

Аннотации к семинару КЭГ по окончательной изоляции РАО и ОЯТ

1.1 Обзор ситуации с захоронением РАО в мире

Hans Forsstroem, IAEA

Радиоактивные отходы накапливались с самого начала ядерной эры. Радиевые отходы захоранивались рядом с лабораторией Марии Кюри в Париже. Недавно была осуществлена реабилитация этой территории. Радиоактивные отходы генерируются при функционировании ядерного топливного цикла, включающего военную и энергетическую составляющие. Они также генерируются в результате использования радиоактивных материалов в медицине, промышленности и сельском хозяйстве. Сегодня большая часть отходов образуется при использовании атомной энергии в гражданской сфере. Всего в мире в результате ядерной деятельности образовалось 40 миллионов м³ РАО, из которых более половины были захоронены.

Сегодня в МАГАТЭ идет процесс введения новой классификации РАО, основанной на предполагаемых способах их изоляции. Вводятся шесть классов: освобожденные от контроля отходы, очень короткоживущие отходы, очень низкоактивные отходы, низкоактивные отходы, среднеактивные отходы, и высокоактивные отходы. Первые два класса не требуют регулируемого захоронения, а следующие четыре требуют захоронения с увеличивающимся уровнем изоляции.

Объекты окончательной изоляции для очень низкоактивных отходов и низкоактивных отходов находятся в коммерческой эксплуатации во многих странах. Некоторые ранние объекты требуют реабилитации. Создаются объекты по окончательной изоляции среднеактивных отходов. Единственный такой объект, находящийся в эксплуатации - Пилотное предприятие по изоляции в США. Разработаны технические решения для захоронения высокоактивных отходов. Первые объекты окончательной изоляции высокоактивных отходов могут начать эксплуатироваться ориентировочно в 2020 г.

Международное сотрудничество при содействии МАГАТЭ очень важно для обеспечения безопасности и нераспространения, осуществления обмена опытом и передачи знаний странам, нуждающимся в объектах окончательной изоляции. Необходимо развивать международное сотрудничество в области исследований и разработок. Для стран будет также интересен обмен опытом при создании объектов окончательной изоляции.

Более подробная информация о работе МАГАТЭ находится на сайте <http://www.iaea.org/>

1.2 Развитие систем обращения с ОЯТ и РАО в Российской Федерации.

И.В. Гусаков-Станюкович (Госкорпорация «Росатом»)

В докладе изложены предпосылки к созданию государственных систем обращения с ОЯТ и РАО, в контексте принятой в Российской Федерации программы развития атомной отрасли, а также решения накопленных проблем в сфере обращения с ОЯТ, РАО и вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии.

Доклад также представляет основные направления стратегий Российской Федерации при обращении с РАО и создании инфраструктуры обращения с ОЯТ.

Сформулированы принципы создания систем обращения с ОЯТ и РАО, исходя из принятых Российской Федерацией международных обязательств.

1.3 Проект федерального закона об обращении с радиоактивными отходами

Е.В. Евстратов, А.М. Агапов, С.В. Дьяков, Л.А. Слинченко (Госкорпорация «Росатом»)

И.И. Линге, В.Д. Ковальчук, О.А. Супатаева (ИБРАЭ РАН)

В докладе представлены основные положения проекта федерального закона «Об обращении с радиоактивными отходами», разрабатываемого в настоящее время в Российской Федерации.

Доклад содержит информацию о концептуальных подходах законопроекта к категоризации РАО. Формулирует полномочия Российской Федерации и единой государственной системы обращения с РАО.

Подробно освещены принципы обращения с «особыми» РАО, а также ликвидации «исторического» наследия в данной сфере.

Представлены финансовые и мотивационные механизмы в данной сфере. Дано определение «национального» оператора системы.

В завершении дана информация об основных этапах создания системы обращения с РАО.

2.1 Поверхностные захоронения очень низко-активных отходов и их применение в Швеции

Dan Aronsson, Ringhals, Швеция

Очень низко-активные отходы (ОНАО) представляют собой такой низкий потенциальный долгосрочный риск, что является оправданным изолировать их на объектах, не имеющих никаких инженерно-технических барьеров или же имеющих простые инженерно-технические барьеры – поверхностных захоронениях. В Швеции была создана серия поверхностных хранилищ для ОНАО на площадках трех АЭС и одного ядерного научно-исследовательского центра.

Преимущество местных захоронений состоит в минимизации перевозок, облегчении физического контроля материала, смягчении требований к упаковкам и обеспечении возможности координации мониторинга окружающей среды с основной территорией площадки. Следовательно, затраты на м³ можно поддерживать на низком уровне по сравнению с другими альтернативными вариантами. В частности, затраты на компонент материально-технического обеспечения могут поддерживаться на достаточно низком уровне.

Накоплен хороший опыт эксплуатации различных шведских захоронений в течение почти двадцати лет. Конструкция захоронений была приспособлена к местным условиям, а технические решения принимались с учетом особенностей различных площадок. Лицензирование осуществляется на основе двух различных базовых юридических документов – Закона о ядерной деятельности и Экологического кодекса.

Однако требования в отношении обращения с отходами и их кондиционирования одинаковы, независимо от местной конструкции. Они включают тщательный учет содержания нуклидов, ограничения для изотопов с коротким периодом полураспада (<5 лет), весьма строгие ограничения содержания актинидов, запрет на содержание химически опасных материалов, а также материалов, которые могли бы стать привлекательными для повторного использования или переработки. Важное требование состоит также в том, что ведомственный контроль над захоронением должен сохраняться в течение длительного периода времени, достаточного для значительного спада активности отходов.

Нынешние захоронения имеют лицензии на обращение с отходами, образующимися только в результате эксплуатации, однако закон предусматривает предоставление лицензий на обращение с отходами, образующимися в результате снятия с эксплуатации. Предусматривается дальнейшее развитие данной концепции в последующие десятилетия.

2.2 Проектные решения по созданию пунктов захоронения ОНАО в Северо-Западном регионе РФ

Демин А.В. «ВНИПИЭТ»)

В докладе рассмотрены основные аспекты, влияющие на формирование проектных решений при создании пунктов захоронения (ПЗРО) очень низкоактивных отходов (ОНАО).

Представлено краткое описание актуальности проблемы обращения с ОНАО в РФ с учетом существующей и недавно разработанной санитарно-гигиенической нормативной документации.

Для формирования проектных решений выполнен анализ характеристик ОНАО, образующихся в губе Андреева на различных этапах процесса реабилитации.

Проведена оценка различных концепций конструкции ПЗРО в условиях площадки в губе Андреева.

На основании общих критериев выбора места размещения ПЗРО определено место размещения ПЗРО и его конструкция.

Выполнен обзор основных аспектов (вместимость ПЗРО, виды упаковок, срок эксплуатации и др.), влияющих на принятие проектных решений по разработке конструкции пункта захоронения (ПЗРО) для ОНАО.

Представлены предварительные результаты экономических оценок создания ПЗРО для ОНАО на объекте в губе Андреева и проведен предварительный анализ экономической эффективности отдельного захоронения ОНАО и НАО.

Определена необходимость разработки специальных нормативно-методических документов, регулирующих безопасность при обращении с ОНАО и специального технического регламента по проектированию ПЗРО для ОНАО.

3.1 Опыт по разработке месторасположения приповерхностного могильника в Литве

Дайнюс Яненас, Агентство по обращению с радиоактивными отходами, Литва

В данном докладе представлен опыт по созданию приповерхностного могильника в Литве. В течение подготовки к закрытию Игналинской АЭС Агентство по обращению с радиоактивными отходами (РАТА) начало планировать построение приповерхностного могильника.

В роли независимой организации по обращению с отходами было особо подчеркнуто надлежащее управление на национальном уровне. Концептуальный проект могильника, как и критерии для идентификации перспективных мест для площадок были детально рассмотрены и описаны ниже. Также показано, что принятие общественностью и соседними странами не менее важны, чем геологические критерии в выборе места могильника.

Переговоры с Латвией и Белоруссией в соответствии с международными конвенциями и получение поддержки от местного населения были главными факторами в окончательном

решении для выбора площадки. Подчеркнута значимость проведенной миссии МАГАТЭ в оценке основных этапов этого процесса, в принятии решения Литовскими законодательными и регулирующими органами, а так же в международных дискуссиях.

Благодаря вышеизложенным аспектам, правительство Литвы в ноябре 2007 года подтвердило площадку в Стабатишкес в районе Игналинской АЭС как площадку для могильника. В конце в общих чертах изложены оценки финансирования и процедуры проектирования и строительства могильника.

3.2 40 лет работы приповерхностных захоронений: опыт Андра

Jean-Louis Tison, ANDRA, Франция

Центр Manche, первое приповерхностное захоронение было создано в 1969 рядом с перерабатывающим комбинатом La Hague. Ядерные исследовательские программы, как для энергетических, так и для оборонных целей наработали большое количество короткоживущих НАО и САО. Организация Андра была создана в 1979 и сразу стала управлять Центром Manche.

В результате широкого развития ядерной программы объемы Центра Manche были довольно быстро заполнены (с 2003 объект вступил в фазу долговременного мониторинга). Потребовалось создание нового объекта по изоляции РАО. Это было достигнуто путем создания в 1992 г. нового центра Aube, расположенного в Восточной Франции. Главная задача этого центра - принять большую часть отходов от работы АЭС и других ядерных установок (за исключением ОЯТ). Он предназначен для короткоживущих НАО и САО, а также для очень небольших количеств долгоживущих РАО.

Технология изоляции заключается в размещении упаковок с РАО в мощные бетонные помещения (2500 м^3 РАО в каждом), которые затем засыпаются и заливаются бетоном. В конце операции помещения укрываются сверху, что гарантирует долговременную защиту. Безопасность изоляции базируется на системе нескольких барьеров, состоящих из упаковки РАО, инженерных барьеров и геологии объекта. Для этого захоронения требуется 300 летний период мониторинга. Этот объект вместимостью $1\ 000\ 000\ \text{ м}^3$ рассчитан на работу более чем 50 лет с сегодняшней производительностью.

Учитывая необходимость развития масштабных программ утилизации ядерных установок и наличие проблем при классификации ОНАО, возникла необходимость в создании нового типа захоронений, предназначенных для ОНАО. Это усовершенствованная траншейная концепция захоронения, расположенного в глиняных формациях. Концепция безопасности базируется на свойствах глины и водонепроницаемом барьере. Захоронение Morvilliers, расположенное около Центра Aube, было введено в эксплуатацию в 2003. Вместимость 650.000 м^3 при сроке эксплуатации 30 лет. Существующие захоронения обеспечивают безопасное захоронение для большинства отходов, образующихся в ходе работы и утилизации НАО и САО во Франции.

3.3 Планы Российской Федерации по созданию объектов приповерхностного захоронения РАО

Д.В.Козырев, генеральный директор ФГУП «Предприятие по обращению с радиоактивными отходами «РосРАО».

На ближайшую перспективу в Российской Федерации планируется масштабное развитие атомной энергетики. Принципиальным условием выполнения этой задачи является создание

эффективной системы безопасного обращения с радиоактивными отходами (РАО) и отработавшим ядерным топливом (ОЯТ).

Решение проблемы обращения с радиоактивными отходами, с учетом необходимости вывода объектов из эксплуатации, предполагает создание сети объектов их окончательной изоляции. В свою очередь переход к окончательной изоляции РАО требует законодательного закрепления и дальнейшего совершенствования нормативно-правовой базы.

Основной целью законопроекта «Об обращении с радиоактивными отходами», который должен быть введен в ближайшее время, является запуск механизмов решения накопленных проблем и недопущение их возникновения в будущем.

Создание инфраструктуры безопасного обращения с РАО, ориентированной на их окончательную изоляцию, является фундаментальной задачей Федерального государственного унитарного предприятия «Предприятие по обращению с радиоактивными отходами «РосРАО», объединившего в своей структуре в качестве филиалов 15 специализированных комбинатов «Радон».

В систему объектов окончательной изоляции РАО в Российской Федерации будут входить различные (по принципу создания) виды объектов: локальные – созданные в местах накопления значительных объемов трудноизвлекаемых РАО, региональные и федеральные – специально созданные сооружения, размещение которых удовлетворяет всем техническим, политическим и социальным критериям.

Для определения объемов региональных и локальных пунктов окончательной изоляции проводится условное разделение объемов накопленных РАО с учетом предполагаемого способа их захоронения.

Захоронение РАО в зависимости от периода их потенциальной опасности может осуществляться в хранилищах приповерхностного или подземного типов. Под приповерхностным обычно понимают захоронение радиоактивных отходов с использованием или без использования инженерных барьеров над или под поверхностью земли, при котором окончательное защитное покрытие имеет толщину порядка нескольких метров. Систематизируя уже накопленный, прежде всего европейский опыт, можно подразделить приповерхностные хранилища РАО на две подгруппы:

а) расположенные выше естественного уровня рельефа (с учетом подготовки площадки: удаления грунтового слоя, проведения подсыпок и т. п.);

б) размещаемые ниже уровня земной поверхности в границах зоны аэрации.

Безопасность изоляции при захоронении РАО в приповерхностных могильниках обеспечивается совокупностью защитных свойств инженерных барьеров, которые должны обладать изолирующими свойствами, устойчивостью во времени к физическим, химическим, радиационным и биологическим воздействиям, чтобы предотвращать разрушение упаковок РАО и препятствовать распространению радионуклидов.

Выбор места (площадки) для захоронения РАО зависит от ряда факторов: геологических, гидрологических, природных, экономических, правовых, социально-политических и т.д.

Важное место при создании сооружений для длительной изоляции РАО занимает разработка критериев приемлемости радиоактивных отходов для их долговременного хранения и окончательного захоронения, как обязательных для исполнения требований к формам, контейнерам и упаковкам РАО, определяющих приемлемость размещения их в объектах долговременного хранения или окончательной изоляции.

Ведущими организациями в области проектирования объектов хранения и окончательной изоляции РАО являются предприятия, подведомственные Госкорпорации по атомной энергии: ФГУП ВНИПИПТ, ОАО ГИ ВНИПИЭТ, ФГУП ГСПИ и ряд других. В настоящее время в рамках ФГУП «РосРАО» начата работа по оптимизации процесса проектирования, разработке современных подходов к проектированию всей инфраструктуры обращения с РАО в России и унификации проектных решений, на базе которых в ближайшее время на территории страны должна быть построена сеть хранилищ окончательной изоляции.

3.4. Концепция и программа создания захоронения для короткоживущих, низко активных и среднеактивных радиоактивных отходов в Ленинградской области

Клаэс Линдберг, Группа международных консультантов СКБ

В Ленинградской области расположено большое число установок, на которых образуются радиоактивные отходы. Уже давно была определена необходимость создания потенциала захоронения с целью обращения с этими отходами, и российские и международные эксперты провели ряд исследований.

После проведенного в 2007 году исследования, которое финансировалось Швецией, в 2008 году был осуществлен проект в рамках ТАСИС с целью принятия первичных мер для начала в РФ официального процесса строительства захоронения для короткоживущих низкоактивных и среднеактивных радиоактивных отходов в Ленинградской области. Данный проект был разработан консорциумом в составе АНДРА, ДБЕ, НДА и СКБ (руководитель проекта) в сотрудничестве с ВНИПИЭТ из Санкт-Петербурга.

Цель проекта заключалась в оказании Российской Федерации помощи в подготовке основы для принятия решения о строительстве захоронения в Ленинградской области, которое могло бы также послужить экспериментальным или модельным проектом для аналогичных захоронений, которые необходимо построить в других регионах России.

Были изучены две альтернативные проектные концепции – концепция поверхностного захоронения на уровне земли и концепция подземного захоронения на ограниченной глубине. Эти концепции были оценены с точки зрения технической осуществимости и затрат. На основе процесса ограниченного скрининга было определено несколько возможных площадок для захоронений, из которых две были рекомендованы для дальнейших исследований.

Был определен ряд областей для дальнейшей работы. Они включали создание надежной базы данных по отходам с целью выбора концепции создания захоронения и проведения оценок безопасности, а также осуществления дальнейшей деятельности по выбору площадок. В рамках этого проекта были подготовлены стратегия и план отношений с заинтересованными сторонами.

Новое предприятие по обращению с радиоактивными отходами – "РосРАО" приняло активное участие в завершении разработки данного проекта и в настоящее время готово продолжать двигаться в направлении осуществления проекта по строительству захоронения в Ленинградской области.

4.1 Путь к созданию глубокого геологического захоронения в Швеции

Tommy Hedman, Группа международных консультантов СКБ, Швеция

Шведская компания по обращению с ядерным топливом и отходами, SKB, была учреждена владельцами АЭС с целью обращения с ядерными отходами и их захоронения таким образом,

чтобы обеспечивалась защита здоровья человека и окружающей среды как в краткосрочной, так и долгосрочной перспективе, а также с целью проведения необходимых НИОКР.

Обращение с радиоактивными веществами строго регулируется и осуществляется в строгом соответствии с международными нормами. Основное направление работы было уточнено в результате длинной серии политических решений и заявлений. основополагающие руководящие принципы обращения с отходами, образующимися в результате производства электроэнергии на АЭС, и роли в этой области были заложены и распределены давным-давно.

SKB в течение многих лет эксплуатирует объект для окончательного захоронения низкоактивных и среднеактивных отходов (SFR), установку для промежуточного хранения отработавшего ядерного топлива (Clab) и систему перевозки ядерных отходов между различными установками.

Метод захоронения отработавшего топлива, KBS-3, и связанные с ним системы изготовления и инспектирования барьеров разрабатываются с конца 1970-х годов. С тех пор он служит основой для программ SKB в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и демонстрационных мероприятий. Регулярные выплаты в Фонд обращения с ядерными отходами обеспечивали стабильное финансирование.

От SKB требуется каждые три года представлять на одобрение программу научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и демонстрационных мероприятий. В течение ряда лет приоритеты в рамках программы НИОКР и ДМ менялись в зависимости от основного направления деятельности SKB.

Значительный объем НИОКР по герметизации и окончательному захоронению отработавшего ядерного топлива необходимо выполнить в реальных условиях. SKB в настоящее время располагает тремя лабораториями, где могут осуществляться полномасштабные проекты в рамках НИОКР в отношении всех трех барьеров на объекте для окончательного захоронения. Результаты экспериментов и проектов, осуществляемых в этих трех лабораториях, служат основой для проектирования объекта окончательного захоронения и установки для герметизации отходов, а также для проведения будущих оценок безопасности.

В то же время приобретены знания того, что представляют из себя шведские коренные подстилающие породы, какими свойствами должны обладать эти породы и каким образом следует проектировать инженерно-технические барьеры, чтобы они удовлетворяли существующим требованиям. Были проведены также испытания методов и технологий строительства и эксплуатации объекта. Многочисленные научные исследования и технические разработки осуществляются в тесном сотрудничестве с финской компанией по обращению с отходами Posiva.

Выбор площадок для остающихся установок в системе основан на поэтапном процессе, который подкрепляется принятием хорошо обоснованных и тщательно продуманных решений. В конце 2006 года SKB подала заявку на строительство установки для герметизации отходов и намерена приступить в середине 2009 года к выбору площадки для захоронения. Будет представлен график строительства и ввода в эксплуатацию установок, необходимых для окончательного захоронения отработавшего ядерного топлива, – установки для герметизации отходов, объекта для окончательного захоронения и транспортной системы.

4.2 Обновленная информация о положении дел в области обращения с радиоактивными отходами в Соединенном Королевстве

Н. Сمارт, Управление по снятию с эксплуатации ядерных объектов, Соединенное Королевство

В результате публикации в июне 2008 года Белой книги "Безопасное обращение с радиоактивными отходами" (БОРАО) был достигнут важный рубеж в определении будущих мер правительства Соединенного Королевства в отношении долгосрочного обращения с высокоактивными отходами.

Осуществление программы БОРАО привело к публикации Белой книги. В ней изложены результаты работы, проделанной независимым Комитетом по обращению с радиоактивными отходами (КоРАО) с целью оценки имеющихся вариантов и проведения консультаций относительно создания структуры для осуществления геологического захоронения, которое, наряду с безопасным и надежным промежуточным хранением, было определено в качестве наилучшего подхода.

Будут представлены краткий обзор предполагаемой деятельности по обращению с высокоактивными радиоактивными отходами в Соединенном Королевстве, а также программа осуществления геологического захоронения. Будут рассмотрены необходимые регулирующие меры, которые должны быть приняты, а также порядок выбора площадки с использованием подхода на основе "доброй воли" и партнерских отношений.

4.3 Утилизация радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива: канадский опыт и перспективы работы

Michael Washer, Канада

Радиоактивные отходы накапливались в Канаде свыше 70 лет. Объемы отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов существенно возросли за почти 50 лет работы атомной энергетики.

Вопрос о том, что делать с ядерными отходами в Канаде, на протяжении долгого времени серьезно обсуждался общественностью. Основы подхода к решению проблемы ядерных отходов в общенациональном масштабе были заложены более 30 лет назад с изданием в 1977 г. «Отчета Хэйра», который 10 лет спустя привел в 1988 г. к проведению первой комплексной оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) относительно предложения 1977 г. об использовании метода подземного захоронения. В отчете, однако, указывалось, что идея подземного хранения не пользуется широкой поддержкой общественности. Это повлекло за собой рекомендацию о создании агентства по обращению с отходами для изучения имеющихся вариантов и формирования планов на будущее.

Канадский Закон об отходах ядерного топлива был принят в 2002 г. Этот закон создал правовую основу для такого агентства, названного «Организацией по обращению с ядерными отходами» (NWMO) и неотъемлемого обязательства правительства согласиться с рекомендациями этой новой организации.

В 2002-2007 гг. NWMO провела всеобъемлющий анализ, результатом которого стала рекомендация о принятии подхода «поэтапного управления с возможностью корректировок». В июне 2007 г. канадское правительство приняло этот подход и рекомендацию к действию.

С технической точки зрения, «поэтапное управление с возможностью корректировок» имеет своей конечной целью изоляцию и локализацию отработавшего ядерного топлива в подземных

хранилищах глубокого залегания. Не менее важно и то, что согласно данному подходу методология управления предполагает вовлечение канадцев в честный и открытый процесс выбора площадки для объекта и адаптации технологии.

В настоящее время NWMO Канады занята пятилетним планом реализации, имеющим в виду возможное создание первого из таких хранилищ глубокого залегания. В этом году (2008/2009) главной задачей агентства является разработка процедуры выбора площадки для объекта, основанной на принципах методологии «поэтапного управления с возможностью корректировок».

Уроками, извлеченными из канадского опыта, стали:

- **Время:** Рассматриваемые вопросы носят комплексный характер и могут иметь серьезные последствия, что требует времени для разработки согласованного подхода (свыше тридцати лет);
- **Общественное мнение:** Позиция и поддержка общества крайне важны;
- **Правовое поле:** Требуется прочная правовая основа, обеспечивающая организационную структуру, определение обязанностей и гарантирование доступа к специально выделенному финансированию;
- **Финансирование:** Требуемые финансовые вложения значительны (6 млрд. канадских долларов чистой приведенной стоимости для решения проблем отходов в Канаде);

Захоронение в геологических структурах с возможностью извлечения является основным направлением в отношении ядерных отходов в Канаде.

4.4 Развитие Французской программы по изоляции ВАО в глубоких геологических формациях

Jean-Louis Tison, ANDRA, Франция

В 2009 продолжается выполнение программы по изоляции ВАО в глубоких геологических формациях. Ввод в эксплуатацию объекта планируется в 2025. Цель – решение проблемы изоляции для всех ВАО во Франции, которые возникают, в основном, в результате работы 58 АЭС.

После предварительных исследований в 80-х гг., в конце 90-х гг. была построена подземная исследовательская лаборатория в глинных формациях толщиной 130м и на глубине 500м, расположенная на востоке Франции в Бюрэ. В 2005 было сделано ТЭО по глубокой геологической изоляции РАО в этом районе, которое было подтверждено различными независимыми исследованиями.

В 2006 глубокая геологическая изоляция была утверждена законом французского парламента в качестве окончательного решения проблемы ВАО. Парламент также установил сроки выполнения программы.

Андра, французская Организация по обращению с РАО, получила право подать заявку в 2015г. на строительство объекта в районе Брюэ, после проведения дополнительных технических исследований. До этого должны пройти общественные слушания и обсуждения на прилежащих территориях. Ближайшая цель в 2009 – выбор территории 30км², где будет построен объект по изоляции РАО.

4.6 Сетевое взаимодействие МАГАТЭ в области создания подземных исследовательских установок

Hans Forsström, МАГАТЭ

С 2001 года МАГАТЭ успешно обеспечивает функционирование Сети исследовательских центров для обучения использованию технологий захоронения отходов и их демонстрации на подземных исследовательских установках. Эта сеть проявила себя в качестве весьма действенного и эффективного средства подготовки специалистов в этой области. Используя положительный опыт международных усилий в рамках "сетевого взаимодействия", МАГАТЭ планирует повысить экономическую эффективность удовлетворения все более многочисленных и сложных запросов государств-членов путем внедрения аналогичных сетей в других областях деятельности.

В 2001 году ряд государств-членов, которые эксплуатируют подземные исследовательские установки, объединились в сеть под эгидой МАГАТЭ и предложили странам, имеющим менее совершенные программы ("участникам"), использовать их установки для совместной подготовки кадров и осуществления деятельности в области НИОКР. Данная Сеть представляет собой механизм, который обеспечивает информированность всех государств-членов о разработанных на международном уровне современных технологий геологического захоронения высокоактивных, долгоживущих отходов и отработавшего топлива. Данная программа осуществляется на основе вносимых странами-членами взносов (в виде своей деятельности) и с учетом конкретных потребностей стран-участников.

Активный членский состав основной группы решает проблемы, возникающие в рамках программы, как в странах-членах, так и в странах-участниках, и со временем обеспечит наличие дополнительных подземных и даже наземных установок (учебных заведений, исследовательских центров) для подготовки кадров. К настоящему времени свыше 200 представителей более 20 стран приняли участие в 16 учебных курсах. Проявленная в последние годы положительная оценка государств-членов деятельности, осуществляемой в рамках Сети МАГАТЭ, свидетельствует о том, что реализация данного проекта приносит важные выгоды, которые нельзя извлечь другими путями.

Крупные национальные и многонациональные эксперименты продолжают проводиться в подземных исследовательских центрах, которые становятся также основной тематикой не только учебных курсов, но и практической подготовки кадров и стажировок, организуемых при финансовой поддержке Департамента технического сотрудничества МАГАТЭ. Координацию и составление программы обеспечивает Департамент ядерной энергии МАГАТЭ.

Что касается создания дополнительных сетей при финансовой поддержке Агентства, то ожидается, что такие инициативные проекты, как созданная в 2007 году Международная сеть по выводу из эксплуатации, будут играть решающую роль, аналогичную изложенной выше. Эта сеть объединяет обладателей соответствующих знаний и опыта в области вывода из эксплуатации, а также тех, кто нуждается в их применении, и является средством для установления и поддержания партнерских отношений путем обмена этими знаниями. Она открыта для всех организаций, осуществляющих или активно планирующих вывод из эксплуатации. В этом направлении в настоящее время идет разработка еще одной сети с целью объединения международных усилий в области захоронения низкоактивных отходов – DISPONET.

4.7. Создание объекта окончательной изоляции ВАО в глубоких геологических формациях (Нижнеканский массив, Красноярский край)

Е.Г.Кудрявцев, И.В.Гусаков-Станюкович (Госкорпорация «Росатом»),

Е.Н.Камнев, Н.Ф.Лобанов, В.П.Бейгул (ВНИПИПромтехнологии, Москва)

Принятая в Российской Федерации программа развития атомной отрасли, предусматривающая увеличение доли генерации электрической энергии на атомных электрических станциях до 25 процентов в энергопотреблении страны, требует инфраструктурного обеспечения объектами обращения с ОЯТ и РАО.

Важнейшими объектами инфраструктуры единой государственной системы обращения с ОЯТ станут завод по переработке ОЯТ легководных реакторов на Горно-химическом комбинате (Красноярский край) и создаваемый в комплексе с ним объект окончательной изоляции (захоронения) радиоактивных отходов в глубоких геологических формациях (Нижнеканский массив, Красноярский край).

Кроме того, рассматриваемый объект будет также использован для экологически безопасного и экономически приемлемого удаления значительных объемов следующих видов РАО, содержащих долгоживущие радионуклиды: накопленных в Российской Федерации за период реализации оборонных программ РАО радиохимических производств; а также РАО, образующихся при эксплуатации и выводе из эксплуатации энергетических и транспортных реакторов, которые не могут быть экологически безопасно размещены в приповерхностных объектах окончательной изоляции.

4.8 Российско-германское сотрудничество в области НИОКР, связанных с захоронением ВАО в Красноярском крае

Jurgen Krone, DBE, Technology GmbH, Германия

Начиная с середины 1990-х годов различные российские организации (Радиевый институт, ИГЕМ, ВНИПИПТ) приступили к исследованию потенциально пригодных площадок и разработке концепций захоронения высокоактивных и долгоживущих радиоактивных отходов в Красноярском крае. После проведения предварительного обследования с целью выбора площадки эта работа сосредоточилась на Нижнеканском гранитоидном массиве вблизи Горно-химического комбината. При разработке соответствующей концепции рассматривалась возможность захоронения затвердевшей пульпы, образовавшейся в результате предыдущего производства оружейного плутония, фракционированных отходов регенерации с планируемого завода по регенерации ОЯТ (РТ-2), а также отработавшего ядерного топлива, в том числе отработавшего МОХ-топлива, непригодного для регенерации.

На основе соглашения между бывшим МИНАТОМом и Федеральным министерством экономики Германии, заключенного в июне 2001 года с целью начала сотрудничества в области НИОКР, связанных с захоронением радиоактивных отходов, германские эксперты из компаний BGR, GRS и DBE TECHNOLOGY в течение более 7 лет взаимодействовали с российскими экспертами в рассмотрении различных конкретных вопросов, касающихся вышеупомянутого проекта захоронения. Благодаря этому тесному сотрудничеству они смогли составить подробное представление о работе, выполненной к настоящему времени соответствующими российскими организациями, и дать рекомендации для продолжения этих усилий российскими экспертами. Другая цель этого сотрудничества состояла в обмене информацией о принятых на международном уровне подходах к обеспечению безопасности в этой конкретной области. Основные результаты совместных исследований были опубликованы в докладах на русском и немецком языках.

На основе достаточно подробного изучения имеющихся характеристик площадки первые годы были посвящены обобщению полученных результатов оценки и выбору подхода, что привело к определению основных недостатков среди существующих данных, а также к выработке ряда рекомендаций относительно дальнейшего планирования работы по исследованию площадки. Параллельно была разработана концепция предварительного хранения, и были составлены в общих чертах технический план и смета его осуществления. В контексте исследований по утилизации оружейного плутония эта технико-экономическая концепция была преобразована в концепцию долгосрочного хранения и захоронения отработавшего МОХ-топлива.

В ответ на продолжающуюся полемику между различными российскими экспертами относительно важности геологических и инженерно-технических барьеров для безопасности захоронения ВАО в магматических вмещающих породах было проведено исследование показателей поведения и роли различных барьеров с применением подхода на основе функции безопасности. Эти исследования проводились с использованием данных предварительного обследования Енисейской площадки, которая расположена на границе Нижнеканского гранитоидного массива и рассматривалась в прошлом ВНИПИПТ в качестве предпочтительной площадки ввиду ее небольшой удаленности от Горно-химического комбината.

В данном докладе будет представлен общий обзор результатов совместных исследований, а также извлеченных из них уроков.

4.9 ПОДЗЕМНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ И ПРИРОДНЫЙ АНАЛОГ ХРАНИЛИЩА ОЯТ В ГРАНИТАХ: ПРИМЕР МЕСТОРОЖДЕНИЯ АНТЕЙ

Н.П. ЛАВЕРОВ*, В.А. ПЕТРОВ*, С.И. ЩУКИН**, Й. ХАММЕР***

*Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, **ОАО «ППГХО», ***Федеральное ведомство по геонаукам и природным ресурсам, Германия

Опыт функционирования ПИЛ в гранитных массивах Швеции (Аспё), Канады (Уайт Шел), Швейцарии (Гримзель), Финляндии (ОНКАЛО) и Японии (Мицунами) будет использован при создании ПИЛ в России, по-видимому, в пределах Нижнеканского гранитного массива, Красноярский край. Этот опыт (трассерные, нагревательные др. тесты) свидетельствует, что для определения механизмов миграции и накопления радионуклидов (актинидов) в трещинно-поровых породах необходимы данные по урановым месторождениям – природным аналогам процессов и явлений в хранилищах ОЯТ, состоящего на 95% из UO₂. В гранитах такие месторождения Эль Беррокал (Испания), Палмотту (Финляндия), Санерли (Китай) и Камаиши (Япония).

Однако различия в геотектонических, гидрогеологических, окислительно-восстановительных и др. обстановках для ПИЛ и месторождений создает ряд неопределенностей и противоречий в долгосрочной оценке событий и уровня безопасности хранилищ. Разрешить их возможно, если ПИЛ оборудована на базе уранового месторождения, рудные тела которого залегают на глубинах, соответствующих положению рабочего горизонта хранилища ОЯТ. В настоящее время единственный пример такого пространственного совмещения – жильно-штокверковое урановое месторождение Антей в Юго-Восточном Забайкалье. Оно локализовано в палеозойских гранитах, а настурановые руды вскрыты на глубинах от 400 до 1000 м разветвленной системой горных выработок. Поэтому для детальной разработки вопросов безопасной изоляции ОЯТ в гранитах месторождение Антей изучается в рамках Программы № 16 Президиума РАН. Представлены первые результаты исследований, обсуждаются направления дальнейших работ и пути приложения полученных данных для научного обеспечения работ при создании ПИЛ в России.