

# **Основные проблемы обращения с отработанным ядерным топливом и радиоактивными отходами в Российской Федерации<sup>1</sup>**

## **Введение**

Окончание холодной войны оставило в наследство значительное количество радиоактивных отходов (РАО) и отработанного ядерного топлива (ОЯТ), а также большое число списанных атомных подводных лодок (АПЛ) и судов технического обслуживания. Российская Федерация испытывает большие проблемы с ликвидацией этого ядерного наследства, которое в настоящее время вызывает серьезную озабоченность всего мирового сообщества, как в плане экологической безопасности, так и в плане нераспространения ядерных материалов. Ряд проблем требуют неотложных действий по их решению, однако ресурсы Российской Федерации ограничены, поэтому требуется эффективная иностранная помощь.

По инициативе скандинавских стран в 1996 году под эгидой МАГАТЭ была создана Контактная экспертная группа (КЭГ) по международному сотрудничеству с Российской Федерацией в области обращения с радиоактивными отходами. КЭГ является форумом для обсуждения проблем и обмена информацией и предоставления рекомендаций по конкретным международным проектам в Российской Федерации.

Более подробную информацию о составе и деятельности КЭГ можно получить на сайте МАГАТЭ <http://www.iaea.org/worldatom/Programmes/CEG/index.html>.

Несколько лет назад КЭГ организовала специальную международную рабочую группу для анализа общей стратегии Российской Федерации по обращению с ОЯТ и РАО и для определения основных проблем и приоритетов. Результаты работы этой группы подтвердили, что основные проблемы в России вызваны наследием холодной войны и в частности массовым выводом АПЛ из эксплуатации, который происходил в 90-х годах. Были определены три области наивысшего приоритета для международного сотрудничества /1/:

1. Реабилитация бывших баз ВМФ по обслуживанию АПЛ.
2. Выгрузка ОЯТ из списанных АПЛ и безопасное обращение с ОЯТ.
3. Обращение с высокоактивными отходами на предприятиях топливного цикла.

Дальнейшая деятельность стран-членов КЭГ сконцентрировалась на первых двух областях.

## **Общая стратегия Российской Федерации**

Для решения проблем с обращением с РАО и ОЯТ в Российской Федерации была разработана и реализуется Федеральная целевая программа "Ядерная и радиационная безопасность России" на 2000-2006 годы, координатором которой определен Минатом России. Основной целью программы является обеспечение ядерной и радиационной безопасности государства, направленное на снижение до социально-приемлемого уровня радиационного риска от ядерных объектов и радиационных источников. Программа охватывает все аспекты обеспечения ядерной и радиационной безопасности при обращении с ОЯТ и РАО /2/.

---

<sup>1</sup> Настоящий документ подготовлен Исполнительным Секретарем КЭГ в январе 2003 г. на основании материалов совещаний КЭГ, конференций и публикаций.

Кроме того, разработана Концепция комплексной утилизации АПЛ и надводных кораблей с ядерными энергетическими установками, которая определяет основные проблемы и техническую политику Минатома в данной области. Данная Концепция прошла экологическую экспертизу и согласована со всеми заинтересованными ведомствами, включая Министерство обороны России и Госатомнадзор /4/. Концепция предусматривает следующие основные положения:

- безусловное обеспечение ядерной и экологической безопасности на основе действующего законодательства на всех этапах реализации Программы;
- приоритетность выгрузки ОЯТ из АПЛ и последующую его переработку на ПО "Маяк";
- реализацию "отсроченной" утилизации радиационно-опасного оборудования реакторных установок АПЛ путем формирования модулей реакторных отсеков для временного хранения (до 70 лет) с возможностью последующей разборки;
- максимальное повторное использование нерадиоактивных материалов, образующихся при утилизации АПЛ;
- временное использование объемов реакторных отсеков для хранения твердых радиоактивных отходов, образующихся при утилизации АПЛ, до тех пор, пока не будут сооружены централизованные хранилища для ТРО.

В развитие данной концепции разработан проект Комплексной программы утилизации АПЛ (далее – Программа), которая охватывает вопросы утилизации АПЛ и судов технического обслуживания, выведенных из состава ВМФ, обеспечения безопасности при хранении АПЛ на плаву, создания инфраструктуры для проведения утилизации АПЛ и обращения с РАО и ОЯТ и экологической реабилитации объектов временного хранения ОЯТ и РАО /3/. В настоящее время Программа находится на рассмотрении в Правительстве Российской Федерации.

## **Утилизация АПЛ**

В Советском Союзе АПЛ было построено больше, чем во всех остальных странах мира, однако большая их часть в настоящий момент выведена из эксплуатации в течение относительно короткого промежутка времени. Россия не была готова к такому интенсивному процессу, поэтому мощности судостроительных заводов, на которых проводится утилизация АПЛ, производительность установок по переработке и хранению РАО и прочие объекты имеющейся инфраструктуры не обеспечивали решение проблемы утилизации в обозримые сроки. Кроме того, финансовые возможности бюджета России также были недостаточны.

Минатом и российские организации за последние 5 лет достигли определенного прогресса. К началу 2002 года 190 АПЛ было выведено из эксплуатации и из этого числа из 97 АПЛ было выгружено ОЯТ; 68 АПЛ было утилизировано с формированием блоков реакторных отсеков, которые в настоящее время хранятся на плаву. В режиме ожидания находятся 122 АПЛ, при этом из 93 АПЛ не выгружено ОЯТ. Основные ресурсы в соответствии с Концепцией утилизации были сосредоточены на выгрузку ОЯТ из АПЛ. В 2000 и 2001 году темп выгрузки ОЯТ составил 18 АПЛ в год, в то время как ранее ОЯТ выгружалось из 3-5 АПЛ в год. Соответственно возросли и темпы последующей утилизации АПЛ. Начиная с 2001 года Российская Федерация выделяет до 50 млн.долл. ежегодно на реализацию Программы, однако этих средств

недостаточно, поскольку по оценкам российских экспертов для полного выполнения всей Программы в последующие 10 лет требуется порядка 3,9 млрд.долл. /4/.

Следует отметить, что значительное число АПЛ находится в режиме ожидания на протяжении 10 и более лет, и физическое состояние многих АПЛ не обеспечивает дальнейшее их безопасное поддержание на плаву без специальных дополнительных средств, что создает существенный риск затопления АПЛ с последующими радиологическими последствиями для окружающей среды. К этой категории АПЛ относятся, прежде всего, многоцелевые АПЛ первого и второго поколений, которых было построено существенно больше, чем стратегических АПЛ /5/.

В настоящее время утилизация АПЛ производится на судоремонтных заводах (СРЗ) "Звездочка" и "Севмаш" в Северодвинске, "Звезда" в Приморском Крае, "Нерпа" на Кольском полуострове и других СРЗ ВМФ на Кольском полуострове, на Камчатке и в Приморском Крае. Выгрузка ОЯТ из АПЛ выполняется на территории этих СРЗ с помощью плавучих технических баз (ПТБ), принадлежащих флоту, и ПТБ "Имандра", принадлежащей Мурманскому морскому пароходству (ММП). Кроме того, в 2003 году будут введены в строй два береговых комплекса по выгрузке АПЛ, которые были построены за счет Российско-Американской программы Совместного снижения угрозы (СТР), на заводе "Звездочка" и на заводе "Звезда". Каждый комплекс может обеспечить выгрузку ОЯТ из 4 и более многоцелевых АПЛ в год (в зависимости от типа АПЛ). Кроме того порядка 10 - 15 АПЛ в год может быть выгружено с помощью ПТБ.

Таким образом, имеющиеся сегодня мощности по выгрузке ОЯТ позволяют увеличить темп выгрузки АПЛ, однако такое увеличение требует существенного дополнительного финансирования, как для непосредственной выгрузки топлива, так и для его последующей транспортировки и переработки по ПО "Маяк".

Следует также отметить, что значительно усложняется возможность утилизации АПЛ, которые размещены в местах, отдаленных от СРЗ, где выполняется их утилизация, поскольку транспортировка таких АПЛ к месту утилизации в ряде случаев затрудняется техническим состоянием АПЛ и низким запасом плавучести.

В ряде случаев этот вопрос может быть решен с помощью использования понтонов, однако транспортировка таких АПЛ на длительные расстояния представляет серьезную проблему.

Например, в Тихоокеанском регионе в настоящее время находятся 55 АПЛ подлежащих утилизации, из них 21 АПЛ находится на Камчатке, но мощности СРЗ №49, находящегося на Камчатке, по утилизации АПЛ составляют порядка одной АПЛ в год /4/. Поэтому предполагается одновременное наращивание мощностей СРЗ №49 и перевод части АПЛ на СРЗ "Звезда", который находится в районе Владивостока. Однако расстояние между этими двумя пунктами составляет более 2000 км, что делает весьма проблематичным транспортировку большинства АПЛ. Возможным решением является транспортировка АПЛ с помощью специального транспортного судна-дока.

Минатом России планирует поддерживать достигнутые темпы выгрузки ОЯТ на уровне порядка 18 АПЛ в год и утилизации АПЛ с примерно такими же темпами, что позволит в случае достаточного финансирования выгрузить все ОЯТ из АПЛ к 2007 году и

утилизировать все АПЛ к 2010 году /4/. Однако для достижения указанных целей требуется значительная иностранная помощь.

В области утилизации АПЛ наиболее значительная иностранная помощь осуществлялась по линии российско-американской программы СТР. Основной целью данной программы является предоставление оборудования, реконструкция инфраструктуры и финансирование работ для утилизации до 41 стратегической АПЛ. На период с 1998 по 2002 год на эти работы было выделено 340 млн.долл., и за это время будет утилизировано 23 стратегических АПЛ /3/. Кроме оплаты непосредственно работ по утилизации АПЛ, программой СТР профинансирована существенная модернизация и ремонт задействованного оборудования и инфраструктуры предприятий, где выполняется утилизация, включая ремонт ПТБ, осуществляющих выгрузку ОЯТ.

Международное сотрудничество по утилизации многоцелевых АПЛ, к сожалению, практически не ведется. Планируется утилизация одной АПЛ на СРЗ "Звезда" за счет финансирования Правительства Японии, но в настоящее время российско-японское сотрудничество в этой области приостановлено.

В качестве возможных проектов могут быть рассмотрены работы по модернизации производственных мощностей заводов, выполняющих утилизацию, транспортировку АПЛ к месту утилизации, сооружение судна для транспортировки АПЛ или предоставление такого судна во временное пользование. Однако наиболее эффективной помощью, которая позволит существенно ускорить процесс утилизации, прежде всего многоцелевых АПЛ, является прямое финансирование работ по утилизации АПЛ.

### **Обращение с ОЯТ**

В соответствии с российской концепцией утилизации все ОЯТ АПЛ перерабатывается, что в максимальной степени уменьшает окончательный объем высоко-активных РАО и обеспечивает нераспространение ядерных материалов. Как было указано выше, ОЯТ выгружается из АПЛ с помощью береговых комплексов выгрузки и ПТБ. На береговых комплексах ОЯТ загружается непосредственно в транспортные контейнеры. При использовании ПТБ перегрузка ОЯТ в транспортные контейнеры производится на перевалочных базах, где контейнеры загружаются на железнодорожные вагоны, и далее топливо отправляется на переработку на ПО "Маяк". На ПО "Маяк" осуществляется выгрузка топлива из контейнеров в буферное хранилище, из которого ОЯТ поступает на переработку.

В рамках программы АМЕС (экологическое сотрудничество между Россией, Норвегией и США на уровне военных ведомств) был разработан, изготовлен и испытан новый металло-бетонный контейнер ТУК-108 весом 40 тонн для перевозки и временного хранения ОЯТ АПЛ. Затем за счет российского финансирования были изготовлены 48 таких контейнеров, которые в дополнение к имевшимся ранее контейнерам ТУК-18 обеспечивают в настоящее время перевозку ОЯТ на ПО "Маяк" как с Дальнего Востока, так и с Северо-западного региона. Кроме того, за счет программы СТР в ближайшее время будут изготовлены еще 25 контейнеров ТУК-108, что позволит поддерживать достигнутые темпы утилизации АПЛ.

Для обеспечения стабильной транспортировки ОЯТ на СРЗ "Звездочка" и "Звезда" (за счет программы СТР) были построены накопительные площадки для контейнеров. Кроме того ведется строительство аналогичной площадки на предприятии "Атомфлот" в Мурманске в рамках программы АМЕС.

Непосредственно для транспортировки контейнеров с ОЯТ используются два эшелона, каждый из которых рассчитан на 12 контейнеров (что соответствует ОЯТ более чем одной АПЛ). Один из эшелонов был построен и введен в эксплуатацию в 2000 г. за счет финансирования Правительства Норвегии, что существенно повысило темпы вывоза ОЯТ. Эти два эшелона эксплуатируются очень интенсивно, поэтому для обеспечения резервных мощностей планируется построить еще один эшелон за счет средств программы СТР.

Таким образом, имеющийся парк транспортных средств с учетом запланированного его расширения надежно обеспечивает достигнутые темпы выгрузки ОЯТ.

Переработка топлива АПЛ осуществляется на ПО "Маяк" в Челябинской области. До 2000 года производительность линии по переработке такого топлива была недостаточна и существенно сдерживала утилизацию АПЛ. В 2000 году была проведена существенная реконструкция данной линии, включая установку по остекловыванию отходов, и в настоящий момент ПО "Маяк" может обеспечить переработку топлива в объемах до 20 АПЛ в год. Узким моментом в цепочке обращения с ОЯТ на сегодня является буферное хранилище ОЯТ на ПО "Маяк", которое в значительной степени заполнено, поэтому в большинстве случаев принимаемое топливо АПЛ сегодня сразу же идет на переработку. Для приемки ОЯТ в случае незапланированных остановов линии переработки или плановых ремонтов необходимо обеспечить накопление контейнеров с ОЯТ на территории завода.

В настоящее время эта проблема решается. Достигнуто соглашение с американской стороной о том, что в рамках программы СТР будет профинансировано сооружение хранилища ОЯТ примерно на 150 40-тонных контейнеров. Таким образом, будет обеспечена возможность непрерывной выгрузки ОЯТ и его транспортировки на ПО "Маяк". Основной проблемой в плане переработки ОЯТ в настоящее время является недостаток финансирования работы ПО "Маяк" по переработке топлива АПЛ.

Кроме АПЛ ожидающих утилизации, ОЯТ также хранится на береговых технических базах в губе Андреева и в Гремихе – на Северо-западе и в бухте Сысоева в Приморском Крае. Эти береговые базы принадлежат организациям Минатома – СевРАО и ДальРАО, соответственно. Кроме того, значительное количество ОЯТ (в том числе ледокольного) достаточно длительное время хранится на борту "Лепсе", "Лотты" и "Имандры", принадлежащих ММП и находящихся в Кольском заливе вблизи Мурманска. Общие объемы накопленного ОЯТ приведены в таблице 1. За единицу измерения принято ОЯТ одной активной зоны. На большинстве АПЛ имеется два реактора, что соответствует примерно 455 отработанных тепловыделяющих сборок (ОТВС) на АПЛ /1/.

**Таблица 1. Количество хранящегося ОЯТ**

<b>Место хранения</b>	<b>Количество ОЯТ</b>	<b>Тип ОЯТ<sup>2</sup></b>	<b>Примечания</b>
<b>Северо-запад России</b>			
губа Андреева	~ 100 а.з.	ВВР	ОЯТ находится в блоках сухого хранения, а также в 52 контейнерах старой конструкции, находящихся на открытой площадке
Гремиха	6 а.з.	ЖМТ	Планируется принять еще 3 отработанных а.з.
Гремиха	~ 2 а.з.	ВВР	ОЯТ хранится в контейнерах старой конструкции на открытой площадке
Суда ММП: "Лепсе"	~ 1,5 а.з.	ВВР	Топливо повреждено, но его переработка возможна; есть принципиальное согласие ПО "Маяк" В т.ч. ~ 6 а.з. неперерабатываемого, "циркониевого" топлива. В т.ч. ~ 0,5 а.з. неперерабатываемого, "циркониевого" топлива.
"Лотта"	~ 8 а.з.	ВВР	
"Имандра"	~ 2,5 а.з.	ВВР	
<b>Всего в регионе</b>	<b>~ 120 а.з.</b>		
<b>Дальний Восток</b>			
Бухта Сысоева	~ 20 а.з.	ВВР	
<b>Всего в Российской Федерации</b>	<b>~ 140 а.з.</b>		<b>В т.ч. ~ 6,5 а.з. неперерабатываемого топлива ледоколов</b>

Примечания:

1. Следует отметить, что некоторое количество топлива кратковременно хранится на борту ПТБ в период между выгрузкой ОЯТ из АПЛ и его перегрузкой в контейнеры. По аналогичной причине реальное количество топлива на борту "Лотты" и "Имандры" также может несколько отличаться от указанного в табл. 1.
2. Так называемое "неперерабатываемое церкониевое топливо" применялось в некоторых типах водо-водяных реакторов ледоколов. Это ОЯТ должно храниться до тех пор, пока не будет разработана технология переработки такого топлива, или до его окончательного захоронения.

Как видно из таблицы, количество накопленного в хранилищах ОЯТ несколько меньше, чем находящегося на борту АПЛ, ожидающих утилизации. Однако следует отметить, что условия хранения ОЯТ в реакторах АПЛ в большинстве случаев лучше, чем в хранилищах, поэтому вывоз ОЯТ из хранилищ на сегодня является актуальной задачей.

<sup>2</sup> Тип ОЯТ зависит от типа реактора: ВВР - водо-водяной реактор, ЖМТ - реактор с жидкометаллическим теплоносителем.

ОЯТ в губе Андреева в настоящее время размещено в блоках сухого хранения (БСХ), которые не предназначены для длительного хранения ОЯТ. БСХ не обеспечивают надежной изоляции ОЯТ от воздействия окружающей среды, в ряде ячеек хранения имеется вода, состояние большего числа ОТВС неизвестно.

В настоящее время запланировано проведение детальных инженерных и радиологических обследований хранилищ ОЯТ и разработка технико-экономических исследований (ТЭИ) для выбора оптимальной технологии выгрузки и вывоза ОЯТ. Эти работы проводятся при техническом содействии Великобритании. Кроме того, в рамках данного сотрудничества планируется создать укрытие хранилищ ОЯТ от воздействия атмосферных осадков.

Отдельную проблему представляет выгрузка ОЯТ из контейнеров старой конструкции, хранящихся на открытой площадке.

Норвегия финансирует значительный объем работ по реконструкции инфраструктуры в губе Андреева, которая необходима для безопасного обращения с ОЯТ и РАО на объекте.

Детальный перечень проектов по обращению с ОЯТ в губе Андреева будет определен после выполнения ТЭИ. В настоящий момент необходимо оказание поддержки Норвегии и России в их усилиях по созданию инфраструктуры на объекте.

Состояние с обращением с ОЯТ на базе в п. Гремиха существенно отличается от губы Андреева. В основном эта база предназначена для выгрузки отработанных выемных частей (ОВЧ) реакторов с жидкометаллическим теплоносителем. Особенностью конструкции таких реакторов является то, что топливо имеет высокое обогащение (до 90%) и в процессе перегрузки извлекается сразу вся активная зона - ОВЧ. В настоящее время в хранилище находится 6 таких ОВЧ и планируется прием еще трех. Выгрузка осуществляется в доке с помощью специального оборудования, обеспечивающего предварительный разогрев теплоносителя для извлечения ОЯТ из реактора.

До передачи ОЯТ на ПО "Маяк" на переработку необходимо разобрать ОВЧ на отдельные топливные элементы. Эта операция может быть выполнена дистанционно на специальной установке для разборки, которая имеется только в ФЭИ (г. Обнинск, Калужской обл.). В месте с тем, рассматривается вопрос сооружения аналогичной установки в п. Гремиха.

Транспортировка ОВЧ также является проблемой, поскольку в настоящий момент отсутствует соответствующий транспортный контейнер (имеется проектная документация по данному контейнеру).

В настоящий момент в Гремихе завершается реконструкция дока и оборудования для выгрузки ОВЧ, выполняющиеся за счет российского финансирования. Хранилище ОВЧ также требуют ремонта и реконструкции. Существенные работы требуются по реконструкции инфраструктуры объекта.

Кроме ОВЧ на территории базы хранится около 800 ОТВС водо-водяных реакторов АПЛ. Это ОЯТ с 60-х годов находится в металлических контейнерах старой конструкции, размещенных на открытой площадке. Состояние ОЯТ в контейнерах

неизвестно, но ожидается, что условия хранения крайне неудовлетворительные. Обращение в этом топливом и последующая утилизация контейнеров, как и в губе Андреева, является сложной технической задачей.

В качестве возможных международных проектов по Гремике можно рассмотреть реконструкцию инфраструктуры для обеспечения выгрузки и вывоза ОЯТ, выгрузку ОВЧ из трех АПЛ с реакторами с ЖМТ, создание контейнера и других транспортных средств для перевозки ОВЧ, разработка ТЭО по обращению с ОВЧ, выгрузка ОЯТ из контейнеров старой конструкции и проч.

Что касается плавучих хранилищ, наибольшую экологическую опасность представляет судно "Лепсе", на борту которого находится аварийное топливо, извлеченное из ледокола "Ленин". Техническое состояние судна требует его срочной выгрузки и последующей реабилитации, что является сложной задачей, поскольку состояние ОЯТ таково, что оно не может быть выгружено по штатной технологии.

Эта работа в течение многих лет является предметом международного сотрудничества, которое до сего времени ограничивалось рассмотрением возможных технических решений и обсуждением взаимодействия с органами надзора /6/. В июне 2002 года было подписано соглашение между NEFCO (Скандинавская экологическая финансовая корпорация) и Российской Федерацией в дополнение к уже имеющимся двухсторонним соглашениям между Россией и западными донорами данного проекта, в качестве которых выступают Европейская Комиссия, Норвегия и Франция. Было достигнуто соглашение о подготовке первого этапа проекта, на котором будет разработана вся техническая документация и получены необходимые согласования. Непосредственно выгрузка топлива и поставка оборудования будут проведены на втором этапе.

Реабилитация хранилища ОЯТ в бухте Сыроева в Приморском Крае и вывоз топлива с данного объекта также является приоритетной задачей в данном регионе. Однако общее состояние инфраструктуры и хранилищ ОЯТ там существенно лучше, чем в губе Андреева, и объемы накопленного топлива также в несколько раз меньше, но значительный риск выхода радиоактивности в окружающую среду существует.

## **Обращение с РАО**

При утилизации АПЛ образуется относительно небольшое количество жидких (порядка 50 м<sup>3</sup>) и твердых (порядка 30 м<sup>3</sup>) РАО. Однако в некоторых случаях РАО образуются в существенно больших количествах. ЖРО направляются на переработку с последующим отверждением. В последние годы были созданы необходимые мощности для переработки отходов как в Приморском Крае (плавучая установка "Ландыш", построенная за счет помощи Японии), так и на северо-западе России (установки на СРЗ "Звездочка" - программа СТР, и на "Атомфлоте" - программа АМЕС). Таким образом, была полностью решена проблема прекращения сбросов ЖРО в море на предприятиях Минатома России.

Что касается обращения с ТРО, то эти отходы временно хранятся в местах их появления - на СРЗ и на береговых базах флота. Значительные объемы ТРО, образующихся при утилизации АПЛ, в основном загружаются в формируемые блоки

реакторных отсеков на временное хранение, поэтому на заводах, выполняющих разборку АПЛ, ТРО практически не накапливаются.

Для совершенствования обращения с ТРО по программе АМЕС была разработана и изготовлена мобильная установка для обработки ТРО, которая будет размещена в Полярнинском. Российскими предприятиями разработан технический проект и ТЭО сооружения могильника ТРО на Новой Земле. Данный проект получил согласование необходимых ведомств и прошел международную экспертизу, подтвердившую приемлемость принятых технических решений. Дальнейшая реализация проекта (разработка рабочего проекта) временно приостановлена.

Значительное количество ТРО накоплено на бывших береговых базах ВМФ, где они хранятся в ряде случаев на открытых площадках и в хранилищах, несоответствующих современным требованиям безопасности. Общее количество РАО на базах в губе Андреева и в Гремихе составляет порядка 5 000 м<sup>3</sup> ТРО и до 3 300 м<sup>3</sup> ЖРО. На Дальнем Востоке количество РАО существенно меньше.

Международное сотрудничество по обращению с накопленными ТРО в настоящее время осуществляется в основном в губе Андреева, где начаты работы по комплексному обследованию хранилищ и выполнению технико-экономических исследований за счет помощи Швеции. Кроме того, на СРЗ "Звездочка" по программе АМЕС была изготовлена партия контейнеров (450 шт.) для временного хранения и транспортировки ТРО, а на СРЗ "Звезда" по программе СТР была создана линия по сортировке отходов и временное хранилище ТРО.

В качестве потенциальных проектов для международного сотрудничества по обращению с РАО могут быть рассмотрены работы по кондиционированию, обеспечению безопасного временного хранения и вывоза ТРО и ЖРО из береговых баз в губе Андреева, Гремихе, бухте Сысоева и бухте Горбушечьей, повышение безопасности обращения с РАО на СРЗ, осуществляющих утилизацию АПЛ, создание региональных центров по обращению с ТРО на Северо-западе и на Дальнем Востоке, сооружение регионального могильника ТРО на Новой Земле и создание судна для перевозки контейнеров с ТРО.

Следует заметить, что в настоящее время нужно утилизировать 41 судно атомного технического обслуживания, которые в значительной степени загрязнены и представляют реальную опасность для окружающей среды. В процессе их утилизации будет образовываться значительное количество ТРО, которые также должны быть переведены в безопасное состояние. Международная поддержка этих работ крайне необходима.

Обращение с реакторными отсеками (РО), которые образуются при утилизации АПЛ, является отдельной проблемой. Как было указано выше, оборудование реакторной установки, включая корпус реактора, не демонтируется, а остается в РО. При этом данное оборудование в основном является радиоактивным, как за счет наведенной активности, так и за счет активности продуктов коррозии. Часть оборудования (например, внутрикорпусные элементы реактора, регулирующие стержни и др.) является высоко-активными ТРО.

При утилизации из корпуса АПЛ вырезаются и герметизируются три отсека - РО и два соседних, обеспечивающих плавучесть такого модуля. Далее трех-отсечные модули буксируются к местам хранения (губа Сайда на северо-западе и бухта Разбойник в Приморском Крае), где они временно хранятся на плаву. Такая практика не обеспечивает требуемого срока хранения РО (до 70 лет) до момента, когда будет возможна последующая их разборка и утилизация, и представляет значительную потенциальную угрозу для окружающей среды. В настоящее время сформировано 68 модулей РО, из которых 57 находится на Северо-западе (в основном в губе Сайда) и 21 – на Дальнем Востоке (в основном в бухте Разбойник).

В дальнейшем планируется перейти к наземному хранению РО, как это принято в США и Франции. Для реализации такого подхода в настоящее время ведутся проектные работы по сооружению наземного хранилища РО в губе Сайда. Кроме того, необходимо создание специального транспортного судна для перевозки РО (вес одного РО порядка 600-800 тонн) и накопительной площадки для РО на территории СРЗ "Нерпа", расположенного в непосредственной близости от губы Сайда. Для обеспечения финансирования этого проекта требуется оказание международной помощи.

### **Другие проблемы**

Среди проблем, оставшихся за рамками приведенного выше описания, следует отметить, прежде всего, обеспечение безопасного длительного хранения АПЛ, которые были серьезно повреждены в результате имевших место тяжелых аварий. Сегодня таких АПЛ три и все они находятся в Приморском Крае. Одна из аварийных АПЛ может быть утилизирована по штатной технологии с использованием дополнительных защитных средств, однако две других должны выдерживаться достаточно длительное время (до 300 лет) для снижения уровня радиоактивных излучений до уровней, позволяющих произвести разборку АПЛ /4/.

В настоящий момент эти аварийные АПЛ хранятся на плаву, что создает серьезный риск для окружающей среды, поскольку штатные защитные барьеры этих АПЛ имеют значительные повреждения. На основании анализа различных вариантов изоляции аварийных АПЛ, выполненных российскими специалистами, было предложено построить специальное укрытие на берегу, в которое данные АПЛ будут помещены. Такое укрытие обеспечит надежную защиту АПЛ от внешних воздействий, а также безопасное и контролируемое хранение АПЛ в течение необходимого времени /3/.

В качестве возможных проектов сотрудничества по данной проблеме могут быть рассмотрено проведение технико-экономического обоснования (ТЭО), разработка проектной документации, строительство объекта, поставка необходимого оборудования. При наличии достаточного финансирования все работы могут быть выполнены в течение 5-7 лет; общая стоимость работ составит порядка 50 млн.долл.

## **Перечень приоритетных проектов**

Приведенный ниже список наиболее приоритетных проектов сформирован на основании представленной выше информации и в соответствии с выступлением руководителя российской делегации на 15 совещании КЭГ.

1. Утилизация многоцелевых АПЛ, имеющих низкий запас плавучести.
2. Реабилитация береговых баз в губе Андреева, в Гремие и в бухте Сысоева, включая создание необходимой инфраструктуры для выгрузки хранилищ и вывоза ОЯТ и РАО, реабилитацию бывших хранилищ ОЯТ, дезактивацию территории.
3. Утилизация судов атомного технического обслуживания.
4. Сооружение наземного хранилища реакторных отсеков в губе Сайда и в бухте Разбойник.
5. Обращение с отработанными активными зонами реакторов с жидкометаллическим теплоносителем.
6. Безопасное укрытие аварийных АПЛ.
7. Создание региональных центров по обращению с ТРО.
8. Сооружение регионального могильника ТРО на Северо-западе России.

## **Литература**

1. Contact Expert Group: Working Group on Russian Strategy on Management of Radwaste & SNF, Viewed in relation to the provision of International Assistance. Agreed Summary of work to date prepared for the WG Chairman by: Christopher Watson, Jane Smith-Briggs (AEA Technology), Hans Engelmann, Jurgen Krone (DBE), Mark Dutton, Mark Chernikov (NNC), Xavier Gorge, Philippe Michou (SGN) with participation of Evgenii Kryukov (Minatom) and Lev Chernayenko (Nuklid). European Commission Report EUR19263 en, June 2000. ([http://europa.eu.int/comm/energy/en/nuclearsafety/pdf/eur19263\\_execsumm.pdf](http://europa.eu.int/comm/energy/en/nuclearsafety/pdf/eur19263_execsumm.pdf))
2. Рабочие материалы 10 совещания КЭГ. Хельсинки, Финляндия, май 2000 г.
3. Рабочие материалы 15 совещания КЭГ. Брюссель, Бельгия, октябрь 2002 г.
4. Материалы международной конференции "Экологические проблемы утилизации АПЛ и развития ядерной энергетики в регионе", Владивосток, Россия, сентябрь 2002 г.
5. US DoD with participation of "Altarum" Center for Energy and Environmental Research, Arlington, VA, USA, The Advanced Technology Research Foundation (ATRP-R) with participation of Enterprises of RF MoD, RF Minatom and Russian Academy of Sciences. "Analysis of the Radioecological State, Development of a Concept of the Ecological Monitoring and Creation of the Automated Control System over the Ecological Safety of Units and Installations Involved in Nuclear Submarine Handling after the Decommissioning in Northwest Region of Russia", Final Report on the First Part of ATRP 1.2. Project, Moscow 2002.
6. Support in the Development of Regulatory Procedures for Licensing Lapse Waste Management Operations. Report EUR 19896 EN. European Commission, Norwegian Radiation Protection Authority, May 2001.