экологии. №1, сс. 81—85.
- Симонов В. 1999.** РИА-ГОРЯЧАЯ ЛИНИЯ, Лондон, 10 сентября.
- Соловьев С.П. 1992.** Аварии и инциденты на атомных электростанциях. Учебное пособие по курсам «Атомные электростанции», «Надежность и безопасность АЭС», Обнинск, 290 с.
- Состояние безопасности на ядерно — и радиационно-опасных объектах России в 1997 году. 1998.** Информационный материал Госатомнадзора России, Москва, 64 с.
- Смоляр И.Н., Ермашкевич В.Н. 2000.** Атомная энергетика: аргументы за и против. Минский международный образовательный центр, Минск, 84 с.
- Справка..., 1995.** Справка о проверке состояния безопасности функционирования Нововоронежской атомной станции Облкомприроды. «Бумеранг» (Воронеж), № 10, май, с. 3.
- Стратегия..., 2000.** Стратегия развития атомной энергетике России в первой половине XXI века. Основные положения. М, Министерство Российской Федерации по атомоной энергии, 27 с.
- Субботин В.И. 1995.** Размышления об атомной энергетике. М., 130 с.
- Терешкин В. 1995.** Когда из «атомных семечек» взойдет «ядерный подсолнух»? Час пик, СПб, 18 января, сс. 1—2.
- Уткин В.И. 1997.** О введении в районе Екатеринбурга режима зоны радиационно-го наблюдения. Вестник Уральского экологического фонда, № 4 (21), апрель, сс. 5—6.
- Хэндлер Дж. 1995.** Аварии подводных лодок СССР/России: 1956—1994: Доклад Гринпис. М.;-Вашингтон, 15 с.
- Хэндлер Дж. 1996.** Аварии на атомных судах ВМФ США и стран Запада...

Ядерная энциклопедия. Москва, Благотворительный фонд Ярошинской. сс. 163—166.

Шараевский Ю.Г., Беликов А.Д., Лисовский И.В., Петров О.И. 1999 Радиологические и радиозоологические последствия аварий корабельных атомных энергетических установок. ..Морской сборник, 7, сс. 52—58.

Чупахин А. 1999. ТАСС—ЕДИНАЯ ЛЕНТА НОВОСТЕЙ. БЕРЛИН, 7 октября. /Корр. ИТАР-ТАСС Андрей Чупахин/.

Яблоков А.В. 1995. Атомная мифология. Новый мир, № 2, сс. 90—107.

Яблоков А.В. 1997. Атомная мифология. Заметки эколога об атомной индустрии. Центр экологической политики России, М., Изд. «Наука», 272 с.

Яблоков А.В. 1998. Нерешенные проблемы ядерной энергетики: взгляд эколога. В сб. «Глобальные экологические проблемы на пороге XXI века. Материалы научной конференции посвященной 80-летию акад.А.Л.Яншина, М., Изд. «Наука», сс. 251—262.

Яблоков А.В. 1998а. Усиление секретности в России. «Интеллектуальный капитал», вып. 2, № 11, 8 с. (<http://info@intellectualcapital.ru>).

Яблоков А.В. 1998б. Некоторые прорьблемы экологии радиационной безопасности. Мед. Радиология и радиационная безопасность, том 43, № 1, сс. 24—29.

Яблоков 2000а. Об экологической чистоте ядерной энергетики. Центр экологической политки России, М., (в печати).

Яблоков А.В. 2000б. О необходимости строительства атомных электростанций. Центр экологической политки России, М. (в печати).

Яблоков А.В. 2000в. Чернобыльская мифология . Центр экологической политики России, М. (в печати).

Accidents and measurements. 1999. The World Quide 1999/2000. An alternative reference to the countries of our planet. L., 276 p.

Bertell R., 1999. 1.3 billion people killed, maimed, sickened by atmpospheric testing and nuke plants. .. The Ecologist, Vol. 29, No. 7, November, pp. 408—411.

Briscoe D. 1999. US not ready for nuclear threat. Whashington Post, July 8, <http://search.washingtonpost.com/>

Brown P.1990. «One in 20 chance» of nuclear accident: Alarm at report by France's chief safety inspector . Guardian.. Mar. 19. (Цит. по: Aubrey et al., 1990. p. 234).

Calender 98 .1998. GREENPEACE. 40 years of nuclear disaster. Greenpeace, London, 28 p.

Datta P. 1999. Safety in Indian nuclear plants: Assurance is not enough. Ananda Bazar Partica (Calcutta), 2 November.

EDGs.1999. Emergency diesel generator defects at US nuclear plants, as reported by the US Nuclear Regulatory Commission (<http://www.tnia.com/EDGs.html>).

EU Enlargement...1999. EU enlargement: nuclear safety figures large in Commission progress reports. *Europe Environment*, # 544, October 19, p. 17.

Feshbach M. 1995. Ecological disaster: Cleaning up the hidden legacy of the Soviet regime. N.Y. The Twentieth Century Fund press, X+157 p.

French H. 1999. Nuclear death stirs up opposition of Japanese to atom use. *New York Times*, 23 December, p. A11.

Friedman J.S. 1997. More power to thorium? *The Bulletin of the Atomic Scientists*, September-October, pp. 19—20.

Japanese nuclear game.1999. *The Economist*, 9 October, pp. 119—120.

Hadfield P. 1999. Catalogue of errors. *New Scientist*, 9 October 1999, p. 4.

Hadfield P., Edwards R., Mullins J. 1999. Asking for troubles. The Tokaimura nuclear plant was an accident waiting to happen. *New Scientist*, 9 October , pp. 4—5.

Halverson Th. 1993. Ticking time bomb: East Block reactors. *The Bulletin of the Atomic Scientists*, February, pp.1—6.

Hippel F.V., Jones S. 1997. The slow death of the fast breeder. *The Bulletin of the Atomic Scientists*, September/October, pp. 46—51.

International *Gerald Tribune*. 1989. July 27.

Kondo Shunsuke. 1998. Current status and issues of nuclear energy development and utilization in Japan. *Pacific and Asian Journal of Energy*, Vol.8, № 1, pp. 83—94.

Kudrik I. 1998. Information made available one week after incident. *BELLONA: Nuclear Chronicle from Russia*. №3, April, p. 7.

Lawless J., Sloat B. 1987. Older GE reactors plagued by cracked pipes. ...*The Plain Dealer* (Cleveland), August 31, p. 1.

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

Parliament hears commission plans on nuclear strategy.1999. *Europe Environment*, № 540, March 2, pp. 5—10.

Portzline S.D. 1999. The weakest link — emergency diesel generators. In: *Emergency Diesel Generator Defects at US Nuclear Plants* , as reported by the US Nuclear Regulatory Commission (<http://www.tnia.com.EDGs.html>).

Ramana M. V. 1999. Dangerous encounters. *The Hindu* (Delhi), November 21.

Riccio J., Murphy S. 1988. The aging of nuclear power plants: A citizen's guide to causes and effects... *Nuclear Information Resource Service*, Washington, 55 p.

Riccio J. 2000. Press Release. N.Y. Nuclear Plant Leak was «Accident Waiting top Happen», Public Citizen's, February 16, 3 p.

Smith A. M. , Lummis C.D. 1995. Dateline Tokyo, The Nation (Tokio), March 13, ([http:// www.geocities.com/mothersalert/](http://www.geocities.com/mothersalert/)).

Smirnow B. 1999. Personal communication, 24 December (E-mail: smirnowb@ix.netcom.com).

Toxicity: moving the goalpost. 1999. The World Guide 1999/2000. An alternative reference to the countries of our planet. London, 276 p.

СОСТОЯНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ АЭС РОССИИ (составитель В.М.Кузнецов)

Ниже приведены наиболее характерные инциденты и аварии на всех российских АЭС, в основном, за последнее десятилетие.

БАЛАКОВСКАЯ АЭС

На энергоблоках №3 и №4 с 1993 г. действует ограничение номинальной мощности до 90 % N_n .

В результате халатных действий персонала станции в 1985 г. при «горячей обкатке» первого блока без загрузки топлива произошел разрыв трубопровода. Погибло 13 человек.

В течении 1987—1991 гг. неоднократно выходил из строя парогенератор АЭС.

В 1997 г. вследствие повреждения парогенераторов энергоблока № 2 произошла утечка радиоактивного теплоносителя, что привело к локальному загрязнению кровли машинного зала общей площадью около 30 м² (до 180 мкР/ч).

26.06.93 г. произошло затирание одиннадцати органов регулирования (ОР) системы управления и защиты (СУЗ) при испытании активной защиты во время останова энергоблока №2 на плановый профилактический ремонт (ППР). Энергоблок находился в состоянии «горячего» останова перед выводом в ППР. Температура первого контура 280 С°, давление 160 кгс/см², концентрация бора 16 г/л. При проведении испытаний по сбросу активной защиты произошло застревание в промежуточных положениях в нижних зонах одиннадцати ОР СУЗ. Событие второго уровня по международной шкале событий в области радиационной безопасности (INES.).

18.06.95 г. и 14.05.95 г. на блоке № 1 при проведении испытаний ОР СУЗ выявлено превышение проектной величины времени падения ОР СУЗ в режиме автоматической защиты (АЗ) в результате искривления каналов ПС СУЗ вызванное конструкторскими недоработками. Событие первого уровня по международной шкале INES.

19.03.97 г. перед остановом на блока № 1 в текущий ремонт проверялась работоспособность ОР СУЗ. При этом было установлено время падения трех ОР СУЗ более проектного времени 4 сек. Были нарушены условия безопасной эксплуатации энергоблока. Сбытие первого уровня по шкале INES.

БЕЛОЯРСКАЯ АЭС

С 1964 по 1979 год неоднократно происходили разрушения топливных сборок активной зоны на первом блоке.

В 1977 г. произошло расплавление половины топливныхборок активной зоны на втором блоке. Ремонт длился около года.

31.12.78 г. на втором энергоблоке от падения плиты перекрытия машинного зала на маслобак турбогенератора возник пожар. Выгорел весь контрольный кабель. Реактор оказался без контроля. При организации подачи аварийной охлаждающей воды в реактор переоблучилось восемь человек.

В августе 1992 г. экспедицией Госкомчернобыля России в районе Белоярской АЭС обнаружены аномально высокие концентрации цезия-137 и кобальта-60. Максимальная мощность излучения зарегистрирована на уровне 1200 мкР/час и сформирована в основном излучением кобальта-60.

22.12.92 г. при перекачке жидких радиоактивных отходов на спецводоочистку для ее переработки из-за халатности персонала было затоплено помещение обслуживания насосов. Вода поступила в страховочный поддон и из-за его неплотности, также из-за переполнения попала в грунт, а затем по специальной дренажной сети, предназначенной для отвода грунтовых вод, — в водоем-охладитель. Общее количество ЖРО (жидких радиоактивных отходов), попавших в поддон, около 15 м³ суммарной активностью 6 Ки. Суммарная активность цезия-137, попавшего в пруд-охладитель, около 6 МКи. Инцидент третьего уровня по международной шкале INES.

29.01.93 г. из-за участвовавших сбоев в технологическом процессе была расширена санитарно-защитная зона станции: ее радиус вырос с 8 до 30 километров и сравнялся по размеру с Чернобыльским.

03.07.1993 г. в 11 часов 19 минут третий блок был аварийно остановлен по признакам повышения радиационного фона в вытяжной вентиляционной сети. Причины останова — утечка теплоносителя в одной из вспомогательных систем с возгоранием. Происшествие первого уровня по шкале INES.

06.06.94 г. во время капитального ремонта, произошла утечка нерадиоактивного натрия из второго контура, из-за чего начался пожар. Персонал станции своими силами справиться не смог. У пожарной бригады не оказалось специальных средств для тушения натрия. Пожар прекратился только после того, как вышедший натрий выгорел.

05.05.95 г. протечка нерадиоактивного натрия второго контура из дренажной линии при производстве ремонтных работ. Инцидент произошел в результате некачественной разработки конструкторской и проектной документации. События первого уровня по школе INES.

В течение 1995 г. наблюдалось превышение допустимых концентраций цезия-137 (в 1.2 — 4.4 раза) и стронция-90 (в 1.8—11.5 раз) в подземных водах контрольных скважин.

БИЛИБИНСКАЯ АТЭС

В 1991 г. на станции произошла авария с массовым выходом опускных труб барабана сепаратора.

20.09.91 г. старшим мастером цеха централизованного ремонта (ЦЦР) был организован вывоз из ремонтно-монтажных мастерских, находящихся в зоне строгого режима, радиоактивных отходов (РАО) в хранилище твердых и жидких отходов. При вывозе ведро с отходами упало с погрузчика, в результате чего произошло радиоактивное загрязнение территории АЭС.

10.07.91 г. в процессе вывоза жидких высокоактивных радиоактивных отходов в хранилище произошла утечка РАО. В результате оказалась загрязнена территория, автомашина и главный административный корпус АЭС. Ремонтный персонал и персонал отдела охраны труда и техники безопасности пытался скрыть случившееся, чем ухудшили радиационную обстановку. На 4-х человек переданы материалы в следственные органы. Инцидент третьего уровня по международной шкале INES.

В 1994 г. контрольный уровень облучения превысили 64 человек;

24.11.95 г. произошел аварийный останов блоков №№ 1 и 2, и отключение их от сети из-за полной потери внутренних источников электроснабжения (из-за ошибочных действий персонала станции). Событие первого уровня по шкале INES.

Контрольный уровень облучения в 1997 г. превысили 36 человек.

14.03.98 г. при проведении плановых ремонтных работ по перегрузке ядерного топлива на блоке № 4, произошло внешнее облучение трех работников, превышающее дозовый предел. Работники ЦЦР производили работы по опусканию пеналов с ОТВС (отработавших тепловыделяющих сборок) под верхним перекрытием третьего блока выдержки (БВ-3) без предварительного контроля за ходом работ со стороны службы дозиметрии. Повышенные показания индивидуальной дозы облучения: 9 бэр (90 мЗв), 1,7 бэр (17 мЗв) и 1 бэр (10 мЗв). Событие третьего уровня по шкале INES.

КАЛИНИНСКАЯ АЭС

18.12.84 г. В результате вращения в обратном направлении при включении насоса технической воды возникло короткое замыкание и пожар на первом блоке.

06.01.90 г. ухудшение радиационной обстановки на блоке N 1. Через быстродействующее редуцирующее устройство — атмосфера (БРУ-А) парогенератора N 4 (ПГ-4), произошел пролив воды второго контура на крышу деаэратор-

ной этажерки и частично на крыши машинного зала и спецкорпуса в количестве около 20 м^3 с удельной активностью $3,0 \cdot 10 \text{ Ки/л}$. Основная часть воды по ливневодам поступила в общий коллектор пожарно-ливневой канализации (ПЛК) и далее в сбросной канал оз. Песьво, а часть просочилась внутрь помещений. Значения экспозиционной мощности дозы колебались от 0,1 до 1,3 мЛр/час, измерения проводилось вплотную к поверхности, плотность потока бета-частиц достигала до 1500 бета-частиц/($\text{см}^2 \text{ мин}$). Событие произошло по вине руководящего и оперативного персонала АЭС.

01.07.92 г. при проведении земляных работ по разработке котлована для сооружения расширяемой части спецкорпуса первой очереди было обнаружено локальное радиоактивное загрязнение участка территории, примыкающей к спецкорпусу. Основная причина этого загрязнения — низкое качество работ и приемки строительных работ;

В 1994 г. при проведении ремонтных работ два человека превысили предельно допустимую дозу облучения (5 бэр), а двое других — контрольный уровень облучения (3 бэр).

14.05.95 г. на блоке № 1 при проведении испытаний ОП СУЗ выявлено превышение проектной величины времени падения ОП СУЗ в режиме АЗ в результате искривления каналов СУЗ вызванное конструкторскими недоработками. Событие первого уровня по шкале INES.

15.02.97 г. на блоке № 2 при проведении испытаний ОП СУЗ выявлено превышение проектной величины времени падения ОП СУЗ в режиме АЗ в результате искривления каналов СУЗ вызванное конструкторскими недоработками. Событие первого уровня по шкале INES.

КОЛЬСКАЯ АЭС

В 1988—1989 гг неоднократно обнаруживалось повышение активности грунтовой воды в контрольных скважинах N 13, 14, 19, радионуклиды поступали из помещений расположения емкостей кубового остатка (ЕКО-1, ЕКО-5) и бассейна-выдержки (БВ) второго блока через неплотности в облицовке помещений.

26.08.92 г. на блоке № 2 на сливе масла из подшипника № 8 турбогенератора № 4 произошла вспышка водорода. Турбогенератор был отключен от сети, а реакторная установка разгружена до 40 МВт. При разгрузке реактора оператор допустил ошибку: снизил давление в первом контуре до недопустимого значения, что могло привести к вскипанию теплоносителя. Событие третьего уровня по шкале INES.

12.09.92 г. при выполнении штатной операции на блоке № 3 и проведении водообмена первого контура разрушился бак грязного конденсата. В результате были загрязнены ряд обслуживаемых и полуобслуживаемых помещений станции. При выполнении работ по ликвидации последствий

этого события коллективная доза 54 человек оперативного персонала составила 0,07 Зв (максимальное значение индивидуальной дозы составило 0.0012 Зв — событие первого уровня по шкале INES). Основной причиной разрушения бака явилось неудовлетворительное качество сварки и накопившиеся в течении 12-летнего периода эксплуатации усталостные напряжения силовых конструкций бака. Это привело к деформации бака, раскрытию сварных швов и многочисленным вырывам листов металла стенок бака.

03.03.94 г во время планового ремонта при проведении операций по расхолаживанию блока №1 произошла течь теплоносителя из трубопровода подпитки теплоносителя первого контура в герметичные помещения. Течь из трубопровода была ликвидирована путем его отключения. Радиационная обстановка в обслуживаемых помещениях энергоблока, на площадке АЭС и за ее пределами не изменилась. Выбросов радиоактивных веществ через вентиляционную трубу, превышающих установленные для нормальной эксплуатации пределы, не было. Причина течи — разрыв напорного трубопровода подпиточных насосов на участке между обратным клапаном и теплообменником продувочной воды в месте приварки трубопровода к гермопроходке.

27.07.94 г. непроеekтное закрытие импульсно-предохранительного устройства компенсатора давления при опробовании перед пуском энергоблока № 4. Блок находился в стадии разогрева после планового ремонта. При проведении опробования импульсно предохранительного клапана компенсатора давления клапан не закрылся от ключа управления и оставался открытым в течении 330 сек. Это привело к разрыву мембраны барботажного бака и поступлению теплоносителя первого контура в бокс парогенераторов. Закрытие клапана произошло после падения давления в первом контуре до 52 кгс/см². Произошло срабатывание всех 3-х каналов СБ. Последующее падение давления привело к поступлению воды от гидроемкости системы аварийного охлаждения зоны в 1-й контур. Нарушен предел безопасной эксплуатации по скорости изменения температуры теплоносителя при расхолаживании во время нахождения клапана в открытом положении и при последующем расхолаживании энергоблока. Нарушено условие безопасной эксплуатации — произошло непроеekтное закрытие предохранительного клапана компенсатора давления.

03.09.94 г. на блоке № 1 на остановленной реакторной установке при подаче в контур для проверки плотности азота повысился уровень теплоносителя в реакторе. Оперативный персонал предпринял дренирование первого контура, из-за чего была сорвана естественная циркуляция (срыв циркуляции опасен для безопасности, т.к. может привести к кризису теплообмена). Причина — недостатки подготовки административно-технического персонала. Событие первого уровня по шкале INES.

02.02.93 г. аварийный останов всех четырех блоков. В результате урагана в системе «Колэнерго» были повреждены высоковольтные линии 330 кВ, 154 кВ, 110 кВ с последующим отключением всех четырех энергоблоков.

Блок N 1

Действием системной противоаварийной автоматики в 02 час. 29 мин. был отключен турбогенератор №2. В результате резких колебаний частоты в системе в 02 час. 32 мин. на энергоблоке N1 сработала аварийная защита АЗ-1 реактора по повышению перепада давления на активной зоне. Рабочие дизель-генераторы ДГ-1,2 и резервный ДГ-5 запустились согласно проектному алгоритму, но так как секции собственных нужд были под напряжением, то через 90 секунд эти ДГ отключились по блокировке. Действие сигнала не прекращалось, происходили повторные запуски этих ДГ с последующим их отключением действием указанной блокировки до тех пор, пока не был израсходован запас пускового воздуха. При последовавшим позднее обесточивании секции собственных нужд ДГ-1,2,5 по этой причине не запускались, под контролем — приборы. Событие третьего уровня по шкале INES.

Блок N 2

Действием системной противоаварийной автоматики в 02 ч. 27 мин. был отключен турбогенератор № 4. В 02 ч. 40 мин. энергоблок был разгружен до 47 МВт (электр). Резкие колебания частоты в системе в 03 ч. 42 мин. привели к разбалансу мощностей по I и II контуру, что привело к отключению турбогенератора 3 и срабатыванию аварийной защиты — 1 и запуску ДГ-3,4. В 06 ч. 15 мин. в результате развития системной аварии произошла потеря питания энергоблока. Вследствие обесточивания трансформатора-1 произошел наброс дополнительной нагрузки на ДГ-3,4, что привело к их отключению максимальной токовой защитой. ДГ-3,4 выведены в ремонт для проверки изоляции генераторов. Расхолаживание I контура осуществлялось через парогенераторы в режиме естественной циркуляции со сбросом пара через редукционные установки. Параметры реакторной установки были под контролем — приборы контроля были запитаны от аккумуляторных батарей. Только в 06.45 было восстановлено электропитание энергоблока от внешнего источника, что позволило включить ответственные механизмы энергоблока в работу. Нарушение третьего уровня по шкале INES.

Происшедшие в это же время отключения от сети 3-ого и 4-ого блоков оценены как события первого уровня по шкале INES.

03.09.94 г. Нарушение пределов и условий безопасной эксплуатации по отводу остаточных тепловыделений от активной зоны. блока № 1 Блок находился в режиме «холодного останова». Охлаждение активной зоны осуществлялось посредством естественной циркуляции через петли NN 1,2,6.

При проведении работ по проверке на плотность запорной арматуры, отключающей 1 контур от вспомогательных систем, был подан азот в петлю N 5. В результате неплотности главной запорной задвижки; началось повышение уровня теплоносителя в реакторе. Для снижения уровня было предпринято дренирование первого контура, в результате которого произошло ухудшение отвода тепла от активной зоны. Работой системы аварийной подпитки был восстановлен нормальный теплоотвод. Были нарушены пределы и условия безопасной эксплуатации в части поддержания запаса до температуры насыщения в пределах 30—70С° (120С°) и по отводу остаточных тепловыделений за счет естественной циркуляции, как минимум, через 2 петли. Причины — несовершенство процедур ведения технологического процесса и ошибки персонала.

Контрольный уровень облучения в 1994 г. превысили 36 человек.

В 1995 г. старший мастер реакторного цеха нарушил правила радиационной безопасности при установке корзины в шахту реактора блока № 3 при этом он получил эквивалентную дозу внешнего облучения 4.4 бэр. Кроме этого, превышение контрольного уровня облучения зафиксировано у 17 человек

08.01.99 г. на блоке № 2 после ППР-99 при проведении гидроиспытаний второго контура парогенератора зарегистрировано появление активности в воде второго контура из-за негерметичности теплообменных трубок. Причина негерметичности — «прожог» их стенок при выполнении сварочных работ на дистанционирующей решетке парогенератора.

КУРСКАЯ АЭС

С 1993 г. действует ограничение мощности (не более 70% от $N_{н}$) на блоках 1 и 2.

09.11.91 г. при работе на мощности блока N 4, при проведении операции загрузки ОТВС в вагон-контейнер для вывоза в ХОЯТ произошло падение ОТВС. Контрольный уровень облучения в 1994 г. превысили 788 человек:

21.11.95 г. на блоке № 4 при проведении работ во выгрузке негерметичной ТВС два человека получили дозы сверх годового дозового предела (5,8 и 5,7 бэр). Инцидент произошел в результате некачественного контроля со стороны службы дозиметрии за действиями работников. Событие второго уровня по шкале INES.

06.09.96 г. на блоке № 4 при работе на номинальном уровне мощности из-за формирования ложного импульсного сигнала аварийной защиты по мощности (АЗМ) вследствие скрытых отказов в двух каналах первой группы АЗМ логики СУЗ при замене дефектного прибора, установленного в цепях защиты по мощности, сработала аварийная защита АЗ-5 и блок был

остановлен. Причина — ошибочные действия оперативного персонала. Событие первого уровня по шкале INES.

03.09.97 г. блок № 2 аварийно остановлен действием защиты АЗ-5 из-за отключения двух ТГ действием электрической защитой вследствие ошибок персонала. Произошло задымление ТГ-3. Событие первого уровня по шкале INES.

14.01.98 г. при работе блока № 2 на уровне мощности равной 680 МВт кнопкой АЗ-5 блок был остановлен из-за выхода из строя быстродействующей системы САОР (обрыв подводящего воздушного трубопровода D_y -50). Событие первого уровня по шкале INES.

08.04.99 г. блок № 4 находился в режиме «горячего резерва», оборудование и системы энергоблока были подготовлены к выходу на МКУ. В процессе извлечения стрежней СУЗ сработала быстрая аварийная защита (БАЗ) реактора по сигналу скорости нарастания мощности реактора в пусковом диапазоне. Реактор заглушен всеми стрежнями СУЗ. Событие первого уровня по шкале INES.

ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС

Ленинградская АЭС лидирует среди атомных станций советской постройки по количеству нарушений пожарной безопасности.

07.01.74 г. произошел взрыв железобетонного газгольдера выдержки радиоактивных газов на блоке № 1. Должен был произойти значительный выброс радионуклидов (данных нет).

06.02.74 г. в результате вскипания воды с последующими гидроударами произошел разрыв промежуточного контура на первом блоке. Погибло три человека. Во внешнюю среду были сброшены высокоактивные воды с пульпой фильтропорошка.

30.11.75 г. произошла авария с выбросом большого количества радиоактивных веществ. Причиной аварии послужило расплавление ТВЭЛа в одном из 1693 технологических каналов, что привело к частичному разрушению активной зоны реактора первого энергоблока. Во внешнюю среду было выброшено радионуклидов общей активностью до 1,5 млн. Ки. Радиационный фон в г. Сосновой Бор достигал 8 Р/ч. Жители г. Сосновый Бор и прилегающих территорий об аварией оповещены не были.

24.03.92 г. в 2 часа 37 минут на блоке №3 произошла авария в результате потери давления и течи в технологическом канале. Результатом аварии был выброс в атмосферу йода-131 и инертных радиоактивных газов выше установленных пределов. Блок остановлен на ремонт. Нарушение третьего уровня по шкале INES.

28.12.90 г. и **30.12.90 г.** при выполнении капитального ремонта блока № 1 произошла россыпь графита, загрязненного ядерным топливом, в подап-

паратном помещении. Следствием россыпи графита явилось радиоактивное загрязнение подапаратного помещения с уровнями гаммаизлучения до $2 \cdot 10^4$ мкР/сек и альфа-излучения $2 \cdot 10^4$ част/см мин. Из-за неудовлетворительной организации санитарно-пропускного режима радиоактивное загрязнение распространилось в соседние с подапаратным помещения. При этом альфа-загрязнение составило до 50 расп/см мин. Уровни излучения помещений значительно превышали допустимые, установленные НРБ-72/87, как для помещений постоянного, так и периодического пребывания персонала. Инциденты квалифицированы, как радиационные аварии.

03.12.91 г. при выгрузке пенала из вагона в склад хранения свежего топлива блока №1 произошло повреждение десяти ТВС (свежих) в результате расщепления траверсы с контейнером. Причина — столкновение с другим контейнером из-за халатности оперативного персонала.

На блоке № 3 в период капитального ремонта в 1996—1997 гг. был проведен эксплуатационный контроль состояния сварных соединений (СС) трубопроводов Д_у-300 КМПЦ, при котором выявлено 370 недопустимых дефектов в виде трещин. Ранее при проведении эксплуатационного контроля аналогичных дефектов обнаружено не было.

НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС

В ноябре 1968 г. на блоке №1 в корпусе реактора произошел отрыв теплового экрана. Выброс радионуклидов 29 и 30 ноября составил более 1000 Ки. Годовой выброс йода-131 был превышен в 30 раз, а цезия-137 — в 8 раз.

Эксплуатация хранилищ ЖРО Нововоронежской АЭС в течение многих лет ведется с грубыми нарушениями правил безопасности. В 1985 г. отсутствие автоматической сигнализации наличия протечек на емкостях ХЖО-1,2 не позволило своевременно установить утечку из хранилищ отходов и привело к радиоактивному загрязнению грунта и грунтовых вод в районе ХЖО-2. Последствия аварии до сих пор не ликвидированы. В контрольной скважине № 80 активность грунтовых вод по кобальту-60 превышает величину $D_{\text{кб}}$. Зона загрязнения подземных вод с превышением по кобальту-60 составляет 150 м², а зона возможного загрязнения может достигать до 1400 м².

В 1995 г. у 19 работников зафиксировано превышение контрольного уровня облучения (3 бэр).

26.02.95 г. и **28.02.95 г.** на блоке № 4 при работе блока на мощности произошло отключение обратимого двигатель-генератора с обесточиванием. Событие первого уровня по шкале INES.

01.11.96 г. на блоке № 5 на номинальном уровне мощности проверялась система безопасности СБ-1. При проверке на рециркуляцию спринклерного насоса из-за недозакрытой задвижки на его напоре были залиты

водой кабельные разъемы системы управления и защиты реактора и системы внутриреакторного контроля, что привело к появлению ложной информации о состоянии РУ. Блок был остановлен и выведен в ремонт. Событие первого уровня по шкале INES.

29.04.97 г. было зарегистрировано превышение контрольного уровня ($2 \cdot 10^{-10}$ Ки/л) загрязненности сбросных вод хоз-фекальной канализации с первого блока ($1,3 \cdot 10^{-9}$ Ки/л).

01.11.98 г. при работе блока #5 на мощности обнаружен выход пара из-под теплоизоляции горячего коллектора парогенератора. После демонтажа теплоизоляции было выявлено парение в районе сварного шва приварки горячего коллектора к патрубку Д_у 1200 парогенератора. По результатам капиллярного контроля обнаружены две трещины длиной 12 и 3 мм в металле сварного шва. Событие первого уровня по шкале INES.

СМОЛЕНСКАЯ АЭС

07.01.92 г. на блоке №3 при разгерметизации технологического канала в ячейке 41—42 произошло повреждение ТВС из-за попадания сварочного графа. Событие второго уровня по шкале INES.

12.06.91 г. при работе на мощности блока N 3 при перегрузке топлива произошел обрыв центрального стержня ОТВС. РЗМ развила большее усилие, чем это предусмотрено в регламенте по эксплуатации (вышел из строя редуктор).

08.10.95 г. на блоке № 2 остановлена РУ действием АЗ-5 из-за повышения уровня воды в барабан-сепараторе в процессе пуска блока после ППР. Событие первого уровня по шкале INES.

20.02.98 г. при работе блока №1 на номинальном уровне мощности проводились работы по извлечению ОТВС из БВ-1 для последующего транспортирования их в шахту выгрузки в транспортный чехол вагона-контейнера. Во время подъема ОТВС из БВ-1 произошел обрыв каната привода захвата «малой» разрузочно-загрузочной машины. Это привело к падению ОТВС вместе с захватом в БВ-1 и к частичному разрушению ОТВС. Событие первого уровня по шкале INES.

25.01.99 г. на блоке № 2 при проведении эксплуатационного контроля приварки «доньшек» РГК обнаружены дефекты сварных швов. Причина — межкристаллитное коррозионное растрескивание металла под напряжением. Это уже пятый случай обнаружения дефектов основного металла КМПЦ на энергоблоках с реакторами типа РБМК-1000, вызванных подобной причиной. Событие первого уровня по шкале INES.

17.03.99 г. блок № 2 остановлен автоматическим вводом ЛАР-СУЗ в зону из-за потери электропитания СУЗ при опробовании ДГ-3. Причина — отказ блока питания вследствие скрытой неисправности модуля стабилизации питания при ручном переводе электропитания СУЗ на резервное. Событие первого уровня по шкале INES.