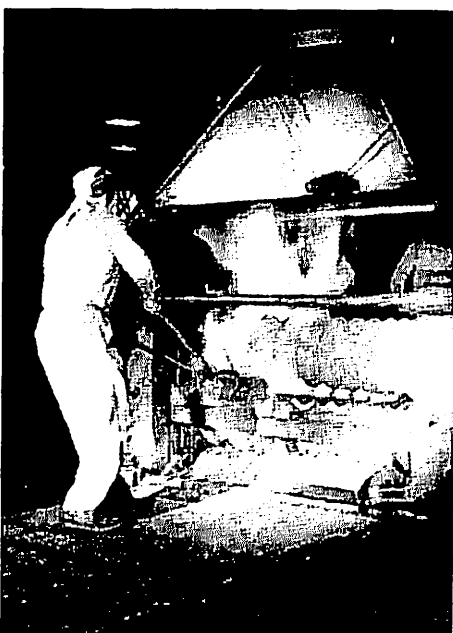


Энергетика и Безопасность

№ 15 2001

Издание IEER

Забытое облучение: дозы, полученные работниками на трех заводах по обработке ядерных материалов в 40-х и 50-х годах



AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION

Ручной прокатный стан, наверху виден вытяжной колпак (примерно 1959 г.)

Аржун МАКХИДЖАНИ, Бернд ФРЭНК и Хишам ЗЕРРИФФИ¹

От редактора английского издания: Эта статья основана на материалах отчета, подготовленного IEER по контракту с газетой USA Today. В отчете вычисляются дозы радиационного облучения, полученные работниками на трех частных заводах в США, занимавшихся в 40-х и 50-х годах работами с ураном для производства ядерного оружия. На одном из этих заводов также велись работы с торием.

В отчете делается вывод, что производственные условия на всех трех заводах были очень плохими, дозы облучения многих работников намного превышали общепринятые в то время стандарты и для многих работников вероятность того, что они заболеют раком в результате облучения, была весьма велика. Правительство, по-видимому, намеренно дезинформировало рабочих о тех опасностях, которым они подвергались.

В серии статей, опубликованных газетой USA Today в период с 6 по 8 сентября 2000 г., было выявлено приблизительно 150 частных предприятий, задействованных на разных стадиях атомно-военного производства в США в 40-х и 50-х годах. Впоследствии Министерство энергетики (МЭ) США выпустило "внутренний рабочий список", содержащий более 570 предприятий, как частных, так и государственных, которые, вероятно, принимали участие в работе, связанной с ядерным оружием. Некоторые из этих предприятий выполняли работу, схожую с той, что выполнялась на трех заводах, рассматриваемых в данной статье; у остальных были другие функции.

В апреле 2000 г. после нескольких десятилетий отрицания МЭ признало, что в результате воздействия радиоактивности и токсических химических материалов атомно-военное производство нанесло ущерб своим работникам. Львиная доля внимания, вызванная этим заявлением, была отдана работникам крупных правительственных предприятий МЭ. Хотя обеспокоенность официальных кругов конечно же оправдана и уже давно пора было поднять этот вопрос, однако в отчете IEER подчеркивается, что правительство США несет ответственность и за тех, кто работал на частных предприятиях, участвовавших в производстве ядерного оружия. Более того, население в окрестностях предприятий, а также члены семей работников атомно-военной промышленности также могли подвергнуться воздействию радиоактивности и токсических материалов в результате работ, проводимых на этих площадках.

Полный текст отчета IEER (на английском) можно найти в Интернете на сайте USA Today по адресу <http://www.usatoday.com/news/poison/docdex.htm> или получить, связавшись с IEER.

В БЮЛЛЕТЕНЕ

Характеристики урана и тория.....	8
Нормативы годовых доз в США: история.....	9
Риски на АЭС.....	10
Компенсации работникам атомной промышленности.....	12

Все предыдущие номера "Энергетики и безопасности" можно найти в Интернете на сайте IEER

В отчете IEER под названием "Предварительные частичные оценки доз облучения при обработке ядерных материалов на трех предприятиях в 40-х и 50-х годах", подготовленном для газеты USA Today, мы проанализировали некоторые данные о производственных условиях и дозах облучения работников на трех заводах, занимавшихся обработкой ядерных материалов:

- ▶ Simonds Saw & Steel Company, Локпорт, штат Нью-Йорк
- ▶ Harshaw Chemical Company, Кливленд, штат Огайо
- ▶ Electro-Metallurgical Company, Ниагара-Фоллс, штат Нью-Йорк

В 40-х и 50-х годах в отдельные периоды времени на всех трех названных заводах велась обработка урана. На заводе Simonds велась также обработка металлического тория. На этих предприятиях осуществлялись такие технологические операции, как обработка металла прокаткой, которые позже стали проводиться на государственных предприятиях.

Исследование, на котором основывается данная статья, представляло собой предварительную и частичную оценку доз облучения работников, занятых на некоторых видах работ или на некоторых участках. Целью этого исследования ставилось выяснение путем выборочных вычислений, были ли дозы облучения работников, по крайней мере, на некоторых участках или на некоторых категориях работ достаточно высокими, чтобы вызвать серьезную обеспокоенность в отношении последствий для здоровья.

Мы не оценивали внешние дозы облучения. Есть явные указания на то, что по крайней мере в некоторых случаях эти воздействия были достаточно высоки. Мы также не пытались оценить воздействие нерадиоактивных токсических материалов, которое во многих случаях также могло быть достаточно высоким. Исследование специально ограничено по масштабу и имеет частичный характер. Более основательная проработка потребовала бы намного больше данных и документальной информации, а также времени и ресурсов, чем было предусмотрено в данном проекте.

См.: **Забывтое облучение**, с. 3

ПЛОЩАДКИ ПРЕДПРИЯТИЙ, ЗАНИМАВШИХСЯ РАБОТАМИ С ЯДЕРНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ И ПРОАНАЛИЗИРОВАННЫХ В ОТЧЕТЕ IEER



ЭНЕРГЕТИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ

"Энергетика и безопасность" — бюллетень, посвященный вопросам ядерного нераспространения, разоружения и энергетической безопасности. Публикуется четыре раза в год Институтом исследований энергетике и окружающей среде, находящимся по адресу:

Institute for Energy and Environmental Research
6935 Laurel Avenue, Suite 204
Takoma Park, MD 20912 USA
Тел. 1-301-270-5500; факс 1-301-270-3029
Электронная почта: michele@ieer.org
Адрес в Интернете: <http://www.ieer.org>

Институт исследований энергетике и окружающей среде (IEER) обеспечивает общественность и официальные лица надежными, ясными и глубокими исследованиями по широкому кругу вопросов. Целью IEER является привнесение научного анализа в деятельность общественности для демократизации и создания более здоровой окружающей среды.

Сотрудники IEER:

Аржун Махиджани — президент
Лиза Ледудж — координатор по внешним связям
Мишель Бойд — координатор по международным связям
Энни Махиджани — научный сотрудник
Шрирам Готаль — научный сотрудник
Луис Чаммерс — заведующий библиотекой
Дайана Коу — бухгалтер
Бетси Турло-Шилдс — администратор

Благодарим наших спонсоров:

Выражаем благодарность нашим спонсорам, благодаря поддержке которых стало возможным осуществление нашего международного проекта:

W. Alton Jones Foundation, John D. and Catherine T. MacArthur Foundation, Ford Foundation, HKN Foundation

Мы также благодарим других спонсоров IEER:

Public Welfare Foundation, John Merck Fund, Ploughshares Fund, Unitarian Universalist Vestch Program at Shelter Rock, Town Creek Foundation, Beldon II Fund, Turner Foundation, New Land Foundation, Stewart R. Mott Charitable Trust, Rockefeller Financial Services

Мы также благодарим наших читателей, помогающих нашему Институту. Мы высоко ценим Вашу поддержку.

Дизайн: *Cutting Edge Graphics*

Редактор английского издания: *Лиза Ледудж*

Русское издание:

Ответственный: *Елена Коновалова*

Научный консультант: *Олег Бухарин*

Весь тираж "Энергетики и безопасности" распространяется бесплатно

Мы приветствуем перепечатку материалов из этого бюллетеня с соответствующими ссылками. Мы будем признательны за копии тех изданий, в которых воспроизводятся наши статьи.

Выпуск 15 (vol. 9, no. 1) английского издания вышел в свет в декабре 2001 г.

Адрес издательства:
Издательство СО РАН
Лицензия ИР 020909 от 01.09.99
630090, Новосибирск, 90, Морской пр., 2
Тираж: 2500

Мы оценивали дозы, полученные в результате вдыхания урана, путем расчета количества урана, вдыхаемого работником во время обычного рабочего дня на определенном участке или при выполнении определенного вида работ. Средневзвешенные по времени концентрации в воздухе, воздействию которых подвергались работники в течение дня, оценивались для персонала предприятия с учетом времени, проведенного работниками на различных производственных участках. Все расчеты доз, приведенные здесь, являются "ожидаемыми дозами", отражая тот факт, что доза облучения в результате единовременного приема рассматривается на протяжении всего времени нахождения урана в организме².

Предприятие Simonds Saw & Steel Company, Локпорт, штат Нью-Йорк

В период между мартом или апрелем 1948 г. до 1956 г. на предприятии Simonds было прокатано в стержни 25—30 миллионов фунтов металлического урана. На этом предприятии было также прокатано 30 000—40 000 фунтов металлического тория. Работы с ураном и торием велись не на постоянной основе, в остальное время то же самое оборудование использовалось для прокатки стали для коммерческих целей.

Имеется достаточно доказательств, что в результате выполнения работ с радиоактивным материалом помещения завода были серьезно загрязнены. Например, даже уровень загрязнения воздуха на участках, отведенных под столовые, был намного выше допустимых пределов. В результате этого работники подвергались радиационному облучению, даже когда на заводе шла обработка стали — посредством, например, частиц, заново поднятых в воздух. Мы не пытались оценить дозы, полученные работниками во время обработки стали. Мы также не пытались оценить последствия того, что в результате низкой промышленной гигиены пища становилась загрязненной. Учет всех этих факторов привел бы к увеличению оценок доз.

Для расчета оценок доз, полученных в результате обработки металлического урана, мы использовали имеющиеся данные до августа 1954 г. По всему оставшемуся пери-

оду до конца работ в декабре 1956 г. у нас материалов обследования нет. Таким образом, дозы, представленные здесь, являются частичными оценками воздействия, которые дают недооцененные дозы для тех, кто работал на протяжении всего времени обработки радиоактивных материалов.

Мы проводили оценки воздействия в соответствии с классификацией работ. Если один человек выполнял работу на протяжении всего периода, то оценка дозы представляет собой типичную ожидаемую дозу облучения (обсуждение неопределенностей см. ниже). Если работники, выполняющие работу, менялись, тогда эта оценка дозы применялась не к какому-то конкретному человеку, а скорее к цепочке людей, выполнявших эту конкретную работу за указанное время.

По своему составу производственные выбросы на Simonds обычно представляли собой смесь оксидов урана, растворимость которых колебалась от совершенно нерастворимых до средне-растворимых. Для вывода из организма материалов высокой степени нерастворимости, осевших в легких, может потребоваться несколько месяцев или лет, тогда как среднерастворимые материалы могут вывестись в течение нескольких недель. Однако более растворимые формы урана могут также перенестись в почки, что приведет к поражению последних вследствие свойств урана как тяжелого металла.

На рис. 1 показаны оценки доз легких по ряду работ. Работники на одной и той же работе могли получить дозы в несколько раз выше или ниже, чем приведенные, в зависимости от конкретного рабочего времени и условий, а также от индивидуальных различий в обмене веществ.

Работники подвергались также воздействию ториевой пыли. Хотя количество обрабатываемого тория было в 1 000 раз меньше, чем урана, дозы облучения работников, обрабатывавших торий, по-видимому, были весьма значительны, отчасти и потому, что воздействие тория приводит к большим дозам, чем урана.

Работы по обработке тория на заводе Simonds могли вестись всего неделю, а, возможно, и значительно дольше. Исходя из имеющихся данных, мы не можем оценить количество дней — эквивалентов полного рабочего дня, в течение которых велись работы по прокату тория. Поэтому мы рассчитали ториевые дозы, соответствующие одной полной рабочей неделе. По нашим оценкам, дозы

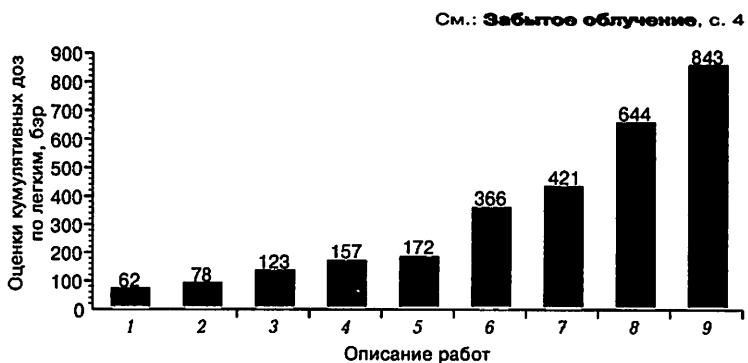


Рис. 1. Частичные оценки кумулятивных доз в расчете на легкие, полученные в результате воздействия урана на заводе Simonds Saw and Steel, с 1 апреля 1948 по 31 декабря 1952 г.

1 — мастер печи, 2 — оператор по выгрузке, 3 — прокатчик № 2 (западный участок), 4 — прокатчик № 1 (западный участок), 5 — бригадир, 6 — маркировщик стержней, 7 — тушение под давлением, 8 — прокатчик № 2 (восточный участок), 9 — прокатчик № 1 (восточный участок).

по костным поверхностям, полученные за одну неделю, колебались от 400 бэр до почти 2 500 бэр, в зависимости от рабочих условий и растворимости тория. У нас нет базы, на основе которой можно выбрать смесь растворимостей, соответствующую имеющимся данным. Если работа велась в течение нескольких недель, то оценки доз будут соответственно выше.

В целом очевидно, что воздействие на конкретных работников, имевших дело с торием, могло быть весьма серьезным. Мы не смогли оценить кумулятивную дозу облучения торием таким же образом, как дозу по урану, поскольку у нас не было даже минимально адекватных данных по концентрациям тория в воздухе на необходимый период времени. Наши оценки доз облучения торием, исходя из одной рабочей недели, указывают на то, что для некоторых работников дозы облучения торием могли быть сопоставимы или даже выше доз облучения ураном. Наконец, если некоторые работники работали как с ураном, так и с торием, то они получали совокупную дозу.

Завод Harshaw Chemical Company, Кливленд, штат Огайо

Завод Harshaw занимался химическими операциями по производству гексафторида урана (UF_6) для работ по обогащению урана. Работы на непостоянной основе начались в рамках Манхэттенского проекта в период Второй мировой войны: высокообогащенный уран использовался для изготовления атомной бомбы, которая была сброшена на Хиросиму. После войны производство UF_6 на заводе Harshaw постепенно увеличилось и особенно расширилось в 1947 г.

Уран на заводе Harshaw был представлен различными формами — от легкорастворимых (гексафторид

урана) до нерастворимых (диоксид урана). Промышленная гигиена была в очень плохом состоянии, при этом в некоторых случаях загрязнение воздуха в среднем по всему рабочему дню превышало максимально допустимые пределы в несколько сотен раз.

Полагая, что рабочие подвергались воздействию такой же смеси урановых соединений, как и та, что наблюдалась на ядерном военном заводе в Ферналде, близ Цинциннати (что скорее всего имело место по крайней мере для некоторой части заводских работников), дозы облучения легких для категории работников с умеренным облучением составляли, в совокупности, сотни бэр. (На рис. 2 приведена столбчатая диаграмма доз облучения персонала на заводе в Harshaw).

В наших вычислениях мы принимали рабочий день равным восьми часам, а месяц, в среднем по году, равным 20 рабочим дням. В том случае, когда работники (т.е., те кто работали долгое время, или в сильно загрязненных условиях, или в некоторых случаях и то, и другое) подвергались наиболее сильному воздействию, кумулятивные дозы для легких составляли тысячи бэр.

Многие работники подверглись повышенному воздействию, свыше предельной дозы, которая в то время составляла 15 бэр в год из расчета на легкие. Средняя величина дозы для легких, полученной работниками, подвергавшимися наибольшему воздействию (8 400 бэр), была эквивалентна эффективной дозе приблизительно в 1 000 бэр. Используя коэффициент риска заболеванием раком, установленный Международным советом по радиационной защите, равный 0,04 % или четыре смертных случая на 10 000 бэр, мы можем оценить, что в результате воздействия в 1 000 бэр вероятность смерти рабочего от рака была 40 %. Это дает увеличение риска заболеванием раком со смертельным исходом на 200 % по сравнению с людьми, не подвергавшимися воздействию.

Если бы уран был представлен более растворимыми соединениями, расчетные дозы облучения и риск заболевания раком были бы меньше, но вероятность тяжелых эффектов токсического поражения почек была бы намного больше. В документах по заводу указывается, что случаи такого поражения почек были зафиксированы.

В рамках ограниченного исследования мы не пытались систематически определять количественно внешние дозы воздействия. Однако даже беглый просмотр документов по Harshaw показывает, что по крайней мере для некоторых работников дозы внешнего облучения, в частности торием-234 и протактинием-234 (бета-излучение), могли быть высокими, что еще более осложняет проблемы, возникающие в результате внутреннего воздействия урана.

Кроме того, при производстве гексафторида урана используется несколько токсических химических веществ, включая фтор. Более того, когда гексафторид

См.: **Забывое облучение**, с. 5

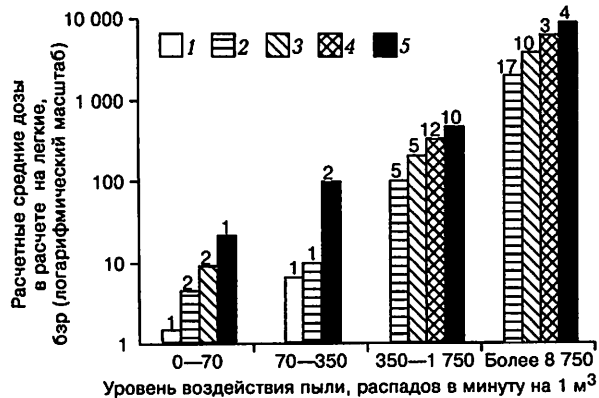


Рис. 2. Средние дозы в расчете на легкие и распределение работников по продолжительности периода работы и уровню воздействия урановой пыли на заводе Harshaw Chemical Company, 1945—1949 г.

1 — воздействие в течение 0—6 месяцев; 2 — воздействие в течение 6—12 месяцев; 3 — воздействие в течение 12—24 месяцев; 4 — воздействие в течение 24—36 месяцев; 5 — воздействие в течение 36—48 месяцев.

урана вступает в контакт с находящейся в воздухе влагой (содержание которой в районе Кливленда, по крайней мере в некоторые периоды года, высоко), он легко соединяется с водяным паром, образуя уранил фтора и крайне токсичную гидрофосфорную кислоту.

Electro-Metallurgical Company
(Electromet), Ниагара-Фоллс, штат
Нью-Йорк

На заводе Electromet металлический уран изготовлялся из четырехфтористого урана (называемого также "зеленой солью"). Этот процесс заключается в смешивании зеленой соли с хлопьями металлического магния и помещении смеси в печь, где зеленая соль восстанавливается до металла. Исторически этот процесс всегда был опасен, иногда происходили выбросы, особенно в условиях напряженного режима работы на предприятиях, характерного для первых двух десятилетий атомной эры. Обычно уран представляет собой смесь умеренно растворимых и нерастворимых соединений, с преобладанием первых; к этой категории относится и зеленая соль.

У нас нет достаточных данных по всему периоду

работы Electromet, начавшемся в период Манхэттенского проекта и кончившемся в 1953 г. Мы знаем, что полная загрузка предприятия по производству металлического урана происходила в конце 40-х; по этому периоду у нас есть некоторые данные о диапазоне концентраций урана в воздухе, обнаруженных в производственных помещениях, а также концентраций в воздухе, усредненных по рабочему дню. Мы выполнили вычисления доз с использованием этих данных в расчете на одного человека в течение 240 рабочих дней (из расчета 48 недель в рабочем году и 5 дней в неделю). Можно полагать, что фактическая доза облучения персонала, проработавшего большую часть времени функционирования завода, была значительно выше. Однако мы не можем полагать, что фактические дозы облучения представляют собой простое кратное рассчитанных доз, поскольку нет достаточно детальных данных по концентрациям в воздухе, чтобы провести даже приблизительный расчет для всего периода.

Промышленная гигиена на Electromet была в очень плохом состоянии. Многие работники явно подвергались чрезмерному воздействию, поскольку повышенная загрязненность окружающей среды на рабочих местах сохранялась на протяжении продолжительных периодов времени. По нашим оценкам для работников,

См.: **Забывтое облучение**, с. 6

IEER ДАЕТ ПОКАЗАНИЯ В КОНГРЕССЕ США О ДОЗАХ ОБЛУЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ ЯДЕРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Двадцать первого сентября 2000 г. Лиза Ледуидж, координатор по внешним связям IEER, дала свидетельские показания в Конгрессе США на слушаниях по вопросу о компенсациях работникам ядерных предприятий. Слушания проводились Подкомитетом по иммиграции Юридического комитета Палаты представителей.

Она говорила о результатах исследований IEER по дозам облучения работников ядерных предприятий и выбросам радиоактивности за пределами объектов. Сюда вошли исследование, заказанное газетой *USA Today* (см. основную статью), выпущенный в 1994 г. анализ доз облучения работников завода Ферналд, штат Огайо, и исследование выбросов за пределами предприятия в Ферналде.

IEER обнаружил, что при тщательном и независимом исследовании результаты анализа говорят о том, что воздействие на работников и выбросы радиоактивности в окружающую среду являются более высокими по сравнению с официальными данными.

В своем свидетельстве IEER предложил Конгрессу три рекомендации:

1. Поскольку много работников страдают заболеваниями и умирают, контроль за здоровьем, лечение и — если необходимо — компенсация им являются в высшей степени приоритетной задачей. Давно уже пора практически признать вину правительства и его подрядчиков в страданиях людей.
2. Важно не заставлять работников доказывать до де-

сятничных знаков свою дозу облучения. Все бремя доказательства должно лежать на правительстве и его подрядчиках, которые не организовали ведение качественных учетных записей, не проводили достаточных измерений и слишком часто убеждали работников в их безопасности, тогда как условия были опасны.

3. Необходимо создать механизм для справедливого и ответственного решения медицинского аспекта проблем наследия холодной войны. Центральное место в этом должно быть отведено работникам, поскольку, в целом, они были наиболее пострадавшей группой людей. Однако должно быть признано, что подвергались воздействию и люди, не работавшие на предприятии, включая членов семей работников, людей, проживающих в районах, расположенных с подветренной стороны, в районах вниз по течению рек, а также других близлежащих районах. Необходимо начать выяснять возможности справедливого и ответственного решения проблем компенсации ущерба, обусловленного дозами облучения, полученными населением.

Свидетельские показания IEER в полном объеме можно найти в Интернете по адресу <http://www.ieer.org/comments/hrg0900.html>. Краткое содержание двух исследований по Ферналду приведено в SDA vol. 5 no. 3, October 1996, которое также можно найти в Интернете по адресу http://www.ieer.org/sdaffiles/vol_5/v5n3_1.html.

занятых в производстве, дозы по легким, полученные в результате воздействия в течение периода длительностью в двенадцать месяцев, будут составлять от более 50 бэр до намного выше 6 000 бэр. Работники, подвергшиеся наиболее сильному воздействию, будут иметь большую вероятность заболевания раком. Можно также ожидать, что может обнаружиться отравление почек тяжелыми металлами в результате воздействия зеленой соли.

Неопределенности

Существует два типа неопределенностей в наших оценках. Во-первых, имеются вариации в условиях, в которых находились рабочие, различия в физиологии, ведущие к разным скоростям обмена веществ, и т.д. Например, некоторые работники на заводе Harshaw скорее всего имели дело в основном с нерастворимыми соединениями урана, тогда как другие могли сталкиваться преимущественно с растворимыми. В значительной степени в силу того, что дозы зависят в большой степени от предполагаемой растворимости вдыхаемого материала, исходя из одних и тех же данных по концентрациям в воздухе можно получить сбивающее с толку множество оценок доз.

Второй тип неопределенностей обусловлен неопределенностью измерений концентраций в воздухе, флуктуациями этих концентраций от одного дня к другому, расчетами коэффициентов преобразования дозы для любой определенной химической формы урана и оценками эффекта радиационного облучения.

Оценки частичных доз облучения в пределах любой группы работников вполне могут быть в несколько раз ниже или выше, чем дозы, рассчитанные здесь. Поскольку у нас нет данных для оценки индивидуальных доз облучения персонала или даже для того, чтобы определить, можно ли надежно осуществить такие оценки, относительно низкая доза для определенной категории работ может не соответствовать низкой дозе для конкретного работника. Ограниченная природа этого исследования и предварительная и частичная природа расчетов не оправдывают чрезмерных усилий по строгому анализу неопределенностей. Мы рекомендуем предпринять более тщательно спланированные усилия с более полным набором данных. Однако есть достаточно доказательств, чтобы прийти к вполне определенному заключению, что вследствие плохих производственных условий многие работники подвергались очень высоким воздействиям, намного выше, чем предписывалось действующими в то время нормативными документами.

В дополнение к этим неопределенностям, наши оценки имеют частичный характер, поскольку мы не включили дозу внешнего облучения и поскольку в неко-

торых случаях мы не смогли оценить дозу за весь период рабочего времени. Учет этого фактора может привести к тому, что оценки доз будут систематически выше приведенных значений.

Ложные заверения

Имеется достаточно доказательств, что руководство предприятий, а также правительство США, которое заключало с этими частными компаниями контракты на обработку материалов для своей программы по атомному оружию, были хорошо осведомлены о том, что работники этих заводов подвергались чрезмерному воздействию в течение продолжительного времени. Имеются также доказательства того, что правительство США намеренно дезинформировало работников относительно медицинских проблем и проблем безопасности тем, что утаивало от них факт ненадлежащих производственных условий, а также тем, что не обеспечило необходимый уровень контроля доз облучения, в том числе регулярные массовые анализы мочи, что предусматривалось в таких условиях.

В ряде документов говорится о неудовлетворительном контроле загрязнения, а также о том, что рекомендации по улучшению условий лишь иногда принимались во внимание. Например, при обсуждении проблем на заводе Harshaw в одном документе заявляется, что:

Эти результаты [90 % работников завода подвергаются воздействию, превышающему "предпочтительный уровень" загрязнения, при этом 76 % подвергаются воздействию в 10—374 раза выше этого уровня] согласуются с результатами других обследований ОУНН [Оперативного Управления по Нью-Йорку] и показывают, что оборудование и процедуры, используемые в настоящее время для контроля альфа-излучающей пыли и испарений, совершенно неудовлетворительны³.

В некоторых случаях проявлялась нерешительность в трате денег на исправление проблем на заводах, которые, как ожидалось, будут переведены в разряд резервных и не будут больше использоваться в производстве. По крайней мере за год до того, как предприятие Electromet должно было перейти в разряд запасных, в одном из документов Комиссии по атомной энергии отмечалось, что:

Для того чтобы обеспечить должный контроль за пылью, потребовалось бы потратить существенную сумму денег (50 000—100 000 долларов). Как и ранее, вопрос о том, будет ли исправлена ситуация с обширным воздействием

См.: **Забывтое облучение**, с. 7

пыли, будет зависеть от политического решения в отношении целесообразности использования средств для приведения резервных заводов в удовлетворительное с точки зрения здравоохранения состояние ... В течение последующих нескольких месяцев мы ожидаем, что небольшие изменения в системе вентиляции производства несколько улучшат положение с воздействием пыли⁴.

В одном документе явно указывается на практику утаивания от работников информации о рисках для здоровья на рабочих местах. В письме вице-президенту завода Harshaw Chemical Co., датированном январем 1948 г., менеджер ОУНЙ Комиссии по атомной энергии США писал: "... очевидно, что на Участке С наблюдаются концентрации, намного превышающие предпочтительный уровень". В том же самом письме он заявляет, что работникам Участка С было сообщено и в дальнейшем будут сообщать, "что все наши учетные записи показывают отсутствие какой-либо особой опасности ..."

Выводы

Производственные условия на этих трех заводах были очень плохими и одними из самых тяжелых среди всех заводов США. Из наших выборочных вычислений следует, что дозы облучения у многих работников, вероятно, превышали пределы доз из расчета на легкие приблизительно на 15 бэр в год по отношению к нормам 1949 г. Данные и наши вычисления говорят, что рабочие, подвергшиеся наибольшему воздействию, имели в результате последнего высокую вероятность смертности от рака. Следует помнить, что мы пришли к этому выводу несмотря на частичный характер наших вычислений, не охватывавших все периоды функционирования завода и все виды доз. Среди работников, подвергавшихся воздействию более растворимых форм урана, вероятно, имели место также другие типы медицинских проблем, включая повреждение почек.

У нас нет сопоставимых данных по атомно-военным предприятиям Советского Союза, на которых велись работы с ураном в период с конца 40-х до начала 50-х годов. Некоторые данные по дозам внешнего облучения на реакторе и радиохимическом предприятии на Южном Урале были сообщены. Прежде, основываясь на имеющихся данных, мы полагали, что дозы воздействия на работников в Советском Союзе были намного выше,

чем в США⁵. Однако частичные оценки, которые мы здесь получили, столь высоки, что такое предположение в отношении многих работников на этих забытых атомно-военных заводах нуждается, по-видимому, в пересмотре.

Мы должны также отметить, что ущерб здоровью семьям работников и гражданскому населению мог быть нанесен каким-либо еще путем, который мы не определили в предварительном отчете.

Одно новое заключение, которое возникло из нашего исследования по заводу Simonds, заключается в том, что дозы радиационного облучения в результате обработки тория-232 были высокими. Такая обработка имела место и в нескольких других местах (включая, например, завод в Ферналде). Этому вопросу надо дать более тщательную оценку, поскольку возможно, что дозы облучения работников, их семей и лиц гражданского населения в результате обработки тория могли быть больше, чем ожидалось, несмотря на относительно небольшие количества (по сравнению с ураном) тория, подвергавшегося обработке.

Ясно, что воздействие атомного военного производства на общество намного больше, чем это представлялось. Задачи контроля здоровья людей и медицинского обеспечения пострадавшего населения, а также экологической очистки оказываются еще более сложными, чем ожидалось ранее.



1. Аржун Макхиджани является президентом IEER. Фрэнк — директор по науке Института IFEU (Institut für Energie und Umweltforschung GmbH) в Гейдельберге, Германия. Во время подготовки отчета Зерриффи был старшим научным сотрудником IEER.
2. Мы использовали коэффициент преобразования доз, установленный Управлением по охране окружающей среды США (K.F. Eckerman et al., *Limiting Values of Radionuclide Intake and Air Concentration and Dose Conversion Factors for Inhalation, Submersion, and Ingestion*, Federal Guidance Report Number 11. Washington, DC: US Environmental Protection Agency, 1988). Детальную информацию по методологии и использованным предположениям, а также другие сведения можно найти в полном отчете в Интернете на сайте USA Today <http://www.usatoday.com/news/poison/docdex.htm>.
3. *Monthly Status and Progress Report for December 1948*. January 5, 1949. P. 17. Отчет, подготовленный В. И. Келли, менеджером Оперативного Управления по Нью-Йорку (ОУНЙ) Комиссии по атомной энергии.
4. U.S. Atomic Energy Commission, New York Operations Office. *Health Hazards in NYOO Facilities Producing and Processing Uranium (A Status Report — April 1, 1949)*. Подготовлен Медицинским отделом ОУНЙ, издан 18 апреля 1949, стр. 31.
5. Arjun Makhijani et al., eds., *Nuclear Wastelands: A Global Guide to Nuclear Weapons Production and Its Health and Environmental Effects*. Cambridge, MA: MIT Press 1995, Chapter 7, p. 367.

Характеристики урана и тория

На заводах, проводящих обработку ядерных материалов, присутствуют различные формы урана, начиная от гексафторида урана (UF_6) до нерастворимого диоксида урана (UO_2). Гексафторид урана легко соединяется с водяным паром, образуя при этом гидрофосфорную кислоту, крайне едкое вещество¹. Такие же процессы также наблюдаются на заводах, занимающихся обработкой тория.

	Уран	Торий
Атомный символ	U	Th
Источник	Встречается в природе в малых количествах	Встречается в природе в малых количествах
Наиболее распространенные формы	Уран — радиоактивен, а также химически токсичен. В природе встречаются три изотопа урана. В природном уране изотоп U^{238} составляет 99,284 % от общего веса, U^{235} — 0,711 %, U^{234} — 0,005 %. U^{235} используется в производстве ядерного оружия и на АЭС. Однако в этом случае U^{238} часто преобразуют в Pu^{239}	Торий — радиоактивен, а также химически токсичен. В природе встречаются три основных изотопа: Th^{232} является первичным радионуклидом, а Th^{234} и Th^{230} существуют в природе как продукты распада урана
Распад²	Альфа-частицы, гамма-лучи низкой энергии	Альфа-частицы, гамма-лучи низкой энергии
Воздействие	Уран встречается в природе и поэтому в малых концентрациях присутствует в пище, воде и воздухе. Повышенное воздействие обычно характерно при тех видах деятельности, при которых приходится сталкиваться с большим количеством урановой пыли, как, например, при добыче и обработке ядерных материалов	Торий встречается в природе и поэтому может присутствовать в пище, воде и воздухе. Повышенная вероятность серьезного воздействия наблюдается там, где присутствует ториевая пыль, например, на рабочих местах
Выведение	Частицы, попавшие в легкие, могут вылететь наружу при кашле или при выдохе или могут попасть в кровь, пройти через почки и вывестись с мочой. Урановые частицы, попавшие с пищей, могут вывестись с калом. Некоторые частицы задерживаются в организме, где они могут накопиться в легких или попасть в кровоток и накопиться в костной ткани	Пути вывода такие же, как и урана
Медицинские последствия	Поскольку альфа-частицы и гамма-излучение, испускаемые ураном, относительно слабы, уран, находящийся вне организма, представляет небольшую опасность для здоровья. Однако, у шахтеров урановых рудников и животных, которые поглощают большие количества урана, наблюдались заболевания почек, относимые на счет токсических химических свойств элемента. Вследствие радиоактивных свойств урана облучение им увеличивает риск заболевания раком легких, костей, мягких тканей и лейкемии, особенно при вдыхании его или попадании его внутрь с пищей. Исследования на животных показывают, что уран может воздействовать на репродуктивную функцию, а также на развивающийся плод. Кроме этого уран-238 распадается на опасные радионуклиды, такие как радий-226 и радон-222	Диоксид тория классифицируется Агентством США по регистрации токсических веществ и заболеваний как "известный канцероген". Результаты исследований на животных говорят о том, что торий может поглощаться через кожу, но вне организма торий не представляет большой опасности для здоровья. Было показано, что работники, которые подверглись воздействию тория, обладают повышенным риском заболевания раком легких, болезнями легких, раком поджелудочной железы. Было также показано, что торий вызывает заболевания печени, болезни крови, а также вызывает изменения в генетическом материале. Было показано, что сильные кратковременные (одноразовые) дозы воздействия на животных приводят к отравлению металлом. У животных, подвергнутых воздействию тория, наблюдались врожденные дефекты

Источники: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, *ATSDR Public Health Statement: Uranium*, Atlanta, December 1990; and Agency for Toxic Substances and Disease Registry, *ATSDR Public Health Statement: Thorium*, Atlanta, October 1990.

1. Химическое уравнение этой реакции: $UF_6 + 2H_2O \rightarrow UO_2F_2 + 4HF + \text{тепло}$ (UO_2F_2 — уранилфторид).
2. Ядра радиоактивных элементов нестабильны, т.е. они преобразуются в другие элементы, обычно в результате испускания частиц (а иногда поглощения их). Этот процесс известен как радиоактивный распад. Распад урана и тория приводит к высвобождению альфа-частицы и испусканию слабого гамма-излучения.

Краткая историческая сводка по нормативным пределам годовых доз в США

В таблице приведена краткая сводка основных норм по радиационной защите персонала по мере их развития в США. В общем, с течением времени нормы становятся более жесткими. В первые годы пределы доз для населения были такие же, как для работников, но в конце 50-х они были снижены до одной десятой нормы для работников, а в 1988 г. стали еще ниже. Здесь приведены только те года, когда были проведены наиболее важные изменения.

Год	Предел дозы, как указано в нормативном документе ¹	Предел годовых доз ²	Источник ³	Комментарии
До 1949	0,1 Р/день ⁴	36,5 Р	Руководство НБС № 18	30 Р было пределом годовой дозы из расчета 300 рабочих дней
1950	0,3 Р/неделя 3,9 Р/13 недель	15,6 Р	Руководство НБС № 18	В двух разных отчетах были приведены два значения предела доз (вторая колонка), которые в конце концов приводят к одному и тому же результату. 15 Р было пределом дозы из расчета 50 рабочих недель в году
1954	0,3 Р/неделя (максимум) 15 бэр/год ⁵	15 бэр	Руководство НБС № 59	Отмечает начало использования бэр при определении пределов доз. За любую данную неделю допускается максимальная доза облучения в 0,3 Р
1958	3,0 бэр/13 недель 5(N-18) ⁶	В среднем 5 бэр в год. См. комментарии	Приложение к руководству НБС № 59	Впервые вводится понятие предел дозы за более чем один год. Средняя доза за период в несколько лет не должна превышать 5 бэр в год. См. примечание 6
1988	5 бэр/год	5 бэр	Приказ МЭ 5480.11 ⁷	Внутренняя и внешняя доза суммируются путем расчета эффективной эквивалентной дозы из расчета на все тело

1. Эти пределы доз были установлены Министерством энергетики (МЭ) США и предшествующими ведомствами: Комиссией по атомной энергии (КАЭ, 1947—1974), Управлением по энергетическим исследованиям и разработкам (УЭИР, 1974—1977), МЭ (1977 — далее). Все значения являются пределами как внешних доз облучения, так и внутренних воздействий, по которым критическим органом являлось все тело, за исключением 1988 г., когда требовалось включать дозу внешнего и всех внутренних воздействий.
2. Для первых двух приведенных значений предел годовой дозы выводится с использованием значений по предельной дневной или недельной дозе.
3. В 40-е и 50-е годы Национальное бюро стандартов (НБС) опубликовало стандарты для всех работников, подвергающихся облучению, и КАЭ и последующие сменившие его ведомства приняли эти стандарты на своих военных заводах, опубликовав внутренние руководства и приказы по радиационной защите.
4. Р — рад или поглощенная доза радиации, которая является

единицей поглощенной дозы, эквивалентной поглощению 100 ЭрГ энергии на грамм ткани.

5. Бэр = биологический эквивалент рентгена или единица поглощенной дозы, которая учитывает относительную биологическую эффективность (ОБЭ) или относительное биологическое повреждение, вызванное ионизирующим излучением, которое различными путями передает энергию тканям.
6. Средний предел дозы для работников был вычислен за период в несколько лет. Предполагалось, что работники будут старше 18 лет. Формула 5(N-18) дает кумулятивную максимально допустимую дозу для работника возрастом N лет. Средним пределом дозы за год является 5 бэр.
7. До приказа МЭ 5480.11 общий предел дозы должен был включать любые внутренние воздействия, для которых критическим органом было все тело. По МЭ 5480.11 необходимо было включать полувековую эффективную эквивалентную дозу по всем внутренним воздействиям. До 1988 г. эффективная эквивалентная доза не рассчитывалась как часть условий по соблюдению правовых норм.

Исследования рисков на атомных электростанциях: удручающее качество

Дэвид ЛОХБАУМ¹

В результате аварии на атомной электростанции США может погибнуть больше людей, чем погибло при взрыве атомной бомбы, сброшенной на Нагасаки². Последствия в финансовом отношении могут также быть катастрофическими. Авария в 1986 г. на Чернобыльской атомной электростанции стоила бывшему Советскому Союзу в три с лишним раза больше, чем суммарный экономический эффект, накопленный в результате работы всех советских АЭС, эксплуатировавшихся в 1954—1990 гг.³

Однако риск не определяется только последствиями. Важную роль здесь в равной степени играет вероятность аварии. Когда последствия так тяжелы, как в случае аварии на АЭС, разумное управление риском требует снижения ее вероятности до очень малых значений. Комиссия по ядерному регулированию (КЯР) пытается ограничить риск для населения при эксплуатации АЭС на уровне менее одного процента того риска, которому население подвергается всеми другими источниками аварий.

Союз обеспокоенных ученых (СОУ) изучил, как определяются оценки рисков на АЭС и как эти оценки используются. Мы пришли к выводу, что эти оценки весьма недостоверны и что результаты используются некорректно и увеличивают — а не снижают — угрозу американскому народу.

Оценки рисков на АЭС не являются собственно оценками рисков, потому что потенциальные последствия аварий не оцениваются. Вычисляются просто вероятности аварий — только половина уравнения риска. Более того, вычисления вероятности аварий серьезно некорректны. Они опираются на предположения, противоречащие практическому опыту эксплуатации.

Все анализы вероятности основываются на некоторых предположениях. Например, когда вы рассчитываете, что вероятность выпадения “орла” (или “решки”) составляет 50 %, вы предполагаете, что монета не падает на ребро. Вероятностные оценки рисков (ВОР) на АЭС опираются на многочисленные нереалистичные предположения, которые противоречат фактическим данным, полученным в ходе эксплуатации АЭС⁴.

Предположение: Станции работают в рамках технических спецификаций и прочих нормативных требований.

Факт: Каждый год имеется более 1 000 нарушений технических спецификаций и нормативных требований.

В результате этого нереалистичного предположения частота случаев повреждения активной зоны реактора, рассчитанная по ВОР, получается весьма заниженной. Основываясь на предположении, что аварийное оборудование соответствует требованиям техники безопасности, когда на самом деле оно этим требованиям не соответствует, расчеты ВОР дают лучшие показатели реакции станции, чем это подтверждается реальностью. Другими словами, частота случаев повреждения активной зоны реактора в действительности выше, чем исходя из ВОР.

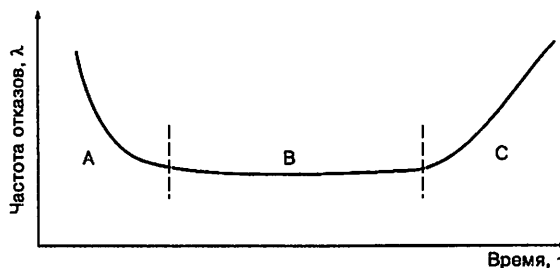
Предположение: Проектирование и строительство АЭС полностью соответствует нормам.

Факт: При оценках риска предполагается, что проблемы проектирования и строительства равны нулю, тогда как каждый год обнаруживаются сотни проблем. Отдел КЯР по анализу и оценке эксплуатационных данных документально подтвердил 3 540 проектных ошибок, о которых было сообщено в период с 1985 по 1994 г.⁵ Это значит, что в США в течение десяти лет на АЭС практически каждый день обнаруживалась конструктивная ошибка.

Предположение: Станции не подвержены старению, т.е. отказы оборудования происходят с постоянной частотой.

Факт: КЯР выпустила более сотни технических отчетов об ухудшении качества клапанов, труб, электродвигателей, кабелей, бетона, переключателей и емкостей на АЭС, вызванном процессом старения⁶. В этих отчетах показано, что процесс старения частей АЭС идет по “корытообразная” кривой, показанной на рисунке ниже. Ярким примером эффектов старения является авария, произошедшая в 1986 г. Четверо рабочих погибли на АЭС в штате Вирджиния от ожогов паром в резуль-

См.: Риски на АЭС, с. 11
Примечания, с. 14



Корытообразная кривая частоты отказов.

тате прорыва трубы, подвергшейся коррозии с течением времени⁷. Однако в большинстве случаев при вычислении ВОР полагают, что никаких эффектов старения *нет*.

Предположение: Корпус высокого давления ядерных реакторов никогда не выходит из строя.

Факт: Опыт показывает, что это предположение имеет столько же трещин и дефектов, сколько и сами корпуса высокого давления. В 1995 г. СОУ опубликовал отчет о том, в каком хрупком состоянии находятся корпуса высокого давления ядерных реакторов на АЭС⁸. Например, станция Янки Роу в штате Массачусетс была зарыта в 1992 г., поскольку со временем корпус высокого давления ее реактора стал хрупким. Хрупкий металл может расколоться, как горячее стекло при погружении в холодную воду. Несмотря на закрытие станции Янки Роу и документальные подтверждения увеличения хрупкости на многих других АЭС, в исследованиях рисков продолжает приниматься *нулевая* вероятность выхода из строя корпуса высокого давления ядерных реакторов.

Предположение: Персонал АЭС допускает незначительное количество серьезных ошибок.

Факт: В отчете, выпущенном в феврале 2000 г. Национальной инженерной и экологической лабораторией Айдахо (INEEL), показано, что неоправданные предположения о поведении работников продолжают оставаться проблемой. Исследователи из INEEL проанализировали 20 недавних эксплуатационных событий на атомных электростанциях и пришли к выводу, что “Большая часть существенных факторов человеческих действий, обнаруженных в этом анализе эксплуатационных событий, отсутствуют в современных схемах расчета вероятностных оценок риска, ... [которые] не очень хорошо решают проблемы тех видов латентных ошибок, многочисленных повреждений и других типов ошибок, которые, как было определено в результате анализа, являются важными при этих эксплуатационных событиях”⁹.

Предположение: Риск ограничивается повреждением активной зоны реактора.

Факт: Схемы расчета ВОР определяют только вероятности событий, ведущих к повреждению активной зоны реактора. В них не рассчитывается вероятность других событий, могущих привести к выбросу радиации, таких как повышение критичности топлива в бассейнах с отработанным топливом или разрыв больших емкостей, наполненных радиоактивными газами. Некоторые из этих игнорируемых событий могут привести к серьезным последствиям. Например, по оценкам исследователей Национальной лаборатории Брукхэйвена авария в бассейнах с отработанным топливом мо-

жет привести к такому выбросу радиоактивного материала, что в результате погибнут десятки тысяч людей¹⁰.

История показывает, что вероятность того, что подброшенная монета приземлится на ребро, выше по сравнению с той, что эти предположения окажутся реалистичными. Нереалистичные предположения вычислений ВОР делают нереалистичными их результаты. Выражаясь языком программистов, “введешь неверную информацию — получишь неверную информацию”.

Далее, КЯР требует, чтобы владельцы АЭС выполняли все расчеты, но не устанавливает минимальные стандарты для расчета вероятности аварий. Таким образом, для практически идентичных конструкций станций сообщаемые вероятности варьируют в широких пределах. Четыре приведенные ниже примера ярко иллюстрируют проблему:

- ▶ АЭС Вулф Крик в штате Канзас и АЭС Каллавай в штате Миссури были построены как близнецы, с использованием одной и той же стандартной конструкции Westinghouse. Однако утверждается, что некоторые события на Каллавей приведут к повреждению активной зоны реактора с вероятностью в 10—20 раз большей, чем те же самые события на Вулф Крик.
- ▶ АЭС Индиан Пойнт 2 и 3 построены по одному и тому же проекту Westinghouse и расположены в непосредственной близости друг от друга в штате Нью-Йорк, но эксплуатируются различными компаниями. На бумаге на станции Индиан Пойнт 2 вероятность аварии на 25 % выше, чем на станции-“сестре”.
- ▶ АЭС Секвойя и Ватт Бар в штате Теннесси были построены по одному и тому же проекту Westinghouse. Обе станции эксплуатируются одним и тем же владельцем. Первоначально было рассчитано, что вероятность аварии на новой станции, Ватт Бар, примерно в 13 раз больше, чем на станции-“сестре”. После того, как расчеты провели заново, вероятность аварии на Ватт Бар стала только в два раза выше.
- ▶ Атомные электростанции, спроектированные General Electric, оборудованы резервной системой для остановки реактора в случае, если обычная система управления стержнями не сработает. На бумаге эта резервная система выглядит в высшей степени надежной. Однако практический опыт показывает, что она далеко не так надежна, как это утверждается по оценкам риска.

Положение дел усугубляется тем, что КЯР позволяет владельцам АЭС увеличивать риски еще больше посредством сокращения их расходов на испытания и

КОМПЕНСАЦИЯ РАБОТНИКАМ, ЗАНЯТЫМ В АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В

октябре 2000 г. Конгресс США принял и президент Клинтон утвердил Закон о компенсациях работникам энергетической промышленности при профессиональных заболеваниях. Это пакет законодательных актов, направленных на обеспечение охраны здоровья и компенсации группе работников, занятых в ядерной военной промышленности, которые пострадали в результате профессионального облучения, а также воздействия бериллия и плутония.

Это стало определенной вехой в федеральных программах по компенсации. Закон предусматривает помощь работникам, чьи профессиональные заболевания в течение многих лет отрицались правительством. Он также упрощает позицию тех, кто будет начать процедуру рассмотрения вета, признания района, постановки диагноза по содействию военными предприятиями атомной промышленности. Однако законодательство все же не будет распространяться на всех работников ядерно-военного производства, пострадавших от радиационного облучения и воздействия токсических веществ на рабочих местах.

Программа включает в себя следующие положения:

Работники или их оставшиеся в живых наследники, имеющие право на компенсацию, получают единовременную выплату в размере 15 000 долларов. В эту категорию попадают группы работников Ми-нистерства энергетики (МЭ) и Огря-пострадавшие от ливневых поражений, воздействия бериллия или плутония в период работы в программах МЭ, связанных с ядерным оружием. Наследники могут получить иск от лица работников, попавших под эту категорию.

Федеральная программа предоставляет медицинские льготы по лечению профессиональных заболеваний для работников, имеющих на это право.

Для "особого контингента лиц, подвергшихся воздействию" — работников, болящих радиационным раком, — программа предоставляет медицинскую помощь, включая лечение, обследование, диагностику, профилактику и реабилитацию. К особому контингенту могут быть отнесены политики острова Аляска во время ядерных испытаний, к особому контингенту могут быть отнесены и другие категории работников, в случае если Президент США, назначенный ответственным за выплаты, установит, что (1) практически невозможно оценить с достаточной точностью дозу облучения, полученную данной категорией работников; и (2) существует обоснованная вероятность того, что полученная ими доза облучения могла повлиять под угрозу здоровья работников данной категории.

Лица, страдающие радиационным раком, не попадающие под определение "особого контингента лиц, подвергшихся воздействию",

будут получать право только в том случае, если заболевание раком обусловлено, или по крайней мере, не исключено, что обусловлено "их работой, связанной с ядерным оружием". Это означает, что для того чтобы данный рабочий стал правообладателем, требуется, по крайней мере, установление (аппелии) слова: вероятность заболевания определенным видом рака у этого работника должна быть в два раза выше, чем у человека, не подвергнувшегося воздействию. Этот критерий доказанности может оказаться причиной того, что многие работники, подвергшиеся профессиональному воздействию, не будут включены в число имеющих право на компенсацию, несмотря на дискриминационные заболевания, отнесенных к категории компенсационных, а также несмотря на то, что их дозы облучения могли быть выше, чем допустимо по закону. Эффект этого критерия может быть неслучайным. Эффект по его применению (см. ниже) будет различаться в зависимости от того, каково будет руководство по его применению (см. ниже). В соответствии с законодательством дискриминация будет в результате определенной дозы облучения будет различаться с законодательством дискриминация будет различаться с использованием термина "вероятно 99-процентного доверительного интервала вероятности причинности в радиобиологических таблицах". Это означает, что вероятность причинности, исходя из знания для расчета риска, будет выше для данной дозы, чем если бы использовалась медицинская оценка. Это также до какой-то степени смягчит эффект столь высоко (уравнение нормального риска) установленной планки для правообладания.

финансирование программы расходов на компенсацию будет решаться каждый год, сколько денег поместить в фонд, поскольку расходы будут обязательствами и будут обладать иммунитетом против ежегодного изменения бюджета. Другим преимуществом программы является то, что выплаты в США являются программой социального обеспечения).

Компенсация болящим шахтерам урановых шахт, а также работникам, занятым на добычи и на переработке урана, которые попадают под действие другого закона о компенсациях при радиационном облучении, — будет увеличена со 100 000 долларов до 150 000 долларов, кроме того, по новому законодательству для них предусматривается страхование на случай болезни.

В данном законодательном акте указывается, что к 15 марта 2001 г. Президент представит Конгрессу законопроект о реализации программы компенсации. Законопроект будет содержать типы претензий, законности, разъяснение, будет ли расширен особый контингент лиц, подвергшихся воздействию, и войдут ли в него новые категории работников, а также будет ли расширена программа и будет ли она охватывать другие заболевания, связанные с воздействием токсичных веществ. До 31 июля 2001 г. Конгресс будет действовать в соответствии с предложением Президента. Если правительство не введет в действие окончательный документ до этого срока, то

См.: Компенсация, с. 13

Компенсации со с. 12

с 31 июля 2001 г. некоторые разделы существующего законодательства автоматически вступят в силу, включая положения о компенсациях и медицинских льготах определенной группе работников атомных предприятий, а также занятых на урановом производстве.

В случае, если работники или их семьи примут одновременную выплату или медицинские льготы, им не будет разрешено предъявлять иск правительству или его подрядчикам. Выплата по этому закону будет рассматриваться как полное урегулирование претензии к США, к подрядчику и субподрядчику МЭ, поставщику бериллия или работодателю на ядерных военных предприятиях по поводу болезней, на которые закон распространяет свое действие.

Закон не направлен на решение вопроса, связанного с людьми, не являющимися работниками атомных предприятий, но на которых сказались последствия производства и испытаний ядерного оружия. В нем также не предусматриваются медицинские льготы членам семей работников, которые могли получить заболевание в результате воздействия. В том виде как есть, закон не возмещает работникам потерь в заработках вследствие профессиональных заболеваний. Также не ясно, все ли работники (включая и работавших на частных предприя-

тиях, подобных тем, которые описаны в главной статье на с. 1) будут иметь право на компенсации.

По оценкам правительства под действие этой программы попадут 4 000 бывших работников ядерно-военного производства по всей стране. Для начала реализации этой программы Конгресс одобрил сумму в 275 миллионов долларов, которые пойдут на эту программу в текущем году. По оценкам Бюджетного управления Конгресса, по этой программе в течение последующих 10 лет работники получат 1,4 миллиарда долларов в виде льгот, а работники урановых предприятий получат дополнительно 450 миллионов долларов. Программа была принята как часть законопроекта о бюджете на оборону на 2001 финансовый год.

Подробную информацию по Программе компенсации работникам ядерных предприятий можно найти в Интернете на сайте МЭ <http://tis.eh.doe.gov/portal/feature/tifexcovv.html>.

1. К радиогенному раку относятся рак желчной протоки, костей, мозга, груди, толстой кишки, пищевода, желчного пузыря, почек, печени, легких, яичника, поджелудочной железы, гортани, слюнной железы, тонкой кишки, желудка, щитовидной железы и мочевого пузыря, а также лейкомиа (за исключением хронической лимфоцитарной лейкомиа), лимфомы (за исключением болезни Ходжкинса) и множественная миелома.

Риски на АЭС со с. 11

надзор за оборудованием систем безопасности. КЯР санкционирует эти сокращения, основываясь на неполных и неточных оценках вероятности аварий.

Когда КЯР узнает, что АЭС не соблюдает федеральные правила безопасности, она, чтобы рассчитать риск, полагается на расчетные вероятности аварии. Под постоянным давлением со стороны ядерной промышленности КЯР недавно приняла концепцию “регулирования, основанного на проинформированном риске”, в которой многие правила безопасности исключаются, а содержание других существенно урезается на основе результатов оценок риска. Критическим вопросом тогда становится, а являются ли оценки рисков достаточно точными, чтобы на них можно было положиться для этих целей?

В общем, риск возникновения крупной аварии на любой АЭС неизвестен, поскольку, хотя вероятность аварии была оценена (пусть и с дефектными предположениями и противоречивыми определениями и процедурами), ее последствия не были оценены. Ниже будут привлечены другие источники для обеспечения недостающих фрагментов шарады о рисках.

Авария на АЭС может нанести вред населению в результате выброса радиоактивных материалов. Радиоактивные материалы испускают альфа-частицы, бета-частицы, гамма-лучи и/или нейтроны. Эти эмиссии называются “ионизирующим излучением”, поскольку при взаимодействии с веществом частицы вызывают образование ионов¹¹.

После аварии на Три Майл Айленд в 1979 г. Национальная лаборатория в Сандии провела оценку потенциальных последствий аварий на реакторе, при которых в атмосферу выбрасывается большое количество радиации. По каждой станции, работавшей в то время или близкой к вводу в эксплуатацию, лабораторией были определены количество радиации, выбросы которой могли бы произойти в случае крупной аварии, погодные условия данной области и население, проживающее в районах в направлении распространения ветра от станции. Было оценено, сколько людей погибнут и скольким будет причинен ущерб в течение первого года после аварии вследствие радиационного облучения. Было также оценено, сколько умрут позже от болезней, вызванных облучением, таких как рак. Диапазон оценок смертности на ранних этапах составлял от 700 для небольшого реактора до 100 000 для одного из самых крупных. Оценки смертности от рака варьировали от 3 000 до 40 000. Оценки пострадавших — от 4 000 до 610 000. Для сравнения: в результате взрыва атомной бомбы, сброшенной на Хиросиму, погибло 140 000 людей, а бомбы, сброшенной на Нагасаки, — 70 000¹².

Неполные и неточные данные по оценкам риска на АЭС не дают КЯР прочного основания, чтобы двигаться в направлении “регулирования на основе проинформированного риска”. До того, как КЯР предпримет следующий шаг в сторону “регулирования на основе проинформированного риска”, она должна выполнить следующее:

1. Установить минимальный стандарт для оценок риска на АЭС, в который будут включены надлежащие методы для:

См.: Риски на АЭС, с. 14

- а) учета того факта, что АЭС могут не соответствовать всем техническим спецификациям и нормативным требованиям;
 - б) учета того факта, что на атомных электростанциях могут быть проектные, монтажные и строительные ошибки;
 - в) решения проблемы старения оборудования;
 - г) рассмотрения вероятности выхода из строя корпуса высокого давления ядерного реактора;
 - д) решения проблемы человеческих действий;
 - е) учета событий, отличных от повреждения активной зоны реактора, при которых работники АЭС и простые граждане могут подвергнуться воздействию радиоактивных материалов (например, аварии на бассейнах с отработанным топливом и прорывы емкостей с радиоактивными отходами);
 - ж) учета последствий аварий на АЭС для работников АЭС и простых граждан;
 - з) подтверждения предположений, используемых в оценках рисков и
 - и) обновления оценок рисков при изменении предположений.
2. Потребовать от всех владельцев АЭС определять оценки рисков — а не вероятности рисков, которые бы соответствовали или превосходили минимальный стандарт.
 3. Потребовать от всех владельцев АЭС периодически обновлять оценки рисков, с тем чтобы отражать изменения, происходящие на станциях или в технологических процессах на них.
 4. Потребовать от всех владельцев АЭС предавать гласности все оценки рисков.
 5. Проводить инспекции на всех АЭС для подтверждения того, что оценки рисков соответствуют стандартам или превосходят их.
 6. Отвергать любое использование результатов оценок рисков для разграничения между приемлемыми и неприемлемыми эксплуатационными параметрами до тех пор, пока не будут пройдены все шаги, приведенные выше.

Для реализации этих рекомендаций от КЯР требуется приложить большие усилия. К сожалению, КЯР может оказаться не в состоянии предпринять эти шаги по безопасности, поскольку она подвергается нападкам со стороны Конгресса с целью снижения ее бюджета. Почему? КЯР — организация “хозрасчетная”. Большую часть ее бюджета составляют деньги не налогоплательщиков, а владельцев АЭС. Эти владельцы АЭС лоббировали в Конгрессе решение урезать бюджет КЯР. Конгресс согласился и урезал. В 1987 г. у КЯР было 850 региональных сотрудников и 790 сотрудников

главного управления. Десять лет спустя в результате хронических урезаний бюджета персонал КЯР сократился до 670 региональных сотрудников и 651 сотрудник главного управления¹³. За период в десять лет, который начался со 101 лицензированной АЭС и закончился 109 АЭС, КЯР потеряла 20 процентов своих инспекторов по технике безопасности¹⁴.

Необходимо, пока это не слишком поздно, сделать КЯР более независимой в финансировании от атомной индустрии, с тем чтобы она могла должным образом контролировать эту промышленность.



1. Дэвид Лохбаум является инженером по ядерной безопасности в Союзе обеспокоенных ученых (COU). Эта статья основана на отчете COU, автором которого он является, *Nuclear Plant Risk Studies: Failing the Grade* (Cambridge, Mass.: Union of Concerned Scientists, August 2000), которую можно заказать в COU (тел.: 1-617-547-5552) или получить на их сайте в Интернете http://www.ucsusa.org/energy/nuc_risk.html.
2. US House of Representatives, Committee on Interior and Insular Affairs Subcommittee on Oversight & Investigations, “Calculation of Reactor Accident Consequences (CRAC2) for US Nuclear Power Plants (Health Effects and Costs) Conditional on an ‘SST1’ Release”, November 1, 1982; и Nuclear Regulatory Commission, “A Safety and Regulatory Assessment of Generic BWR and PWR Permanently Shutdown Nuclear Power Plants”, NUREG/CR-6451, Washington, D.C., August 1997.
3. Richard L. Hudson, “Cost of Chernobyl Nuclear Disaster Soars in New Study”, *Wall Street Journal*, March 29, 1990.
4. Nuclear Regulatory Commission, “Individual Plant Examination Program: Perspectives on Reactor Safety and Plant Performance”, NUREG-1560, Vol. 2, Parts 2—5, p. 14—3, Washington, D.C., November 1996.
5. Sadanandan V. Pullani, “Design Errors in Nuclear Power Plants”, AEOD/T97-01, Washington, D.C.: NRC Office for Analysis and Evaluation of Operational Data, January 1997.
6. Nuclear Regulatory Commission, “NRC Research Program on Plant Aging: Listing and Summaries of Reports Issued Through September 1993”, NUREG-1377, Rev. 4, Washington, D.C., December 1993.
7. Brian Jordan, “NRC Finds Surry Accident Has ‘High Degree’ of Safety Significance”, *Inside NRC*, Washington, D.C.: McGraw-Hill, January 5, 1987.
8. Robert Pollard, “US Nuclear Power Plants — Showing Their Age — Case Study: Reactor Pressure Vessel Embrittlement”, Cambridge, Mass.: Union of Concerned Scientists, December 1995.
9. Jack E. Rosenthal to John T. Larkins, “Meeting with the Advisory Committee on Reactor Safeguards Human Factors Subcommittee, March 15, 2000, on SECY-00-0053, NRC Program on Human Performance in Nuclear Power Plant Safety”, Washington, D.C.: Nuclear Regulatory Commission, March 6, 2000. (от ред.: Этот отчет был подготовлен для КЯР INEEL).
10. Nuclear Regulatory Commission, “A Safety and Regulatory Assessment of Generic BWR and PWR Permanently Shutdown Nuclear Power Plants”, NUREG/CR-6451, Washington, D.C., August 1997. (От ред.: Этот отчет был подготовлен для КЯР Национальной лабораторией Брукхэвен)
11. Code of Federal Regulations, Title 10, Energy, Section 20.1003, Definitions.
12. Richard Rhodes, *The Making of the Atomic Bomb*, New York: Simon & Schuster, pp. 734 and 740, 1986.
13. NRC Office of Nuclear Reactor Regulation, “Regulatory Trends”, Washington, D.C., April 1997.
14. Sadanandan V. Pullani, “Design Errors in Nuclear Power Plants”, AEOD/T97-01, Washington, D.C.: NRC Office for Analysis and Evaluation of Operational Data, January 1997.

Бюллетень *Энергетика и безопасность* издается уже пять лет. За это время вышли следующие номера:

- Учетные записи по дозам облучения персонала глубоко недостоверны (также: измерение радиации: терминология и единицы излучения, приборы и методы) — № 14 (2000 г.)
- Энергия в мирных целях (трансмутация отходов, обмань атомной энергии, радиоактивные отходы атомной энергетики) — № 13 (2000 г.)
- Ядерное оружие и правопорядок (также: противоракетная оборона, Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний, контроль и принуждение) — № 12 (2000 г.)
- Экологическая очистка свалок холодной войны (также: типы топливных элементов, письмо Комиссии по биологическому действию ионизирующей радиации (BEIR VII) Национальной академии наук на заседании) — № 11 (1999 г.)
- Обращение с радиоактивными отходами в России и во Франции/Бомбардировка НАТО в Югославии (также: последние дополнения к ядерным договорам) — № 10 (1999 г.)
- Рекомендации IEER по обращению с высокоактивными отходами (также: международные программы по долгосрочным хранилищам; некоторые данные, свидетельствующие о непригодности площадки Якка-Маунтин для долгосрочного хранилища) — № 9 (1999 г.)
- Экологическая очистка свалок холодной войны (анализ IEER по программе экологической очистки Министерства энергетики США; примеры по Ханфорду, Ферналду, и трансураниевым отходам) — № 8 (1999 г.)
- Подлинное ядерное разоружение (договоры, снижение боеготовности, план IEER по разоружению, ядерный кризис в Южной Азии) — № 6—7 (1999 г.)
- Ядерная энергетика не решит проблему глобального изменения (также: Протокол Киото, взаимосвязь энергетики и безопасности, оценочная стоимость: ЭСКЦ против АЭС) — № 5 (1998 г.)
- Медицинские последствия ионизирующей радиации (эпидемиологические исследования и восстановление доз, уран, случаи лейкемии в окрестностях Ла-Хаг и Селлафилда) — № 4 (1997 г.)
- Плутоний как реакторное топливо (состояние и перспективы производства MOX-топлива в России, использование MOX-топлива во Франции и Бельгии, медицинские последствия обращения с плутонием, как плутоний изменяется со временем) — № 3 (1997 г.)
- Международная коммерческая деятельность по переработке отработанного топлива (репроцессинг в основных странах, экономика репроцессинга, репроцессинг и окружающая среда) — № 2 (1997 г.)
- Избыточный плутоний как источник энергии (рекомендации IEER в области обращения с плутонием, роль атомной энергии в мировой энергетике и производстве электроэнергии) — № 1 (1996 г.)

Чтобы заказать издания, напишите в IEER. Также все предыдущие номера можно найти в Интернете на сайте IEER <http://www.ieer.org/russmain>.

Institute for Energy and Environmental Research
6935 Laurel Ave, Suite 204
Takoma Park, MD, 20912, USA
Тел: 1-301-270-5500 | Факс: 1-301-270-3029
Электронная почта: michele@ieer.org



В соответствии с данными по некоторым частным заводам, на которых в 40-е и 50-е годы проводились работы с природным ураном по контракту с Комиссией по атомной энергии США:

- ▶ содержание урана в воздухе, который вдыхали работники, составляло $1\ 200\ \text{dpm}/\text{m}^3$
- ▶ растворимость урана была средней, так что при вдыхании 1 беккереля урановой пыли ($=60\ \text{dpm}$) доза облучения легкого составляла 4,2 миллибэр. (Это называется коэффициент преобразования дозы облучения легких при вдыхании — это конкретное число относится к урану определенной растворимости.)

Вспомним:

- dpm — означает число распадов в минуту
- беккерель (сокращенно Бк) — означает количество распадов в секунду (dps)
- $1\ 000$ миллибэр (сокращенно мбэр) = 1 бэр

Требуется оценить:

- 1) сколько беккерелей получит рабочий при вдыхании за 8-часовой рабочий день, если объем его дыхания составляет 1,2 кубических метров в час;
- 2) сколько беккерелей получит работник при вдыхании за трехлетний период работы, если он работает 230 дней в году;
- 3) какова дневная доза облучения легких;
- 4) какова полная доза облучения легких за период работы в 3 года;
- 5) насколько доза, получаемая работником каждый год, превышала предельно допустимую дозу, если на то время в большинстве случаев были установлены нормы (предельно допустимая доза) 15 бэр в год.

