

Энергетика и Безопасность

№ 8 1999

Издание IEER

Экологическая очистка свалок холодной войны

Аржун МАКХИДЖАНИ
и Марк ФЬОРАВАНТИ

Если особо не оговорено, информация, публикуемая в данном номере, основана на отчете IEER 1997 г. "Свалки холодной войны" (Containing the Cold War Mess)

Производство в США 70 000 единиц ядерного оружия за пятьдесят с небольшим лет¹ привело к накоплению громадных объемов долгоживущих радиоактивных отходов и породило проблему вывода из эксплуатации тысяч ядерных установок.



ROBERT DEL TREDDICI

Железные бочки с трансурановыми отходами, предназначенные для захоронения в WIPP, складированы в хранилище Национальной лаборатории Лос-Аламос, штат Нью-Мексико (1994 г.). Ученые умы "ядерного истеблишмента" так и не нашли удовлетворительного решения проблемы хранения и обращения с ядерными отходами.

Кроме этого возникли экологические проблемы, связанные с загрязнением почвы и воды. Ответственность за почти 36 миллионов кубометров радиоактивных и опасных отходов, содержащихся в различных хранилищах на 137 площадках, несет Министерство энергетики. Оно же отвечает и за 5 000 уже неработающих корпусов и установок, к которым в дальнейшем прибавятся около 15 000 пока еще работающих, но постепенно закрываемых предприятий.

Производство оружия и связанные с этим мероприятия имели своим последствием загрязнение 79 млн кубометров почвы и почти 2 млрд кубометров грунтовых вод (которых хватило бы, чтобы наполнить озеро площадью 10 км² и глубиной 20 м). Кроме того, Министерство энергетики отвечает за оборот около 820 000 тонн различных материалов, включая 585 000 тонн обедненного урана, в основном, в форме гексафторида урана².

Начиная с 1989 г., Министерство энергетики осуществляет программу Экологического менеджмента, нацеленную как раз на решение проблемы загрязнения от ядерно-оружейного комплекса. В настоящее время годовой бюджет этой программы составляет приблизительно 6 млрд долларов. В 1996 г. Министерство энергетики определило затраты на экологическую очистку на ближайшие 75 лет: они составили 227 млрд долларов. Причем это еще не вся сумма, поскольку в ней не учтены, например, предприятия, продолжающие работать в настоящее время. Суммарные оценки затрат со временем менялись, начиная с приблизительно 100 млрд долларов, когда проблема еще не была до конца осознана, до 1 триллиона долларов. К настоящему времени Министерство энергетики потратило около 40 млрд долларов. Хотя это и большие деньги, но приведенные суммы должны рассматриваться в контексте общих затрат на ядерное оружие начиная с 1940 г., оцениваемых в 5,5 триллионов фиксированных долларов 1996 г. (Сюда входят и затраты Пентагона, такие как расходы на системы доставки)³.

Зачем нужна
экологическая очистка?

Проблемы, связанные с экологической очисткой, настолько сложны и дорогостоящи, что в ядерном истеблишменте наметилась тенденция к тому, чтобы попросту похоронить эти проблемы, в буквальном и переносном смысле. Все еще ведутся дис-

См.: Свалки холодной войны, с. 2
Примечания, с. 21, 22

В БЮЛЛЕТЕНЕ

Хэнфорд	5
ТРУ-отходы	7
WIPP	7
Ферналд	9

куссии по поводу объявления наиболее сильно загрязненных участков "национальными зонами, принесенными в жертву" ("national sacrifice zones"). Кроме того, что в этом нет необходимости, подобное было бы несправедливо по отношению к тем сообществам, которые уже несут огромное бремя бед, обусловленных развитием атомного оружия. К тому же эти "пожертвованные" зоны были бы опасны сами: оставленные без очистки, они представляли бы угрозу ценным водным ресурсам, а также были бы источником риска для безопасности в целом.

Ряд других факторов требует непрерывного мониторинга и затрат в миллиарды долларов в год. Например, существуют проблемы охраны больших количеств плутония, находящегося в радиоактивных отходах и на предприятиях, выведенных из эксплуатации. Кроме того, необходимо помнить о постоянной опасности возникновения пожаров и взрывов, подобных происшедшим в мае 1997 г. на предприятии Plutonium Finishing Plant в Хэнфорде. Речь идет не о том, чтобы вообще не тратить деньги налогоплательщиков. Этого не избежать. Это часть того, что мы должны заплатить за холодную войну. Вопрос в том, как наиболее эффективно использовать эти средства, чтобы добиться приемлемых результатов по охране здоровья и окружающей среды, а также обеспечить безопасность для нынешнего и будущих поколений.

Экологическая очистка ядерно-оружейных комплексов фактически включает в себя две отдельные, но взаимосвязанные составляющие. Это, во-первых, краткосрочные и среднесрочные мероприятия по *восстановлению окружающей среды*, которые нацелены на снижение или, если возможно, устранение серьезных и остросущущих угроз и рисков. Сюда входят риски пожаров и взрывов емкостей с высокоактивными радиоактивными отходами и быстрой миграции радионуклидов в почве и грунтовых водах. Восстановительные мероприятия крайне важны для защиты ценных земельных и водных ресурсов, таких как река Колумбия и водоносные горизонты Огаллала, Снейк-Ривер-Плэйн и Таскалуса.

Во-вторых, дополнять эти мероприятия должна долгосрочная программа по проблемам *обращения с радиоактивными отходами*, которая возьмет на себя заботу о радиоактивных отходах, произведенных в прошлом, а также полученных в результате мероприятий по восстановлению окружающей среды на объектах ядерного комплекса. Эти два аспекта работы необходимо скоординировать так, чтобы краткосрочные действия не усложняли долгосрочные мероприятия.

Гармонизация краткосрочных и долгосрочных целей

Между восстановлением окружающей среды и обращением с радиоактивными отходами существует неустраняемый конфликт: чем тщательнее проводятся мероприятия по местной экологической очистке, тем больше накапливается загрязненных материалов, с которыми надо будет обращаться как с радиоактивными отходами. Вывод из эксплуатации высокозагрязненных предприятий, долгосрочная защита грунтовых вод от результатов безответственной практики сбросов в прошлом, отверждение высокоактивных отходов — все это приведет к накоплению значительных объемов долгоживущих радиоактивных отходов. (Эти процессы не создают новую радиоактивность, а переводят существующую радиоактивность в новые формы, с которыми надо обращаться так, чтобы снизить все возможные риски).

См.: Свалки холодной войны, с. 3

ЭНЕРГЕТИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ

"Энергетика и безопасность" — бюллетень, посвященный вопросам ядерного нераспространения, разоружения и энергетической безопасности. Публикуется четыре раза в год Институтом исследований энергетики и окружающей среды, 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: ieer@ieer.org
Адрес в Интернете: <http://www.ieer.org>

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

Сотрудники IEER:

Аржун Махиджани — президент
Лиза Ледуидж — координатор по внешним связям
Анита Сет — координатор по международным связям
Энни Махиджани — научный сотрудник
Хишам Зерриффи — научный сотрудник
Луис Чалмерс — заведующий библиотекой
Дайана Кон — 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,
C.S. Fund, HKN Foundation,
Public Welfare Foundation,
John Merck Fund,
Ploughshares Fund,
Unitarian Universalist Veatch Program at Shelter Rock,
Town Creek Foundation,
Beldon II Fund,
Turner Foundation,
New Land Foundation

Дизайн: *Пат Ортмайер*
Фото: *Robert del Tredici*
Рисунок на с. 23: Министерство энергетики США
Редакторы английского издания: *Пат Ортмайер*,
Анита Сет

Русское издание:

Ответственный: *Елена Коновалова*
Научный консультант: *Олег Бухарин*

Весь тираж "Энергетики и безопасности" распространяется бесплатно

Выпуск 8 английского издания вышел в свет в январе 1999 г.

Адрес издательства:

Издательство СО РАН
Лицензия ЛР 020909 от 01.09.94
630090, Новосибирск, 90, Морской пр., 2
Тираж: 2500

СЖИГАНИЕ, ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ И ОБРАЩЕНИЕ С РАСТВОРИТЕЛЕМ, СОДЕРЖАЩИМ ПЛУТОНИЙ, НА САВАННА-РИВЕР-САЙТ

В результате деятельности предприятия по репроцессингу на Саванна-Ривер-Сайт было произведено около двух миллионов галлонов загрязненного плутонием отработанного растворителя, который состоит из керосина и трибутилфосфата. Из этого объема 1 400 000 л было сожжено в 50-х и 60-х годах открытым способом в дымовых кострах. В 1975 г., пять лет спустя после того, как вступило в силу распоряжение о правилах хранения трансурановых (ТРУ) отходов в хранилищах, предприятие сообщило, что 570 000 л отработанного растворителя содержатся в двух десятках емкостей. Трансурановое содержание, согласно полученным цифрам, по-видимому, было порядка 150 нанокюри на грамм. Сейчас предприятие сообщает, что около 150 000 л растворителя хранятся в новых емкостях, но что касается оставшихся 420 000 л, картина остается неясной. Возможно, некоторая часть была сожжена в специальной печи для сжигания отходов в конце 70-х—начале 80-х годов.

Оценку доз радиации от открытого сжигания отходов, сильно загрязненных плутонием, необходимо проводить в рамках программы по оценке воздействия на здоровье людей в результате эксплуатации предприятия на Саванна-Ривер-Сайт.

Некоторые емкости, которые уже использовались для хранения растворителя, были опорожнены путем вливания в емкость воды и откачивания оттуда жидкости. Некоторые емкости были “запечатаны”, т.е. залиты цементом, и размещены на новом участке хранения отходов на этой же площадке. Содержание радионуклидов в этих емкостях на момент их “запечатывания” не было оценено. Министерство энергетики сейчас проводит описание оставшегося отработанного растворителя в двадцати двух емкостях на старом участке хранения отходов и планирует также “запечатать” их.

Закачивание цемента в емкости, в которых все еще находятся отходы, содержащие плутоний, — совершенно неадекватный способ. При этом остается проблема, которую будет крайне трудно разрешить, если возникнет угроза нарушения целостности емкостей, что почти наверняка произойдет до того, как остаточный плутоний в них распадется. Цементация емкостей как метод вывода их из эксплуатации является примером того, как “решения”, принимаемые Министерством энергетики сегодня, закладывают основу проблем по очистке на завтра, точно так же как неправильное обращение с отходами в прошлом создало серьезные проблемы сегодня.



Свалки холодной войны
со с. 2

Поскольку практически не существует способов избавиться от радиоактивности⁴, то необходимо уменьшить связанный с нею риск путем проведения на загрязненных участках и предприятиях различных мероприятий по удалению или извлечению из них радиоактивного загрязнения. При этом обращение с полученными отходами надо проводить тщательно, изолируя их, насколько возможно, от окружающей среды. Проводя мероприятия по восстановлению окружающей среды, необходимо, с одной стороны, стремиться минимизировать риски, существующие сегодня, а с другой стороны, постоянно продумывать вопросы долгосрочного обращения с радиоактивными отходами. Если проводимые действия по восстановлению среды не сочетаются с хорошо продуманным долгосрочным обращением с радиоактивными отходами, они могут стать основой будущих проблем. Несомненно, что наиболее серьезные сегодняшние проблемы по экологической очистке являются результатом именно безответственной практики в обращении с отходами и по их утилизации. Среди наиболее важных примеров этому — емкости, содержащие высокоактивные отходы в Хэнфорде, захороненные трансурановые (ТРУ) отходы и загрязненные водоносные горизонты как следствие порочной практики сброса и захоронения отходов на многих площадках.

Министерство энергетики продолжает работать, так и не приняв для себя этого простого принципа. Например, на предприятии в Ферналде, штат Огайо, Министерство действовало в рамках краткосрочного подхода к обращению с шахтами, которые содержали отходы, загрязненные радием. Впоследствии это значительно осложнило мероприятия по извлечению отходов из шахт, когда потребовалось перевести их в формы, более пригодные для долгосрочного обращения (см. пример по Ферналду на стр. 9). Министерство энергетики также проводит репроцессинг облученного топлива и стержней-мишеней, разрушающихся в бассейнах для хранения отработанного топлива на Саванна-Ривер-Сайт (СРС) в Южной Каролине, с целью снижения угроз, которые представляют эти материалы. В то же самое время, получающиеся в результате этого высокоактивные жидкие отходы представляют, в некотором роде, еще большую угрозу, поскольку они усугубляют проблему опорожнения емкостей с высокоактивными отходами на СРС, а также увеличивают промежуточные риски при хранении их в этих емкостях.

Другой пример долгосрочных проблем, создаваемых Министерством энергетики, связан с цементацией емкостей, содержащих некоторые отходы

См.: Свалки холодной войны, с. 4

репроцессинга на Саванна-Ривер-Сайт (см. вставку на стр. 3). Такие же проблематичные мероприятия по цементации подземных емкостей Министерство энергетики планирует провести и в Хэнфорде (см. стр. 5).

Виды форм отходов, технологии и шаги, предпринимаемые по стабилизации отходов, а также места размещения и типы хранилищ — все эти вопросы связаны между собой. То, что Министерство энергетики не смогло увязать их между собой, и является причиной высоких затрат и неадекватных результатов.

Отчет IEER по экологической очистке территории

В своем октябрьском отчете за 1997 г. “Свалки холодной войны” IEER привел аналитический обзор мероприятий Министерства энергетики по восстановлению окружающей среды и долгосрочному обращению с радиоактивными отходами, а также дал оценку усилиям Министерства энергетики в области Экологического менеджмента. Одним из импульсов к написанию этого отчета послужило то, что Министерство энергетики так и не подготовило “Экологическую экспертизу” (ЭЭ) для программы по восстановлению окружающей среды несмотря на то, что оно взяло на себя юридическое обязательство по ее подготовке (см. примечание 2 на стр. 21), а также неадекватность ЭЭ для программы по обращению с радиоактивными отходами стоимостью в 31 млн долларов, которая обошла стороной основные

вопросы⁵. Министерство энергетики согласилось рассмотреть отчет IEER и дать ответ через 30 дней. На самом деле ответ пришел через пять месяцев (см. “Диалог между Министерством энергетики и IEER по экологической очистке”, начало на стр. 14).

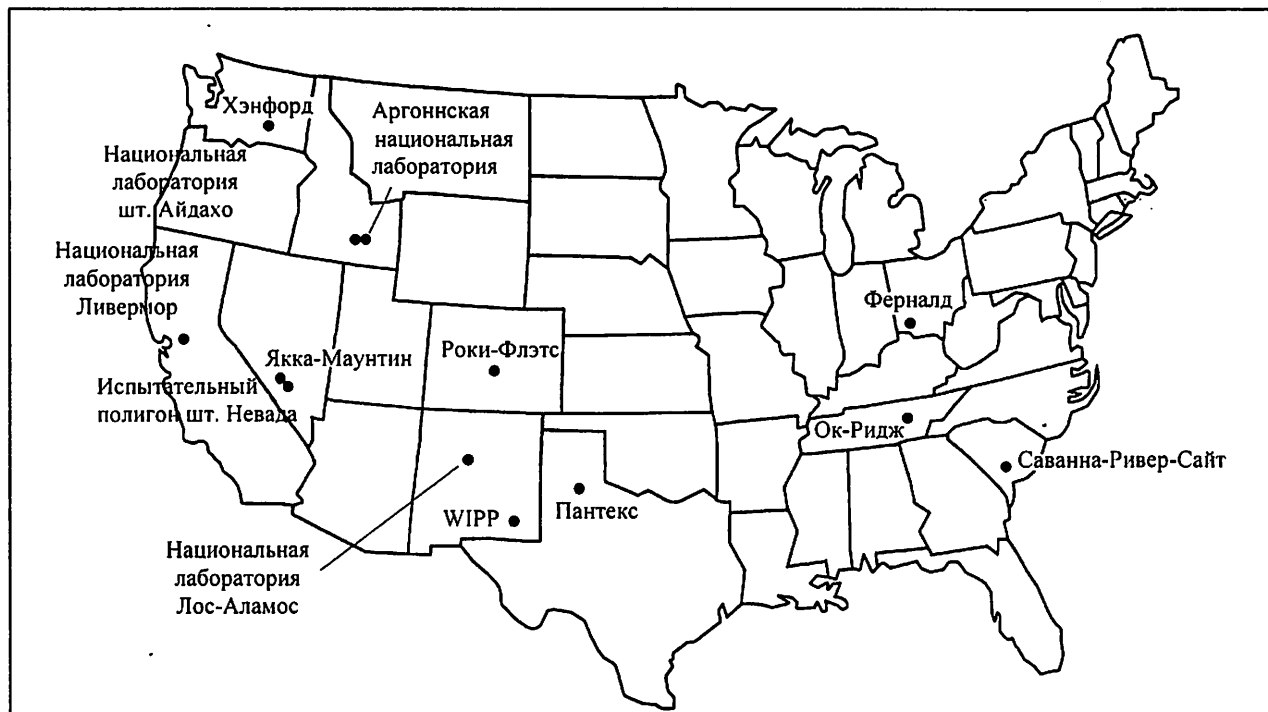
В отчете “Свалки холодной войны” мы попытались обратиться к главным вопросам экологических последствий производства ядерного оружия через анализ материалов по трем разным примерам, каждый из которых по-своему важен.

- **Емкости с радиоактивными отходами в Хэнфорде**, являющиеся наиболее дорогими и технически сложными элементами в программе по восстановлению окружающей среды в рамках ядерно-оружейного комплекса.

- **Трансурановые (ТРУ) отходы** на пяти наиболее загрязненных площадках: Хэнфорд, Саванна-Ривер-Сайт, Национальная лаборатория Лос-Аламос, Национальная инженерная и экологическая лаборатория штата Айдахо (INEEL) и Резервация Ок-Ридж. Обращение с ТРУ-отходами представляет собой наиболее дорогостоящую часть программы по обращению с радиоактивными отходами;

- **Ферналд, предприятие в штате Огайо**, являющееся примером того, как для решения проблем с отходами, зараженными радием и торием, используется новая технология.

См: Свалки холодной войны, с. 16



Площадки, выбранные Министерством энергетики

Пример № 1: Емкости с высокоактивными отходами в Хэнфорде

Объект в Хэнфорде, построенный в начале 40-х годов к югу от центральной части штата Вашингтон, был одним из двух центров по производству плутония для ядерно-оружейной программы США. Другой центр находился на Саванна-Ривер-Сайт в Южной Каролине. В период с 1943 по 1963 г. в Хэнфорде было построено девять реакторов по производству плутония и пять радиохимических предприятий по химическому отделению плутония из урана и

продуктов деления. Все реакторы и работы по репроцессингу были остановлены в конце 80-х годов. Несмотря на это, время от времени раздаются призывы возобновить на этом объекте некоторые технологические операции, такие как производство трития.

В результате эксплуатации пяти радиохимических предприятий в Хэнфорде было наработано огромное количество высокоактивных жидких отходов, которые содержат продукты деления (технеций-99, цезий-137, стронций-90), а также остаточный плутоний, уран и другие тяжелые радиоактивные элементы. Состав отходов в Хэнфорде оказался настолько сложным, а масштабы такими большими, что восстановление окружающей среды на этом участке оказалось самой сложной задачей из всех мероприятий по восстановлению среды в США. В Хэнфорде находится 177 емкостей, в которых хранятся примерно 54 млн галлонов (206 000 м³) высокоактивных отходов. Содержание радиоактивности в них составляет приблизительно 200 млн кюри (149 емкостей с одинарной оболочкой и 28 более новых емкостей с двойной оболочкой). По объему это соответствует 60 % всех высокоактивных отходов в США (в емкостях на Саванна-Ривер-Сайт содержится наибольшее количество радиоактивности, примерно две трети от общего количества).

Около 67 емкостей с одинарной оболочкой протекают или есть подозрения, что они протекают. Объемы и радиоактивное содержание этих утечек до сих пор точно не определены. Время от времени в печати появляются официальные данные, но при этом по мере появления новой информации оценки объемов и радиоактивности, как правило, возрастают (см. таблицы 1 и 2).

Загрязнение зон аэрации

В результате утечек радиоактивных отходов был загрязнен вертикальный участок почвы выше уровня грунтовых вод вокруг емкостей и под ними, известный как зона аэрации. Зона аэрации в Хэнфорде также пострадала и от других видов захоронения. Например, большие объемы радиоактивно зараженных жидкостей сливались в почву и в "водосливы", построенные специально для этих целей. Сильно загрязненная зона аэрации представляет собой большую угрозу для наиболее важного водного объекта северо-запада США — реки

ТАБЛИЦА 1:
ДОЛГОЖИВУЩИЕ РАДИОНУКЛИДЫ
В ЕМКОСТЯХ С РАДИОАКТИВНЫМИ
ОТХОДАМИ В ХЭНФОРДЕ

Радио- нуклиды	Период полураспада, лет	Оценки общего количества, находящегося в емкостях, кюри*
Углерод-14	5 730	5 300
Стронций-90	29	62 000 000
Технеций-99	213 000	40 000
Цезий-137	30	47 000 000
Уран:		
U-235	704 000 000	20
U-238	4 460 000 000	460
Нептуний-237	2140 000	141
Плутоний:		
Pu-238	88	860
Pu-239	24 110	31 000
Pu-240	6 537	8 000
Pu-241	14	50 000
Америций:		
Am-241	432	150 000
Am-243	7 370	19
Кюрий-244	18	1 600

* С поправкой на распад на январь 1996 г.

Источник: *Containing the Cold Mess*, p. 199.

См.: Хэнфорд, с. 6
Примечания, с. 24

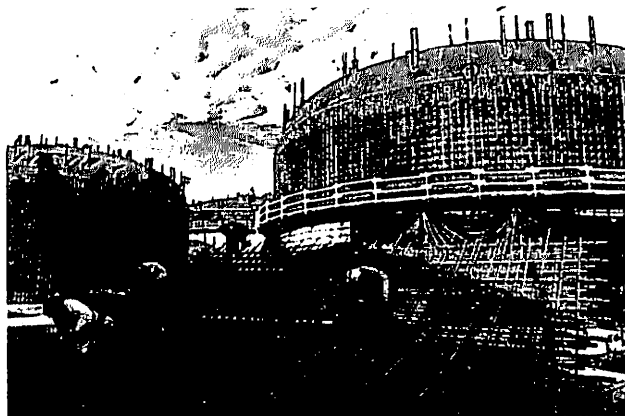
Хэнфорд
с.с. 5

Колумбия, которая протекает через резервацию Хэнфорда. В случае, если не удастся восстановить зону аэрации и удалить радиоактивные отходы из емкостей, этому району и людям, проживающим там, а также сельскохозяйственным угодьям, расположенным в этой местности, будет грозить постоянная опасность, что может привести к непредсказуемым последствиям.

Согласно недавним данным, оказалось, что ситуация с загрязнением в результате утечки из емкостей с высокоактивными отходами значительно хуже, чем предполагали ранее. В августе 1998 г. Министерство энергетики выпустило отчет, в котором были исследованы утечки в так называемом "Резервуарном Парке SX", включающем 5 емкостей, из которых протекают 4, и лишь одна из всех, как полагают, пока еще не протекает¹. Согласно оценкам, приведенным в отчете, из четырех емкостей вытекло 413 000 галлонов жидкости, загрязненной цезием-137 (радионуклид с периодом полураспада 30 лет) с уровнем радиоактивности в 1 млн кюри (верхняя оценка). Нижняя оценка, приведенная в этом отчете, составляет половину этого количества.

В отчете отсутствует анализ, насколько чувствительны результаты к вариациям в предположениях, исходя из которых были приняты ключевые параметры. В нем отмечается, что неопределенность достаточно велика, но новые оценки объемов утечки радиоактивности значительно выше тех, которые были сделаны ранее; оценки радиоактивности также выше. Предыдущие оценки по радиоактивности цезия-137 в загрязненной жидкости, которая вытекла из емкостей, были приблизительно 1 миллион кюри. В табл. 2 приведены различные оценки объемов жидкостей, которые вытекли из этих четырех емкостей.

Усилия, недавно предпринятые заместителем министра по энергетике Эрнстом Монизом по разработке



ROBERT DEL TREDICI

Сооружение емкости из углеродистой стали с двойной оболочкой в 1 млн галлонов, участок-200 в резервуарном парке Хэнфорда, 1984 г.

научно обоснованного подхода к проблеме загрязнения зоны аэрации, должны быть развиты далее. Им необходимо придать первостепенное значение. Также необходимо тщательно пересмотреть вопрос об извлечении отходов из емкостей и выводе последних из эксплуатации. Это обусловлено тем, что при сегодняшнем планировании, по-видимому, больше полагаются на модели с грунтовыми водами, которые по результатам недавних исследований были признаны неадекватными. Кроме того, необходимо опубликовать данные по утечкам и миграции радионуклидов.

Замена емкостей

Все протекающие емкости на объекте в Хэнфорде являются емкостями с "одинарной оболочкой", т.е. у емкостей нет второй цельной защитной оболочки из стали, охватывающей внутреннюю емкость (см. рисунок на стр. 23). В целом 149 емкостей с одинарной оболочкой

См.: Хэнфорд, с. 22

ТАБЛИЦА 2: ОЦЕНКИ ОБЪЕМОВ УТЕЧКИ ИЗ ЧЕТЫРЕХ ЕМКостей, л

	SX-108	SX-109	SX-111	SX-112
Оценка по Hanlon, 1996	9 100—133 000	Менее 38 000	1 900—7 600	114 000
Оценка по Grand Junction, 1996	133 000	До 950 000	"Нет достоверной оценки утечки"	114 000
Оценка по Agnew and Corbin, 1998	387 600—771 400	212 800—421 800	53 200—209 000	83 600—167 200

Источники: Взято с сокращениями из *Containing the Cold War Mess*, p. 184; B.M. Hanlon, *Waste Tank Summary Reports*, HNF (formerly WHC), EP-0182, (Richland, WA: US DOE Office of Environmental Restoration and Waste Management, 1996); US DOE, *Vadose Zone Characterization Project at the Hanford Tank Farms, SX Tank Farm Report*, DOE/ID/12584-268, GJPO-HAN-4, (Grand Junction, CO: Grand Junction Projects Office, September 1996); Agnew and Corbin 1998, page 7 (полное название см. в ссылке 1).

Пример № 2:

Трансурановые отходы и последствия

До 1970 г. с радиоактивными отходами, сильно загрязненными плутонием и другими трансурановыми радионуклидами (элементы, атомные числа которых больше, чем у урана), в основном обращались так же, как и с “низкоактивными” отходами, и производили их захоронение на небольших глубинах. В 1970 г. был введен новый класс отходов — трансурановые (ТРУ). Они были определены как отходы, содержащие более чем 10 нанокури на грамм трансурановых элементов с периодом полураспада более 20 лет (в 1984 г. это значение было увеличено до 100 нанокури на грамм)¹. ТРУ-отходы вызывают серьезные опасения из-за больших периодов полураспада трансурановых элементов, таких как плутоний-239, и их вредного воздействия на здоровье человека. Они были признаны достаточно опасными и должны подлежать захоронению в геологических хранилищах.

Ситуация еще больше осложнилась тем, что до 1970 г. некоторые объекты оружейного комплекса руководствовались своим определением ТРУ-отходов, не совпадающим с определениями ни Комиссии по атомной энергии (КАЭ), ни Министерства энергетики, принятыми позднее. Некоторые объекты проигнорировали нормативы, изданные КАЭ в 1970 г., и продолжали привычную практику захоронения и другого рода утилизацию ТРУ-отходов. Например, в период между 1966 и 1984 г. ТРУ-отходы из Ок-Ридж смешивались с цементом и закачивались в глубинные геологические формации (практика, называемая “гидроразрыв”), что привело к загрязнению грунтовых вод. С некоторыми ТРУ-отходами, которые были отнесены к классу от-

ходов, подлежащих хранению во временных хранилищах, фактически обращались не надлежащим образом, в результате чего теперь они отнесены к категории “захороненных отходов”, например, в Ок-Ридже и Саванна-Ривер. Неразбериха в нормативах и практике на местах, а также отсутствие принудительного соблюдения норм значительно осложнили экологическую очистку, поскольку сейчас различные категории ТРУ-отходов перемешаны в местах захоронения.

Кроме этого, данные по объемам, массе и радиоактивности захороненных трансурановых отходов и трансурановых почв варьируют от объекта к объекту и, в целом, неудовлетворительны. До недавнего времени данные Министерства энергетики по радиоактивности отходов ежегодно обобщались в Отчете на основе объединенной базы данных². Однако данные по ТРУ-отходам необъяснимым образом варьируются от года к году и не согласуются с данными, приводимыми в других документах (подробно на стр. 12). Например, по объекту в Лос-Аламосе существуют две совершенно разные оценки количества плутония в отходах: одна, опубликованная штаб-квартирой Министерства энергетики в отчете “Плутоний: первые 50 лет”, — 610 кг³, а другая, приводимая в других источниках, — 1375 кг⁴. Объяснение этой огромной разницы в 765 кг (количества, достаточного для производства более 150 единиц ядерного оружия), насколько нам известно, до сих пор не было дано.

См.: ТРУ-отходы, с. 8
Примечания, с. 26-28

WIPP: ОКОНЧАТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ТРУ-ОТХОДОВ НЕ НАЙДЕНО

В конце 50-х годов Национальная академия наук США дала рекомендации по захоронению высокоактивных отходов в геологических формациях, таких как соляные пласты, расположенные на большой глубине под землей. В 60-х было проведено изучение ряда таких мест, а в 70-х был исследован район вблизи Карлсбада, штат Нью-Мексико. В 1979 г. Конгресс санкционировал строительство на этой площадке Опытного предприятия по изоляции отходов (WIPP) и в 80-х это строительство началось.

В течение двадцати лет, с момента разрешения создания WIPP, Министерство энергетики пытается открыть это предприятие по утилизации некоторых трансурановых (ТРУ) отходов, накопленных на его площадках. Однако WIPP подвергается серьезной критике относительно его технической пригодности как места захоронения. После многолетних отсрочек Агентство по охране окружающей среды (EPA) выдало ему лицензию на получение и хранение ТРУ-отходов. Однако лицензия не распространяется на получение и хранение так называемых “смешанных отходов”, т.е. смесей ТРУ-отходов и химических веществ, регламентированных в

См.: WIPP, с. 8

ТРУ-отходы
со с. 7

У Министерства энергетики нет стандартного метода для сбора и учета данных по ТРУ-отходам. Кроме того, оно не в состоянии предоставить какого-либо разумного объяснения этим расхождениям. Отчет IEER продемонстрировал, что данные Министерства энергетики по ТРУ-отходам безнадежно дефектны и противоречивы по всем объектам, за исключением Национальной лаборатории в Айдахо (INEEL), где были предприняты некоторые усилия по сбору достоверных данных. За те пять месяцев, которые Министерство энергетики потратило на рецензию отчета IEER, оно так и не смогло предоставить доказательств наличия технического руководства или методов по обеспечению качества, которые бы оно или его подрядчики использовали для обеспечения полноты информации.

Согласно оценкам, сделанным в единственном выполненном исследовании фактических записей (проведено в Национальной лаборатории штата Айдахо по захороненным ТРУ-отходам), трансурановой радиоактивности было в 9—12 раз больше, чем по предыдущим оценкам. В них содержалось в три раза больше массы трансурановых радионуклидов⁵ (см. обсуждение в передовой статье на стр. 17). Несмотря на эти поразительные заключения, Министерство энергетики почти не пыталось пересмотреть и усовершенствовать оценки по количеству захороненных ТРУ-отходов на других объектах или пересмотреть свою стратегию по обращению с этими отходами. Потребовалось опубликовать отчет IEER, чтобы Министерство энергетики,

по крайней мере, признало, что, возможно, существуют проблемы, заслуживающие внимания.

По имеющимся данным, по-видимому, примерно две трети отходов захоронены в неглубоких колодцах и траншеях (в основном, до директивного прекращения подобной практики в 1970 г.). Оставшаяся треть отходов складирована во временных хранилищах, преимущественно в крытых наземных сооружениях.

Министерство энергетики тратит большую часть своих денег, отведенных на управление ТРУ-отходами, на то, что не является на сегодня первостепенной задачей, — перемещение складированных во временных хранилищах отходов на опытное предприятие по изоляции отходов (WIPP) в штате Нью-Мексико (см. вставку на с. 7). Из всех ТРУ-отходов, отходы, складированные во временных хранилищах, представляют наименьшую угрозу в кратко- и среднесрочной перспективе, поскольку, в основном, их хранение подвергается мониторингу и они содержатся в крытых сооружениях или находятся в процессе перемещения в такие хранилища. Мониторингу подвергаются вновь производимые ТРУ-отходы, которые также хранятся во временных хранилищах.

В WIPP нельзя поместить те отходы, которые представляют собой наибольшую проблему: захороненные ТРУ-отходы и сильно загрязненную ими почву. Эти отходы угрожают многим жизненно важным источникам воды, включая реку Колумбия и водоносные горизонты Снейк-Ривер-Плэйн и Таскалуса (расположенные под Саванна-Ривер-Сайт). Несмотря на эту опасность, Министерство энергетики не уделяет должного внимания

См.: ТРУ-отходы, с. 24

WIPP: ОКОНЧАТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ТРУ-ОТХОДОВ НЕ НАЙДЕНО

WIPP, со с. 7

соответствии с Актом о сохранении и восстановлении ресурсов (RCRA), законом США об опасных отходах. Большая часть отходов, планируемых к размещению в WIPP, относится к смешанным ТРУ-отходам.

В попытке официально открыть WIPP Министерство энергетики решило поместить в хранилище 36 металлических бочек с отходами, которые, как оно считает, являются несмешанными ТРУ-отходами. Это были отходы производства радиотепловых генераторов (РТГ) для космической программы, организованного в Национальной лаборатории Лос-Аламос (НЛЛА). Туда входили использованные перчатки, части боксов-перчаток, ветошь, пластмассовые и бумажные отходы, содержащие плутоний-238. Министерство энергетики заявило, что эти отходы не являются опасными в соответствии с Актом RCRA, основываясь на своей осведомленности о технологическом процессе производства РТГ. Однако IEER провел анализ отчета Министерства энергетики "Достаточный уровень осведомленности" и прилагаемых к нему документов и выяснил, что Министерство не продемонстрировало достаточной осведомленности об отходах в металлических бочках, чтобы утверждать, что они были неопасными.

Кроме ряда погрешностей в документации по отходам, которые ставят под сомнение осведомленность Министерства энергетики о материалах отходов, был и серьезный пробел в технической оценке отходов, выполненной министерством. Анализ IEER показал, что Лос-Аламос не смог должным образом учесть химические изменения, которые претерпевают некоторые материалы при облучении. Это явление, известное как *радиолиз* или *радиолитическое разложение*, наблюдается, когда такие материалы, как пластмасса или резина, подвергаются облучению, что приводит к образованию ряда новых химических соединений. Оно также вызывает усиленное выделение некоторых химических веществ, содержащихся в материалах отходов.

См.: WIPP, с. 16

Пример № 3: Отходы, содержащие радий и торий, на предприятии в Ферналде

Предприятие в Ферналде, которое первоначально называлось Центр производства исходных материалов ("Feed Materials Production Center"), расположено приблизительно в 35 км к северо-востоку от города Цинциннати, штат Огайо. В основном оно было предназначено для производства металлического урана с целью использования его в американской программе ядерного оружия. Начиная с 1952 и по 1989 г. девять производственных цехов этого пред-

приятия перерабатывали различные материалы, содержащие уран, в том числе рудные концентраты и повторно извлеченные урано-содержащие материалы. В результате этой деятельности было наработано большое количество радиоактивных и токсичных отходов. Некоторые отходы сгужались в ямы или отвальные кучи, некоторые хранились в металлических бочках или шахтах. Производственная дея-

тельность на предприятии в Ферналде была остановлена в июле 1989 г. Оценки затрат на все мероприятия по Экологическому менеджменту на территории этого предприятия колеблются от 3 до 5,4 млрд долларов, при этом все работы могут растянуться по времени до 2030 г.

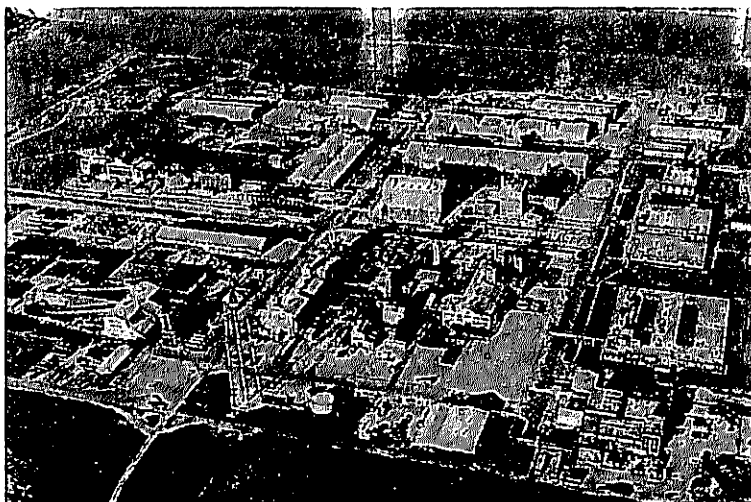
Наиболее опасные выбросы, известные на этом предприятии, были связаны с утечками радона-222 из Шахты 1 и Шахты 2. Эти шахты представляют собой емкости, содержащие большое количество отходов, загрязненных радием-226, которые нарабатываются при переработке урановой руды. В Шахте 3 также находятся отходы, которые содержат радий, хотя его концентрация там не такая высокая. Официальные исследования по-

казали, что есть опасность нарушения структурной целостности шахт и, кроме того, есть угроза обвала свода шахты. Поэтому, а также из-за угрозы утечки газа радона, программа по замене этих шахт становится центральным вопросом в деле ограничения доз радиационного воздействия для персонала предприятия, а также защиты окрестного населения от вредного воздействия. Нарушение структурной целостности шахт и выброс их содержимого в почву могут поставить под угрозу грун-

товые воды этого района на долгие годы.

Действия, принятые к настоящему моменту, в лучшем случае можно назвать как "временно смягчающие проблему". В худшем случае они являются полным провалом, который повысил уровень опасности в результате промедления. Например, в 1991 г. на содержимое шахт был наложен слой глины, с тем чтобы снизить утечку радона. Это срабо-

тало на короткое время. Однако, оказалось, что глина не является хорошим фильтром-заглушкой и утечки газа в атмосферу возобновились. Более того, в будущем глина значительно усложнит работы по фактическому опорожнению шахт и выводу их из эксплуатации. Мы считаем, что лучшим подходом в этом случае было бы установить торнадоустойчивый колпак. Его стоимость оценивается в 5 млн долларов и на его установку потребуется 10 месяцев. Это снизило бы утечку газов в ближайшей перспективе и при этом не усложнило бы задачу по восстановлению среды в долгосрочном плане. Однако в краткосрочном плане наложить слой глины было дешевле.



ROBERT DEL TREDICI

Центр "Фид Материалз Продакшн" (площадка в Ферналде). Шахты не попали в объектив, но они расположены слева внизу.

См.: Ферналд, с. 10

Ферналд
с.с. 9

В 1998 г. Министерство энергетики разработало и предложило еще один план. Поскольку шахты разрушаются, оно решило построить несколько новых емкостей с тем, чтобы переместить в них отходы. Если план реализуется, то будет создано новое "временное" хранилище, которое снизит угрозу крупномасштабной утечки радона в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Однако, может случиться, что вследствие состава отходов их перемещение окажется технически трудной задачей, как это уже было в прошлом. Таким образом, Министерство энергетики пытается провести в жизнь еще один крупномасштабный проект, не проводя для этого достаточных подготовительных работ. Более того, проблемы с отходами в провалившемся проекте по созданию опытного завода должны были научить Министерство энергетики быть более осторожным, особенно при запуске большого проекта по перемещению отходов из шахт, который не прошел дополнительной технологической проверки (см. обсуждение под заголовком "Монументализм" в передовой статье, стр. 18).

В качестве решения долгосрочных проблем по восстановлению окружающей среды Министерство энергетики в своем Постановлении от декабря 1994 г. выбрало вариант "остекловывания" отходов из шахт (хотя к тому времени разработка пилотного завода по остекловыванию уже шла). К сожалению, Министерство энергетики использует термин "остекловывание" в двух различных значениях. Первое означает смешивание относительно небольшого количества радиоактивных материалов с большим количеством расплавлен-

ного стекла и производство стеклянных колод с примесью радиоактивных материалов. Второе значение "остекловывания" относится к тому случаю, когда берется большое количество радиоактивных отходов, состоящих, в основном, из различного вида почв, и переводится в стеклообразное вещество. В первом случае процесс производства стекла вполне понятен. Единственно, надо разработать технологии подготовки и примешивания радиоактивных материалов (и в некоторых случаях они уже разработаны). Во втором случае состав "стекла" невозможно контролировать и, следовательно, нужно разработать саму технологию "остекловывания". В планах Министерства энергетики по предприятию в Ферналде предусматривался второй, наиболее неопределенный тип остекловывания. (В этой статье мы используем термин в его втором значении — перевод радиоактивной почвы в стеклообразный материал).

Этот проект полностью провалился, в основном, из-за серьезных технических ошибок, допущенных Министерством энергетики и его подрядчиком — компанией Fluor Daniel Fernald.

Несмотря на то, что не было составлено полного описания отходов в шахтах, и была предложена совершенно новая технология остекловывания, Министерство энергетики и подрядчик решили ускорить пилотный проект, проводя одновременно конструкторские и строительные работы. Это привело к ряду серьезных проблем. Например, плавильная печь, доставленная субподрядчиком, не соответствовала предварительным чертежам, которыми руководствовалась компания Fluor

См.: Ферналд, с. 11

ОЦЕНКИ РАДИОАКТИВНОГО СОДЕРЖАНИЯ В ШАХТАХ 1, 2 И 3 (ТОЛЬКО ПО ОСНОВНЫМ РАДИОНУКЛИДАМ)

Радионуклид	Среднее содержание, пикокюри на грамм		
	Шахта 1 (3 249 м ³)	Шахта 2 (2 845 м ³)	Шахта 3 (3 890 м ³)
Свинец-210	165 000	145 000	2 620
Полоний-210	242 000	139 000	Не приведено
Радий-226	391 000	195 000	2 970
Торий-230	60 000	484 000	51 200
Уран-234	800	961	1 480
Уран-238	642	912	1 500

Примечание: В общий объем по шахтам 1 и 2 не включены, соответственно, 357 и 314 м³ бентонитовой глины. На Шахте 3 бентонитовую глину не использовали.

Источники: D. Paine (Руководитель проекта по шахтам), *Operable Unit 4: Project History and Status Presentation*, Fernald, OH: Meeting of Independent Review Team, November 14 1996, pages 8 and 11. (С сокращениями взято из *Containing the Cold War Mess*, p. 224.)

Ферналд
со с. 10

Daniel Fernald при строительстве остальной части опытного завода.

Технические неудачи на Ферналде были такими же серьезными, как и организационные. Материалы, используемые в плавильной печи, в частности дисилицид-молибденовые “барбатерные трубки”, были несовместимы с высоким содержанием свинца в отходах. В результате этого плавильная печь вышла из строя в середине первой из двух фаз испытания пилотного завода. Эта серьезная неудача вызывает еще большую тревогу из-за того, что люди, работающие по проекту, точно определили причину разрушения плавильной печи еще на стадии технического анализа, но тем не менее она не была устранена.

Увеличение затрат и нарушение графика выполнения работ

Результатом неудач Министерства энергетики и его подрядчика стало удорожание Опытного завода по остекловыванию. В феврале 1994 г. объем работы по этому заводу оценивался в 15,8 млн долларов. К июню 1996 г. оценки затрат на окончание испытания завода составили 66 млн долларов, что означает четырехкратное увеличение. К ноябрю 1996 г. было потрачено 50 млн долларов. В декабре 1996 г. во время первой фазы испытаний (в которой использовались только нерадиоактивные материалы, имитирующие отходы из шахт) произошла авария, которая разрушила печь и сделала опытный завод непригодным для дальнейшей работы.

Если бы плавильная печь не вышла из строя, то оценка в 66 млн долларов, сделанная в июне, была бы наверняка превышена, поскольку потребовались бы существенные модификации в конструкции для того, чтобы подготовить завод к испытаниям с реальными радиоактивными отходами из шахт. На этом заводе, в том виде в каком он был построен, невозможно было бы перерабатывать радиоактивные материалы и при этом не подвергать персонал высокому радиоактивному облучению.

По мере того, как росли затраты на этапе проектирования и строительства, Министерство энергетики и Fluor Daniel Fernald начали пересматривать свои сметы по полномасштабному предприятию по остекловыванию. В январе 1996 г. сметы расходов по всему проекту увеличились почти в три раза с 92 млн до более 300 млн долларов. В апреле 1997 г. Fluor Daniel Fernald дал оценку, что полные затраты будут колебаться от 376 до 563 млн долларов (сюда входит и замена цементирования на остекловывание как метод обращения с отходами из Шахты 3). Кроме того, расчетный срок завершения проекта (включая дезактивацию и вывод из эксплуатации) был сдвинут на девять лет, с 2002 на 2011 год.

Технические, организационные и финансовые изъяны, которые стали выявляться уже на ранних этапах реализации проекта по Опытному заводу, привели к тому, что стали предприниматься попытки отказаться от остекловывания как метода обработки отходов, принятого в Постановлении. Хотя, казалось бы, не было явных крупных технических помех продолжению программы по остекловыванию отходов из всех трех шахт, тем не менее было предложено заменить остекловывание всех или части отходов на цементирование. Остекловывание, если оно окажется удачным, вероятнее всего обеспечило бы лучшую изоляцию и меньшие конечные объемы отходов.

Эти изменения в программе по восстановлению среды настоятельно рекомендуются, в основном, из-за того, что при этом предполагается, что произойдет сокращение расходов, хотя Министерство энергетики не провело еще должного сравнительного анализа предлагаемых вариантов, равно как и не дало адекватного объяснения, почему оценки затрат на обработку отходов так резко изменились по сравнению с тем, что приводится в Постановлении.

IEER считает, что Министерство энергетики должно предпринять следующие шаги с тем, чтобы направить свою программу по обработке отходов из шахт Ферналда, содержащих радий и торий, в должное русло:

1. Вся программа по восстановлению окружающей среды в отношении шахт должна быть поставлена на хорошо продуманную финансовую и техническую основу. Учитывая, что первоначально были даны в высшей степени неточные оценки затрат, которые в дальнейшем увеличились, а также что сейчас проект оценивается в сотни миллионов долларов, представляется необходимым провести тщательный независимый анализ как бухгалтерских, так и инженерно-технических аспектов программы до того, как будет дано разрешение на увеличение затрат.

2. Должно быть проведено более тщательное изучение отходов во всех трех шахтах. Работы по разработке методик остекловывания для отходов из Шахт 1 и 2 должны проводиться целенаправленно и сконцентрированно по времени, в течение года—двух.

3. Министерство энергетики не должно резко переключаться на альтернативные методы обработки отходов, такие как цементирование отходов из Шахты 3, учитывая собственный опыт Министерства по оценке тех трудностей и проблем, которые связаны с такими технологиями. Наивысший приоритет должен быть отдан остекловыванию.

4. Рекомендуется использовать модульный подход к остекловыванию, который позволит гибко действовать в отношении обработки потенциально разнородных исходных отходов.

5. Министерство энергетики должно более тщательно рассмотреть вариант постройки торнадоустойчивого колпака над имеющимися шахтами, а также создания одной новой емкости, а не нескольких, как это заложено в текущем плане, для определения целесообразности перемещения туда отходов.



ПО СЛЕДАМ "СКАЧУЩИХ" ДАННЫХ: ПОСТОЯННО МЕНЯЮЩИЕСЯ ДАННЫЕ Министерства энергетики по захороненным ТРУ-отходам

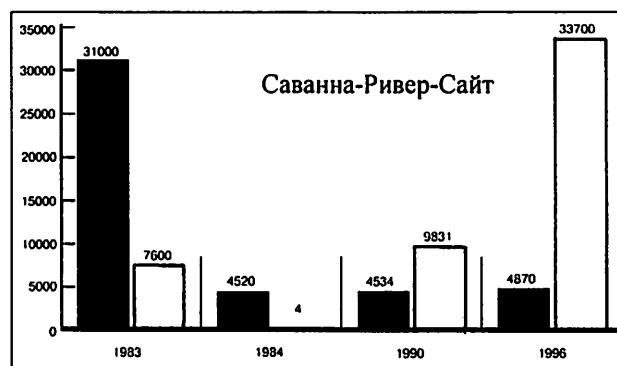
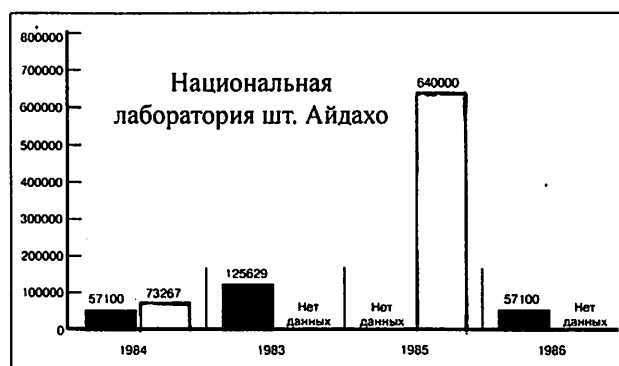
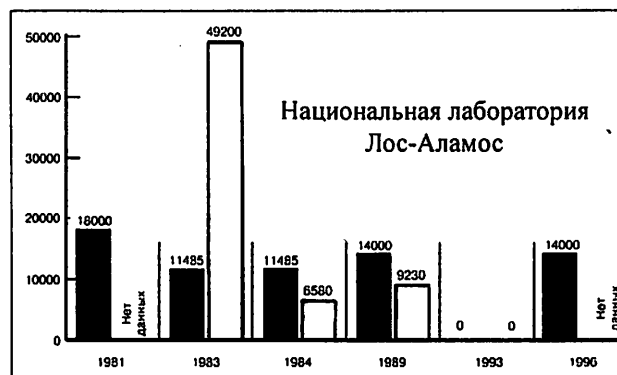
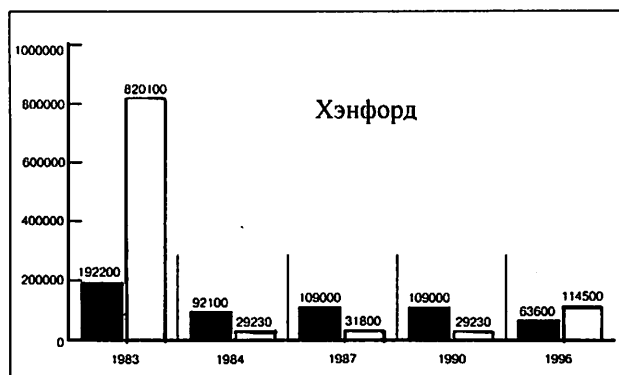
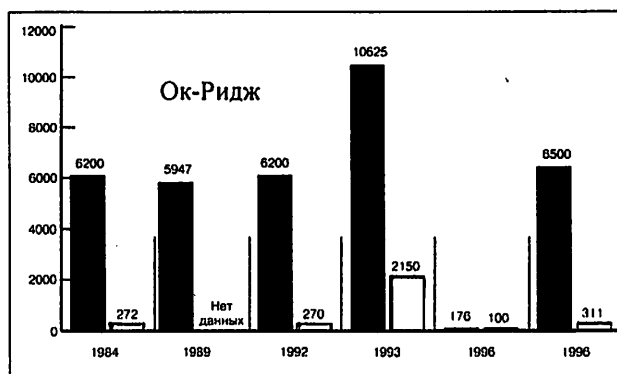
Наш анализ данных Министерства энергетики по захороненным трансураниевым отходам показал, что на многих предприятиях приводимые данные по объему, радиоактивности и массе захороненных ТРУ-отходов часто меняются от года к году, причем не всегда, по-видимому, этому можно дать разумное объяснение. В целом, эти изменения не отражают ситуации, когда добавляются новые отходы или извлекаются старые, а скорее являются результатом того, что 1) отходы, содержащие радиоактивность от 10 до 100 нанокюри на грамм, переводятся из категории ТРУ в категорию "низкоактивных"; 2) выясняется, что некоторые отходы, складированные во временных хранилищах, т.е. с расчетом на последующее извлечение, фактически весьма трудно поддаются извлечению; 3) заново проверяются старые данные; 4) встречаются ошибки.

(Диаграммы взяты из *Containing the Cold War Mess, Chapter 2*)

Для всех диаграмм:

□ объем, м³

■ радиоактивность ТРУ, кюри



Коммерческие и военные ядерные отходы

Данные по большей части ядерных отходов являются неточными, или они просто отсутствуют. Нет надежных общих данных по отходам уранодобывающих предприятий, хотя фрагментарные данные указывают на то, что эти количества сопоставимы по весу или объему с отходами в хвостах горно-обогатительных комбинатов. Радиоактивность, содержащаяся в отвалах и отходах рудников, на единицу веса обычно значительно ниже, чем в хвостах горно-обогатительных комбинатов.

Отходы при добыче и обогащении урана, который используется для коммерческого производства электроэнергии в США, значительно выше, чем приведено в таблице. Это объясняется тем, что большая часть урана, используемого на американских АЭС, импортируется (в последние годы от 80 до 90 %). Поэтому воздействие американских АЭС на окружающую среду распространяется далеко за пределы США. Основными поставщиками урана в США являются Канада, Австралия и страны бывшего СССР.

Трансурановые отходы нарабатываются в основном при выделении плутония (репроцессинг), а также при обработке отделенного плутония и изготовлении из него продуктов для коммерческого и военного использования. ТРУ-отходы Министерства энергетики, в основном, нарабатываются при производстве ядерного оружия. Однако небольшая часть высокоактивных отходов Министерства энергетики нарабатывается в результате производства плутония-238 для коммерческого использования (в основном, радиоизотопные термоэлектрические генераторы для спутников НАСА). По трансурановым отходам, наработанным в период эксплуатации коммерческого радиохимического предприятия Уэст Вэллей, Нью-Йорк (1966—1972 гг.), данные отсутствуют.

Официальные данные по ТРУ-отходам, наработанным на военных предприятиях по производству ядерного оружия, являются ненадежными и внутренне противоречивыми. Согласно сведениям из базы данных Министерства энергетики, радиоактивность захоронен-

См.: Ядерные отходы, с. 14

ЯДЕРНЫЕ ОТХОДЫ, 1996

	Добыча ^a	Обогащение	Низкоактивные	ТРУ	ВАО	Отработанное топливо
Вес/объем:						
Военное производство	~100 млн т	100 млн т	3 млн м ³	>200 000 м ³	345000 м ³	2483 т
Гражданское производство	~130 млн т	130 млн ^b т	1,8 млн м ³	Нет данных	2000 м ³	34300 т
Радиоактивность, кюри:						
Военное производство	10000 ^c	100000	>12,1 млн	>3 млн ^d	880 млн	Нет данных
Гражданское производство	10000 ^c	~ 100000	>5,1 млн	Нет данных	23,6 млн	~30000 млн

Источники:

Данные по военному производству: I. Schwartz, ed., *Atomic Audit* (Washington: Brookings Institution Press, 1998), p.375, Table 6-1.

Остальные данные или оценки получены из *Integrated Data Base: US Spent Fuel and Radioactive Waste Inventories, Projections, and Characteristics*, DOE/RW-006 Rev. 12 and Rev. 13, Table 0.3; и *Containing the Cold War Mess*.

Примечание:

- Цифры округлены до значимого разряда в каждом отдельном случае.
- Символ ">" означает "больше чем".
- т — тонна, м³ — кубический метр, ВАО — высокоактивные отходы.

a. Вес отходов при добыче берется приблизительно равным весу хвостов обогащения.

б. Отходов, получаемых при коммерческой добыче и обогащении, значительно больше, чем указано в таблице. См. текст.

в. Удельная активность отходов при добыче полагается равной одной десятой активности отходов обогащения.

г. Значение радиоактивности по ТРУ-отходам включает в себя оценку радиоактивности ТРУ-отходов на площадке в Айдахо плюс оценку Министерства энергетики по отходам во временных хранилищах.

ДИАЛОГ ПО "ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКЕ"
МЕЖДУ МИНИСТЕРСТВОМ ЭНЕРГЕТИКИ И IEER

В октябре 1997 г. IEER опубликовал свою работу *"Свалки холодной войны: реструктуризация программы Экологического менеджмента ядерно-оружейного комплекса США"*, которая является детальным отчетом по программе Министерства энергетики по Экологическому менеджменту. Алвин Алм, в то время занимавший пост заместителя министра энергетики по Экологическому менеджменту, распорядился провести тщательный анализ результатов, выводов и рекомендаций, представленных в этом отчете. Рецензия должна была быть готова через 30 дней, однако в конечном счете на нее ушло пять месяцев, при этом в работу было вовлечено 30 сотрудников Министерства энергетики.

Та серьезность, с которой Министерство энергетики подошло к этой работе, говорит о значительном прорыве в бюрократической процедуре прошлых лет. В своей рецензии Министерство энергетики рассматривает существо анализа IEER.

По завершению рецензии Министерство энергетики частично признало наличие ряда проблем и в ответ на отчет IEER обязалось предпринять три очень важных шага:

1. Министерство энергетики объявило о пересмотре некоторых аспектов своего подхода к обращению с захороненными ТРУ-отходами. Однако, оно не объявило, какую роль при этом будет играть общественность, и не указала сроки завершения этой работы. В марте 1998 г. IEER предложил Министерству энергетики в течении 30 дней подготовить техническое руководство по сбору и обработке данных по ТРУ-отходам и через 12 месяцев закончить их анализ. Министерство энергетики проинформировало IEER о том, что они готовят новый массив данных по захороненным ТРУ-отходам. Было обращено внимание главных управлений Министерства энергетики на проблему качества данных, которая была детально разобрана в *"Свалках холодной войны"* с призывом устранить эти проблемы. Однако до сих пор Министерство энергетики так и не выпустило детального руководства, которое бы гарантировало техническую достоверность этих данных. В настоящее время данные по захороненным ТРУ-отходам, за исключением площадки Национальной лаборатории штата Айдахо, крайне ненадежны. Более того, Министерство энергетики продолжает продвигать предприятие WIPP как решение проблемы с ТРУ-отходами (см. пример по трансураниевым отходам, стр. 7). Насколько мы можем определить, никакого фундаментального анализа проблемы обращения с ТРУ-отходами так и не было предпринято.
2. Министерство энергетики прилагает большие усилия по созданию плана восстановления зоны аэрации в Хэнфорде. Недавно опубликованный список предпринимаемых мер, таких как глубокий анализ утечек из Резервуарного Парка SX (см. пример по Хэнфорду, стр. 5), указывает, что проблема намного серьезнее, чем казалось в 1996 г., когда Министерство энергетики закончило свою "Экологическую экспертизу" для программы восстановления окружающей среды, пострадавшей от высокоактивных отходов в емкостях.
3. Министерство энергетики согласилось принять меры для организации независимого анализа всех основных проектов. Министерство энергетики значительно изменило свое прежнее отношение к критике извне и сделало это в конструктивном духе. Как результат, оно взяло на себя ряд обязательств. Однако, мы замечаем, что спустя более года с момента публикации *"Свалок холодной войны"* продолжение работ Министерства энергетики оставляет желать лучшего. Во-первых, оно так и не рассмотрело ряд серьезных проблем, которые были подняты в отчете, несмотря на то, что на рецензию ушло пять месяцев. Во-вторых, результаты выполнения обязательств, которые Министерство энергетики все-таки взяло на себя, весьма неудовлетворительны.

См.: Диалог. с. 15

Ядерные отходы
со с. 13

ных ТРУ-отходов в целом несколько выше, чем 0,14 млн кюри. Однако, в единственном технически обоснованном исследовании по захороненным ТРУ-отходам делается вывод, что только в Национальной лаборатории шт. Айдахо радиоактивность ТРУ-отходов составляет 640 000—900 000 кюри. Следовательно,

значение, несколько превышающее 0,14 млн кюри, которое дает Министерство энергетики по радиоактивности захороненных ТРУ-отходов, вводит всех в заблуждение. Мы добавили 0,6 млн кюри (по захороненным отходам Лаборатории Айдахо) к 2,6 млн кюри по ТРУ-отходам во временных хранилищах и получили оценку в более 3 млн кюри (округлено до одной значащей цифры).



Диалог
со с. 14

Крайне важные вопросы, так и не рассмотренные Министерством энергетики, включают:

- **Фундаментальные проблемы в стратегии Министерства энергетики по обращению с ТРУ-отходами.** Захороненных ТРУ-отходов и загрязненной ими почвы значительно больше по объему и они представляют намного более угрожающую экологическую проблему как в кратко-, так и в среднесрочном плане, чем отходы, хранимые во временных хранилищах, утилизация которых предполагается в хранилище WIPP.
- **Ряд вопросов, связанных с классификацией отходов и обращением с ними.** Сюда входят рекомендации IEER относительно того, что с отходами в Хэнфорде, хранимыми в емкостях для высокоактивных отходов, необходимо обращаться как с высокоактивными отходами, а не планировать их утилизацию "на местах" как низкоактивных отходов. IEER представил оценки затрат на такого рода обращение с высокоактивными отходами в Хэнфорде. Ответа от Министерства энергетики не последовало. Министерство энергетики не рассмотрело рекомендации IEER относительно изучения вопроса кальцинирования как промежуточного шага при обращении с отходами в емкостях Хэнфорда вероятно потому, что ни один из подрядчиков не предложил это как возможный вариант. Вместо этого Министерство энергетики продолжает настаивать на том, что кальцинирование следует рассматривать как окончательный шаг, а затем само же отбрасывает эту идею. При таком рассмотрении проблемы получается, что Министерство энергетики выдвигает довод, который само же легко опровергает: "Нет технической литературы, в которой бы говорилось, что кальцинирование само по себе может привести к переводу отходов в окончательную форму, пригодную для утилизации в хранилище". Так и не проанализировав оценки затрат, предложенные IEER, Министерство энергетики остается верным своему утверждению, что прямой перевод отходов в конечную форму для захоронения был бы эффективнее по затратам. Оно также не смогло оценить, какова цена риска возможного провала его подхода, ставящего все на карту крупномасштабного применения технологий по переводу отходов в конечную форму, никогда не применявшихся для отходов настолько трудных и сложных, как отходы в емкостях из Хэнфорда. Это представляется серьезным упущением в подходе к техническим и организационным аспектам одной из самой важных задач Министерства энергетики по экологической очистке.
- **Рекомендации относительно программ по созданию хранилищ.** IEER рекомендовал приостановить политически ориентированные программы по созданию хранилищ Якка-Маунтин и WIPP. Вместо этого IEER предлагает создать научно продуманную программу долгосрочного обращения с высокоактивными отходами. Сюда должно входить изучение возможности захоронения в геологических формациях, исследования возможности захоронения отходов под дном океана, а также исследования по конструкционным материалам — аналогам природных материалов, которые могут хранить радиоактивность миллионы лет. Министерство энергетики не стало принимать во внимание эту рекомендацию по полной реструктуризации.

Министерство энергетики выразило желание продолжать работу с IEER по улучшению своей программы Экологического менеджмента. Как часть этого процесса, IEER будет продолжать предоставлять Министерству энергетики материалы, отражающие взгляды Института, и будет оставаться сторонником продолжения конструктивного диалога с Министерством энергетики. К настоящему времени единственным крупным программным изменением, которое началось в Министерстве энергетики (частично как результат работы IEER), является то, что проблеме загрязнения зоны аэрации в Хэнфорде стали придавать большее значение. Данный проект необходим для защиты реки Колумбия, которая протекает через эту площадку. Мы понимаем и признаем, что это очень большое позитивное изменение в наиважнейшей программе. Однако то, что это начинается с "приватизированного" контракта на сумму в 6,9 млрд долларов по восстановлению среды, пострадавшей от радиоактивных отходов в емкостях Хэнфорда, без серьезного независимого анализа, может привести к значительным задержкам, превышению сметной стоимости, техническим и юридическим спорам и к провалу.



Более детальное рассмотрение результатов анализа материалов по этим трем случаям приводится, начиная со стр. 5. Кроме этого, IEER исследовал общие технические и организационные проблемы, не находящие решения в ядерно-оружейном комплексе. Ниже кратко приводятся некоторые заключения, сделанные IEER по проблемам, выявленным в программе Министерства энергетики по Экологическому менеджменту, а также рекомендации по реструктуризации и усовершенствованию в этих областях.

Заключения IEER

Несмотря на то, что начиная с 1989 г. было потрачено около 40 млрд долларов, Министерство энергетики до сих пор не имеет четкого представления или плана решения проблем по восстановлению окружающей среды, а также по обращению с отходами. Программа страдает плохим руководством, огромными перерасходами, периодическим нарушением сроков исполнения и постоянным "парадом планов". (Регулярные "Пятилетние планы", выпускавшиеся Министерством энергетики в конце 80-х и начале 90-х, были заменены списками пер-

воочередных задач и плановыми документами, такими как "Спецификации рисков" в середине 90-х, в конце 90-х замененные на "Десятилетний план". Само название "Десятилетний план" менялось несколько раз и сейчас это называется "Сокращение сроков очистки: пути к завершению"). Ни в одном из этих планов не предложено всестороннего подхода к восстановлению окружающей среды и к обращению с отходами, а по стратегиям и программам, рекомендованным в них, возникает ряд серьезных вопросов.

Тем не менее, существует сфера, в которой Министерство энергетики достигло определенного успеха: более детальная характеристика объема экологических проблем, связанных с ядерно-оружейным комплексом.

В начале 90-х, ничего, кроме общего описания, об этом не было известно. С того времени был предпринят ряд усилий по более детальному описанию проблем. Например, в исследованиях по проблемам плутония и высокообогащенного урана (ВОУ) (опубликованных, соответственно, в 1994 и 1996 г.) разбиралось, где, как и в какой химической форме хранятся плутоний и ВОУ, а также очерчивались проблемы, представляющие потенциальную опасность⁶. В исследовании по плутонию указывалось на наличие воспламеняющих газов в кон-

См.: Свалки холодной войны, с. 17

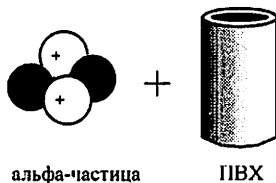
WIPP: ОКОНЧАТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ТРУ-ОТХОДОВ НЕ НАЙДЕНО

WIPP
со с. 8

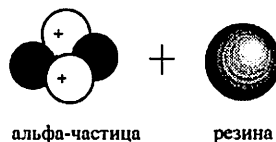
Радиолиз воды и органических соединений вызывает образование водорода, а также других воспламеняющихся или токсичных химических веществ. Такое радиолитическое разложение является одним из основных источников опасности возникновения пожаров и/или взрывов в некоторых емкостях с высокоактивными отходами на предприятиях Хэнфорда и Саванна-Ривер-Сайт. От образования и накопления опасных химических веществ в результате радиолиза пострадали хранилище с плутонием в Роки-Флэтс и хранилища с ТРУ-отходами на ряде других объектов. Одной из причин было разложение изделий из пластмассы под действием

радиолиза на воспламеняющиеся и токсичные газы. Фактически, радиолиз может сделать отходы со временем более опасными или сделать опасными отходы, первоначально неопасные. Причем, в зависимости от периода полураспада рассматриваемого радионуклида (и вторичных частиц), этот процесс может продолжаться очень долгое время.

РАДИОЛИЗ



Бензин C_6H_6 (токсичен, химически активен)
Ацетон CH_3COCH_3 (возгораем)
= Хлористый водород HCl (коррозионно активен)
Водород H_2 (возгораем)
Винилхлорид $CH_2=CHCl$ (токсичен)
... плюс другие



Ацетон CH_3COCH_3 (возгораем)
= Хлористый водород HCl (коррозионно активен)
Водород H_2 (возгораем)
... плюс другие

При облучении альфа-частицами пластмассы, содержащей ПВХ, а также резиновых материалов образуются соединения, способные перевести отходы, которые не попали под определение RCRA, в разряд опасных по RCRA.

См.: WIPP, с. 18

тейнерах для хранения плутония на Роки-Флэтс и на опасность хранения ВОУ в связи с возможностью спонтанной цепной реакции. В двух базовых отчетах по Экологическому менеджменту, опубликованных в 1995 и 1996 г., впервые очерчивается огромный круг проблем, связанных с восстановлением окружающей среды, с указанием затрат по каждому конкретному объекту. Кроме того, в них приводится список задач по экологической очистке. К сожалению, в дальнейшем эти отчеты были заменены более ограниченными и менее полезными "планами", упомянутыми выше, которые были продиктованы политическими соображениями, тогда как технического анализа в них было мало.

Другим удачным мероприятием Министерства энергетики было создание Технической консультативной комиссии по емкостям Хэнфорда, расширившей базу знаний по этой проблеме. Эти знания позволили разработать решения, помогающие в ситуациях, когда возникает одна из самых серьезных угроз — взрыв емкостей, как это произошло с емкостью 101-SY.

Отчет Министерства энергетики "Ядерно-оружейное наследие" является еще одним важным достижением. В нем дан обзор производства ядерного оружия и порожденных им проблем загрязнения окружающей среды и управления отходами.

Другие выводы:

Низкое качество сбора данных

Одним из серьезных препятствий в решении проблем экологической очистки является низкое качество сбора данных Министерством энергетики. Примером могут служить данные по захороненным трансураниевым (ТРУ) отходам. План Министерства энергетики по управлению ТРУ-отходами был основан на предположении, что радиоактивность "захороненных" отходов намного ниже, чем отходов "во временных хранилищах" и тех, которые Министерство энергетики предполагало произвести в течение последующих 30 лет. Однако единственный всесторонний анализ архивных данных по захороненным ТРУ-отходам за предыдущие годы, который мы нашли, делался по Лаборатории штата Айдахо и был закончен в 1995 г.⁷ По оценкам, сделанным в данном исследовании, на этом объекте активность захороненных ТРУ-отходов находилась в пределах от 640 000 до 900 000 кюри, что отличается от оценки 73 300 кюри, сделанной ранее⁸. Таким образом, только на одной этой площадке общая радиоактивность по альфа-излучению от захороненных отходов была порядка половины всей радиоактивности во всех хранимых ТРУ-отходах, которая по подсчетам Министерства энергетики составляет 1 100 000 кюри. Захороненные отходы к тому же создают еще более серьезную

опасность, поскольку возникает угроза заражения жизненно важных ресурсов грунтовых вод. Данные по ТРУ-отходам на других объектах сильно разнятся от года к году, и этому не дается научно обоснованного объяснения (см. стр. 12). В своей рецензии на отчет "Свалки холодной войны" Министерство энергетики не предложило ни одного технического документа, в котором бы объяснялось, как фактически были получены данные по ТРУ-отходам. Нам не известно ни одного технического руководства, выпущенного Министерством энергетики для объектов оружейного комплекса, в котором бы давались рекомендации по сбору данных. С момента публикации отчета "Свалки холодной войны" Министерство энергетики предприняло еще одну попытку сбора данных по ТРУ-отходам, но обоснованного технического руководства для обеспечения качества получаемой информации так и не появилось. Будет ли результат более значим, чем предыдущие попытки сбора и обработки данных, увидим позже.

Ситуация с ТРУ-отходами является отражением более крупной проблемы. Насколько мы смогли определить, Министерство энергетики не предприняло ни одного серьезного усилия для контроля качества информации, направленного на предоставление обществу достоверных, согласующихся между собой, данных. Мы обнаружили много серьезных несоответствий в данных, публикуемых Министерством энергетики. Например, имеется расхождение между оценками объемов отходов, приводимыми в ЭЭ по "Программе управления арсеналом", и данными, используемыми в ЭЭ по программе "Обращение с радиоактивными отходами".

Неправильно расставленные приоритеты

Намерение Министерства энергетики сохранить объем расходов на военные цели на уровне времен холодной войны создает ситуацию, когда его приоритеты в сфере экологической очистки систематически не согласуются с насущными проблемами. В некоторых случаях Министерство энергетики принимает лишь политически целесообразные, а не продуманные и научно обоснованные подходы к решению проблем, существование которых неизбежно еще тысячи лет. Одним из важных примеров является управление ТРУ-отходами, где все усилия брошены на Опытное предприятие по изоляции отходов (WIPP), а не на решение более опасной проблемы захоронения отходов (см. вставку о WIPP, начиная со стр. 7).

Более того, Министерство энергетики оказалось упорным сторонником поддержки и наращивания мощностей по производству ядерного оружия в ущерб окружающей среде и здоровью людей. Через программу Экологический менеджмент пытаются увековечить ряд

технологий холодной войны. Например, повторное введение в эксплуатацию "каньонов" (предприятий) F и H по переработке отработанного топлива на Саванна-Ривер-Сайт в 1996 г. было направлено скорее на поддержку мощностей по репроцессингу, чем на Экологический менеджмент. Хотя и утверждается, что это решение было принято в связи с проблемой коррозии и потерей герметичности стержней отработанного топлива, репроцессинг приводит к увеличению количества выделенного плутония и высокоактивных жидких отходов. Эти два материала представляют собой наибольшую опасность в рамках ядерного комплекса Министерства энергетики. Конверсия схемы репроцессинга (называемая пиропроцессингом) для нового типа реактора-размножителя, называемого интегральным реактором на быстрых нейтронах, в технологию по обращению с отходами является еще одним примером вышеупомянутой тенденции.

Монументализм

Министерство энергетики продолжает поспешно браться за большие проекты без должной научной и технической проработки. Мы назвали эту тенденцию, которая, по-видимому, является эпидемией, "монументализм".

Хорошим примером этому является план по остекловыванию отходов, загрязненных радием и торием, из

трех больших шахт на объекте в Ферналде близ Цинциннати (штат Огайо). Характеристики этих отходов не были корректно описаны, а технологии обработки не были надлежащим образом проверены. Тем не менее, Министерство энергетики и его подрядчик, компания Fluor Daniel Fernald, приступили к разработке и одновременному строительству пилотного предприятия. Когда основным элементом оборудования, правильная печь, был доставлен на объект, оказалось, что некоторые узлы не стыкуются с тем, что уже было построено на площадке. Более того, в декабре 1996 г. в результате первого из двух этапов испытаний пилотного предприятия печь была наполовину разрушена. Эта авария вызывает тем большую тревогу, что сотрудники проекта идентифицировали потенциальную проблему еще в ходе технических исследований — тем не менее, она не была разрешена (см. пример по Ферналду, стр. 9).

Другим примером является провал проекта по процессу осаждения высокоактивных отходов внутри емкостей с целью обработки и концентрации 90 % объема отходов, находящихся на Саванна-Ривер-Сайт. После того, как на разработку было потрачено 550 млн долларов и 14 лет работы, в 1997 г. Министерство энергетики признало этот проект неудачным и прекратило его. В результате этого процесса образовались большие количества горючего и токсичного бензола, который породил новые серьезные опасности. Министерство энергетики

См.: Свалки холодной войны, с. 19

WIPP: ОКОНЧАТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ТРУ-ОТХОДОВ НЕ НАЙДЕНО

WIPP
со с. 16

Химические изменения, которые претерпевают материалы из винилхлорида и поливинилхлорида (ПВХ), используемые в производстве таких вещей, как пластмассовые контейнеры, трубные обвязки, приборные панели автомобилей (а также упаковка для ТРУ-отходов), являются примером радиолиза химических материалов, большое разнообразие которых выпускается в настоящее время промышленностью. При облучении альфа-частицами эти ПВХ-материалы испускают газы, содержащие молекулы бензола, ацетона, хлористого водорода (HCl).

Наличие некоторых из этих химических веществ при достаточно высокой концентрации в отходах может привести к тому, что последние подпадут под одно из четырех описаний опасных отходов, как определено в Акте RCRA (токсичность, коррозионная активность, возгораемость и химическая активность). Например, присутствие хлористого водорода может привести к тому, что отходы должны будут рассматриваться как коррозионно-активные. Поэтому, даже если отходы на момент их образования и не относятся к опасным, они могут стать опасными в результате облучения во время хранения. IEER пришел к заключению, что некоторые отходы от обогащения Pu-238 в Лос-Аламосе, вероятнее всего, отвечают определению опасных веществ в соответствии с Актом RCRA, на хранение которых WIPP еще не получило лицензии.

После анализа материалов, предоставленных Министерством энергетики (а также материалов, подготовленных IEER), Департамент по окружающей среде штата Нью-Мексико (NMED), в юрисдикцию которого входит определение соответствия нормам RCRA, решил потребовать у НЛЛА предоставить образцы отходов, предлагаемых к размещению в WIPP, чтобы убедиться, что их следует классифицировать как неопасные. Хотя NMED и одобрил план Лос-Аламоса по отбору и анализу образцов, а также результаты анализа, однако IEER считает, что процедура отбора проб была недостаточной для определения, являются ли отходы

См.: WIPP, с. 19

признало этот проект неудачным и прекратило его. В результате этого процесса образовались большие количества горючего и токсичного бензола, который породил новые серьезные опасности. Министерство энергетики и его основной подрядчик проигнорировали неоднократные предупреждения собственных сотрудников и внешних наблюдателей о том, что они движутся слишком быстро и масштабно. После почти двух лет изучения Министерство энергетики тем не менее хочет продолжить использовать, по существу, ту же самую технологию, но в небольших емкостях и при более низких температурах, дополнительно затратив на это еще 1 млрд долларов.

Приватизация

Вместо контрактной системы, которая не дала ожидаемых результатов, Министерство энергетики пытается применить другой подход, известный как "приватизация". При приватизации предполагается, что ответственность за технический риск смещается в сторону подрядчика, который работает по контракту с твердыми ценами. Предполагается, что подрядчику заплатят только в случае успешной реализации проекта, когда будет поставлен "конечный продукт".

Министерство энергетики утверждает, что этот подход при заключении контрактов поможет снизить стоимость проектов в результате конкуренции, а также

привлечь дополнительные знания и опыт, накопленные в промышленности. Но это совершенно неадекватно применительно к проблемам, являющимся "единственными в своем роде", возникающими в таких проектах, как емкости с радиоактивными отходами в Хэнфорде или Шахта 9 в INEEL.

Однако оказалось, что трудно заставить подрядчиков отвечать за неправильное руководство проектом, а также за плохие технические решения. Зачастую министерство допускает огромное увеличение расходов без надлежащего детального технического анализа причин — как, например, в проекте по остекловыванию в Ферналде.

В качестве объекта для своих экспериментов с новым подходом в предоставлении подряда Министерство энергетики выбрало крупнейшую и наисложнейшую проблему в программе Экологического менеджмента. Положение дел по проекту в Хэнфорде с самого начала не внушало оптимизма. Так только два подрядчика подали заявки на два имевшихся контракта, и, по мере развития событий, шансы на выигрыш остались только у одного — British Nuclear Fuels, Limited (BNFL). Несмотря на то, что ранее Министерство энергетики настаивало на том, что для успеха мероприятия необходимо, чтобы в конкурсе участвовало от трех до пяти претендентов, оно тем не менее не отказалось от своего подхода с "приватизацией". С момента публикации отчета "Свал-

См.: Свалки холодной войны, с. 20

WIPP: ОКОНЧАТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ТРУ-ОТХОДОВ НЕ НАЙДЕНО

WIPP, со с. 18

действительно неопасными. Среди всего прочего, Министерство энергетики не провело необходимых испытаний для определения, может ли содержание бензола, ацетона, винилхлорида или хлористого водорода превысить те уровни, которые переведут отходы в разряд опасных по определению RCRA. Учитывая крайне различную природу отходов, трудность получения репрезентативной выборки образцов и высокую вероятность того, что некоторые из отходов будут соответствовать критерию "опасных" по RCRA, было бы благоразумнее считать все металлические бочки с отходами, о которых идет речь, опасными.

Вопрос выходит далеко за пределы рассмотрения только этих 36 бочек с производственными отходами. Даже если отходы допустимы по RCRA, WIPP не сможет принимать их, если они коррозионно-активны, возгораемы или химически активные, потому что по критериям допуска отходов на WIPP эти категории отходов исключаются. На сегодняшний день неизвестно сколько ТРУ-отходов из ядерного комплекса Министерства энергетики не удовлетворяют установленным требованиям для WIPP, поскольку они стали коррозионно-активными, возгораемыми или химически активными во время хранения. Это ставит под сомнение пригодность WIPP в качестве хранилища для смешанных ТРУ-отходов. Даже если вопросы будут урегулированы и WIPP будет открыт, это не решит проблему с теми огромными объемами захороненных ТРУ-отходов, а также почвой, загрязненной ТРУ-материалами, во всем ядерном комплексе, которые представляют собой намного большую экологическую угрозу, чем ТРУ-отходы во временных хранилищах. Основным приоритет должен быть отдан снижению рисков от захороненных ТРУ-отходов и почвы, загрязненной ТРУ-материалами.

Та поспешность, с которой Министерство энергетики стремится открыть WIPP, имеет много параллелей с его программой захоронения высокоактивных отходов в Якка-Маунтин. Обе эти программы технически не продуманны и должны быть прекращены. Значительно лучше признать сейчас, что эти программы фундаментально ошибочны, чем в спешке, вызванной политически ориентированными сроками, складировать там отходы.



ки холодной войны” Министерство энергетики продолжает следовать по этому ошибочному пути с 6,9-миллиардным контрактом с BNFL, который возлагает больше обязательств на Министерство энергетики (а следовательно, на налогоплательщиков), чем на подрядчика. Для этого уникального и трудного проекта такое контрактное соглашение является в высшей степени рискованным и неадекватным. Возникает риск повторения, но в большем масштабе, тех проблем, с которыми уже столкнулись в проекте по извлечению и обработке трансураниевых отходов, захороненных в Шахте 9 в Айдахо.

Отсутствие стандартов по очистке

Согласившись вначале сотрудничать с Агентством по охране окружающей среды по программе разработки государственных стандартов по остаточной радиации, а также нормативов по выводу предприятий из эксплуатации, Министерство энергетики в 1996 г., по-видимому, попросило Агентство прекратить работу над стандартами и оно согласилось. Объяснение этого решения, которое дало Министерство энергетики, а именно, что нормативное руководство по каждой отдельной площадке больше соответствует поставленным задачам, вводит всех в крайнее заблуждение. Государственные стандарты установили бы правовые нормы, которые смогут ограничить опасные последствия мероприятий по восстановлению среды и утилизации отходов как для нынешнего, так и для будущих поколений. Не требуется, чтобы они диктовали, как проводить оценку факторов, сопутствующих радиоактивному облучению на каждом отдельном предприятии.

Министерство энергетики действует на основе принципа ad hoc, что с неизбежностью порождает серьезные расхождения в рекомендациях по защите на разных площадках. Так, например, уровни остаточного плутония в почве, которые предлагались допустимыми для “буферной зоны” вокруг площадки Роки-Флэтс (651 пикюри плутония-239/240 на грамм почвы), были почти в 40 раз больше уровня, одобренного Министерством энергетики для атоллов Ронгелап и Джонстон в Тихом океане, где в 50-х годах проводились ядерные испытания в атмосфере. Рекомендация оказалась настолько противоречивой, что Министерство энергетики не смогло использовать ее практически. Сейчас Министерство энергетики поручило (через специализированный совет) корпорации Risk Assessment Corporation провести исследование этого вопроса, что обойдется в 470 000 долларов⁹.

Отсутствие принципиальной схемы решения вопросов по экологической очистке и обращению с радиоактивными отходами

Даже после того, как были израсходованы десятки миллиардов долларов и написаны огромные кипы экологических экспертиз, что тоже стоило огромных денег, Министерство энергетики так и не выработало технически продуманной и согласованной принципиальной схемы решения вопросов по экологической очистке и

обращению с радиоактивными отходами. Такая схема должна включать:

- набор четких стандартов по экологической очистке, обеспечивающих охрану здоровья населения, а также список охранных мер, гарантирующих защиту от любой остаточной радиоактивности для будущих поколений;
- систему классификации отходов, учитывающую опасность и долговечность радиоактивных отходов, а также систему мероприятий по обращению с отходами, предусматривающую изолирование отходов от окружающей среды на время, сравнимое с периодом, в течение которого они остаются опасными¹⁰;
- временные меры по стабилизации материалов и отходов высокого риска, направленные на защиту жизненно важных ресурсов — таких, как водоносные горизонты и поверхностные водные массивы, — от дальнейшего загрязнения на период, пока изучаются, разрабатываются и реализуются долгосрочные меры.

Ни одного из этих элементов нет в программе Министерства энергетики и более того, во многих случаях оно даже не движется в нужном направлении. Бросив силы на решение больших проектов и смешав долгосрочные мероприятия и временные шаги, Министерство энергетики принесло вопросы безопасности в жертву краткосрочной перспективе. Так система классификации отходов Министерства, равно как и система классификации Комиссии по ядерному урегулированию (NRC — эквивалент Госатомнадзора в России), представляет собой “солянку” из нормативных актов, которые дают определение отходов скорее по их происхождению, чем в соответствии с требованиями по обращению с ними, с их опасностью и долговечностью. Для Министерства энергетики “завершение экологической очистки” повлечет за собой ряд несогласованных и разрозненных действий по восстановлению окружающей среды.

При этом “перешедшие по наследству отходы” — такие, как большие объемы захороненных трансураниевых отходов в Хэнфорде и Саванна-Ривер-Сайт, — скорее всего, останутся в неглубоком захоронении. “Завершение” — термин, который вводит многих в заблуждение, позволяя предполагать, что многие проблемы будут решены. На самом деле подход, выбираемый Министерством энергетики, напоминает те близорукие, принятые в угоду обстоятельствам подходы, которые активно пропагандировались в прошлом как “решение” проблемы по обращению с отходами.

Выводы и рекомендации

Основной вывод, сделанный IEER, заключается в том, что в целом план Министерства энергетики по Экологическому менеджменту столкнулся с проблемами, настолько фундаментальными, что справиться с ними можно только с помощью основательной реструктуризации. При подходе, применяемом в настоящее время, не только тратятся впустую большие суммы денег, но и страдают основные программы, поскольку уроки из практического опыта не извлекаются должным образом. Технологии “холодной войны”, типа репроцессинга, которые создают еще больше опасных отходов,

продолжают использоваться под видом Экологического менеджмента. Близорукие и плохо разработанные программы восстановления окружающей среды грозят превратиться в еще большие экологические бедствия в будущем. Даже самые основные данные являются явно некачественными, при этом цифры прыгают от года к году и от одного отчета к другому без объяснения, увязывания их, контроля за их качеством и научной проработки.

Несмотря на то, что по рассмотрении программы Министерства энергетики мы пришли к таким мрачным заключениям, надо заметить, что в системе Министерства энергетики (включая его подрядчиков) работает много компетентных профессионалов. Кроме того, в стране ширится общественная поддержка в защиту чистоты окружающей среды, в том числе и со стороны тех, кто проживает около объектов Министерства энергетики. Все эти элементы могут составить часть основы для выработки хорошо продуманной программы Экологического менеджмента. Но этого недостаточно. Понадобятся также организационные и технические изменения, о чем будет сказано ниже.

Реструктуризация программы должна начаться с тщательного пересмотра программ по восстановлению окружающей среды и по обращению с отходами в их совокупности. Начальной точкой для рассмотрения вариантов решения проблемы радиоактивного наследия производства ядерного оружия должно явиться понимание, что мы не можем "произвести очистку" в традиционном понимании этого слова. Целью, скорее, должно стать снижение риска, в котором можно выделить три аспекта:

1. Срочно предпринять действия по снижению риска возникновения экологических катастроф, аварий, угрожающих здоровью людей (утечки высокоактивных отходов или взрывы в контейнерах, содержащих их), а также дальнейшего распространения необратимого загрязнения (загрязнение нижней части области питания водоносных горизонтов).
2. Содержать радиоактивные отходы изолированными от внешней среды в течение времени, сопоставимого с периодом, в продолжение которого они будут оставаться опасными.
3. Рассматривать проблемы и радиоактивных, и нерадиоактивных отходов и связанной с этим экологической очистки, а также риск возникновения медицинских последствий как связанных с возникновением рака, так и не связанных с ним.

Другие наши общие рекомендации, вытекающие из этих трех принципов снижения риска, приведены кратко во вставке на стр. 26.

Кроме того, Министерство энергетики должно пересмотреть свое решение относительно государственных стандартов по экологической очистке и, в сотрудничестве с Агентством по охране окружающей среды (EPA), предпринять шаги по выработке четких стандартов. Такие стандарты усилят отчетность Министерства и его подрядчиков перед общественностью. При снятии ограничений на использование очищенной территории мы предлагаем включить в единый набор

правил по восстановлению окружающей среды и управлению отходами, среди прочих, следующие технические элементы:

- набор стандартов по восстановлению окружающей среды, действующих на территории всей страны (но разрешающих местным сообществам устанавливать более жесткие стандарты) и включающих меры по защите здоровья будущих поколений и окружающей среды;
- руководство по высвобождению площадок под неограниченное использование, основанное на "предельно низких разумно достижимых" стандартах ("as low as reasonably achievable" — ALARA), должно требовать восстановления уровня радиации до фонового или до уровня не выше 2 миллирем в год (британское руководство ALARA);
- стандарт восстановления, устанавливающий на будущее предельную дозу в 10 миллирем на максимально облученного человека (например, фермер, ведущий натуральное хозяйство) на период, пока сохраняется угроза, с конкретными положениями по защите грунтовых вод согласно нормативным документам Закона о чистой воде;
- систематический учет риска неонкологических заболеваний и синергизма рисков заболевания от радиоактивных и нерадиоактивных токсичных материалов с особыми строгими ограничениями для некоторых загрязнителей, если это требуется для охраны здоровья населения.

Такие же правила и руководства необходимо изменять и после того, как площадки будут отданы в ограниченное использование. Основное различие между неограниченным и ограниченным использованием должно заключаться в том, что при ограниченном использовании ограничения на дозы могут вводиться как процедурными так и техническими способами, чего нет при неограниченном использовании.

1. Сюда входит оружие произведенное, а затем демонтированное. На пике развития, в середине 60-х, ядерный арсенал США составлял 32 000 боеголовок.
2. US DOE Office of Environmental Management, *Linking Legacies*, DOE/EM-0319 (Washington: Environmental Management Information Center, January 1997), p. 105, figure 6—1.
3. Stephen I. Schwartz, ed., *Atomic Audit: The Costs and Consequences of U.S. Nuclear Weapons Since 1940* (Washington: Brookings Institution Press, 1998), p. 4. Также см. "Энергетику и безопасность" № 6—7, 1999, стр. 21. В сумму 5,5 триллионов долларов не входят 300 млрд долларов, которые потребуются, по оценкам авторов Atomic Audit, на очистку и обращение с радиоактивными отходами в будущем (включая и все новые мероприятия по производству оружия).
4. Некоторые поддержали идею трансмутации долгоживущих нуклидов в короткоживущие. Это, по существу, предполагает строительство дополнительных АЭС (необязательно наиболее распространенного на сегодняшний день типа), а также комплекс предприятий по выделению радионуклидов. Эти предприятия приведут к новым проблемам, новым отходам и огромным затратам. В связи с ними также встанут проблемы нераспространения. Комментарии по исследованию трансмутации как методики обращения с отходами, подготовленные Национальным научно-исследовательским советом, можно найти в *Science for Democratic Action*, Vol. 6, No. 1, p. 4.
5. Затраты на ЭЭ были намного больше, чем 31 млн долларов, но Министерство энергетики заявило, что часть расходов была отнесена на вспомогательные работы, которые потребовались бы в любом случае.

(все они уже исчерпали свой расчетный ресурс, равный 25 годам) содержат приблизительно 5 700 000 галлонов жидкости, поддающейся откачке. Одной из важной составляющей программы Министерства энергетики по обращению с емкостями является перекачивание жидкостей из емкостей с одинарной оболочкой в емкости с двойной оболочкой с тем, чтобы предотвратить дальнейшую утечку.

Однако тут возникает ряд сложностей. Часть жидкости в емкостях находится в надосадочном и поровом состояниях. Слой надосадочной жидкости в емкости залегает поверх шлама и соляной "лепешки" (отходы, которые выкристаллизовались в химические соли). Надосадочная жидкость может быть некоторым образом выкачана из емкостей, тогда как поровая жидкость находится в поровом пространстве соляной "лепешки" и шлама, и ее откачать значительно труднее. Большое количество жидкости может оставаться в порах даже после экстенсивной откачки. Поэтому трудно гарантировать отсутствие утечек до тех пор, пока емкости не будут полностью опорожнены.

Объявляя емкости "временно стабилизированными", даже если в них все еще содержится до 50 000 галлонов поровой жидкости, Министерство энергетики вводит всех в заблуждение. Более того, у Министерства энергетики нет ни химических, ни радиологических критериев, по которым оно может объявить емкости "временно стабилизированными". Поскольку эти емкости содержат также и воспламеняющиеся и/или взрывчатые вещества, и при этом опасность возникновения пожаров зависит от количества воды в емкости, откачивание жидкостей из емкости с одинарной оболочкой (при этом откачиваются и вода, и все другие жидкости) изменит степень риска в емкостях как с одинарными, так и с двойными оболочками. Следовательно, при объявлении емкостей "временно стабилизированными" необходимо тщательно учитывать хими-

ческие и радиологические критерии.

Несмотря на желательность удаления жидкостей из емкостей с одинарной оболочкой, чтобы предотвратить дальнейшую утечку радиоактивных отходов, это порождает новые проблемы: повышение температуры в емкостях, из которых удаляют жидкость, и изменение химического состава в емкостях с двойной оболочкой, куда жидкости закачивают. Также вызывает беспокойство и процесс откачки жидкостей, который может инициировать новую коррозию в емкостях с одинарной оболочкой. По мере того, как жидкости откачиваются, обнажаются новые участки внутренней стенки емкостей в том месте, где жидкость контактирует с воздухом (на границе жидкость—воздух). В результате электрохимических процессов, которые до конца еще хорошо не поняты, на этой границе может возникнуть быстрая коррозия.

Обращение с емкостями, содержащими отходы, в долгосрочном плане

Кроме целей, намеченных на ближайшую перспективу, а именно, предотвращение протечек, в долгосрочном плане необходимо будет извлечь отходы из емкостей и перевести их в формы, которые будут представлять наименьшую угрозу окружающей среде в перспективе. В настоящее время Министерство энергетики планирует следующее: извлечь из емкостей 99 % объема отходов (возможно, и больше); разделить извлеченные отходы на высоко- и низкоактивную части; произвести остекловывание обеих частей отходов, при этом захоронить высокоактивные отходы в геологическом хранилище, а низкоактивные отходы "на местах". В предложенном плане есть ряд недостатков, включая и то, что при этих мероприятиях значительно увеличится объем высокорadioактивных отходов, захороненных на местах. Кроме этого, есть еще одна проблема: программа по остекловыванию была начата и осуществляется без достаточной технической проработки и без должного резервного плана на случай, если подход, выбранный

См: Хэнфорд с. 23

6. Эти исследования были инициированы, профинансированы и выполнены Службой по окружающей среде, безопасности и охране здоровья Министерства энергетики, а не программой Экологического менеджмента. В рамках программы экологического менеджмента такой анализ никогда не проводился.
7. Lockheed Martin Idaho Technologies Company, *A Comprehensive Inventory of Radiological and Nonradiological Contaminants in Waste Buried in the Subsurface Disposal Area of the INEL RWMC During the Years 1952—1983*, INEL95/0310, Rev. 1 (Idaho Falls, ID: Idaho National Engineering Laboratory, August 1995).
8. См. *Containing the Cold War Mess*, p. 84. Заметим, что радиоактивность источников альфа-излучения составляет только часть всей радиоактивности в ТРУ-отходах. Более половины радиоактивности отходов, размещенных в хранилищах, и неизвестная часть радиоактивности захороненных отходов вызваны продуктами деления и другими радионуклидами, которые не являются трансурановыми элементами, излучающими альфа-частицы.
9. Министерство энергетики предоставило грант, размером в 470 000 долл. Комиссии по надзору за уровнем активности почв на Роки-Флэтс, независимому органу, который выбрал компанию

Risk Assessment Corporation (RAC) для проведения этого исследования. RAC проведет оценку расчетов уровней активности почв на Роки-Флэтс. (Примечание: RAC ранее назывался Radiological Assessment Corporation).

10. До известной степени, долговечность и опасность (как радиоактивность на единицу веса) обратно пропорциональны. Радионуклиды с более длинным периодом полураспада имеют более низкую активность на единицу веса и наоборот. Однако для широкого класса радионуклидов периоды полураспада таковы, что небольшие количества материалов представляют большую опасность, причем период полураспада этих материалов весьма велик. Примерами таких радионуклидов являются плутоний-239 и радий-226, с периодом полураспада, соответственно, 24100 лет и 1600 лет.
11. "Фоновые уровни" в этом контексте означают радиоактивность от природных источников плюс от осадков после ядерных испытаний. Однако сюда не надо включать радиоактивное загрязнение, вызванное мероприятиями, проводимыми на этой площадке.



на сегодняшний день, окажется несостоятельным. Министерство энергетики заключило договор с "приватизацией" на сумму 6,9 млрд. долларов с British Nuclear Fuels, Limited (BNFL), британской государственной корпорацией, на остекловывание около 10 % объема отходов из емкостей Хэнфорда. Контракт вызывает ряд серьезных замечаний. Первое: технология, предложенная BNFL, не была должным образом проверена на тех уникальных типах отходов, которыми являются отходы в Хэнфорде. Второе: строительство предприятия по остекловыванию планируется начать тогда, когда проектные работы по этому объекту будут закончены менее чем на 50 %. Если технология себя не оправдает, то все расходы корпорации BNFL возьмут на себя налогоплательщики США.

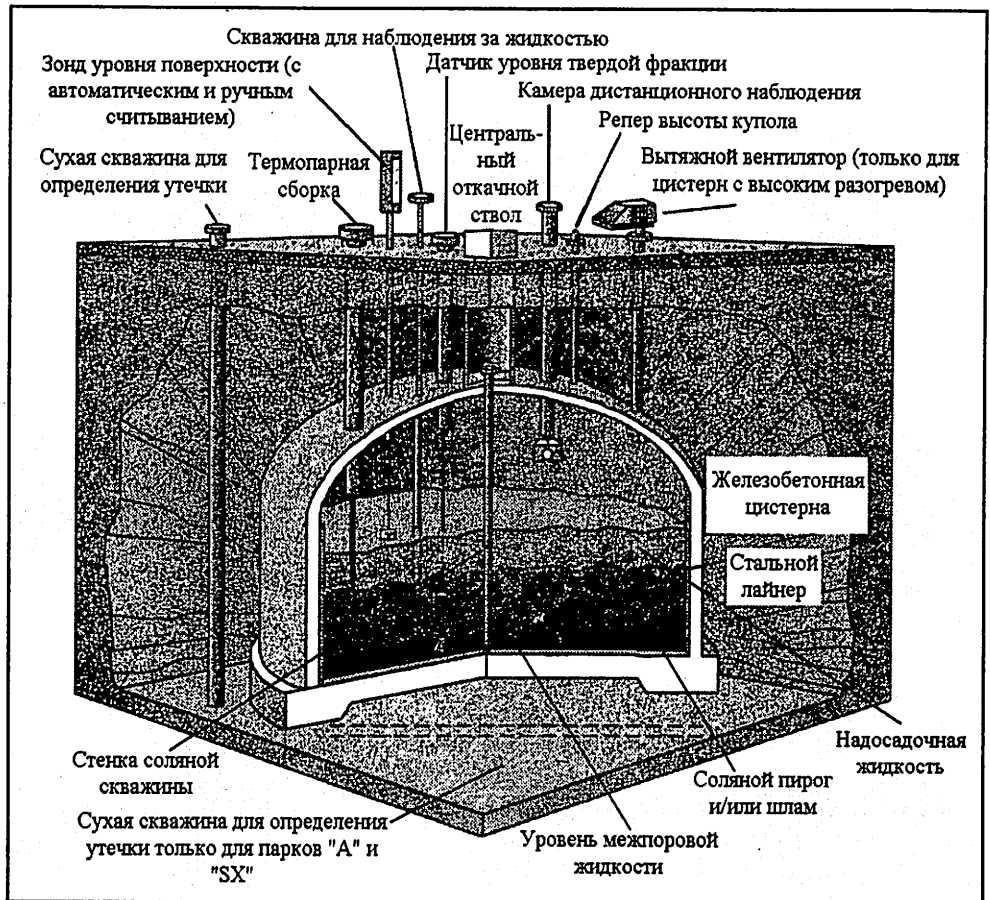
Кроме того, контракт с BNFL вызывает вопросы, связанные с безопасностью. Документы по технике безопасности, приложенные BNFL к контракту по Хэнфорду, были охарактеризованы Министерством энергетики как "плохо подготовленные". Наконец, характеристика BNFL у себя на родине, где эта корпорация действует под покровительством британского закона о государственной тайне, оставляет желать лучшего. Министерство энергетики не использовало имеющихся рычагов в виде контрактов с американскими дочерними компаниями BNFL, чтобы поднять вопрос об опубликовании отчета этой корпорации о ее деятельности на родине. Мы считаем вполне уместным предание этих отчетов гласности для того, чтобы оценить, как BNFL будет работать в США.

Поскольку этот план будет включать в себя утилизацию остеклованных "низкоактивных" отходов в Хэнфорде, Министерство энергетики предвидит, что количество отходов, подлежащих захоронению в геологическом хранилище, уменьшится. Министерство энергетики не приняло во внимание стоимость местного захоронения увеличивающегося объема отходов по соответствующим рыночным ценам. Более того, так на-

зываемые "низкоактивные отходы", подлежащие утилизации на местах, в других странах, таких как Великобритания или Франция, будут классифицироваться как "среднеактивные" и будут подлежать захоронению в глубоких геологических хранилищах.

И, наконец, похоже, что Министерство энергетики не планирует вывод из эксплуатации самих емкостей. Скорее, в планах предусматривается закачка цемента в емкости после того, как из них будут откачаны жидкие отходы, даже если при этом там будет оставаться до одного процента от исходного объема высокоактивных отходов. В долгосрочном плане радиоактивность отходов во многих емкостях может представлять серьезную опасность для окружающей среды. Если будет происходить утечка отходов из емкостей, цементация этих емкостей создаст новые серьезные проблемы, которые могут сильно осложнить какие бы то ни было попытки в будущем восстановить зону аэрации.

Из всех отходов, оставленных холодной войной в США, отходы в Хэнфорде наиболее неоднородны, и вызванные или связанные с ними проблемы являются самыми трудноустраняемыми. Согласно недавним оценкам, удаление и обработка отходов из емкостей в Хэнфорде обойдется в 15 млрд долларов. Даже в этой ог-



Схематическое изображение емкости для высокоуровневых отходов с одинарной оболочкой

ромной сумме не учли еще некоторых затрат, таких как: затраты на вывод из эксплуатации самих емкостей, на обращение с почвой вокруг емкостей, загрязненной в результате прямого слива или протекания, и на очистку зараженных грунтовых вод. Сюда также не входят и затраты в случае, если технология остекловывания не оправдывает себя, что обсуждалось выше.

Рекомендации

Программа по емкостям в Хэнфорде нуждается в основательной переработке. Необходимо заменить сегодняшние произвольно выбранные цели более соответствующими задачам защиты окружающей среды и управления отходами в краткосрочной и долгосрочной перспективе, а также по утилизации отходов. Так, Министерство энергетики должно рассмотреть *кальцинирование* (один из подходов к отверждению отходов, при котором потребуются их нагревание и перевод в порошкообразную форму) как вариант решения проблемы временной стабилизации отходов. Кальцинирование привело бы к переводу отходов в относительно стабильную форму и значительно сократило бы объемы отходов. Таким образом, этот подход был бы более совместим с остекловыванием или с переводом отходов в керамические матрицы. Хранение кальцинированных отходов не несет в себе тех серьезных угроз для окружающей среды в ближайшей и среднесрочной перспективе, какие связаны с хранением отходов из емкостей в той форме, в которой они сейчас находятся. Несмотря на эти потенциальные преимущества, Министерство энергетики и его подрядчики не исследовали с должной тщательностью вариант с использованием кальцинирования как промежуточного метода. Наоборот, они отвергли его, заметив, что кальцинирование не приведет к получению пригодной для захоронения формы

отходов и потому не подлежит обсуждению.

Другие рекомендации IEER заключаются в том, что Министерству энергетики необходимо более тщательно, чем оно делало это ранее, рассмотреть следующие моменты³:

- поставить цель — считать высокоактивными все отходы, находящиеся в высокоактивных емкостях;
- переделать свои модели грунтовых вод так, чтобы они отражали реальные данные по загрязнению зоны аэрации;
- начать параллельно две программы по переводу высокоактивных отходов в твердое состояние: 1) разработать методы по кальцинированию высокоактивных отходов, при этом исследуя возможность перевода продуктов кальцинирования в стекло или керамику; 2) продолжать исследовать подходы к предварительной обработке и специальному изготовлению стекла, которые бы не требовали кальцинирования.

Другие рекомендации IEER по обработке отходов в Хэнфорде касаются определения масштабов существующего загрязнения с учетом планов по выводу предприятий из эксплуатации и дезактивации местности.

1. Steven F. Agnew and Robert A. Corbin, *Analysis of SX Farm Leak Histories — Historical Leak Model*, Chemical Science and Technology Division, Los Alamos National Laboratory, LA-UR-96-3537, August 1998.
2. Ms. Gary L. Jones, US General Accounting Office, Testimony Before the Subcommittee on Oversight and Investigations, Committee on Commerce, House of Representatives, *Nuclear Waste — Schedule, Cost, and Management Issues at DOE's Hanford Tank Waste Project*, GAO/T-RCED-99-21, (Washington: US GAO, October 8, 1998).
3. Более полный и подробный перечень рекомендаций можно найти в нашем отчете.



захороненным ТРУ-отходам, почвам, загрязненным ТРУ, а также водным горизонтам, которым они угрожают.

Приоритет, отданный проекту хранилища WIPP, был обусловлен не экологическими соображениями. В этом решении основную роль сыграли политические и связанные с ними юридические обязательства по перемещению складированных отходов в место постоянного захоронения, принятые еще во времена холодной войны, особенно в отношении штата Айдахо. Обязательства по WIPP, принятые Министерством энергетики, находятся в прямом противоречии с объявленной им политикой, согласно которой наивысшие приори-

теты должны отдаваться проектам по устранению или минимизации “неотложных рисков”⁶. На этом этапе наиболее важной задачей, с точки зрения охраны здоровья людей и окружающей среды, является защита водных ресурсов от дальнейшего загрязнения, а также удаление и стабилизация захороненных ТРУ-отходов и ТРУ-почв.

Немногочисленные попытки, предпринятые Министерством энергетики в отношении ТРУ-отходов, были неадекватными и вводят в заблуждение. Вместо того, чтобы разработать всесторонний план, который бы на-

чинался с тщательной спецификации проблем и детальной проработки технологии, Министерство энергетики впустую потратило большую часть относительно небольших ресурсов, отведенных на решение проблемы с захороненными ТРУ-отходами. Оно продолжает настаивать на остекловывании на месте — крайне неадекватной технологии⁷. Его проект “Шахта 9”, по шахтам на площадке INEEL, — непродуманный эксперимент с “приватизированными контрактами” — привел к огромным затратам, техническим неудачам, конфликтам и нарушениям графиков вместо того, чтобы способствовать решению проблемы снижения рисков, связанных с захороненными отходами.

Обоснование незначительной глубины захоронения ТРУ-отходов основано на предположении, что трансурановые элементы относительно немобильны в окружающей среде. Основываясь на некоторых лабораторных данных и компьютерных моделях, не отражавших полевых данных, Министерство энергетики прогнозировало, что потребуются сотни тысяч лет для того, чтобы плутоний мигрировал на расстояние в несколько десятков метров. Однако на нескольких объектах была зафиксирована быстрая миграция трансурановых элементов. Исследование, проведенное в 1995 г. в Ок-Ридже, показало “значительное и быстрое”⁸ перемещение кюрия-244, трансуранового элемента. Исследование 1998 г. в Ок-Ридже указывает на то, что загрязняющие элементы проявляют признаки быстрого перемещения, при этом “почва тормозящего действия на миграцию не оказывала”⁹. На площадке Национальной лаборатории шт. Айдахо, в водных горизонтах поймы реки Снейк-Ривер, в 580 футах ниже места захоронения, был обнаружен другой трансурановый элемент, америций-241. Результаты измерения в скважинах на испытательном полигоне в Неваде показали, что плутоний связывается небольшими (“коллоидными”) частицами, которые могут перемещаться на “большие расстояния через трещиноватые вулканические породы”¹⁰. Замеры в почве под емкостями с высокоактивными отходами на объекте в Хэнфорде показали, что плутоний мигрировал на “неожиданно далекое расстояние”, и на глубине 100 футов было зафиксировано его повышенное содержание.

В свете наших выводов относительно программы Министерства энергетики по управлению ТРУ-отходами, IEEER предлагает следующие рекомендации.

1. Министерство энергетики совместно с Конгрессом и заинтересованными штатами должно провести работу, направленную на прекращение программы WIPP и переориентацию программы по обращению с ТРУ-отходами на проблемы захороненных отходов и ТРУ-загрязненных почв. Необходимо продолжать вести наблюдение за отходами, находящимися во временных хранилищах. Программы по обращению

с ТРУ- и высокоактивными отходами должны быть объединены в единую программу по отходам, предназначенным для захоронения в хранилищах. Программа по захоронению высокоактивных отходов в Якка-Маунтин должна быть прекращена, и поиск возможностей изоляции как трансурановых, так и высокоактивных отходов от среды обитания человека должен быть поставлен на научную основу.

2. Министерство энергетики должно немедленно разработать программу по оценке объемов и активности захороненных ТРУ-отходов, действуя по аналогии с Национальной лабораторией штата Айдахо. Возможно, все это можно будет смоделировать по материалам изучения проблем, связанных с плутонием и ураном (см. передовую статью, стр. 16).
3. Министерство энергетики должно отказаться от принятого им на сегодня различия ТРУ-отходов (100 нанокури на грамм) и иных отходов, в которых содержание ТРУ-элементов несколько ниже (от 10 до 100 нанокури на грамм) и в дальнейшем рассматривать все отходы, связанные с местами захоронения ТРУ-отходов, как ТРУ-отходы, если не будет предоставлено другого технически и экономически обоснованного объяснения.
4. Министерство энергетики должно изучить целесообразность изъятия захороненных ТРУ-отходов, а также почв, прилегающих к этому участку, и произвести их складирование во временных хранилищах, так же как хранятся ТРУ-отходы, классифицируемые как “складированные во временных хранилищах”. Вследствие того, что уже произошло загрязнение почвы и грунтовых вод, вызванное захороненными ТРУ-отходами, а также трансурановыми радионуклидами с большими периодами полураспада, решения о процедурном контроле и установлении колпаков являются крайне неуместными. Невозможно установить процедурный контроль на период порядка даже одного периода полураспада плутония-239 (24 000 лет). Что касается заглушек и колпаков, то они просто закрывают сверху загрязняющие материалы, не обеспечивая их изоляцию от грунтовых вод.
5. Министерство энергетики должно предпринимать более продуманные технические шаги по развитию безопасных технологий хранения ТРУ-отходов с возможностью повторного извлечения. Отдельное внимание должно быть уделено особоопасным материалам, потенциально угрожающим безопасности или здоровью персонала, включая взрывчатые вещества и высокотоксичные материалы, которые могут быть захоронены на ряде объектов.

См.: ТРУ-отходы, с. 26

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКЕ ТЕРРИТОРИИ И ОБРАЩЕНИЮ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

1. Создать новую, рациональную, экологически защищенную систему классификации радиоактивных отходов в зависимости от их долговечности и удельной активности с тем, чтобы обеспечить обращение с каждым из них соответственно его вредности.
2. Скоординировать программы по обращению с отходами и восстановлению окружающей среды; сделать снижение краткосрочных рисков совместимым с минимизацией долгосрочных рисков.
3. Создать рациональную (как в научном, так и в финансовом плане) институциональную структуру, которая будет выдвигать в качестве своего наивысшего приоритета защиту здоровья людей и окружающей среды, а не производство оружия или увековечивание технологий "холодной войны".
4. Приостановить политически ориентированные программы по созданию хранилища Якка-Маунтин и WIPP и заменить их научно обоснованной программой долгосрочного обращения с высокоактивными отходами.
5. Предоставлять финансирование и техническую помощь местным сообществам, на территории которых есть остаточная зараженность, с тем чтобы они могли проводить мониторинг и знать, что происходит на их территории.
6. Создать строгую, открытую и действительно независимую процедуру оценки успехов и неудач.
7. Обращаться с нерадиоактивными токсичными компонентами отходов так, чтобы это не создавало серьезных рисков при обращении с радиоактивными компонентами.
8. Сделать снижение риска для жителей прилегающих районов и для персонала сопоставимым с минимизацией риска для будущих поколений.
9. Если нет хорошо продуманных технологий по восстановлению среды, то предпринять промежуточные меры (такие как ограниченный доступ к объектам), инвестировать научные исследования и разработки, а также установить правила, согласно которым, если возможно, площадки и природные ресурсы могут быть постепенно приведены в будущем к обычному их использованию.
10. Обнаrodовать всю информацию по вопросам здравоохранения и экологии относительно объектов и мероприятий, осуществленных за счет налогоплательщиков, включая и ту, которая появляется в результате действий подрядчика и субподрядчика или содержится у них; установить ясное публичное право на эту информацию.
11. Обязать подрядчиков предоставлять строгую финансовую отчетность и при анализе проектных бюджетов, а также значительных превышений бюджетов, использовать инженерно-обоснованные методы.
12. Разработать государственные стандарты по экологической очистке и разрешить властям штата, местным властям, а также индейским племенам применять более строгие стандарты по очистке.



TPV-отходы
со с. 25

1. Определение, данное Комиссией по ядерному регулированию (NRC), определяет минимум периода полураспада в пять лет. Отклонения от официального определения приведены в "The Curious Case of Curium" Science for Democratic Action, Vol. 6, No. 1, p. 12.
2. В декабре 1998 г. Министерство энергетики урегулировало судебное разбирательство с 39 комитетами общественного самоуправления, длившееся 10 лет, по поводу того, что Министерство не смогло выполнить ЭЭ для программы по восстановлению окружающей среды. Среди прочих пунктов, соглашения требует, чтобы Министерство энергетики создало регулярно обновляемую базу данных общего пользования по ядерным отходам, хранимым и нарабатываемым на объектах Министерства на всех этапах производства. Данные должны включать сведения о типах отходов, объемах, радиоактивности и планах транспортировки. Комитеты,

выступавшие в качестве истца, со своей стороны согласились не возбуждать судебных дел против Министерства энергетики за то, что оно не смогло выполнить ЭЭ для программы по восстановлению окружающей среды и обращению с отходами.

3. US DOE, *Plutonium: The First 50 Years: United States Plutonium Production, Acquisition, and Utilization from 1944 to 1994* (Washington: US DOE, February 1996), p. 82.
4. DOE Memorandum to Jenny Craig, EM-24, Office of Environmental Management, from Richard J. Guimond, Admiral, Assistant Surgeon General, USPHS, Principal Deputy Assistant Secretary for Environmental Management, and Everet H. Beckner, Principal Deputy Assistant Secretary for Defense Programs, January 30, 1996, Attachment B.
5. Lockheed Martin Idaho Technologies Company, A Comprehensive Inventory of Radiological and Nonradiological Contaminants in Waste Buried in the Subsurface Disposal Area of the INEL RWMC During

См.: TPV-отходы, с. 27



Вы хотите определить, удовлетворяют ли некоторые пластмассовые отходы, загрязненные плутонием-238, критериям токсичности по бензолу в соответствии с Законом США о сохранении и восстановлении ресурсов (RCRA). Известно, что пластмассовые материалы весят 2 кг и содержат согласно результатам анализа 0,4 г Pu-238.

Также известно, что:

- в одном грамме Pu-238 происходит $6,4 \times 10^{11}$ расщеплений в секунду;
- каждое расщепление представляет собой испускание альфа-частицы с энергией ~5,6 МэВ;
- на 1 МэВ энергии, аккумулированной в пластмассовом материале, образуется 6,2 молекулы бензола;
- каждая бензоловая молекула весит $1,29 \times 10^{-19}$ мг.

Какое максимальное количество бензола может образоваться в результате радиолиза пластмассы?

Сколько расщеплений в секунду происходит в 0,4 г Pu-238?

Сколько расщеплений произойдет за год?

Какова суммарная энергия альфа-частиц, испущенных в течение года (в МэВ)?

Каков общий вес бензола, произведенного в пластмассе за год?

Какова концентрация бензола в пластмассовых отходах? (Свой ответ выразите в миллиграмм/килограмм).

Согласно RCRA, отходы считаются опасными, если масса нарабатываемого продукта в 1 кг превышает 10 мг бензола.

Если бы произведенный бензол сохранился как часть отходов и остался в качестве наработанного продукта в пластмассе, то считалась бы пластмасса опасной в соответствии с законом RCRA?

TPY-отходы
со с. 26

the Years 1952—1983, INEL-95/0310, Rev. 1 (Idaho Falls, ID: Idaho National Engineering Laboratory, August 1995).

6. В программе по Экологическому менеджменту заявлено следующее: "Цель 1: устранить и урегулировать проблемы, связанные со срочными рисками", US DOE, Environmental Management 1996: Progress and Plans of the Environmental Management Program (Washington: DOE Office of Environmental Management, DOE/EM-0317, November 1996). См. также US DOE, Accelerating Cleanup: Focus on 2006, Discussion Draft, (DOE Office of Environmental Management, DOE/EM-0327, June 1997), p. 2-2.
7. Остекловывание на местах заключается в введении электродов в шурф с отходами, окруженными материалами, такими как графит и стеклянный фритт, причем графит играет роль второго электрода для электрического тока. Проходя по этому материалу в прилега-

ющий слой загрязненной почвы шурфа, ток расплавляет ее. Радионуклиды, содержащиеся в почве, либо попадают в расплавленную почву, либо выгорают — газы собираются с помощью колпака, помещенного над этим участком. Это может разрушить органические токсичные материалы в почве или связать радионуклиды. Но стекло зачастую получается плохого качества, и трещины в матрице могут вызвать быструю утечку загрязняющих веществ.

8. R.B. Clapp and J. A. Watts, eds., *Fourth Annual Environmental Restoration Monitoring and Assessment Report (FY 1995)*, DOE/OR/01-1413&D1 (Oak Ridge, TN: Environmental Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory, ESD Publication 4463, issued September 1995), p. 4—20.
9. John F. McCarthy, William E. Sanford, and Paige L. Stafford, *Lanthanide Field Tracers Demonstrate Enhanced Transport of Transuranic Radionuclides by Natural Organic Matter*, Environmental

См.: TPY-отходы, с. 26

ISAR

Институт содействия общественным инициативам "ИСАР" начинает грантовую программу "ЯДЕРНОЕ РАЗОРУЖЕНИЕ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ГРАЖДАНСКОЕ ОБЩЕСТВО", рассчитанную на 1,5 года: июнь 1999 — ноябрь 2000 г. Средства на проведение программы выделены частным фондом Winston Foundation (США). Гранты присуждаются российским общественным организациям и инициативным группам местного населения.

Цель программы — поддержка местных инициатив, направленных на обеспечение ядерной и радиационной безопасности населения и окружающей среды в процессе разоружения.

Программа направлена на решение следующих задач:

- вовлечение новых неправительственных организаций (НПО) и населения в деятельность, направленную на достижение цели Программы;
- содействие общественному контролю за процессами производства, использования и хранения радиоактивных материалов различного (военного и мирного) назначения;
- информирование населения о деятельности НПО и проблемах ядерного разоружения и радиационной безопасности;
- повышение профессионализма НПО и их репутации у местного населения и властей;
- обеспечение взаимодействия НПО и населения с государственными органами и ведомствами, структурами власти различного уровня в процессе решения проблем ядерного разоружения и радиационной безопасности.

В рамках Программы проводятся два конкурса. Последний срок отправления заявок на первый конкурс — 10 августа 1999 года. Результаты конкурса будут объявлены в середине сентября 1999 года. Информация о втором конкурсе появится в конце сентября 1999 года.

Информацию о правилах и сроках Программы, а также о формах заявки можно получить через Интернет (<http://cci.glasnet.ru/isar>) или непосредственно обратившись в офис "ИСАР" по адресу: 121019, Москва, Г-19, а/я 210 (тел./факс: (095) 251-7617, e-mail: clearh@glasnet.ru).

ТРУ-отходы
со с. 27

- Science and Technology, web edition (<http://acsinfo.acs.org>), ASAP article, Nov. 11 1998.
10. A.B. Kersting, et al., Migration of Plutonium in Groundwater at the Nevada Test Site, in David K. Smith et al., *Hydrologic Resources Management Program and Underground Test Area Operable Unit: FY1997 Progress Report*, UCRL-ID-130792, (Livermore, CA: Technical Information Department, Lawrence Livermore National Laboratory, May 1998), p. 76—92.

