

# ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ХРАНЕНИЯ ИНОСТРАННОГО ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА И ЕГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ЗАХОРОНЕНИЯ В РОССИИ

Л.Дж. Джардин, У.Дж. Холси, Ч.Ф. Смит

Настоящая статья представлена на конференцию  
«Высокоактивные отходы, низкоактивные отходы,  
смешанные отходы и восстановление окружающей  
среды — за чистоту окружающей среды»  
Тусон, штат Аризона, США  
27 февраля – 2 марта 2000 г.

Министерство энергетики США

Ливерморская Национальная лаборатория им. Лоуренса

31 января 2000 г.

Утверждено для опубликования, дальнейшее распространение неограниченно

Русское издание подготовлено:



тел./факс: (3912) 653-353

г. Красноярск, ул. Ленина, 41, офис 1

e-mail: [csnpr@online.ru](mailto:csnpr@online.ru)

Перевод: Виктор Уськин

Редактор: Виталий Хижняк

Иллюстрации: Анатолий Самарин

Макет и верстка: Александр Грызлов

6 марта 2001 г.

## Отказ от прав

Настоящий документ подготовлен в виде отчета по работе, проводимой по инициативе ведомства правительства Соединённых Штатов. Ни правительство Соединённых Штатов, ни Университет штата Калифорния ни любой из сотрудников данных организаций не гарантирует ни в прямой, ни в подразумеваемой форме, и не принимает юридических обязательств или ответственности за точность, полноту или полезность любой раскрытой информации, оборудования, продукции или технологии, или представляет, что использование таковых не ущемляет прав, владение которых находится в частной собственности. Ссылки в данном документе на любую конкретную коммерческую продукцию, технологию или извещение фирменного наименования, товарный знак или производителя или иным образом не составляет собой или подразумевает предмета подтверждения, рекомендации или преимущества со стороны Соединённых Штатов или Университета Калифорнии. Взгляды и мнения авторов, выраженные в данном документе не являются обязательным представлением или отражением таковых правительства Соединённых Штатов или Университета Калифорнии, и не может использоваться в целях рекламы или поддержки продукции.

Настоящее является отпечатком документа, предназначенного для опубликования в журнале или трудах. Ввиду возможности внесения изменений до публикации, подразумевается, что настоящий препринт предоставляется с условием, что он не будет цитироваться или размножаться без согласия автора.

Настоящий доклад репродуцирован непосредственно с лучшей имеющейся копии.

Предоставлено Министерству энергетики и подрядчикам Министерства энергетики Отделом научно-технической информации

П.Я. 62, Оук Ридж, шт. Теннесси 37831

Цены предоставляются по (423) 576-8401

<http://apollo.osti.gov/bridge/>

Доступно для общественности в Национальной Службе Технической Информации Министерства Торговли США

5285 Порт Ройал Роуд, Спрингфильд, Вирджиния 22161

<http://www.ntis.gov/>

или

Ливерморская Национальная лаборатория им. Лоуренса

Цифровая библиотека Отдела технической информации

<http://www.llnl.gov/tid/Library.html>

# **ХРАНЕНИЕ ИНОСТРАННОГО ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА И ЕГО ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАХОРОНЕНИЕ В РОССИИ: ТЕХНИЧЕСКИЕ ПУТИ**

(Аннотация № 240)

**Л.Дж. Джардин, У.Дж. Холси, Ч.Ф. Смит**

**Энергия деления и программа безопасности системы  
Ливерморской Национальной лаборатории им. Лоуренса**

## **Аннотация**

Вариант хранения и, в конечном счете, геологического захоронения в России отработавшего ядерного топлива американского происхождения, использованного в Тайване, являет собой уникальную возможность, представляющую выгоду для всех заинтересованных сторон. В Тайване существует настоятельная необходимость в хранении отработавшего топлива и решения геологического захоронения, имеются финансовые ресурсы и, в тоже время, ограниченные перспективы внутреннего и своевременного решения проблемы. Россия располагает крупными хранилищами отработавшего топлива и опытом управления транспортировкой, потенциальные хранилища и площадки для захоронения при ограниченных финансовых ресурсах для их разработки. В Соединенных Штатах существует заинтересованность в безопасности энергетики Тайваня, его национальной безопасности и нераспространения, хранения и захоронения российского отработавшего топлива, а также заинтересованность в хранении топлива американского происхождения. При том, что такой проект включает сложные политические аспекты и вопросы международной политики, а также технические вопросы, цель настоящей работы заключается в том, чтобы предложить обсуждение путей технического решения проблемы и обосновать возможность осуществления данной концепции для России.

## **Введение**

В России необходима программа «Технической и административной поддержки», направленная на обеспечение транспортировки отработавшего топлива из коммерческих энергетических установок на Тайване в хранилища и площадку геологического захоронения недалеко от Красноярска (Россия). Эта программа должна определить и решить вопросы удаления тайваньского отработавшего топлива (включая топливо американского происхождения), и ее осуществление обеспечит прибыль России для разработки как комплексного хранилища отработавшего топлива, так и системы организации ликвидации радиоактивных отходов, включая геологическое захоронение иностранных и собственных российских радиоактивных материалов. Настоящие основы разработаны в виде предложения по дальнейшему развитию текущих контрактов Ливерморской Национальной Лабораторией им. Лоуренса и сотрудничества с основными российскими партнерами. Предполагается, что Соединённые Штаты будут финансировать только первый этап данной программы, последующие части должны быть финансированы Тайванем. Предлагается подход, включающий три этапа длительностью 20 лет: а именно, первоначальный этап исследования технической осуществимости, финансируемый США, затем - этап конструкторской раз-

работки финансируемый Тайванем, и исполнение площадки хранилища сухого отработавшего топлива и геологического захоронения.

## Постановка целей и интересы США

Цель предлагаемой российской программы, финансируемой США, заключается в обеспечении, организации, интеграции, ведении и управлении технической программой, необходимой для своевременного исполнения комплексной системы хранения, транспортировки и геологического захоронения отработавшего топлива в России, способной принять, хранить и ликвидировать отработавшее тайваньское топливо при начале поставок в 2007 году и геологического хранилища ёмкостью, минимум 6000 тонн к 2020 году.

Сильная заинтересованность Соединенных Штатов в данной программе заключается в следующем:

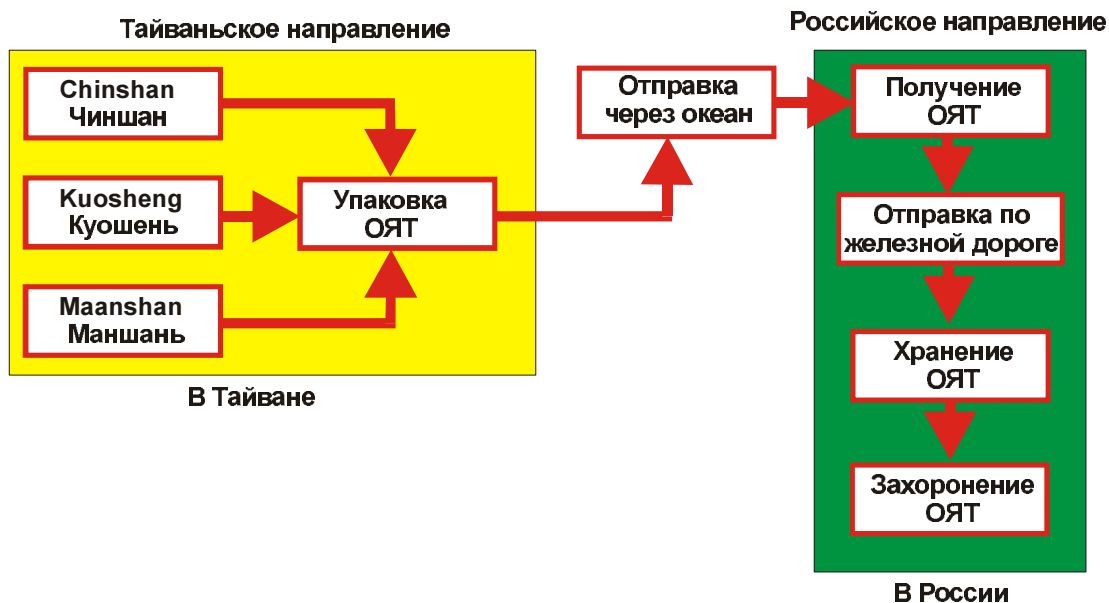
1. Разработка российского хранилища отработавшего топлива и мощностей геологического захоронения радиоактивных отходов.
2. Финансирование выгодной деятельности по использованию сотрудников и ресурсов российского ядерного производственного комплекса.
3. **Демонстрация ведущей роли в международной технологии хранения.**
4. **Окончательная ликвидация отработавшего топлива американского происхождения.**
5. **Будущая энергетическая безопасность Тайваня.**

## Подходы

Общий подход основан на максимально возможном использовании внутренних возможностей России и Тайваня, соответственно, по видам деятельности внутри России и Тайваня и на коммерческих доступных услугах по мере их доступности. Существующие российские технологии должны быть использованы в максимально возможной мере для транспортировки, принятия и хранения отработавшего топлива в России. Официальная российская программа геологического захоронения первоначально должна быть направлена на геологическое захоронение отработавшего топлива от реакторов с кипящей водой и реакторов с водой под давлением **с Тайваня, но не исключает добавление российского отработавшего топлива** реакторов РБМК и остеклованных высокоактивных отходов. Первичное финансирование после технико-экономических обоснований первого этапа по программе может осуществляться из иностранных источников, выделенных для ликвидации отработавшего топлива на Тайване.

Настоящий подход в максимальной степени реализует существующие российские технологии и ресурсы, и продолжает поддержку переориентации инженеров и учёных ранее занятых в оружейном комплексе на ряд долгосрочных проектов, не направленных на оборону, и с иностранным доходом. Разработка в России комплексной системы транспортировки, хранения и геологического захоронения отработавшего топлива из Тайваня обеспечит основы будущей организации ликвидации и удаления российских радиоактивных материалов, произведенных во время холодной войны, путем постепенных дополнений к той же системе. Российские источники высоко радиоактивных материалов, такие как отработавшее топливо с реакторов РБМК, российские остеклованные высокоактивные отходы с «Маяка», а также из других источников, включая будущее отработавшее МОКС-топливо, также могут транспортироваться, хра-

ниться и быть захоронены в геологических формациях, предназначенных для тайваньского топлива. Для России, Соединённых Штатов и всего мира это представляет несомненные природоохранные выгоды и преимущества по нераспространению. На рисунке 1 показана схема основных элементов программы и ответственности.



**Рис. 1. Элементы программы и основных видов ответственности**

Программа рассчитана на три этапа с точками принятия трехсторонних решений по возможности дальнейшего продолжения программы по окончании каждого из первых двух этапов. Первый этап - предварительное исследование осуществимости длительностью в два года для определения потенциала, выявления проблем и обеспечения всей необходимой информации Соединенным Штатам, России и Тайваню для принятия решения о необходимости второго этапа. Второй этап включает конструкторскую разработку систем хранения и транспортировки, необходимых для приемки отработавшего топлива и выбора площадки для геологического захоронения и первоначальной конструкторской проработки концепции захоронения. Исполнение и реальная эксплуатация станут третьим этапом одновременно с завершением и пуском геологического захоронения. Первоначальные партии для промежуточного хранения должны поступить к 2007 году, с последующим захоронением в течение около 10 лет.

Предполагается, что такой проект включает сложные политические аспекты и вопросы международной политики, а также технические вопросы. Цель настоящей работы заключается в том, чтобы предложить обсуждение путей технического решения проблемы в надежде, что представление технической структуры может помочь остальным рассмотреть политику и политические соображения, а также поддержать начало деятельности на начальном этапе. Дальнейшие организационные и основополагающие вопросы рассматриваются Джардином, Смитом и Холси (1).

## **Отработавшее ядерное топливо Тайваня**

Возможности хранения отработавшего топлива на существующих реакторных площадках в Тайване быстрыми темпами подходят к концу, и при отсутствии решения по его удалению к 2007 году Тайваню придется сократить производ-

ство энергии. Значительные финансовые ресурсы, накопленные в фонде ядерных отходов могут позволить Тайваню финансировать международные мероприятия по их ликвидации.

В таблице 1 приводится обзор действующих и проектируемых энергетических реакторов на Тайване. На 1999 год общий опыт эксплуатации реакторов на Тайване составлял около 100 реакторных лет. Электроэнергия, вырабатываемая ядерными реакторами, составляет 25-30% от общего количества электроэнергии. На рисунке 2 показана карта Тайваня с реакторными площадками. В Таблице 2 приведены некоторые оценки запасов отработавшего топлива по типам реакторов.

Таблица 1

### Действующие и проектируемые энергетические реакторы на Тайване

Реактор	Тип	МВт	Дата ввода в эксплуатацию
<b>В эксплуатации</b>			
Синьцзян 1	GE BRW-4 Реактор на кипящей воде	604	12/1978
Синьцзян 2	GE BRW-4 Реактор на кипящей воде	604	7/1979
Куошень 1	GE BRW-6 Реактор на кипящей воде	948	12/1981
Куошень 2	GE BWR-6 Реактор на кипящей воде	948	3/1983
Маансянь 1	W PWR Реактор на воде под давлением	890	7/1984
Маансянь 2	W PWR Реактор на воде под давлением	890	5/1985
<b>В стадии строительства</b>			
Лангмень 1	GE ABWR усовершенствованный кипящий ядерный реактор	1300	Около 2004 г.
Лангмень 2	GE ABWR усовершенствованный кипящий ядерный реактор	1300	Около 2005 г.

Таблица 2

### Оценки наличия запасов отработавшего топлива в Тайване

	Реакторных лет	ОЯТ (т)	ОЯТ (сборки)
BRW-4 Реактор на кипящей воде	40	800	3500
BRW-6 Реактор на кипящей воде	31	700	3000
PWR Реактор на воде под давлением	29	600	1100
Всего	100	2100	7600

Образование отработавшего топлива в Тайване оценивается примерно в 120-150 т/год. С вводом в эксплуатацию новых усовершенствованных кипящих ядерных реакторов эти темпы возрастут до около 175-200 т/год. Общее количество отработавшего топлива, которое будет произведено на 8 реакторах до конца их лицензии, оценивается примерно в 7500 т.

В настоящее время тайваньское отработавшее топливо хранится в бассейновых хранилищах при каждом реакторе, при этом возможности транспортировки



**Рис. 2. Карта Тайваня с указанием его положения в Восточно-Китайском море и расположением реакторных площадок**

отработавшего топлива с одной площадки на другую весьма ограничены. В Маансяне расширили и установили новые стеллажи в бассейнах, и в настоящее время на каждом реакторе ВВР существуют возможности для хранения 2160 сборок, что позволяет хранить топливо за все сорок лет эксплуатации.

## **Элементы предлагаемой программы**

### **Хранение отработавшего ядерного топлива**

В России существуют разработанные технологии хранения отработавшего топлива, в частности, мокрого хранения отработавшего ядерного топлива как на «Маяке», так и в Красноярске для разнообразных типов отработавшего ядерного топлива, не связанного с оборонными производствами. Технологии сухого хранения отработавшего ядерного топлива были разработаны недавно и их разработка продолжается для отработавшего ядерного топлива военно-морского флота и отработавшего топлива реакторов РБМК. В настоящее время эти

технологии в России внедряются, но медленными темпами. Таким образом, по вопросам технологии требуется лишь минимальная техническая помощь. Конструкторские вопросы, выбор участка и лицензирование хранилища отработавшего топлива в целом готовы для реализации в России.

Красноярск-26 (К-26) выбран в 1999 году Минатомом для подробного исследования в качестве будущей площадки для сухого хранилища отработавшего топлива. Пуск производственных мощностей запланирован на 2006 год при условии соответствующего финансирования. Этап обоснования инвестиций уже завершен (Этап III российского цикла разработки<sup>а</sup>). Следующий этап рабочих проектов, чертежей, подготовки площадки, начала строительства и изготовления оборудования готов к осуществлению немедленно по поступлению финансирования. Минатомом отобраны ведущие российские конструкторские институты и ведущие научные институты в области сухого хранения отработавшего топлива. Дальнейшее развитие возможностей этого хранилища может состояться в качестве расширения текущего сотрудничества по ликвидации плутония между Ливерморской Национальной Лабораторией им. Лоуренса, этими институтами и компанией, управляющей площадкой К-26 по текущим контрактам с использованием фондов Министерства энергетики, включая оценки отработавшего МОКС-топлива и транспортировку по России.

### **Транспортировка**

Существует несколько технических вопросов, требующих экспертизы, по транспортировке отработавшего топлива из российского порта по железной дороге в Красноярск. Среди этих вопросов - определение утвержденных железнодорожных транспортных контейнеров для российских железных дорог и определение их соответствия как требованиям океанского судового транспортного контейнера, так и в качестве контейнера для Красноярского сухого хранилища отработавшего топлива. Соответствие и сопряжения должны быть оценены заранее и проводиться с особой тщательностью, чтобы уменьшить до минимума необходимость дополнительных операций по транспортировке и разгрузке как в российском порту перед транспортировкой по железной дороге по России, так и после получения в Красноярске на длительное сухое хранение перед геологическим захоронением. Это - критический момент, оценку которого необходимо провести как можно раньше, вместе с выбором соответствующего российского морского порта, определения модернизации эстакады и конкретного маршрута по железной дороге. Существующие железнодорожные маршруты и два возможных морских порта (Владивосток и Ванино) в России, доступные из Тайваня, показаны на рисунке 3. Для этих портов необходимо проведение систематической технико-экономической экспертизы.

С вопросами, связанными с погрузкой тайваньского отработавшего топлива в контейнеры и транспортировкой этих контейнеров вне России по международным водным путям лучше всего может справиться Тайвань. Для погрузки и международных океанских перевозок отработавшего топлива существуют коммерческие океанские транспортные службы (услуги) (например, PNTL, BNFL, COGEMA). Такие перевозки обычно выполняются между европейскими портами, Японией и Европой, и могут быть использованы для тайваньского отработавшего топлива. Технические условия по взаимодействию с Россией по транспортным контейнерам, включая технические подробности по тайваньскому отработавшему топливу, контейнерам станут основными вопросами взаимодействия,





**Рис. 3. Общая карта России с указанием юго-восточных морских портов (Ванино, Владивосток), существующих железнодорожных маршрутов и г. Красноярск в Центральной России)**

требующими согласования между Россией и Тайванем для успешного решения проблемы. Дальнейшее обсуждение транспортировки через океан, сопряжения портового оборудования и организационных вопросов транспортировки обсуждаются Л.Дж. Джардин, У.Дж. Холси, Ч.Ф. Смит (1).

### **Геологическое захоронение**

В связи с недостаточностью финансирования и несмотря на наличие специалистов и предварительных планов по проведению такой работы на двух российских площадках, в России не существует значимой программы активного геологического захоронения. В 80-е годы в России существовала активная программа и проводилась работа по выбору конкретных площадок как рядом с промышленной площадкой на «Маяке», так и с Красноярском-26. Даже была проведена оценка единого комплексного российского хранилища для всех высокоактивных отходов холодной войны и в начале 80-х было определено место, но затем все это было отложено на неопределенный срок. В настоящее время существуют планы и предложения по разработке двух площадок для геологических захоронений; при условии финансирования, на площадках на «Маяке», так и в Красноярске может быть возобновлена и быстро осуществлена работа по завершению выбора конкретных площадок, описанию площадок, подземных лабораторий и конструкторских работ. Первоначальные исследования по захоронениям могут получить свое развитие на основе имеющегося сотрудничества Ливерморской Национальной Лаборатории им. Лоуренса с российской конструкторской организацией и двумя ведущими научными организациями по этим двум площадкам в свете геологического захоронения по совместной Американо-Российской программе ликвидации плутония. Существует контракт, по которому проводится предконцептуальное проектирование захоронения в гранитном массиве недалеко от Красноярска-26. По другому контракту проводится предконцептуальное проектирование захоронения на «Маяке».

По российской программе геологического захоронения необходимо провести оценку выбора одного или двух геологических захоронений на «Маяке» и в Красноярске (третья предлагаемая площадка находится на Новой Земле и в настоящее время не рассматривается для ликвидации отработавшего топлива). Технические вопросы возможного сотрудничества в рамках данной предлагаемой структуры включают критерии выбора площадки и методологии, характеристики площадки, надежность природных и технических преград, возможности ввоза иностранных или российских радиоактивных отходов из других регионов России. Все это требует решения и технической экспертизы.

## **Функции и ответственность**

Разработка трехсторонней программы (Тайвань, США, Россия) должна признавать интересы и ответственность каждой стороны-участницы.

### **Соединённые Штаты Америки**

Заинтересованность США в энергетической безопасности Тайваня, окончательная ликвидация отработавшего топлива американского происхождения и особые взаимоотношения между США и Тайванем обеспечивают США роль посредника и технического наблюдателя по данной программе. Как минимум, Соединенным Штатам будет необходимо заключить с Тайванем и Россией соглашения, обеспечивающие успешное осуществление данной программы. Это будет включать в себя многочисленные сложные вопросы и заинтересованные правительственные ведомства, а также неправительственные организации. Уникальные аспекты взаимоотношений между Тайванем и США потребуют осторожного ведения согласования технической деятельности по данной программе<sup>b</sup>.

Предполагаемая роль Ливерморской Национальной Лаборатории им. Лоуренса заключается в оказании помощи, интегрировании и координации российской и тайваньской деятельности по разработке систем хранения, транспортировки и геологического захоронения отработавшего топлива. Деятельность должна включать интеграцию и координирование необходимых элементов проекта между российскими научными, конструкторскими и строительными институтами и организациями, взаимодействующими с такими же организациями в Тайване, определение руководства проектом, организационные и технические потребности, необходимые для осуществления, обеспечения и получения технической помощи США или другой помощи при необходимости и запрашиваемых организациями в России и Тайване. Техническая помощь России или Тайваню должна быть обеспечена лучшими организациями по конкретной необходимости, как определено совместно организациями в России, Тайване и США. Помощь может включать поставщиков ядерной промышленности по контейнерам: отработавшего ядерного топлива из реакторов на кипящей воде и реакторов с водой под давлением; ядерные коммуникации и системы для текущих операций с сухим хранилищем отработавшего топлива; и другие национальные лаборатории США по техническим вопросам транспортировки, сухого хранения и геологического захоронения отработавшего топлива. Другими примерами может быть помощь регулирующих и природоохранных ведомств США в виде обучения и лицензирования, или выдачи разрешений. В качестве ведущей лаборатории в области программы безопасности ядерных материалов, предлагаемой Министерством энергетики, Ливерморская Национальная лаборатория им. Ло-

уренса будет осуществлять наблюдение за соблюдением норм международной и российской ядерной безопасности, МРС&А и прозрачности во всех элементах программы.

### **Тайвань**

Необходимость в ликвидации отработавшего топлива, назревшая в Тайване, обеспечивает основную мотивацию осуществления и выделения ресурсов в трастовые фонды с целью финансового обеспечения программы. Представители из Тайваня должны будут заключить соглашения с целью финансирования данной программы. Тайваню потребуется гарантия достижения приемлемой **окончательной ликвидации** отработавшего топлива **за их инвестиции**. Тайвань будет нести ответственность за контракты на перевозку и погрузочно-разгрузочные операции с топливом с реакторных площадок на соответствующие океанские суда и доставку в избранный российский порт. В Тайване существуют действующие системы и разрешающие процедуры на отправку низкоактивных отходов океанскими судами на площадки хранения. Этот опыт может быть распространен на отправку отработавшего топлива по международным водам с привлечением коммерческого опыта Великобритании и Франции (включая использование существующих судов).

### **Российская Федерация**

Возможная заинтересованность России в принятии иностранных фондов развития и экспертизе возможности принять объединенную систему обработки, транспортировки, хранения и, в конечном счете, геологического захоронения радиоактивных отходов и отработавшего топлива обеспечивает возможность осуществления данной программы. Российскому правительству придется внести изменения в существующее законодательство и заключить соглашения с правительством США с целью гарантировать осуществление приемлемой окончательной ликвидации тайваньского отработавшего топлива в геологическом захоронении без переработки. Соединенные Штаты должны будут заключить с Тайванем соглашение (возможно с помощью Американского Института в Тайване/Отдела экономического и культурного представительства Тайбея), чтобы обеспечить реализацию принятия, транспортировки, хранения и геологического захоронения. Соответствующие российские институты и организации должны будут принять на себя ответственность за планирование, исполнение, выдачу разрешения, строительство и эксплуатацию комплексной системы организации ликвидации (хранение, транспортировка и геологическое захоронение) отработавшего топлива и радиоактивных отходов. Роль Соединенных Штатов будет заключаться в осуществлении посредничества и наблюдения за этими видами деятельности и обеспечения технической помощи при необходимости и по запросу.

Юридическим вопросом является российский закон (Статья 50 Закона Российской Федерации о защите окружающей среды), запрещающий ввоз отработавшего топлива с целью захоронения. Несколько предлагаемых поправок к данному закону обсуждались различными заинтересованными сторонами, и, по крайней мере, одна была внесена на обсуждение в Российскую Думу. На момент написания данного документа никаких действий по данной поправке предпринято не было.

# Путь развития

## Этап I. Предварительное исследование осуществимости

Принятию обязательств по крупномасштабному развитию данной программы должны предшествовать технико-экономическое обоснование и оценка объема работ в связи с проектом, включая взаимодействие со всеми заинтересованными сторонами. Предполагается, что первоначальное финансирование на первые два года будет осуществляться Министерством энергетики США с потенциальной дальнейшей поддержкой из Тайваня. Цель данного периода исследования осуществимости длительностью в два года заключается в дальнейшем определении вопросов, возможностей и деятельности, необходимой для осуществления данной программы. Деятельность по программе и графики, состояние развития описания процесса и концепция технологической части объекта должны быть задокументированы. Национальная и международная озабоченность, интересы и организационные требования, требующие решения, должны быть исследованы и задокументированы. Это обеспечит в комплексном плане информацию, необходимую для лиц всех трех сторон, принимающих решения и ответственных за выработку политики, для принятия решения по возможности дальнейшей работы.

Этап I должен будет включать как официальное, так и неофициальное взаимодействие с тайваньскими и российскими представителями. Официальные переговоры по возможным условиям исполнения должны включать Россию, Тайвань (АИТ), Министерство энергетики и другие ведомства США. Технические вопросы и контракты должны решаться на уровне лаборатория-институт. Технический специалист от США будет нести ответственность за координирование и обеспечение окончательного комплексного плана, разработанного российскими участниками. Участие в предварительных исследованиях российских организаций первоначально будет финансироваться Министерством энергетики США через контракты лаборатория-институт. Участие Тайваня будет финансироваться из тайваньских источников. Финансирование деятельности России и США Тайванем (через США) будет развиваться по необходимости.

Для достижения цели обеспечения первоначальной возможности хранения для Тайваня в 2007 году обеспечивается возможность раннего принятия решения в 02 финансовом году. В случае начала предварительных исследований в 00 финансовом году решение о переходе к Этапу II может быть принято в 01 финансовом году. При необходимости оценка предварительного потенциала осуществимости в середине этапа может быть запланирована на конец 01 финансового года.

## Этап I. Описание деятельности

### Определение шести конкретных видов деятельности Этапа I

Концепция технологической части обработки и хранения российского отработавшего топлива: техническая оценка требований и концептуального проекта принятия и хранения отработавшего топлива из Тайваня на срок до 40 лет в Красноярске по технологии сухого хранения. Максимально возможное использование специальных знаний, российского персонала и оборудования. Заклю-

ние российских контрактов на техническое обучение и планирование. Подготовка графиков и проекта бюджета программы развития.

Технико-экономическое обоснование российской транспортировки по железной дороге: произвести оценку вариантов транспортировки транспортных контейнеров для отработавшего топлива от российского порта в Красноярск, включая сопряжение с океанскими транспортными системами, железнодорожным транспортом и погрузочно-разгрузочные операции. Заключение российских контрактов на техническое обучение и планирование. Подготовка графиков и проекта бюджета на развитие, включая денежные средства на железную дорогу.

Инженерная съемка по площадке захоронения в Красноярске: подготовка предварительной оценки технического подхода к развитию российского геологического захоронения. Контракт с российскими организациями, ответственными за геологические захоронения на техническое обучение, графики и планы. Подборка имеющейся российской документации по возможным площадкам для геологических захоронений. Определение основных направлений программы по описанию площадки, концептуального проекта и организационного плана. Эта информация составит основу реального графика и бюджета для разработки российского захоронения.

Технико-экономическое обоснование отгрузки, погрузочно-разгрузочных операций и транспортировки через океан Тайванем: работа с организациями в Тайване для проведения оценки технических и организационных требований по погрузке отработавшего топлива в транспортные контейнеры и передача на океанскую транспортную систему. Рассмотрение имеющихся коммерческих услуг. Подготовка графика и составление сметы на развитие.

Пересмотр национальных и международных норм и требований: пересмотр законов, норм, требований, политики и других организационных вопросов с целью выявления подразумеваемых положений для продвижения настоящей трехсторонней программы. Необходимо рассмотреть российских, тайваньских, американских и международных вопросов. Контракты на исследование российских норм. Подготовка маршрута продвижения по вопросу о нормах.

Развитие плана Этапа II программы, графика и документации: подготовка документации плана Этапа II. Руководство деятельностью по графику, бюджету и планам. Обеспечение регулярных отчетов о ходе работ и заключительной документации по Этапу I.

## **Этап II. Конструкторская разработка**

Конструкторская разработка по Этапу II должна осуществляться в случае принятия положительного решения по продолжению работ на основе информации, полученной в ходе Этапа I. Этап I может начаться в конце 02 финансового года и займет примерно 5 лет. Финансирование должно осуществляться в основном, из тайваньских источников. Подробно деятельность по Этапу II должна быть разработана во время Этапа I. Эти цели должны включать проектирование и строительство производств по погрузке-разгрузке и хранению, описание площадки и предварительное проектирование геологического захоронения и документация взаимодействий, необходимых для обеспечения уверенности в успешности программы ликвидации тайваньского отработавшего топлива. Мероприятия должны включать разработку норм в Тайване и России; демонстрацию возможностей погрузочно-разгрузочных операций в Тайване; разработку,

выдачу разрешений и подготовка транспортной системы в железнодорожных контейнерах в России, включая портовые сооружения; а также проектирование, размещение, выдачу разрешений и строительство погрузочно-разгрузочного оборудования и хранилища на площадке, выбранной в России. Для осуществления намеченных целей первых отгрузок к 2007 году, возможности транспортировки и хранения должны быть в достаточной стадии разработки чтобы обеспечить уверенность, что транспортировка может быть начата своевременно после принятия решения о продолжении реализации. Для обеспечения гарантии, что окончательное геологическое захоронение будет осуществлено, программа захоронения в России должна добиться решения о рекомендации площадки, в котором будет документально подтверждено ожидание разработки жизнеспособного захоронения и его эксплуатации на Этапе III. Предполагается, что расходы по Этапу II, включая строительство, составят сотни миллионов долларов.

### **Реализация Этапа III**

Перевозка, хранение и ликвидация будут осуществляться после принятия положительных решений в конце Этапа II. Стоимость мероприятий и график реализации Этапа III будут предварительными на Этапе I и полностью развиты на Этапе II. Цель первоначальной приемки тайваньского отработавшего топлива на промежуточное хранение - 2007 год. До начала эксплуатации геологического захоронения потребуются дальнейшее увеличение емкостей для хранения. График эксплуатации захоронения не будет точно известен до разработки соответствующих норм и проведения изысканий по площадке. Предварительный срок ввода в эксплуатацию геологического захоронения - до 2020 года, но этот график должен быть определен на Этапе II. Предполагается, что полная стоимость реализации составит около миллиарда долларов, основную часть которых составит сумма, запрашиваемая Россией (в расчете на тонну) за хранение и окончательную ликвидацию тайваньского отработавшего топлива.

### **Выводы и заключения**

Данная предлагаемая программа осуществимости Этапа I, рассчитанная на два года представляет уникальную возможность определить и разработать под контролем Министерства энергетики США концепцию ликвидации иностранного отработавшего топлива и разработки комплексной системы организации ликвидации отработавшего топлива и радиоактивных отходов в России, включая геологическое захоронение. Эта программа решит вопрос ликвидации отработавшего топлива в Тайване и задействует тайваньские фонды на достижение данной и других целей. Россия сможет разработать возможности и средства геологического захоронения своего собственного отработавшего топлива и радиоактивных материалов, оставшихся со времен холодной войны, создавая одновременно рабочие места и новые направления работ для российских ученых и инженеров ранее занятых производством оружия.

Скорейшее начало предварительных исследований, упомянутых выше, обеспечит создание информационной базы и позволит лицам, ответственным за выработку политики в США, Тайване и России, своевременно принять будущее решение по реализации.

## Сноски

а) Примечание: существует российская правительственная официальная процедура по конструкторской разработке и строительству, а также процедура утверждения, подобная NEPA/ROD в США, и процедура лицензирования, которую необходимо выполнять.

б) Вскоре после того, как 1 января 1979 года дипломатическое признание правительством Соединенных Штатов перешло с Тайбея на Пекин, в качестве некоммерческой частной корпорации был основан Американский Институт в Тайване (АИТ). Акт о взаимоотношениях с Тайванем (PL-96-8) от 10 апреля 1979 года утвердил продолжение «торговых, культурных и других связей между народами Соединенных Штатов и народом Тайваня». В нем также обеспечивалось, что «любые программы, сделки или другие операции, проведенные или исполняемые Президентом или любым ведомством Соединенных Штатов по отношению к Тайваню, должны должным образом и в степени, обозначенной президентом, исполняться и проводиться через Американский Институт в Тайване». Государственный Департамент посредством контракта с Институтом обеспечивает большую часть финансирования АИТ и направляет его действия. Конгресс, приняв Акт о взаимоотношениях с Тайванем, также принимает на себя роль наблюдателя за действиями Института.

Поскольку Тайвань не имеет дипломатического представительства в США, торговые и культурные отношения с народом США осуществляются с помощью частных каналов, Отдела экономического и культурного представительства Тайбея (TECRO) с головным офисом в Тайбее и офисами на местах в Вашингтоне и 12 других городах США.

С помощью АИТ и Отдела экономического и культурного представительства Тайбея Соединенные Штаты и Тайвань заключили 21 двустороннее соглашение по вопросам науки и техники. Среди них - сотрудничество в области науки и образования, обмен технической информацией, сотрудничество по ядерному регулированию и исследованиям, а также соглашения по контролю над заболеваниями, защите окружающей среды, науке об атмосфере, физическим наукам и защите дикой природы.

## Литература

1. Л.Дж. Джардин, Ч.Ф. Смит, У.Дж. Холси, «Взгляд и основы технической и административной поддержки обеспечения хранения и геологического захоронения иностранного отработавшего топлива в России», UCRL-ID-134762, Ливерморская Национальная лаборатория им. Лоуренса (1999)

Настоящая работа выполнена под эгидой Министерства энергетики США Ливерморской Национальной Лабораторией им. Лоуренса и университетом Калифорнии по контракту № W-7405-Eng-48.