Министерство образования Российской Федерации

Вятский государственный университет

Социально-экономический факультет

Кафедра управления производством

Курсовая работа

*по дисциплине «Экономика природопользования»*

*на тему:*

«Утилизация атомных подводных лодок

и судов с ядерными энергетическими установками»

Выполнили студенты Осколкова М. Н.

гр. ЭКУ-33 Кочкина Е. В.

Проверил Власюк Л. Н.

преподаватель

# Киров 2004

Тема: Утилизация атомных подводных лодок и судов с ядерными энергетическими установками. Курсовая работа / ВятГУ, Кафедра управления производством; рук. Власюк Л.Н., количество таблиц - 7, диаграмм - 6, 3 схемы, количество источников литературы – 9 , 51 страница, Киров, 2004.

**Радиационная и экологическая безопасность, утилизация, контроль, мониторинг, техническая база, источники загрязнения, РАО**

Объектом исследования данной работы являются: Российские атомные подводные лодки (АПЛ) и суда с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ).

Цель работы – охарактеризовать суть системно-комплексного подхода к проблеме в обеспечении радиационной и экологической безопасности при утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ, а также дать оценку интенсивности развития утилизации в России на протяжении последнего десятилетия.

**Содержание:**

Введение…………………………………………………………………………...5

I История развития утилизации в России ……………………………………7

II Системно-комплексный подход к проблеме в обеспечении

радиационной и экологической безопасности при утилизации АПЛ

и судов с ЯЭУ………………………………………………………………11

1. Экологические проблемы утилизации:

1.1 Потенциальная ядерная и радиационная опасность при

комплексной утилизации………….…………………………………..14

1.2 Источники загрязняющих отходов при утилизации АПЛ ………….17

1.3 Социально-гигиенический и радиационный мониторинг……….…22

2. Технологические проблемы утилизации российских АПЛ:

2.1Этапы работ по комплексной утилизации АПЛ……………………..23

3. Экономические проблемы утилизации:

3.1 «Чёрная дыра» в экономике России ХХ века……...………………...28

3.2 Отсутствие полномасштабной промышленной инфраструктурной

необходимой мощности по комплексной утилизации……...….…30

3.3 Нерентабельность утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ, отсутствие

технологической базы………………………………………………34

* 1. Решения проблем выведения из эксплуатации АПЛ и судов с

ЯЭУ.........................................................................................................34

* 1. Решения, которые нельзя откладывать……………………………...36

4. Развитие технологической базы радиационного контроля на

объектах атомного судостроения:

4.1 Концепция развития технологической базы радиационного

контроля на ОАС ……………………………………………............38

4.2 Существующие концепции обращения с радиоактивными

отходами в России ……………….……………………………….….40

4.3 Необходимость единой научно обоснованной концепции

по проблеме утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ ………………….....42

III Решение проблемы обращения с радиоактивным плутонием…………...45

Заключение…………………………………………………………………….…47

Список используемой литературы……………………………………..…….…48

Приложение А……………………………………………………………………49

Приложение Б……………………………………………………………………51

Приложение В……………………………………………………………………52

**Введение**

В период с 1957 г. по 1995 г. - менее чем за сорок лет - наша страна построила 261 атомную подводную лодку, основная часть которых имеет по два ядерных реактора; До­статочно продолжительное время строилось гораздо больше новых АПЛ, чем списыва­лось. К моменту распада СССР ситуация в корне изменилась и стала критической - но­вые субмарины практически не строились, а проблема утилизации списанных приобрела масштабы национального бедствия.

В 1992 г. было принято правительствен­ное постановление, призванное регулиро­вать темпы утилизации списанных АПЛ. По­скольку оно не выполнялось, проблемы про­должали нарастать.

Во-первых, в период массового строи­тельства АПЛ практически не принималось мер для подготовки к их утилизации после списания "по возрасту". Не предусматрива­лось ни финансовых ресурсов, ни строитель­ства надежных береговых комплексов, отве­чающих современным требованиям к соблю­дению норм ядерной и радиационной безопасности для выгрузки ОЯТ. Не были от­работаны технологические приемы разборки и утилизации различных частей, элементов и материалов АПЛ.

Во-вторых, было накоплено большое ко­личество твердых и жидких радиоактивных отходов и ОЯТ, в то время, как надежных способов их хранения и переработки не су­ществовало. Не были построены береговые хранилища для "выдерживания" ОЯТ и реак­торных отсеков в течение десятков лет, по­ка уровень радиоактивности не позволит их переработать.

В-третьих, не были предусмотрены сред­ства (специальные вагоны и контейнеры) для перевозки ОЯТ и РАО из мест их выгруз­ки и временного хранения к месту длитель­ного хранения и переработки. В настоящее время единственным подобным местом яв­ляется комбинат "Маяк".

В-четвертых, наиболее часто применялся такой способ избавления от радиоактивных отходов, как затопление их в море. Это отно­силось как к жидким РАО, так и к твердым с различными уровнями радиоактивности. Бо­лее того, таким же образом избавлялись от реакторов тех АПЛ, которые пережили ава­рии ядерной энергетической установки, а иногда и ОЯТ. Известен случай затопления целой аварийной АПЛ с жидкометаллическим теплоносителем и невыгруженным ядер­ным топливом. Кроме того, наша страна по­теряла четыре АПЛ, которые лежат на дне с невыгруженным ядерным топливом, а часть из них - с ядерными боеголовками на борту.

\*Все атомные субмарины делятся на четыре типа по виду их использования:

• атомные торпедные и многоцелевые подводные лодки (МЦАПЛ),

предназначены для всесторонних испытаний в морских условиях первого образца ЯЭУ с водяным реактором, могут также наносить ядерные удары по военно-морским базам и другим стратегическим целям, расположенным на побережье противника.

• атомные подводные лодки с крылатыми ракетами (ПЛАРК),

корабли предназначены для нанесения ударов стратегической крылатой ракеты П-20 с ядерным зарядом, разрабатываемой в ОКБ С. В. Ильюшина, по объектам противника, расположенным как на побережье, так и в глубине его территории.

• атомные подводные лодки с балли­стическими ракетами (ПЛАРБ),

корабль предназначен для нанесения ракетно-ядерных ударов по военно-морским базам, портам, промышленным и административным центрам, расположенным на побережье и в глубине территории противника.

• опытные подводные лодки и лодки специального назначения,

предназначены для установки минных заграждений, для снабжения в море ПЛ других типов боеприпасами (крылатыми ракетами в частности), средствами жизнедеятельности, обслуживание в море тяжёлых гидросамолётов, а так же скрытая высадка десанта.

**I История развития утилизации в России**

За время бурного развития атомного подвод­ного проекта было накоплено большое ко­личество радиоактивных отходов и отра­ботавшего ядерного топлива (ОЯТ). По­скольку гонка вооружений не позволяла задуматься об экологически безопасных способах захоронения накопленной радио-активности, от нее избавлялись самыми простыми способами - сбрасывали в моря и океаны. Это продолжалось до 1992 г., когда Россия заявила о прекращении сброса РАО в моря. До этого Северный флот сбрасывал свои РАО в Баренцевом, Карском и Белом морях, а Тихоокеанский флот - в Японском и Беринговом.

Первое захоронение жидких радиоак­тивных отходов в океане СССР произвел в 1959 г. - они были слиты в Белое море по­сле испытаний первой советской АПЛ К-3. В конце того же года проходили ис­пытания первого атомного ледокола "Ленин", после которых в Балтийское море (неподалеку от острова Готланд) были слиты еще около 100 м3 жидких радиоактивных отходов. Впоследствии подобные операции производились си­стематически. С этой целью была со­здана специальная служба контроля и построены танкеры, оборудованные для сбора и вывоза ЖРАО.

Скажем, сбросы низкоактивных ЖРАО в Баренцево море, в котором велся рыбный промысел, продолжались до 1991 г. Производились они в пяти квадратах, два из которых находи­лись вблизи Кольского полуострова. Причем главный способ борьбы с таки­ми незаконными способами избавления от радиоактивных отходов заключает­ся в преследовании людей, пишущих статьи и снимающих фильмы о творимых безобразиях.

В 1964 г. в нашей стране был начат сброс в океан твердых радиоактивных отходов. Оборудование реакторных от­секов АПЛ и другие радиоактивные эле­менты ядерных энергетических установок помещались в герметичные контей­неры, которые, теоретически, должны выдерживать разрушающее действие агрессивной морской воды и многоатмо­сферное давление. После чего они сбра­сывались в море у берегов Новой Земли. Однако, как часто бывает, проектировали контейнеры одни люди, а за борт их сбра­сывали другие. Поэтому известен как ми­нимум один случай, когда плавающий на поверхности контейнер с ТРАО воен­ные моряки расстреливали из борто­вых орудий.

Как уже говорилось, существовали строгие инструкции, запрещавшие затоп­ление высокоактивных отходов, особенно отработанных тепловыделяющих элементов (топливных "сборок"). Однако известно но, что в одном из затопленных контейнеров находились не менее сотни "сборок" из реактора атомного ледокола "Ленин". В 60-х годах практиковался еще один способ затопления радиоактивных отходов: они грузились на списанные суда, которые буксировались в океан и с благословления ВМФ, Минздрава, Госкомгидромета и Минсудпрома отправлялись на дно.

В 1984 году в заливе Абросимова возле Новой Земли был обнаружен плавающий контейнер с уровнем излучения 160 Р/ч. Здесь же его утопили. Исходя из рекомендации МАГАТЭ, допускалась захоронение контейнеров с радиоактивными отходами на глубине не менее 4 000 метров. Это полагалось делать в удалённых от берега и основных морских путей районах океана, где не ведётся рыбный промысел. В Карском море в близи берегов Новой Земли, где утоплена основная часть твёрдых радиоактивных отходов советского атомного флота, глубины составляли от 20 до 400 м. и вёлся промысел рыбы.

В 1992 г. администрацией Президента РФ были рассекречены данные о радио­активном загрязнении северных и даль­невосточных морей. Согласно этим дан­ным, с 1959 по 1992 годы Северный флот слил в свои моря ЖРАО с суммар­ной активностью не менее 20.6 тыс. Ки. и затопил ТРАО с суммарной активностью более 2.3 млн. Ки. Соответственно, в морях Дальнего Востока, относящихся к Тихоокеанскому флоту, эти величины составляли 12.3 тыс. Ки. и 6.2 тыс. Ки. Всего было затоплено 12 реакторов и их частей с выгруженным топливом (из них 3 - на Дальнем Восто­ке) и 6 аварийных реакторов с невыгруженным ядерным топливом.

Первый опыт вырезания аварийного ре­акторного отсека относится к 1965 г. Реак­торные отсеки были вырезаны у четырех АПЛ первого поколения К-3, К-5, К-11 и К-19 проектов 627, 627А и проекта 658. Вы­грузить топливо удалось только на двух АПЛ - К-3 и К-5. На двух других субмаринах в реакторах было оставлено отработав­шее ядерное топливо. После заполнения реакторов твердеющей смесью к загерме­тизированным активным отсекам были приварены поплавки и их отбуксировали к Новой Земле, где и затопили в Карском мо­ре - в бухте Абросимова. Уровни наведен­ной радиоактивности реакторов с выгру­женным ядерным топливом составляли сотни тысяч Ки, а реакторов с невыгруженным ОЯТ - миллионы Ки.

Несколько лет назад - после того как Россия реально прекратила сбрасывать ЖРАО в моря и океаны - все береговые хранилища были заполнены, а технологии их полноценной переработки от­сутствовали. Ситуация на Северном и Тихоокеанском флотах была безысход­ная. Денег на переработку жидких отходов не было, технологий не было, храни­лища были переполнены и протекали. Сейчас, благодаря усилиям российских специалистов, а также помощи США, Японии, Европейского союза и Норвегии, были построены мобильные установки для переработки ЖРАО с различными уровнями ак­тивности. Также были разгружены несколько старых хранилищ и построены новые. Нельзя сказать, что все эти меры полностью решили проблему, но ее острота несколько сгладилась

Хранилища для ТРАО Северного флота еще в 1994 г. были заполнены на 95%. Ни одна из площадок временного хранения твер­дых радиоактивных отходов, построен­ных еще в 60-х годах не отвечает специ­альным медико-техническим требовани­ям (СМТТ-80). Ежегодно количество накапливаемых ТРАО возрастает на 500-600 м3, причем флот не имеет возможнос­ти их перерабатывать. Судоремонтные и судостроительные заводы также не имели таких установок.

В настоящее время (на середину 2001 г.) на Северо-западе и Дальнем Востоке России в устаревших, протека­ющих и неприспособленных хранили­щах находится более 14000 т ЖРАО и 26000 т ТРАО. При этом следует отме­тить, что техническая база Военно-мор­ского флота не предназначена для дли­тельного хранения отработавшего ядер­ного топлива и радиоактивных отходов. Значительная часть специального обо­рудования ВМФ для обращения с РАО выслужила установленные сроки экс­плуатации и частично находится в ава­рийном состоянии.

На всех этапах обращения с РАО и ОЯТ необходимо учитывать и всегда по­мнить о возможности возникновения "критичности" хранимой массы радиоак­тивных веществ. На нее влияют геомет­рическая форма упаковок с ядерным ма­териалом, их масса, плотность, состав конструкционных материалов и даже свойства стен хранилища. Кроме того, приходится учитывать и контролировать все этапы накопления делящихся ве­ществ. В первую очередь это относится к отработанному топливу и радиоактивным отходам, во вторую - к радиоактивным материалам, из которых еще только пред­полагается произвести радиационно-опасные изделия. Бесконтрольное их складирование, ведущее к нарастанию массы, может привести к возникновению самопроизвольной цепной реакции, про­ще говоря — ядерному взрыву.

На сегодняшний день ограниченные воз­можности по выгрузке, хранению и транс­портировке отработанного ядерного топ­лива являются одной из основных про­блем, тормозящих развертывание утили­зации АПЛ. Не хватает специальных ваго­нов и контейнеров для перевозки отра­ботанного топлива к месту предполагае­мой переработки и хранения - на комби­нат "Маяк". Из имевшихся в 1993 г. на Северном флоте восьми плавбаз для транспорти­ровки и хранения отработанного ядерно­го топлива, четыре в то время были за­полнены. Разгрузить их было некуда из-за нехватки транспортных контейнеров. Для выгрузки ОЯТ с АПЛ требуются спе­циальные разгрузочные комплексы. В том же 1993 г. из имевшихся в составе флота трех таких комплексов в рабочем состоянии оставался только один. Из-за отсутствия финансирования не было за­вершено строительство береговых хра­нилищ, и к этим строящимся объектам не были подведены железнодорожные ветки. Чтобы хоть как-то уменьшить остроту проблемы, руководство Се­верного флота вынуждено было при­менять различные "временные схемы", что никак не могло способствовать поддержанию ядерной и радиационной безопасности.

Сейчас проблема ОЯТ и РАО посте­пенно начала решаться. Дополнительно к четырем работавшим спецвагонам для перевозки отработанного топлива на комбинат "Маяк" были построены еще че­тыре вагона. Ряд иностранных госу­дарств - в первую очередь наши обеспокоенные угрозой последствий несоответствующего обращения с ОЯТ и РАО соседи - Норвегия и Япо­ния - выделяют средства на строи­тельство новых и модернизацию име­ющихся средств для хранения и пере­работки.

В целом эксперты отмечают неко­торое ускорение процессов решения проблем атомного подводного фло­та. Вместе с этим разброс мнений - сколько времени потребуется на ре­шение только первоочередных задач утилизации АПЛ - весьма велик - от 7 до 70 лет.

Поскольку острота связанных с утилиза­цией АПЛ проблем продолжала нарастать, 28 мая 1998 г. появилось очередное поста­новление правительства РФ № 518, призван­ное ускорить решение судьбы выведенных из эксплуатации АПЛ и обеспечить экологи­ческую реабилитацию радиационно-опасных объектов ВМФ России. Это постановление определило Минатом России государствен­ным заказчиком-координатором работ по комплексной утилизации АПЛ и освободило Минобороны от этих несвойственных ему функций.

Передача Минатому организационных и исполнительных функций по комплексной утилизации АПЛ и сопутствующих этому работ объясняется тем, что именно эта органи­зация обладает необходимой -научно-техни­ческой базой и квалифицированными кадра­ми, опытом как в создании и снятии с эксплуатации ядерных реакторов различных типов, так и в обращении с ОЯТ и РАО.

Вместе с этим следует отметить, что сей­час три ведомства самым непосредственным образом вовлечены в круг проблем утилиза­ции АПЛ, причем далеко не во всех случаях определенно известно, где кончается сфера ответственности одного и начинается сфера ответственности другого.

Министерство обороны России по-преж­нему осуществляет контроль над большинст­вом АПЛ - над всеми, остающимися в соста­ве флота и над значительной частью списан­ных. В его компетенцию по-прежнему входит выгрузка ОЯТ и его временное хранение. Связанные с этим обязанности поделены между несколькими подразделениями мини­стерства.

Минатом России осуществляет перевозку, хранение и переработку ОЯТ. Он ответстве­нен за количество и состояние вагонов для транспортировки ОЯТ, наличие контейне­ров для этих целей, готовность мощностей для хранения и переработки ОЯТ. Коорди­нирует весь круг работ управление эколо­гии и снятия с эксплуатации атомных объектов.



Диаграмма 1. Количество российских АПЛ и их состояние на 1 января 2001г.

**II Системно-комплексный подход к проблеме в обеспечении**

**радиационной и экологической безопасности при утилизации АПЛ**

**и судов с ЯЭУ**

Целостное представление о системно-ком­плексной сущности радиационной и экологической безопасности (РЭБ) при утилизации AIIЛ и судов с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ), а также дру­гих радиационно-опасных объектов ВМФ и Россудосроения, изложенное в одной публикации (нормативно-правовом документе), на сегодня в России отсутствует. Дальнейшее эффективное развитие обеспечения РЭБ невозможно без наличия системы взглядов на всю проблему целиком по всей ее многоплановости и масштабности, видение в целом всей обеспечиваемой системы деятельности, ее места и выполнения функций, т.е. Концепции РОБ.

Конспективному изложению нерешенных вопросов, обеспечивающих в конечном итоге реализацию Концеп­ции и достижение целей РЭБ при утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ, и посвящена эта работа.

Территория Северо-Западного региона России характеризуется сложной радиационной обстановкой, обусловленной функционированием ядерно- и радиационно опасных предприятий и объемов, а также последствиями их эксплуатации и имевшими место авариями.

Обстановка осложнена вследствие радиоактивных выпадений от ядерных взрывов на Новой Земле и аварии на ЧАЭС, последствиями строительства и эксплуатации ЯЭУ кораблей ВМФ и судов Атомфлота, наличием естественного повышенного радиоактивного фона и радоноопасных территорий, a также накоплени­ем природных радионуклидов в результате техногенной деятельности горнодобывающих производств. Свою долю в повышении вероятности возникновения чрезвы­чайных ситуаций привносит санкционированный и несанкционированный транзит радиационно-опасных грузов через регион.

В конце 80-x и начале 90-х годов истекшего столетия в нашей стране был начат интенсивный процесс вывода атомных подводных лодок из боевого состава ВМФ. По состоянию на 1 января 2000 года сняты с эксплуатации все AIIЛ 1-го поколения с ЯЭУ типа ВМА, большая часть с ЯЭУ типа ОК-650 БЗ, а также все АПЛ с жидкометаллическим теплоносителем.

Вывод из эксплуатации АПЛ, а вближайшем будущем - надводных кораблей с ЯЭУ и судов их обеспечения представляет собой принципиально новую и чрезвычайно сложную проблему государственного масштаба, в которой радиоэкологические и гигиенические аспекты имеют не менее важное значение, чем экономические и технологические. Отслужившие свой срок судовые ЯЭУ представляют собой мощные источники ионизирующего излучения и радиоактивного загрязнения, содержащие большое количество гигиенически значимых радионуклидов с периодами полураспада от нескольких лет до десятков тысяч лет.

Рост числа снимаемых с эксплуатации кораблей с ЯЭУ обуславливает вовлечение в процесс их утилизации большого количества персонала, требует использования новых территорий суши и акватории для отстоя и длительного хранения списанных атомоходов и обезвреживания образующихся при их демонтаже радиоактивных отходов.

Угроза радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды, расположения пунктов отстоя списанных АПЛ в относительной близости от населенных пунктов придает этой проблеме социальную окраску, и требуют выбора таких технологий, которые сводили бы к минимуму ожидаемые негативные последствия. Накопительный характер процесса выведение АПЛ из эксплуатации, сложившейся в нашей стране в силу экономических и иных причин, усугубляет данную проблему.

В Мурманской и Архангельской областях в настоящее время находится более 100 АПЛ, выведенных из состава ВМФ, при этом из 74 АПЛ и двух реакторных блоков ядерное топливо не выгружено.

Особую остроту имеет проблема несоответствия быстроты накопления АЗ ядерных реакторов на территории судоремонтных заводов с темпами вывоза ОЯТ из Архангельской области на переработку.

Серьезную угрозу для радиационной и экологической безопасности представляет реакторные отсеки утилизируемых АПЛ, находящихся на плаву на акватории судоремонтных заводов, а также длительное хранение одностоечных реакторных блоков на их территории. Многие проблемы, связанные с обезвреживанием РАО, носят не только организационно-экономический, но и правовой характер. Необходимой нормативной базой мог бы стать закон РФ «О государственной политике в области обращения с радиоактивными отходами».

Требуется переоснащение изношенного и морально устаревшего приборного парка и оборудования, которое необходимо подразделениям Госэпиднадзора, медико-санитарным частям на предприятии, участвующих в утилизации АПЛ.

В качестве положительного итога можно отметить, что в 2001 году завершена длительная работа по созданию Концепций комплексной утилизации АПЛ и надводных атомных кораблей с ЯЭУ.

Сказанное определяет необходимость разработки, как общих положений, так и основанных на них локальных концепций (например, концепции развития технической базы радиационного контроля на предприятии Россудосроения), программы и проекты вывода из эксплуатации конкретных АПЛ и судов с ЯЭУ, а также отраслевой программы вывода из эксплуатации устаревших объектов атомного судостроения.

**1. Экологические проблемы утилизации.**

Утилизация АПЛ является одной из современных важнейших экологических проблем глобального масштаба. К 2001 г. в России, США, Франции и Великобритании выведено из эксплуатации около 300 АПЛ. Из них в России на 01.01.01 г. - 189, что почти в три раза больше, чем в США, при этом судовых ядерных энергетических установок (ЯЭУ), подлежащих утилизации в России, в 5 раз больше, чем в США.

По общему количеству атомных и дизельных подводных лодок к концу 80x годов бывший СССР превосходил подводные флоты всех государств, включая США. С 1955 по 1996гг. в СССР, было, построено пять надводных кораблей (НК) сЯЭУ и около 250 АПЛ, из них в Северодвинске -125, на Амурском заводе – 56, Ленинградском ад­миралтейском объединении - 39 и заводе «Красное Сормово» - 25 АПЛ. К началу 1996 г. в состав ВМФ были приняты 241 АПЛ [55 - 1-го поколе­ния, 142 - 2-го и 34 - 3-го поколения, а также 8 АПЛ с жидкометаллическим теплоносителем (ЖМТ) и 2 опытных («Папа» и «Майк»)], не считая, пять сверхмалых АПЛ (табл. 6).

В общей сложно­сти на 241 АПЛ имелось 441 ЯЭУ, на надводных военных кораблях - 8 и еще 15 ЯЭУ - на атомных ледоколах.

Максимальный срок службы выведенных из эксплуатации АПЛ равен 40 годам (К-3), срок службы АПЛ 1-го поколения составил в среднем 35,8 лет, а 35% находящихся в отстое лодок пре­бывали в строю более 30 лет. До 40% списанных АПЛ более 20 лет находятся без ремонта. Столь длительное нахождение на плаву привело к появ­лению дефектов в корпусных конструкциях, боль­шая часть АПЛ с отработавшим (облученным) ядерным топливом (ОЯТ) потеряла герметичность цистерн главного балласта (ЦГБ) и могут затонуть. Атомная подводная лодка с невыгруженным ОЯТ представляет серьезную радиационную угрозу для ОС и населения.

Вывод из эксплуатации АПЛ, их дальнейший демонтаж и утилизация при надежном обеспече­нии защиты ОС, производственного персонала и населения представляет собой сложную в социаль­но-экономическом, научно-техническом и органи­зационном плане проблему, которая в России в связи с массовым выводом из боевого состава АПЛ превратилась в проблему государственной важности. (см. приложение В.)

**1.1 Потенциальная ядерная и радиационная опасность**

**при комплексной утилизации**

О реальных масштабах потенциальной ядерной и радиационной опасности в России свидетельствуют следующие данные:

1. в настоящее время на объектах ВМФ скопи­лось большое количество ОЯТ. Это более 300 ак­тивных зон (A3) или более 70 тыс. тепловыделяю­щих сборок (ТВС);
2. общая активность ОЯТ подводных лодок со­ставляет более 600 млн. Ки, причем около поло­вины этой активности приходится на ядерное то­пливо, продолжающееся оставаться в ЯЭУ выве­денных из эксплуатации (для сравнения: актив­ность РАО в результате деятельности всех пред­приятий атомной промышленности в России со­ставляет около 4 млрд. Ки – таблицы 1,2).

Таблица 1. Источники образования, количество и место хранение радиактивных отходов

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | Активность | | Место |
| № | Источник | Вид РАО | Объём, м | Бк | Ки | захаранения |
| 1 | Добыча и переработка руд | Шламы и отвалы пород | 1,0\*10 | 6,7\*10 | 1,8\*10 | площадки |
| 2 | Обогощение урана и | Жидкие и твёрдые | 1,6\*10 | 1,5\*10 | 4,0\*10 | Хвостохранилища |
|  | Производство ТВЭЛ |  |  |  |  | склады и площади |
| 3 |  | Концентрированные | 1,5\*10 | 1,5\*10 | 4,0\*10 | Ёмкости хранилища |
|  | АЭС | Твёрдые | 1,2\*10 | 3,7\*10 | 1,0\*10 | ХранилищаАЭС |
|  |  | Отвержденные | 1,6\*10 | 3,7\*10 | 1,0\*10 | ХранилищаАЭС |
| 4 | Переработка ТВЭЛ и | Твёрдые | 1,0\*10 | 4,4\*10 | 1,2\*10 | Ёмкости в ПО "Маяк" |
|  | Производство оружейных | Остеклованные, ВАО | 9,5\*10 | 7,4\*10 | 2,0\*10 | Спец хранилища АЭС |
|  | ядерных материалов | Жидкие НАО и САО | 4,0\*10 | 2,6\*10 | 7,0\*10 | Водоёмы и бассеины |
| 5 | Атомные ледоколы и | Жидкие | 3,9\*10 | 2,2\*10 | 0,6 | Береговые хранилища |
|  | Транспортные средства | твёрдые | 1,5\*10 | 7,4\*10 | 2,0\*10 | Береговые хранилища |
| 6 | Строительство, эксплу- |  |  |  |  |  |
|  | атация и снятие с | Жидкие | 1,6\*10 | 2,5\*10 | 6,8\*10 | Береговые хранилища |
|  | эксплуатации АПЛ | твёрдые | 1,4\*10 | 3,3\*10 | 9,0\*10 | на предприятиях и базах |
| 7 | Применение радионуклидных | Жидкие и твёрдые | 2,0\*10 | 7,4\*10 | 2,0\*10 | На предприятиях НПО |
|  | Источников | Отвержденные |  |  |  | "Радон" |

Таблица 2.Количество ОЯТ на предприятиях России.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Источник | Кол-во, т | Активность | | Местонахождение |
| Бк | Ки |
| Реакторы РБМК | 6000 | 1,1\*10 | 3,0\*10 | Смоленская,Ленинградская и курская АЭС |
| РеакторыВВЭР-440 | 1000 | 2,9\*10 | 8,0\*10 | Калининская,Кольская,Белоярская,Белоковская |
|  |  |  |  | Билибинская,Новгородская АЭС |
| РеакторыВВЭР-1000 | 1000 | 1,8\*10 | 5,0\*10 | Красноярский горно-химический комбинат |
| РеакторыВВЭР-440,БН-350 | 465 | 4,1\*10 | 1,1\*10 | ПО "Маяк" |
| БН-6000,КС-150,транспЯЭУ |  |  |  |  |
| АПЛ | 30 | 5,5\*10 | 1,5\*10 | Береговые и плавучие хранилища |
| Атомн. Ледокольный флот | 7,7 | 6,3\*10 | 1,7\*10 | Плавучие технические базы |

- в процессе эксплуатации Северною флота кораблей с ЯЭУ (около 200 реакторов) ежегодно образуется 5...7 тыс. м. куб. жидких радиоактивных отходов (ЖРО) суммарной активностью около 3.7 ТБ.к (100Ки): 30% в районе Белого и 70 % в районе Баренцева морей. В хранилищах береговых технических баз (БТБ), на наливных технологических танкерах (ТНТ) в настоящее время размещено около 14 тыс. т. ЖРО, свободных ёмкостей для их приема практически нет. В храни­лищах БТБ размещено 20 тыс. т твердых радиоактивных отходов. Суммарная активность ТРО составляет около 37 ТБ.к (8 тыс. м. куб.). На долю высокоактивных РАО приходится не более 5...7%. Общая активность накопленных за годы эксплуа­тации АПЛ жидких и твердых РАО превысила 270 тыс. Ки;

-общая масса подлежащих утилизации радиоак­тивных конструкционных материалов АПЛ превы­шает 600 тыс. т;

-общий вес подлежащего разделке металла АПЛ составляет около 1,5 млн. т;

1. на 01.01.99 г. напредприятиях Государствен­ного Российского центра атомного судостроения (ГРЦАС) была полностью выполнена утилизация 48 АПЛ, 110 подлодок с неразгруженным отрабо­тавшим АЗ находились на плаву. В соответствии с графиком передачи списанных АПЛ до 2000 г. на предприятии ГРЦАС должно быть передано 44 АПЛ для последующей утилизации;
2. на 01.01.01 г. До 3-хотсечных блоков утили­зировано 59 АПЛ, в ожидании утилизации нахо­дились 126 единиц, причем 104 АПЛ продолжали  
   оставаться с невыгруженным из активных зон ОЯТ. Общий радиационный потенциал ОЯТ та­ких АПЛ оценивается в 200...300 млн. Ки. За последние годы темпы выгрузки ОЯТ из реакторов резко возросли: с 4...5 -  
   в 1994-1998 гг., ежегодно - до 18...21 АПЛ в 2000-2001 гг., соответственно вывоз ОЯТ эшело­нами увеличился с 4...6 - 1998-1999гг. до  
   11...18 эшелонов в 2000-2001 гг.;
3. береговыми хранилищами ТРО в необходи­мых объемах флоты не обеспечены; налицо не­удовлетворительное техническое состояние ряда  
   хранилищ и исчерпание возможностей плавучих и береговых баз технологического обслуживания атомного флота по приему ОЯТ, ЖРО и ТРО, вынужденное длительное хранение ОЯТ в контейнерах на открытых площадка;
4. отсутствие полномасштабной инфраструктуры комплексной утилизации АПЛ и средств выгрузки ОЯТ;
5. трудности и дороговизна транспортирования ОЯТ, значительная удаленность завода по перера­ботке ОЯТ от Северо-Западного и Дальневосточного регионов базирования и утилизации АПЛ;
6. наличие большого количества нерадиоактивных, но токсичных и канцерогенных отходов при демон­таже АПЛ.

За период с 1964 по 1992 года на дне морей омывающих Россию, в специально выделенных для этой цели районах, затоплено около 60 судов АТО. В корпусах затопленных судов АТО содержится более 22438 м. куб. ТРО суммарной активностью более 5606,5 Ки, что составляет более 42 % общего объёма всех затопленных в морях России ТРО. (табл.3)

Таблица 3.Число затопленных на дне морей России судов АТО

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Место | Число затопл-х | Год | Объём | Активность |
| захаронения | плавсредств | захоранения | ТРО,м | ТРО,Ки |
| ***Северный регион*** | | | | |
| Район № 1 | 8 | 1967-1980 | >7063 | >513,6 |
| Район № 3 | 1 | 1968 | 400 | 4 |
| Район № 4 | 3 | 1964-1976 | 1873 | 989,4 |
| Район № 6 | 4 | 1966-1980 | >750 | >40,3 |
| Район № 8 | 1 | 1988 | 229 | 2811,2 |
| Около о.Колгуев | 1 | 1978 | 2200 | 40 |
| ***Дальневосточный регион*** | | | | |
| Район № 6 | 5 | 1973-1987 | 1371 | 204 |
| Район № 8 | 2 | 1972,199 | 900 | 141,8 |
| Район № 9 | 20 | 1974-1992 | 5466 | 781 |
| Район № 10 | 11 | 1979-1983 | 3286 | 71,7 |

Несмотря на значительное число международ­ных экологических проектов, и программ (АМЕС, АМАР, ANWAR, INTAS, LASAP и др.), ни одна из них не ставила целью детальное исследование радиэколгических последствий, связанных с комплексной утилизацией АПЛ в России.

Процесс утилизации АПЛ включает ряд по­тенциально ядерно-радиационно-опасных опера­ций - извлекается высокоактивное ОЯТ и обору­дование с высокой наведенной радиоактивно­стью, удаляется теплоноситель, вырезается реак­торный отсек (РО) и др. При проведении работ с ОЯТ (хранение, транспортирование, перегрузка и др.) существует вероятность как ядерных, так и радиационных аварий, связанных с образованием локальных критических масс и разгерметизацией защитных контейнеров и оболочек. При этом возможен выход радиоактивных веществ в ОС, переобучение персонала и населения. Разделка одной АПЛ с применением газокислородной и плазменной резки сопровождается выделением в ОС высокотоксичных веществ 1 и 2-го класса опасности.

Утилизация АПЛ - крупная международная проблема, органически связанная с РЭБ как на региональном, так и на глобальном уровнях. Непри­нятие действенных мер по решению проблемы ве­дет к возрастанию риска потенциальной ядерной и радиационной опасности из-за постоянного ухуд­шения технического состояния списанных АПЛ и объектов обслуживающей их инфраструктуры. Решение этой проблемы с учетом фактического состояния дел и намечающихся тенденций может быть ускорено лишь посредством международной кооперации в научно-технической и экономиче­ской сферах.

**1.2 Источники загрязняющих отходов при утилизации АПЛ**

В результате проведенных исследований было установлено, что разделочные работы при утилизации атомных подводных лодок не влияют на радиационную обстановку на рабочих местах и, естественно, персонал не подвергается радиоактивному облучению, а ведущими вредными производственными факторами являются пылегазовые выбросы, включающие высокотоксичные металлы - аллергены (марганец, никель, свинец) и органические вещества-дибутилфталат и эпихлоргидрин, приводящие к десенсибилизации и полисинсибилизации.

С общей гигиенической точки зрения картина здесь не столь безупречна. В процессе газокислородной и плазменной резки в воздух выделяются продукты горения, образующиеся в результате термического воздействия на металлические и неметаллические поверхности. Номенклатура этих материалов (окислы металлов, эмали, лаки, краски, герметики, грунты, резина и т.п.) достигает 50 наименований. Составы продуктов термодеструкции и величина (количество) их выделения в значительной степени зависят от объема работ по подготовке линии реза, причем по предвари­тельным оценкам трудоемкость этих работ может превышать трудоемкость разделки металлических конструкций в 6-7 раз. При этом существенно, что в состав неметаллических покрытий, используемых в судостроении, входит ряд вредных химических веществ, при возгонке оказывающих аллергическое, наркотичес­кое, канцерогенное, фиброгенное воздействие на организм работающих.

Доминирующими токсикантами для данного производства и прилегающей территории являются никель, марганец, медь и свинец, обладающие эффектом суммации. Проведенные расчеты и экспериментальные исследования показали, что разделка одной АПЛ с применением газокислородной и плазменной резки сопровождается выделением в окружающую среду высокотоксичных веществ 1 и 2 классов опасности-оксидов хрома и марганца в количествах соответствен­но 6…23 и 3...12 кг и веществ с остронаправленным механизмом действия - оксида углерода 120...500 кг и оксида азота 40...650 кг (табл. 4).

Кроме того, в процессе утилизации образуется большое количество жидких высокоактивных и твердых РАО, в том числе вырезание РО. К ком­плексу радиационноопасных работ относятся: сбор РАО в местах образования, первичная обра­ботка РАО (прессование, сжигание, сортировка), временное хранение и транспортировка РАО, дезактивизация загрязненного оборудования.

Таблица 4. Нерадиационные источники загрязняющих отходов при газокислородной резке корпуса одной АПЛ типа «Дельта»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Экологически вредные вещества** | **Кол.отходов, кг** |
| 1 | Пыль, в том числе: | 73 |
|  | - окислов марганца | 43 |
|  | - окислов хрома | 1 |
|  | - других веществ | 29 |
| 2 | Газовые аэрозоли, в том числе | 411,5 |
|  | - оксида углерода | 250 |
|  | - фтористого углерода(сварка) | 0,5 |
| 3 | Отходы при подготовке корпуса АЛП к разрезке - |  |
|  | зачистка от покрытий до чистого металла, в том числе |  |
|  | - спецпокрытий | 275000 |
|  | - шпатлёвки | 7200 |
|  | - изоляции | 17000 |
|  | - лакокрасочных покрытий | 6760 |
| 4 | Токсичные материалы 1…4 классов опасности: |  |
|  | - гидроакустические покрытия | 275000 |
|  | - лакокрасочные покрытия | 7800 |
|  | - шпатлёвка | 8120 |
|  | - линолеум | 3000 |
|  | - керамическое покрытие | 580 |
|  | - стеклопластик, стеклоткань | 860 |
|  | - теплоизоляция прочного корпуса и шахт | 14000 |
|  | - маты теплозвукоизоляционные | 15000 |
|  | - изоляция труб | 8200 |
|  | - резина от кабеля | 103200 |
|  | - люминесцентные лампы | 2000шт |
|  | - пластикат | 100 |
|  | - масло отработавшее | 40000 |
|  | - жидкость систем гидравлики | 20000 |
|  | - хладоны | 100 |
|  | - серная кислота | 22000 |
|  | - дизельное топливо | 2000 |
|  | - грязная вода с остатками нефтепродуктов | 2000 |
|  | - пенообразователь системы пожаротушения | 400 |

При проведении комплексной утилизации АПЛ, как и при их ремонте, могут возникнуть аварийные ситуации, сопровождающиеся выходом радионуклидов в объекты ОС. Аварийные ситуации возможны как при отстое АПЛ и выгрузке ОЯТ, так и непосредственно при проведе­нии демонтажных работ.

Их причинами могут быть отказы технологических средств и оборудования, нарушении технологи­ческого процесса, ошибки персонала, а также внеш­ние причины - экстремальные погодные явления, столкновения кораблей и судов, падение летальных аппаратов, взрывы (в том числе, диверсии) и д. р. Ситуация усугубляется тем обстоятельством, что около 15% списанных АПЛ имеет большую степень изношенности основного оборудования АПЛ и конструкции.

Дополнительную радиоэкологическую опас­ность создаёт массовое хранение на плаву АПЛ отстоя и вырезанных РО (особенно с невыгруженным ОЯТ), учитывая, что длительность хранения может составлять десятки (по проекту 50) лет. Суммарная радиоактивность на АПЛ сосредоточе­на в РО, и выгрузка ОЯТ из реактора сразу снижа­ет радиоактивность на ней примерно на 2 порядка, ибо практически 99% её содержится в A3 только 1% в вырезанном РО.

Помимо утилизации боевых атомных кораблей, не менее сложные проблемы возникают с судами их обеспечения [плавучими мастерскими, ТНТ, плакучими техническими базами ПТБ и др.], проектные сроки, эксплуатации большинст­ва которых давно истекли. Радиационная обста­новка на них подчас бывает значительно более сложная.

Береговые технические базы постройки 1962-1965 гг. с морально устаревшим оборудованием и аппара­турой радиационного контроля находятся в боль­шинстве своем в предаварийном состоянии. Предпринятые в течение последних лет меры по преотвращению радиоактивного загрязнения территории БТБ малоэффективны и не отвечают современным требованиям нормативных доку­ментов по ядерной и радиационной безопасности (ЯРБ). Планировавшиеся в 1986 и 1991 гг. меро­приятия по реконструкции БТБ не выполнены.

Процедура вывода АПЛ из боевого состава флота в отстой занимает довольно длительный срок, в течение которого выполняется комплекс подготовительных мероприятий, нацеленных на повышение ЯРБ. Реакторная установка перево­дится в состояние, отвечающее требованиям ЯРБ при минимальном техническом обслуживании оборудования и систем. При нахождении АПЛ в отстое A3 длительное время не выгружается.

Сегодня положение дел по утилизации АПЛ ха­рактеризуется значительным дисбалансом между большим накоплением списанных АПЛ, отсутствием достаточной промышленной инфраструктуры по об­ращению с РАО и ОЯТ и денежных средств для их целей.

Серьезную тревогу вызывает проблема длитель­ного хранения дефектного ОЯТ транспортных рек­торов. Тепловыделяющие сборки, закончившие свою эксплуатацию по причине полученного де­фекта, на переработку промышленностью не принимаются. Наличие дефектных ТВС в аварийных хранилищах ОЯТ береговых и ПТБ флотов ещё более ухудшает и без того неблагоприятную радиаци­онную обстановку в регионе.

В настоящее время в стране отсутствует необ­ходимая инфраструктура утилизационного произ­водства, обеспечивающая законченный цикл ути­лизации АПЛ. К сожалению, утилизация осуще­ствляется по схеме отложенного производства с ЯЭУ, обеспечивающим временное (70...100 лег) безопасное хранение вырезанною РО на плаву. Отсутствие необходимых финансовых средств на постройку капитальных зданий и сооружений, судов обеспечения, другого вспомогательного оборудования не позволяют сегодня иметь пол­ный законченный цикл проведения комплексной утилизации АПЛ. Ни на одной из утилизируемых АПЛ процесс утилизации не доведен до стадии хранения РО.

Выгрузка ОЯТ устраняет потенциальную ядер­ную опасность, однако радиационная опасность сохраняется, т.к. РО даже без топлива продолжает обладать высоким радиационным потенциалом (-110s Ku) и требует особых дорогостоящих тех­нологических приемов, обеспечивающих и течение длительного периода (-70 лет выдержки) РЭБ для человека и ОС. При выборе длительности хране­ния РО учитывается состояние оборудования, сис­тем и корпусных конструкций. К основным эконо­мическим показателям, которые должны учиты­ваться при выборе того или иного варианта дли­тельного хранения РО, следует отнести стоимость строительства специальных хранилищ РО, их оборудования, а также транспортной инфраструктуры.

В рабочей зоне предельно допустимые концентрации (ПДК) в воздухе для хрома, марганца, никеля, свинца и цинка многократно (от 4 до 30 раз) превышаются. Кроме того, обнаруживается медь, молибден, титан и олово. Следует отметить чрезвычайно высокое содержа­ние пыли, концентрации которой превышали ПДК в 8-17 pаз.

Почвенный покров и растительность районов расположение судоремонтных заводов также характери­зуются повышенным содержанием указанных металлов, превышающим их средние уровни в других районах страны в 2-7 раз.

В процессе выполнения исследований параллельно с отбором проб на твердую составляющую выделяю­щихся аэрозолей, были выполнены измерения уровней содержания некоторых органических соединений (таб. 5).

Таблица 5. Содержание органических компонентов в воздухе рабочей зоне, мг/м3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Место отбора проб | Концентрация компонентов | | |
| Дибутилфталат (1) | Эпихлоргидрин (2) | Толуол (3) |
| Стапель-палуба | 1,97 | 2,54 | 0,00 |
| ПДК | 0,50 | 1,00 | 50,00 |



Диаграмма 2. Концентрация

компонентов проб в (%)

Как видно из представленных таблицы и диаграммы, в воздухе рабочей зоны обнаруживаются органические вещества, концентрация которых в 2.5-4 раза превышала предельно допустимые. В данном случае заслуживает внимания, как сам факт наличия вредных дополнительных факторов, так и возможное комбинированное воздействие на работающих органических и неорганических соединений. Этот вопрос является к настоящему времени недостаточно изученным и требует своего детального рассмотрения.

Таким образом, используемые технологии разделки при большом объеме газорезательных работ представляет потенциальную опасность для состояния здоровья работающих, подтверждением чему являются материалы клинических исследований.

Oпpеделена токсично-гигиеническая значимость химических веществ, присутствующих в воздухе производственных помещений основных цехов предпри­ятий "Нерпа" и ''Звездочка'', в соответствии с гигиенической характеристикой применяемой технологической схемы разделки корпуса АПЛ. Установлены вредные основные производственные факторы, формирующие условия труда при разделке атомных подводных лодок. Изучено содержание вредных химических веществ в биосредах персонала, занятого разделкой АПЛ.

Для оценки влияния производственных факторов на состояние здоровья персонала было проведено углубленное клиническое, биофизическое и психофизиологическое обследование рабочих с СРЗ ''Нерпа'' и ГМП "Звездочка" по специально разработанной программе.

Известно, что длительный контакт с марганцем и хромом способствует снижению защитно-адаптационных сил организма, развитию заболеваний органов дыхания, повышает риск онкологических заболеваний. Накопление марганца в организме является фактором риска развития тяжелого профессионального заболевания - хронической марганцевой интоксикации. Анализ биопроб волос у рабочих основных профессий ПО "Север" показал, что содержание в них Мп и Сг было выше в 3.3-4 раза по сравнению с контрольной группой.

“Ползучей катастрофой” в экологическом и гигиеническом плане являются нерадиационные факторы или газовые выбросы. При увеличении темпов утилизации АПЛ они выйдут на передний план и постепенно займут доминирующее положение.

**1.3 Социально-гигиенический и радиационный мониторинг**

В связи с массовой утилизацией АПЛ на современ­ном этапе перед медицинской службой Россудосроения и ВМФ стоят очень важные и непростые задачи в области повышения эффективности противорадиационной защиты персонала и населения, а также охраны окружающей природной среды. Их решение требует комплексного подхода и создания на местах банков дозиметрических и медикоэкологических данных.

Организация мониторинга здоровья населения при утилизации АПП на предприятиях Россудосроения являясь по своему существу важной составной (территориальной) частью внедряемого в настоящее время в нашей стране Социально-гигиенического мониторинга (СГМ) и Единой Государственной автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (ЕГАС-КРО), создает предпосылки для создания системной информационной базы ЕГС контроля и учета индивидуальных доз (ЕСКИД).

Главное в этой проблеме - создание единого медикоэкологического банка данных - основы для получения достоверной обобщен­ной информации о радиационной обстановке и состоянии здоровья населения заданного региона, на что и нацелено создание ЕГАСКРО и СГМ.

**2. Технологические проблемы утилизации российских АПЛ**

Рассмотрим по­дробнее технологические приемы утилизации АПЛ, необходимые для производства работ с наименьшим ущербом для окружающей среды и здоровья людей. Средне-статистическая - далеко не самая крупная субмарина, стоящая в очереди на утили­зацию: её длина сравнима с длиной со­става московского метро, высота - как **у** стандартной хрущевской пятиэтажки, толщина прочного корпуса, защищаю­щего оборудование и экипаж корабля, сравнима с толщиной стены жилого до­ма. Внешний "легкий" корпус из стали, покрыт специальной резиной, состав ко­торой еще совсем недавно был предме­том большой государственной тайны (теперь ее утилизация превратилась в серьезную экологическую проблему).

Внутри этого сооружения кроме двух атомных реакторов, ракет и торпед с обычными и ядерными боеголовками проходят сотни километров трубопрово­дов, тысячи километров кабелей. Кроме того, имеется огромное количество эле­ктронной аппаратуры, электрооборудо­вания, средств жизнеобеспечения эки­пажа и живучести корабля, систем по­жаротушения и так далее. Все это выполнено из дорогостоящих металлов **и** материалов с использованием токсич­ных веществ.

Естественно, возникает мысль: а хо­рошо бы все это - медь, высокопрочную сталь корпуса, прочно металлы и мате­риалы - демон просить и продать пред­приятиям. К сожалению, экономиче­ски оправданной является переработка примерно 10% материалов. Остальные материалы тоже могут быть извлечены. Но их себестоимость будет превышать цену аналогичных материалов, получен­ных не из вторичного, а из натурального сырья. Как говорится, сначала тратили деньги на создание, теперь надо тратить на их разрушение. И хотя "ломать - не стро­ить", но в отношении АПЛ по стоимости одно с другим вполне сопоставимо.

Обращение с радиоактивными компо­нентами АПЛ рассматривалось ранее, а по утилизации ракетно-ядерных воору­жений информация практически отсутствует. Ниже описано, как разделы­ваются носовые и кормовые отсеки.

**2.1 Этапы работ по комплексной утилизации АПЛ**

I этап. Доставка АПЛ из места отстоя на одно из восьми предприятий, кото­рым в рамках правительственного по­становления № 518 разрешено прово­дить работы по утилизации подводных атомоходов. Для этого субмарина должна быть приведена в "транспортопригодное" состояние. Однако у большинства из них балластные цистерны из-за не­герметичности частично или полностью заполнены водой, что не позволяет без предварительного ремонта транспорти­ровать их за сотни, а нередко и за тыся­чи километров по бурным северным мо­рям. Кроме того, в большинстве случаев ядерные энергетические установки этих АПЛ находятся в нерабочем или аварий­ном состоянии. Значит, для буксировки должны быть приведены в рабочее со­стояние вспомогательные дизельные ус­тановки или подготовлен специально оборудованный корабль. Этот этап в технологическом отношении вовсе не отработан.

II этап. Итак, предположим, что АПЛ удалось благополучно доставить в док. Первым делом нужно снять с подводно­го корабля вооружение и вырезать ра­кетные шахты (в том случае, если это не было сделано ранее). После чего встает проблема перевозки и утилизации как ядерных компонентов вооружении (бое­головок), так и неядерных элементов. Также необходимо утилизировать или перевезти на хранение крайне токсичное ракетное топливо. Технологические ас­пекты этого этапа в печати и в представ­ленных докладах не обсуждались. Следует также отметить, что единственное в России строящееся на американские деньги хранилище для урана и плутония, извлекаемых из ядерных боеголовок на комбинате "Маяк", еще не готово к их при­ему. Значит, остается вопрос безопасного хранения делящихся материалов, извле­каемых из ядерных головных частей ра­кет.

III этап. Выгрузка ОЯТ из реакторов ЯЭУ (их два, хотя несколько АПЛ имеют по одному). Несколько лодок имеют ава­рийные реакторы, из которых ОЯТ штат­ными способами вообще извлечено быть не может. Значит, требуются технологи­ческие решения, позволяющие выгру­жать топливо из аварийных реакторов. Ни у одной страны в мире пока нет подобного опыта, значит, можно предположить, что разработка соответствующей технологии потребует значительныx финансовых затрат.

До сихпор топливные каналы с ТВЭЛа-ми из реакторов АПЛ выгружаются на плаву, что делается у пирса, хотя нередко это происходит и на открытой воде. Крыш­ка реактора при этом поднята, из него “бьет” жесткое излучение. Крановщик - матрос срочной службы - плавучим кра­ном извлекает топливные каналы из активной зоны реактора и опускает их в спе­циальные "чехлы". Эта процедура не отвечает нормам ядерной и радиационной безопасности. Что еще хуже любая не вовремя накатившая волна или иная слу­чайность могут привести к перекосу из­влекаемого канала или к случайному "выдергиванию" решетки "компенсирующих" стержней. В этом случае может произойти "разгон" реактора и взрыв. Подобные ядерные аварии происходили не раз. Наи­более серьезная случилось в бухте Чажма на Камчатке. К этому можно лишь доба­вить, что в Северодвинске расстояние от судоремонтных заводов, где производит­ся разгрузка реакторов, до жилых квар­талов составляет сотни метров.

После выгрузки ОЯТ должно выдерживаться в специальныхx хранилищах, прежде чем станет возможной его транспортировка к месту переработки. Практически все береговые хранилища ОЯТ уже полностью заполнены. Да и их состояние вызы­вает опасения у специалистов. Значит, нужно строить новые, что требует значи­тельных финансовых затрат. Значит, опять нужно просить у кого-то деньги...



Диаграмма 3. Динамика

выгрузки ОЯТ из реакторов

АПЛ

IV этап. Вырезка из корпуса лодки реакторного отсека и его последующая по­становка на длительное хранение. В том случае, если из реакторов благополучно выгружено ОЯТ, и они не являются ава­рийными, предстоят работы, связанные с поперечной резкой корпуса - изделия многометрового диаметра и сделанного из прочнейшей стали толщиной 20 см.

Наиболее широко применяемый в настоящее время способ резки - с помо­щью обычной ацетиленовой горелки. Он требует огромного количества газа, а в результате горения образуются вред­ные вещества, отравляющие рабочих и загрязняющие окружающую среду.

После того, как корпус разрезан, а но­совая и кормовая части отделены, тре­буется герметизация реакторного отсе­ка. Работа эта сложная и кропотливая. В случае негерметичности конструкции, возможно, ее затопление и коррозия внутренних элементов. Расходы на со­держание этих гигантских поплавков с радиоактивной ядерной сердцевиной втечение как минимум 70-100 лет посто­янно возрастают. Дело в том, что не только требуется охранять их от зло­умышленников и постоянно контролиро­вать внешнее и внутреннее состояние, уровень радиации, но также периодиче­ски буксировать на судоремонтные за­воды для проведения профилактических работ и технического обслуживания - как это делается с обычной действую­щей АПЛ. В среднем для действующей АПЛ такой ремонт требуется проводить один раз в 10 лет. По всей видимости, плавающие отсеки будут требовать более частых текущих ремонтов.

Если кто-то считает, что реакторные отсеки можно спокойно оставить плавать вокруг судоремонтных заводов – он глубоко ошибается. Руководитель регионов, где располагаются эти заводы, категорически против этого. Они настаи­вают на обязательном вывозе всех ядерных компонентов и радиоактивных элементов в "региональный могильник".

Как признаются руководители проекта утилизации АПЛ из Минатома, они пони­мают, что такой способ хранения реактор­ных отсеков неэффективен, опасен и до­рог. Но изыскать 100 млн. долл. на обору­дование берегового пункта хранения и создание средств транспортной проверки одностоечных блоков весом 1600 т они не в со­стоянии. Разумеется, рано или поздно это делать придется. Но прежде, как это принято в России, будут истрачены много­кратно большие ресурсы на создание все­возможных "временных схем хранения", а потом - на ликвидацию неизбежных эко­логических последствий.

Но среди АПЛ, обреченных на утили­зацию, есть довольно много с аварийны­ми реакторами. Что с ними делать, где их хранить и как обеспечивать ядерную и радиационную безопасность, пока не знает никто. Правда, специалисты гово­рят: дайте нам деньги, а уж опыт разра­ботки сложных технологических решений у нас есть. Вот только денег пока не дают ни правительство, ни иностранные партнеры. Значит, проблемы АПЛ с аварийными реакторами придется решать минимальными средствами и надеется на счастливый исход.

В последнее время японцы осознали опасности, исходя­щие от АПЛ Тихоокеанского флота, стоящих на Дальнем Востоке с невыгруженным ОЯТ. Они пообещали выде­лить 200 млн. долл. на решение этой проблемы. Однако пока неизвестно – на что конкретно предполагается по­тратить эти средства.

V этап. Разборка носовых и кормовых частей утилизируемых атомных подвод­ных лодок. После того, как из корпуса АПЛ вырезан реакторный отсек, остает­ся последний - не менее сложный и до­рогостоящий этап утилизации - разбор­ка носового и кормового отсеков. В ходе этих работ нужно снять оставшееся обо­рудование, удалить электропроводку и трубопроводы, разрезать и раздробить на небольшие куски корпус. После чего все это нужно рассортировать и подгото­вить к дальнейшей переработке (если это возможно и экономически оправдан­но) или к окончательному захоронению (если снятые с АПЛ материалы и элементы представляют опасность).

1. **Экономические проблемы утилизации**

Не следу­ет думать, что за три месяца субмарина полностью разбирается. Поскольку на­хождение лодки на стапеле стоит доро­го, то, как можно больший объем работ стараются выполнять, оставляя АПЛ на воде - возле пирса. Так что на стапеле производятся окончательные роботы, когда остатки подводного корабля уже не могут держаться на плаву.

Утилизация АПЛ является делом экономически не­выгодным.

Во-первых, эти работы требу­ют огромного количества ручного труда, что характерно не только для России, но и для других располагающих, атомным подводным флотом государств, корабли которых нуждаются в утилизации. У нас ручного труда применяется боль­ше, но ценится он ниже. На Западе руч­ной труд частично заменяется машин­ным, который и стоит существенно де­шевле.

Во-вторых, требуется огромное коли­чество энергии и материалов - газа для резки металла.

В-третьих, рыночная стоимость вторич­ного сырья, получаемого при утилизации АПЛ, составляет 25-30% от стоимости затраченных на его производстве. Например, стоимость тонны никеля, ферромолибдена, ферромарганца или титанапревышает 10 тыс. долл., а стоимость тонны произведенной с применением этих леги­рующих элементов стали - менее 150 долл. Причем содержание в стали этих легирующих добавок может дости­гать 25%. Поэтому перед машиностроительными предприятиями, вовлеченными в процесс утилизации АПЛ, стоит проблема производства собственной продукции из этого вторичного сырья вместо того, чтобы по дешевке продавать его на рынке. А для этого необходимы достаточно глубокие технологические изыскания. Трудоемкость работ по резке кор­пуса одной АПЛ очень высока - она со­ставляет примерно 50 человеколет (30 тыс. чоловекочасов). Между тем такой способ резки корпуса не только загрязняет воздух огромным количеством продуктов горения, но и приводит к потере 5-8% металла.

Сколько же стоит первый этап утилизации 261 АПЛ, включающий в себя выгрузку и пере­работку ОЯТ, разделку корпуса АПЛ и поста­новку реакторного блока на хранение? По рас­четам экспертов Минатома, он оценивается в 1.5 млрд. долл. Это значит, стоимость раздел­ки одной атомной подводной лодки составля­ет в России примерно 6 млн. долл. Следует признать, что эта величина существенно мень­ше, чем стоимость разделки АПЛ в США или, скажем, во Франции. Там эта сумма, в зависи­мости от типа субмарины, колеблется от 25 до 40 млн. долл. Правда, и качество работ там выше. Скажем, трехотсечное хранение реак­торных блоков на воде в виде поплавков кро­ме России не применяется нигде. Поэтому нуж­но быть готовыми к тому, что по мере повыше­ния требований к безопасности хранения радиоактивных компонентов АПЛ, стоимость работ и в нашей стране будет возрастать.

Если же в круг необходимых работ вклю­чить стоимость очистки радиационно-опас­ных объектов, ликвидацию последствий дея­тельности, связанной с обращением с ядер­ным оружием подводного базирования, а также минимально необходимую модерниза­цию инфраструктуры, то по данным тех же экспертов Минатома названная сумма уве­личится в полтора раза. То есть потребуется дополнительно 700 млн. долл.

Какие еще цены в этой области нам изве­стны? Скажем, обеспечение безопасности длительной стоянки каждой выведенной из состава ВМФ атомной субмарины требует ежегодно не менее 3.5 млн. руб. В валютном эквиваленте это сумма представляется не столь малой - 120 тыс. долл. А. если вспом­нить, что сейчас ожидают утилизации около 130 АПЛ, то сумма 16 млн. долл., затрачива­емая ежегодно на эти цели, становится весь­ма значительной.

Также известна стоимость обеспечения безопасного хранения вырезанных реактор­ных блоков. Она составляет 300 тыс. руб. ежегодно. В валютном исчислении сумма не­велика - около 10 тыс. долл. Но если учесть, что нам предстоит хранить около 260 реак­торных блоков не менее 70-100 лет (а впол­не возможно, что и значительно дольше), то стоимость обеспечения их безопасности, оцениваемая по минимуму в 2.6 млн. долл. ежегодно, представляется весьма ощутимой для государственного бюджета.

**3.1 «Чёрная дыра» в экономике России ХХ века**

Создать АПЛ получается дешевле, чем уничтожить. Сегодня стоимость разделки одной АПЛ в России составляет примерно 6 млн. долл. США. Для сравнения: в США и Франции эта сумма в зависимости от типа АПЛ колеблется от 25 до 40 млн. долл. Первый этап утилизации АПЛ, включающий в себя выгрузку и переработку ОЯТ, разделку корпуса субмарины и постановку РО на хранение оценивается в 1,5 млрд. долл.

Обеспечение безопасности вынужденной длитель­ной стоянки каждой выведенной из состава ВМФ атомной субмарины требует ежегодно не менее 1,5 млн. руб. Сегодня 122 АПЛ ожидают утилизации. Сумма в 16 млн. долл., затрачиваемая ежегодно на эти цели, является весьма значительной. Ежегодно обеспечение безопасного хранения вырезанных РО обходится в 0,3 млн. руб. (10 тыс. долл.) на каждую единицу хране­ния. А если учесть, что нам предстоит уже сегодня хранить около 160 реакторных блоков на протяжении 70... 100 лет, то стоимость обеспечения их безопасности представляется весьма ощутимой для государственного бюджета. Ежегодные потребности России на финансиро­вание работ по утилизации АПЛ и выгрузке отработан­ного ядерною топлива составляют 2.5 млрд. руб. Таким образом, Минатом России сегодня взял на себя моральную и финансовую ответственность за амбициозные решения, принятые руководством СССР. Разумеет­ся, специалисты Минатома понимают отрицательные моменты выбора трехотсечного варианта хранения РО на плаву. Этот выбор объясняется отсутствием 100 млн. долл. на оборудование берегового пункта хранения и создание средств транспортировки одностоечных блоков массой 1600 т. Разумеется, рано или поздно, но делать придется, но прежде будут истрачены огромные ресурсы на всевозможные временные схемы хранения и на ликвидацию возникающих при этом радиоэкологи­ческих проблем.

В России отсутствует полномасштабная инфра­структура утилизационного производства, обеспечивающая законченный цикл утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ. Ни на одной из утилизируемых АПЛ процесс утилизации не доведен до стадии хранения РО. При сложившихся реальных темпах утилизации АПЛ в трехотсечных РО разделка АПЛ в отмеченном варианте составит 45..48 лет, а с учетом вывода из эксплуатации АПЛ существующего боевого состава растянется до 60 лет. Достижение возможностей промышленности производить ежегодно разделку до 10 корпусов сокра­тит названный срок до 22..25 лет. Заявления некоторых специалистов, что вопрос комплексной утилизации АПЛ будет решен в ближайшие 10..20 лет, преждевременны и охватывают лишь первый этап проблемы комплексной утилизации. Реально круг проблем гораздо шире намного дороже, и лежат они глубже как в прямом, так и в переносном смысле.

Для захоронения РО необходимо иметь развитую транспортно-технологическую инфраструктуру, включающую:

-транспортно-крановое средство для перевозки РО размером 12-18 м, массой свыше 1600 т, каждый из которых содержит около 105 Ки активности;

-специализированный причальный фронт, оборудо­ванный грузоподъемными средствами перемещения РО с судна на берег;

-сухопутное транспортное средство, способное переместить тысячетонный отсек от причала до могиль­ника;

-рокадную транспортную магистраль протяженностью 50..75 км, предназначенную для перевозки РО от причала до могильника;

- подземный могильник на 200 отсеков, сооруженный в гранитном монолите в условиях вечной мерзлоты, отвечающий всем международным требованиям экологической безопасности.

В обеспечение технологической схемы утилизации АПЛ заводы по заказу ВМФ должны построить две плавбазы для выгрузки ОЯТ реакторов, два транспортно-крановых судна грузоподъемностью 1600 т. для перевозки и перегрузки РО и два технических судна для перевозки радиоактивных отходов (РАО) и отрабо­тавших ядерных материалов.

Как показали расчеты затрат и опыт работы, требуются значительные сроки и огромные капитало­вложения для отработки полномасштабной техноло­гии утилизации АПЛ с учетом радиационной и экологи­ческой безопасности (РЭБ), а также для создания системы морской и наземной транспортировки и переработки РАО. В конечном счете, при реализации этого направления трехотсечные РО из пунктов длитель­ного хранения необходимо вернуть на завод для удаления дополнительных конструкций, обеспечиваю­щих их плавучесть, и только потом транспортировать в место расположения могильника. Стоимость этих работ совместно с эксплуатационными расходами долж­на быть добавлена к стоимости упомянутых выше сооружении.

В общей сложности реализация идеи захоронения вырезанного РО в сборе обойдется государству, по данным научно-практической конференции "Проблемы утилизации АПЛ и защиты окружающей среды в Северном регионе", состоявшейся в марте 1995 г. в г. Северодвинске, в 150..200 трлн. руб. (в ценах 1993 г.), которые ни при каких условиях не могут быть возвра­щены государству. Образно говоря, утилизация ПЛЛ это "черная дыра" в экономике России. В целом Феде­ральная целевая программа по утилизации АПЛ оценивается в 2,5...3 млрд. долл. США .

Полномасштабный проект утилизации АПЛ при захоронении вырезанных РО по своей дороговизне, сложности и масштабам является проектом века (уже ХXI-го). К тому же никто не сможет гарантировать, что невостребованный на сегодня ядерный полигон Новая Земля не потребуется и будущем для прямого назначения ядерной державе, каковой является Россия.

**3.2 Отсутствие полномасштабной промышленной инфраструктурной**

**необходимой мощности по комплексной утилизации**

К большому сожалению, даже при решении проблемы захоронения РО целиком (несмотря на колоссальную стоимость), проблема окончательно не решается, по­скольку защитные свойства корабельных конструкций, играющих роль контейнеров РАО, небезграничны и спустя 200...300 лет после разрушения прочного корпуса отсека возникает необходимость извлечения РО из хранилищ и направления их на переплавку. Разумеется, в течение всего этого времени придется расходовать денежные и материальные ресурсы, научно-техническийпотенциал наших потомков на обеспечение РЭБ при хранении РО.

Итак, полноценная утилизация всех построенных атомных ракетоносцев потребует финансовых ресурсов и технологических средств, сравнимых по объему с затратами на их создание.

При детальном рассмотрении любого из этапов комплексной утилизации АПЛ неизбежно сталкивались с трудноразрешимыми экономическими проблемами. К примеру, единственное в России строящееся на комбинате «Маяк» на американские деньги хранилище для урана и плутония, извлекаемых из ядерных боеголовок, еще не готово к приему ядерных компонентов утилизируемых вооружений. (см. III)

Ряд АПЛ имеют аварийные РО, из которых ОЯТ штатными способами извлечь невозможно. Ни у одной страны в мире пока нет подобного опыта. Разработка соответствующих технологий потребует значительных финансовых затрат.

Серьезную тревогу вызывает проблема длительного хранения дефектного ОЯТ транспортных реакторов, которые по причине полученного дефекта не принима­ются промышленностью на переработку.

Не менее важной проблемой является отсутствие достаточной технологической базы для переработки ОЯТ и (или) его захоронения. В условиях сегодняшнего состояния экономики России эта проблема является не только экологической, но и острейшей социально-экономической, так как требует для своего решения вложения больших финансовых средств и привлечения людских ресурсов. Выход из положения - в реализации разработанной Минатомом России концепции сухого хранения ОЯТ в двухцелевых металлобетонных контей­нерах. Стоимость такого контейнера (140 тыс. долл.) существенно ниже стоимости одного металлического транспортного контейнера (1 млн. долл.).

Как известно, разгрузка активных зон должна проводиться квалифицированным персоналом в специально оборудованных доках. Ни одного такого дока в России нет (сегодня разгрузка производится на открытой воде плавучим краном). Их строительство потребует значительных средств и разработки новых технологических решений. Также не решена проблема утилизации более 1000т токсических отходов, образующихся при утилизации только одной АПЛ. Стоимость их переработки не включена в расчетные расходы на утилизацию АПЛ и позже возникнет необходимость изыскивать ресурсы для этих целей.

Не менее важной проблемой при обеспечении экологической безопасности является решение вопросов, связанных с организацией выполнения нормативных и руководящих документов по РЭБи мониторинга окружающей среды при утилизации АПЛ, на разработку которых также нужны значительные средства.

Самым важным ресурсом, которым располагают судоремонтные заводы, занимающиеся утилизацией АПЛ, является работающий здесь человек. В утилизации одной лодки участвуют одновременно до 200 рабочих, которые подвергаются сочетанному влиянию целого комплекса вредных факторов химической и физической природы. Сохранение здоровья, работоспособности и профессионального долголетия квалифицированного персонала требует немалых финансовых и материаль­ных затрат.

Нельзя упускать из виду и юридические процедуры, создание соответствующего правового поля.

Таков далеко не полный перечень основных труднос­тей и порождаемых ими различных рисков при утилиза­ции АПЛ и судов с ЯЭУ. И всюду на всех уровнях во главу угла ставится вопрос Целевого финансирования как для решения непосредственных проблем утилизации АПЛ, так и для нормализации окружающей среды и социально-экономической сферы деятельности работаю­щих.

Вывод из эксплуатации АПЛ и судов с ЯЭУ, их дальнейший демонтаж и утилизация при надежном обеспечении защиты окружающей среды, производ­ственного персонала и населения представляет собой сложную в социально-экономическом, технологичес­ком и организационном плане проблему, которая в России в связи с массовым снятием с эксплуатации АПЛ превратилась в проблему государственного масштаба. Учитывая общее большое число подлежащих утилизации АПЛ, их неудовлетворительное техническое состояние и высокий радиационный потенциал, а также предаварийное состояние радиационно опасных объектов обслуживающей их инфраструктуры, не остается сомнений в том, что утилизация АПЛ является одной из крупнейших современных экологических проблем глобального масштаба, привлекающей постоянно растущее внимание международной общес­твенности. Достаточно сказать, что выведенные из эксплуатации АПЛ расположены в основных пунктах базирования флотом, в пунктах отстоя и на территориях судоремонтных заводов. Максимальный срок службы снятых с эксплуатации АПЛ равен 40годам, максимальное время нахождения в отстое приближается к 15 годам. Срок службы АПЛ 1-го поколения составля­ет в среднем 35.8 года.

При выводе из эксплуатации, хранении и утилизации АПЛ у России возникли серьезные научно-технические, экономические и экологические проблемы. Из них основными являются: обеспечение безопасной длительной (до 15...20 лет) стоянки АПЛ на плаву в пунктах отстоя до начала утилизации; выгрузка отработанного ядерного топлива; безопасность обращения с вырезан­ными РО, радиоактивными материалами и отходами. Более сложные проблемы возникают при обращении с аварийными РО списанных АПЛ. Особую радиоэколо­гическую опасность, представляет техническое состояние хранилищ ОЯТ, твердых и жидких РАО береговых технических баз. Радиационно-опасными объектами и потенциальными источниками радиационного загряз­нения среды являются также суда атомно-тсхнологического обслуживания.

**3.3 Нерентабельность утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ, отсутствие**

**технологической базы**

В условиях сегодняшнего состояния экономики России рассматриваемая проблема является не только экологической, но и острейшей социально-экономической, так как требует для своего решения вложения больших финансовых и материальных средств и привлечения людских ресурсов. Общеизвестно, что утилизация АПЛ экономически невыгодна, трудоемка и требует огромного количества энергии и материалов, например, газa для кислородно-ацетиленовой резки корпуса АПЛ. Такой способ резки корпуса не только загрязняет воздух огромным количеством продуктов горения, но и приводит к потере 5...8% дорогостоящего металла. Отрыв наружного резинового покрытия корпуса АПЛ в настоящее время выполняется с по­мощью ручных резаков, закрепленных на пневмоотбойном инструменте. Метод чрезвычайно трудоемок и запрещен Санэпидемнадзором из-за развития у персонала вибрационных болезней. В целом трудоемкость работ на резку корпуса одной АПЛ очень высока и составляет примерно 50 человеколет (800 тыс. человеко-часов). Рыночная стоимость вторичного сырья, получаемого при утилизации АПЛ, составляет 25...30% от стоимости затраченных на их производство материалов. Экономи­чески оправданной является переработка примерно 10 %материалов, из которых сделан атомный ракетоносец. Поэтому перед судоремонтными заводами, занятыми утилизацией АПЛ, стоит проблема производства собственной продукции из вторичного сырья, вместо того чтобы по дешевке реализовывать его в виде металлолома. Для приобретения необходимого обору­дования требуются средства, которых у заводовнет.

Темпы утилизации АПЛ сдерживаются отсутствием высокопроизводительных и экологически чистых технологий. Огневая резка металлоконструкций кор­пуса после удаления с него резинового покрытия (кислородно-ацетиленовая или керосино-кислородная горелки) - экологически вредный метод. В процессе резки в атмосферу выделяются высокотоксичные продукты от выгорания лакокрасочных покрытий и компаундов, а также продукты горения различных металлов. Из-за опасности возгорания этот метод неприемлем для резки титана. В) связи с этим предлагает­ся метод гидроабразивного резания(проект МНТЦ-1731), сравнимый по производительности с огневыми метода­ми, который полностью снимает проблемы загрязнений окружающей среды (ОС) продуктами горения.

Метод позволяет резко сократить объем ручного труда и полностью исключить потребность в пневмо-инструменте. Процесс управления может осуществляться как в ручном, так и в дистанционном режимах. Кроме того метод позволяет выполнить локальную дезактивацию металлоконструкций, расположенных в зоне ЯЭУ субмарины. Созданный образец оборудования гидроабразивного резания является базовым для широкого спектра технологических задач. Применение его в конкретных технологиях возможно с помощыо специ­альных агрегатов, в которых реализуются все особен­ности гидроабразивного резания: отсутствие терми­ческого воздействия, экологическая чистота, точность обработки, взрывоопасность операций, возмож­ность резания любых материалов.

В связи с обвальным выводом изэксплуатации свыше двухсот атомных ракетоносцев проблема рациональной организации процесса утилизации столь крайне остро. Решать приходится задачу переработки более чем 1 млн. т. металлолома из которых примерно 150 тыс. т. имеют различную степень радиоактивного загрязнения.

**3.4 Решения проблем выведения из эксплуатации АПЛ и судов с ЯЭУ**

Для России выработка стратегии и реализация Комплексной программы полноценной утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ существенно осложняется социально-политическими и экономическими особенностями текущего периода с отсутствием адекватной нормативной базы, а также спецификой ее географического положения.

Радиационное наследие ядерной подводной гонки и острота связанных с утилизацией АПЛ вопросов вынудили Правительство РФ 25 мая I998 года принять Постановление № 518, нацеленное на ускорение решения проблем выведенных из эксплуатации АПЛ. Назначение государственным заказчиком-координатором работ по утилизации надводных и подводных кораблей с ЯЭУ Минатома России освободило ВМФ от несвойственных ему функций . Вместе с тем смена судовладельца и передача всей инфраструктуры пунктов базирования в промышленности, потребовала четкого разграничения ответственности и перераспределения финансовых ресурсов. Сегодня в круг проблем утилизации АПЛ самым непосредственным образом вовлечены три ведомства с неразграниченными сферами ответственности, поэтому по отдельным проблемам утилизации кораблей с ЯЭУ имеются экономические нестыковки.

Минобороны Россиипродолжает осуществлять контроль за всеми АПЛ, остающимися в составе ВМФ, и за значительной частью списанных.. В его компетен­цию входит выгрузка ОЯТ и его временное хранение. Связанные с этим обязанности возложены на несколько подразделений Минобороны.

Минатом России осуществляет транспортировку, хранение и переработку ОЯТ. Непосредственным координатором всех работ является Департамент экологии и снятия с эксплуатации атомных объектов.

Россудостроение(Российское агентство по судострое­нию) является головной организацией, в ведение которой входят судостроительные и судоремонтные заводы, на которых производится утилизация АПЛ. Основным подразделением, координирующим весь спектр работ, является отдел контроля и производ­ственной безопасности. Поскольку указанные заводы являются весьма крупными и обладают значительной самостоятельностью, то Россудостроение может лишь частично влиять на работы, проводимые этими пред­приятиями.

В условиях рыночной экономики Минатому России необходимы консолидация и эффективное сбалансиро­ванное использование ресурсов для развития полномас­штабной инфраструктуры промышленной утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ. Каждому отдельно взятому предприятию такие инвестиции не под силу. Требуется объединение усилий всех предприятий и организаций, задействованных в комплексной утилизации АПЛ, под эгидой Минатома России. Это позволит аккумулиро­вать все денежные средства и централизованно распре­делять их по тем объектам, которые радиационно и экологически наиболее опасны. Такой подход к управ­лению инвестиционным процессом на основе консолидированного бюджета отрасли сегодня реализован в Минатоме в рамках существующей структуры собствен­ности. Финансирование работ осуществляется в рамках консолидированных ресурсов и задач отрасли в преде­лах бюджетных средств и внебюджетных источников Минатома России.

Как известно, в 1994-I998 гг. в среднем ОЯТ выгру­жалось из 3...4 АПЛ. Такой медленный темп обеспечил бы разгрузку всех АПЛ не ранее 2032 г. Минатому России удалось выйти на темпы, позволяющие разгрузить все АПЛ к 2007 г. Современное состояние пробле­мы утилизации AПЛ представлено в таблице 6.

Таблица 6. Динамика финансирования и проведение операции связанных с утилизацией АПЛ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Финансирование | Утилизированно | Вызов ОЯТ, | Формирование | Обеспечение |
| Год | млн.руб | ОЯТ, число АПЛ | число | реакторных | без-го отстоя |
|  |  |  | эшелонов | блоков, шт | АПЛ, шт |
| 1998 | 116 | 4 | 4 | 6 | 0 |
| 1999 | 671 | 8 | 6 | 10 | 47 |
| 2000 | 1031 | 18 | 11 | 9 | 123 |
| 2001 | 1200 | 21 | 18 | 17 | 104 |



Диаграмма 4. Динамика

финансирования утилизации АПЛ

Сегодня эксперты отмечают некоторое ускорение процессов решения самых первоочередных задач утилизации АПЛ. Большая часть средств

(83%) на утилизацию АПЛ в 1999-2000 гг. была взята из доход­ной части федерального бюджета, формируемой из средств от поставок продукции предприятий Минатома России за рубеж. Отрадно, что ряд иностранных государств - в первую очередь наши (обеспокоенные угрозой радиационных последствий утилизации АПЛ) соседи - Норвегия и Япония - выделяют средства на строительство новых и модернизацию устаревших технических сооружений и средств хранения и перера­ботки ОЯТ и РАО. В последние годы при финансовой поддержке США и Норвегии были построены 52 транспортных контейнера ТК-18. В настоящее время Минатом получило 48 металлобетонных транспортно-упаковочных контейнеров.

* 1. **Решения, которые нельзя откладывать**

Непринятие действенных мер по проблеме утилизации АПЛ ведет к возрастанию риска потенциальной ядерной и радиационной опасности из-за прогрессирующего ухудшения технического состояния выведенных из эксплуатации АПЛ и объектов обслуживающей их инфраструктуры, прежде всего, береговых хранилищ ОЯТ, ЖРО, TPO и плавучих технических баз.

Сегодня необходима активизация сотрудничества и консолидация усилий заинтересованных стран и международных организаций в решении следующих неотложных задач по утилизации АПЛ, к которым относятся:

- разработка и создание транспортно-технологической схемы и пунктов долговременного хранения одностоечных реакторных блоков на береговых площадках;

- проведение опытной утилизации многоцелевой АПЛ;

- создание специальных судов для транспортировки контейнеров с ОЯТ и РАО;

- реконструкция существующих хранилищ РАО и создание сооружений для их захоронения;

- изготовление контейнеров для ОЯТ и РАО, созда­ние сооружений для их временного хранения, автомо­бильных и железнодорожных средств транспортировки контейнеров;

- реабилитация объектов и территорий, бывших береговых технических баз, и в первую очередь, в губе Андреева, а также в пос. Гремиха и бухтах Сысоева и Горбушачья;

- разработка проекта обращения с судами атомнотехнологического обслуживания;

- создание современных технологий и установок для обращения с токсичными промышленными отходами, образующимися при утилизации АПЛ;

- обеспечение технологических процессов утилизации АПЛ перспективными средствами дозиметрического и экологического контроля;

- совершенствование нормативно-правовой базы при утилизации АПЛ;

- переподготовка военнослужащих, уволенных в запас вследствие сокращения Российских Вооруженных Сил;

- активизация работы по информационному обеспе­чению и разъяснению безопасности процесса комплек­сной утилизации АПЛ за счет средств, предоставляемых в рамках иностранной финансовой помощи.

Естественно, что проблема утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ нуждается в привлечении долгосрочных внешних кредитов в форме акционирования, облигационных займов, реструктуризации активов и др. Решение проблемы инвестиции является необходимым условием реализации данной программы. Как показывает опыт зарубежных и отечественных корпораций, для этого должна быть создана эффективная система управления инвестиционным процессом в виде управляющей компании.

Принятие решений в ходе проведения тендеров и управления инвестиционным процессом связано с факторами риска, неопределенности и многокритери­альности. В этих условиях необходима система государ­ственной поддержки принятия решений. Это позволит обеспечить широкое привлечение как отечественных, так и иностранных инвестиций в важное для всего мирового сообщества дело - утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ.

Сложность решения проблемы утилизации АПЛ связана не только с ее огромными масштабами, но и с необходимостью комплексного учета разнородных факторов, определяющих ее содержание, - политичес­ких, экономических, экологических, социальных и инженерно-технических. Проблема безопасной утилизации устаревшего атомного подводного флота является одной из острейших экономических проблем наступившего XXI века. Каждый год промедления увеличивает непроизводительные расходы. Ученые и практики ряда стран мира признают, что решение этой проблемы, учитывая фактическое состояние дел и намечающиеся тенденции, может быть ускорено лишь посредством неотложной кооперации многих стран не только в научно-технической, но и, прежде всего, в экономической сфере. В этой связи предоставляемая международная финансовая и техническая помощь уменьшает нагрузку на экономику России и способствует ускорению процесса утилизации АПЛ. Наглядным примером такой кооперации в Северном регионе является плодотворное сотрудничество Норвегии и России по снижению экологического риска, связанного с утилизацией АПЛ. Лишь общими усилиями кооперированного сообщества можно решить круг означенных проблем по утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ.

**4. Развитие технологической базы радиационного контроля на объектах атомного судостроения.**

**4.1 Концепция развития технологической базы радиационного контроля на ОАС**

С учетом массового вывода из эксплуатации и роста темпов утилизации АПЛ все значимее становится в рамках ЕГАСКРО проблема формирования единой концепции создания и развития технической и научно-методической базы комплексного радиационного контроля ОАС. На ее основе должны формироваться научно-технические пути модернизации, а также определяться основные направления НИОКП по изысканию перспективных научно-технических реше­ний, способов и методов радиационного контроля ОАС. Основополагающими положениями этой концепции должны стать следующие научно-технические принципы:

- использование единых радиационных критериев оценки радиационной опасности;

-комплексный учет всех радиационных и химичес­ких факторов, определяющих радиоэкологическую обстановку на ОАС;

- максимальная унификация и взаимозаменяемость технической базы, использование модульного принципа построения;

-автоматизация процессов измерения, сбора и обработки информации в соответствии с едиными требованиями к ее качественным и количественным  
показателям;

- создание унифицированной автоматизированной ремонтно-градировочной базы, позволяющей обеспечить техническое обслуживание, текущий и средний ремонт, поверку и восстановление градуировки непосредственно на местах.

В связи с изложенными принципами обоснованными являются предложения о расширении диапазонов измерений значений основных на радиационных парамет­ров и введение новых измеряемых параметров в интере­сах решения задач в условиях радиационных аварий. Всю совокупность средств радиационных измерений и контроля на ОАС предлагается объединить в унифици­рованные функционально связанные приборно-методические комплексы, имеющие модульную структуру построения, единые базы хранения и каналы информа­ции.

Эта совокупность средств включает:

1. Носимые и стационарные приборы, и комплексы, предназначенные для решения задач радиационного контроля непосредственно персоналом на радиационно-опасных, объектах. К ним относятся переносные радио­метры, индивидуальные измерители дозы и измерительные устройства к ним.

2 Лабораторныекомплексы радиационного контроля для стационарных лабораторий на базеинформационно-измерительных технологий проведения комплексных радиометрических и спектрометрических  
измерений, радиохимического анализа и подготовки  
проб счетных препаратов.

3. Средства для подразделений ликвидации пос­ледствий радиационных аварий в виде комплексов с учетом различных способов и специфики ведения радиационного контроля.

Каждому средству должно быть отведено определен­ное место в единой системе радиационного контроля, четко установлены взаимосвязи с другими элементами, обозначены конкретные задачи, определены формы и объемы выдаваемой информации, передачи информа­ции, а также предусмотрены технические решения по обеспечению автоматического тестирования работоспособности и определению неисправных узлов. Все эти средства радиационного контроля должны замы­каться на центральную ЭВМ. На предприятиях и организациях Россудосроения и ВМФ в рамках ЕСКИД должна быть узаконена иерархическая система централизованного индивидуального дозиметрического контроля (ИДК), включающая объектовые (корабель­ные, цеховые, производственные) посты ИДК, информационно-аналитические центры ИДК выше­стоящих уровней с медико-дозиметрическим регистром на базе радиологических служб ВМФ и Россудострое­ния. Для достоверности зарегистрированных доз облучения инструментальный контроль должен допол­няться проведением выборочных цитогенетических исследований (подсчетом хромосомных аберраций или микроядр в культурах лимфоцитов периферической крови) и обследований методом электроно-парамагнитного резонанса.

Учет индивидуальных доз облучения, помимо текущих записей в журнале учета, должен включать их компыотерную регистрацию с созданием соответствую­щей базы данных, ее периодическим обновлением и анализом результатов. Повышение эффективности работы органов и учреждений санитарно-эпидемиологической службы ВМФ и МЧС в значительной степени связано с увеличением полноты, качества сбора и скорости обработки разноплановой и многоаспектной медико-экологической информации, результативностью проведенных санитарно-гигиенических и противо­эпидемических мероприятий. Решение подобной задачи в структуре СГМ возможно лишь на основе крупномас­штабной информационной компьютерной системы.

Итак, для решения комплекса радиационно-гигиенических и радиоэкологических проблем, связанных с утилизацией выводимых из эксплуатации АПЛ, в том числе при обращении с РАО и ОЯ Т, требуется:

-создание всеобъемлющей централизованной иерархической системы радиационного мониторинга на основе современной мощной информационной сети с регламентированной регистрацией и учетом данных,  
единым отображении информации и банком данных;

-разработкамедико-технических требований к средствам ИДК с целью создания системы контроля, отвечающей требованиям ЕГАСКРО и позволяющей измерять все параметры радиационного воздействия,  
включая нейтронную компоненту;

-оценка совокупного радиационного риска ОАС и разработка оптимальных мер по обеспечению РЭБ;

-освоение новых инструментальных и лаборатор­ных методов радиометрического контроля (в частности, определение содержания РН в организме и ожидаемой дозы внутреннего облучения с использованием подвижного и стационарного комплексов энергоселективных измерений излучений);

-создание мобильных радиологических отрядов (групп), обеспечивающих готовность к действиям при радиационных авариях;

-реализация положений Норм радиационной безопасности НРБ-99 .

* 1. **Существующие концепции обращения с радиоактивными**

**отходами в России**

В настоящее время Минатомом России в отсутствие федерального закона "О радиоактивных отходах" разработана и принята к действию "Концепция обраще­ния с радиоактивными отходами". Концепция оформлена в виде документа, является основанием для разработки любых других документов, регламентирую­щих всю систему деятельности, и является вершиной иерархической структуры этих документов, включая концепции более низшего уровня. Концепция, програм­мы и проекты оказываются средством управления, определяющим ориентиры развития систем деятельнос­ти в будущем. Все ранее разработанные и действующие документы подлежат доработке и (или) корректировке с учетом положений принятой Концепции.

Принятая Минатомом концепция является концентрированным изложением системы современных взглядов на решение проблемы обращения с РАО в РФ и определяет основные цели, задачи, организацию управления и государственную техническую политику в области обращения с РАО до 2025г. Концепция не распространяется на обращение с ОЯТ, для которого разрабатывается свой документ.

Постулируется, что управление государственной системой обращения с РАО должно быть возложено на Минатом России, что соответствует проекту Федераль­ного закона "Об обращении с радиоактивными отходами". Концепция предписывает необходимость проведения работ по оценке состояния всех ядерных и радиационно-опасных объектов в отношении обраще­ния с РАО, разработки концептуальных схем и выбора приоритетов.

Исходя из основополагающих принципов, мирового опыта и обшей ситуации, сложившейся с обращением с РАО в России, наиболее оптимальным решением на ближайшую перспективу (до 2020 г.) признается создание технологий эффективного кондиционирования РАО с последующей передачей отходов на контролируемые хранение. В этот же период должны быть прорабо­таны эффективные технологии захоронения РАО. Для такой проработки, в частности, предусматривается создание и функционирование глубинных лабораторий, и проведение отдельных работ по приповерхностному захоронению РАО. Во всех случаях принятые техничес­кие решения должны обеспечить срок безопасного хранения РАО не менее 50 лет.

Эксплуатирующие организации, где образуются РАО, обязаны обеспечить сбор, переработку, кондицио­нирование и временное хранение РАО до передачи их в специализированные организации для осуществления дальнейшего хранения (захоронения) РАО. Допускается передача в специализированные организации некондиционированных РАО. При наличии соответствующей лицензии хранение (захоронение) РАО может осуще­ствляться в самой эксплуатирующей организации.

При обращении с РАО должны быть ясно определены в установленном порядке права и обязанности, полномочия и ответственность, а также условия взаимодействия Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и Минатома России, обеспечена координация их деятель­ности по решению задач обращения с РАО.

Исходя из общих задач Государственной системы обращения с РАО, в Концепции определены приоритеты и условия бюджетного финансирования, а также возможные другие финансовые механизмы обеспечения работ по обращению с РАО. При этом бюджетному финансированию, как правило, должны подлежать только работы по обращению с РАО бюджетных организаций. В переходный период, на который и распространяется Концепция, до 2025г. предусматрива­ется поддержка организаций внебюджетной сферы, в первую очередь в отношении решения проблем "ядерно­го наследия" в условиях прозрачности всех источников финансирования.

Результаты согласования Концепции с заинтересо­ванными государственными органами исполнительной и законодательной власти вцелом показывают приемле­мость и целесообразность разработанных документов.

Наряду с Концепцией Минатома, Минобороны России разработана "Концепция обращения с радиоак­тивными отходами в Военно-морском флоте". Обе концепции во многом аналогичны и направлены, прежде всего, на создание промышленных технологий и инфра­структуры, обеспечивающих экономически целесообраз­ное и экологически безопасное обращение с РАО, ранее накопленными и образующимися при выводе из эксплуатации социально-значимых объектов использо­вания атомной энергии и временных хранилищ РАО и ОЯТ, в первую очередь АПЛ и судов с ЯЭУ на Северо-западе России и Дальнем Востоке, выводимых из состава ВМФ России.

* 1. **Необходимость единой научно обоснованной концепции по проблеме утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ**

Несмотря на наличие вышерассмотренных Концепций, необходима и отдельная концепция утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ. Эта Концепция должна быть предназначена для использования всеми участниками работ по выводу из эксплуатации АПЛ и судов с ЯЭУ и распространяться на все виды деятельности предприя­тий и организаций Россудостроения и ВМФ (функции которых определены Федеральными законами "Об использовании атомной энергии", "О радиационной безопасности населения" и "О ядерном оружии"), включая:

-проведение необходимого комплекса НИOKP;

-организацию комплексного инженерно-радиацион­ного обследования АПЛ и судов с ЯЭУ;

-учет, организацию и ведение базы (банка) данных в течение всего жизненного цикла по ОАС, подлежащим выводу из эксплуатации;

-обоснование оптимального варианта вывода АПЛ из эксплуатации ВМФ и передачи Россудостроению;

-выбор и обоснование экономически целесообраз­ных и радиационно-безопасных перспективных техноло­гий разделки и утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ;

-разработку проектной документации на выполнение работ, по окончательно принятому варианту вывода из эксплуатации АПЛ;

-нормативно-правовое и организационно-финансовое обеспечение вывода из эксплуатации ОАС, ядерно-радиационно безопасное, медико-гигиеническое, лицензионно-страховое;

-разработку комплексной программы обеспечения  
радиационной и экологической безопасности вывода  
из эксплуатации АПЛ и судов с ЯЭУ;

-качественное и безопасное выполнение работ по  
массовому выводу АПЛ из эксплуатации;

-организацию мониторинга здоровья личного  
состава ВМФ, персонала и населения при утилизации  
АПЛ и судов с ЯЭУ на предприятиях Россудостроения.

Главной целью при выводе из эксплуатации ОАС является исключение потенциальной радиационной, ядерной и экологической опасности. Достижение этой цели требует решения следующих задач:

-создание современной технологии ведения работ по выводу из эксплуатации АПЛ и технических средств для их осуществления;

-максимальное сокращение количества образую­щихся вторичных РАО и обеспечение соответствия их характеристик действующим нормам и правилам в области обращения с РАО, включая требования  
МАГАТЭ;

-многобарьерность защиты с применением системы инженерных физических барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ (строительство надежных могильников и  
хранилищ для РАО);

-защита окружающей среды, персонала и населения от радиационного и химического воздействия;

-создание медико-дозиметрического регистра персонала, участвующего в утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ;

- организация мониторинга здоровья населения при  
утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ на предприятиях  
Россудостроения. Концепция является руководящим документом верхнего иерархического уровня по отношению ко всему комплексу отраслевых документов, регламентиру­ющих обеспечение РЭБ на предприятиях и организациях Россудостроения и ВМФ.

Концепция обеспечения радиационной и экологичес­кой безопасности на предприятиях и объектах атомного судостроения предназначена для использования в качестве основополагающего исходного материала при разработке отраслевых нормативно-технических, организационно-методических и инструктивно-распорядительных документов, регламентирующих функцио­нирование системы РЭБ на ОАС.

В Концепции осуществляется позитивный переход от результатов анализа современного состояния проблемы РЭБ при утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ к программе и проектам решения проблемы, которые затем порождают соответствующие планы работы.

Для концентрации усилий материальных затрат по решению задач РБ в 1999г. завершена разработка проекта "Концепции обеспечения радиационной безопасности в ВМФ". Проект находится на согласова­нии и утверждении в Центральных управлениях ВМФ. Наконец, 22.02.00 г. было принято постановление Правительства "О Федеральной целевой программе "Ядерная и радиационная безопасность России на 2000-2006 годы". Программа включает в себя 20 подпрограмм, охватывающих все аспекты обеспечения безопасности населения и персонала от воздействия техногенных и природных ионизирующих излучений.

В заключение сформулируем первоочередные задачи, которые следует решить для обеспечения благоприятной экологической ситуации в регионах, связанных с работами по утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ:

1. принять Государственную концепцию обращения с реакторными отсеками (до полного их уничтожения) при утилизации АПЛ (включая аварийные АПЛ с невыгружениыми активными зонами) и разработать для  
   ее реализации Федеральную программу;
2. ускорить вывоз отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) на ПО «Маяк», произвести ремонт хранилищ ОТВС и завершить ввод в строй второй очереди станции спецводоотчистки на РТП "Атомфлот";
3. решить проблему создания наземных пунктов временного хранения вырезанных реакторных отсеков АПЛ;
4. удалить АПЛ, выведенные из эксплуатации и находящиеся на акваториях судостроительных и судоремонтных предприятий, в пункты отстоя ВМФ; списанные АПЛ подавать на акваторию предприятий  
   и плановом порядке в количествах, не превышающих наличие свободных стапельных мест;
5. рассмотреть возможность внедрения технологии разделки реакторного отсека, основанной на химико-механической резке с использованием жидких взрывча­тых смесей и последующей переплавке металла с получением стандартных слитков;
6. продолжить научные исследования по разработке мер обеспечения радиационно-экологической безопас­ности при утилизации АПЛ и судов с ЯЭУ, обратив особое внимание на аварийные АПЛ с невыгружениыми  
   активными зонами.

**III Решение проблемы обращения с радиоактивным плутонием.**

Оружейный плутоний и высокообогащенный уран, широко используется в период «холодной войны», в настоящее время поставлены перед ядерными державами серьёзные проблему образования с этими токсичными и долгоживущими ядерными материалами. Высвобождаются десятки тонн плутония и урана.

Эффективность различных вариантов обращения с плутонием следует оценивать, следующие критерии:

1. Безопасность: переработка, хранение и обращение с плутонием должно осуществляться так, чтобы возможное повторное извлечение плутония по сложности процесса было сравнимо с его производством.
2. Критерий времени: превращение плутония в форму, исключающую его использование в военных целях, должно быть осуществлено как можно быстрее.
3. Риск аварий: для каждого рассматриваемого варианта следует оценивать риск масштабных аварий, связанных с распылением плутония, а также с ядерными или не ядерными взрывами.
4. Защита окружающей среды и здоровья населения: рассматриваемые варианты должны соответствовать всем требованиям законов и стандартов по охране окружающей среды и безопасности населения. Необходимо учитывать, что возрастающий объём переработки и транспортировки плутония ведет к дополнительному риску для окружающей среды, превышающему риск, связанный с его хранением.
5. Потенциальные возможности поощрения производства плутония: некоторые варианты обращения с плутонием связаны с его переработкой и (или) его использованием при изготовлении топлива для ядерных реакторов.
6. Затраты: различные варианты должны сопоставляться по приведенным затратам, несмотря на то, что риск для глобальной безопасности, связанной с плутонием, отодвигает этот критерий на второй план.

Решение проблемы обращения с радиоактивным плутонием путём переработки.

*Вариант 1.*

Можно использовать плутоний и в составе смешанного оксидного топлива для ядерных реакторов. Осуществление этого варианта может привести к срыву усилий по прекращению переработки отработанного ядерного топлива в мире. Если было бы разрешено использовать смешанное оксидное топливо, и появятся заводы по его производству, возникнет необходимость в перерабатывающих предприятиях. В предприятиях по обеспечению реакторов плутонием на будущее.

*Вариант 2.*

Альтернативой смешанному оксидному топливу как способу обращения с плутонием является остеклование, или витрификация – производство технического стекла, заключающаяся в смешивании плутония с расплавленным стеклом, в результате чего образуются остеклованные блоки.

Остеклование плутония имеет ещё и то преимущество, что позволяет рассматривать его не как «богатое наследство», а как опасный материал, энергетический потенциал которого не следует использовать, даже если плутоний доставался бы «бесплатно». Если предположить, что необходимое число опытных заводов будет построено за два года, то весь избыточный плутоний можно будет остекловать в течение десяти лет.

Преимущества рассмотренных вариантов можно соединить в рамках комбинированного варианта, когда плутоний остекловывается в смеси с редкоземельными элементами. Ёмкость, в которой будет содержаться смесь остеклованного плутония - стеклянный блок, делается радиоактивной.

Производство смешанного оксидного топлива для ядерных реакторов

Перерабатывающие предприятия

Оработанный плутоний

Переработанный плутоний

Отходы не подлежащие переработке

Ядерные реакторы

Утилизация отходов

Оксидное топливо

отходы

остатки топлива

Схема 1. Схема использования плутония для производства смешанного оксидного топлива для ядерных реакторов

Остеклование (витрификация) плутония

Длительное хранение в виде «стеклянных» блоков

Схема 2. Схема использования остеклованного плутония

плутоний

Использование остеклованного плутония

Переработка неотработанных остатков, отходов плутония

плутоний

Отработанный плутоний

**Заключение**

Полноценная утилизация всех построенных АПЛ потребует финансовых ресурсов и технических средств, сравнимых по объему с затратами на их создание. Решение, этой задачи займет не одну сотню лет и будет требовать постоянного контроля, а значит и расходования финансов и материальных ресур­сов в течение всего данного периода времени.

Сейчас проводятся технико-эко­номические исследования на предмет созда­ния в Приморском крае берегового комплек­са сухого длительного хранения одностоечных реакторных блоков.

Минатом прилагает усилия к обеспечению взрыво -, пожаро -, ядерной и радиационной безопасности, а также к поддержанию пла­вучести выведенных из состава флота АПЛ.

В последнее время были выполнены следующие работы, несколько улучшившие общее состояние проблемы:

-Построены и приняты в эксплуатацию стационарные комплексы для переработки ЖРАО на заводах "Звезда" и "Звездочка".  
Завершается модернизация установки для переработки ЖРАО на РТП "Атомфлот";

-Изготовлены и работают 3 мобильных установки для переработки ЖРАО;

-Переработано около 6000 м3 ЖРАО;

-Завершается строительство комплек­сов по переработке и хранению ТРАО на за­водах "Звезда" и "Звездочка";

-Разработан проект создания центра по переработке ТРАО на "Полярнинском СРЗ";

-Разработан проект создания на южном острове архипелага Новая Земля опытно-промышленно­го объекта для захоронения отходов низкой и средней ак­тивности, образующихся при эксплуатации и утилизации атомных кораблей на севере России.

**Список используемой литературы:**

1. «Ядерная энциклопедия» под редакцией А. А. Ярошинской М., 1996г.
2. «Большая Советская Энциклопедия». М., 1965г.
3. Журнал : «Безопасность жизнедеятельности». 2001г. №11., 2003г. №3.
4. Журнал : «Экологические системы и приборы». 2001г. №12.
5. Журнал : «Энергий: Экономика, Техника, Экология». 2002г. №1.,№2., №8.
6. Журнал : «Экология и промышленность России». 2003г. №5.
7. Журнал : «Техника и вооружение вчера, сегодня, завтра». 2000г. №5., №6.
8. Журнал : «Военно-исторический журнал». 2000г. №1., №2.
9. Журнал : «Природа». 2001г. №1.

*Приложение А*

**Список используемых сокращений**

A3 - активная зона реактора

АПЛ - атомная подводная лодка

ВНИЭТ - Всесоюзное проектно-конструкторское научно-исследовательское и технологическое объединение

ГМП - Государственное машиностроительное предприятие

ГРОЦ - Государственный региональный образовательный центр Минатома РФ (Санкт-Петербург)

ЕГАСКРО - Единая государственная автоматизированная система контроля радиа­ционной обстановки

ЕСКИД - Единая государственная система контроля и учета индивидуальных доз

ИДК - индивидуальный дозиметрический контроль

МАГАТЭ - Международное агентство по атомной энергии

МКИНПЦ – Межведомственный координационно-исполнительный и научно-производственный центр

МКЦ "Нуклид" - Межотраслевой координационный научно-техническийцентр нуклидной продукции “Нуклид” (Санкт-Петербург)

НРБ - нормы радиационной безопасности

ОАС - объекты атомного судостроения

ОТВС - отработавшая (облученная) тепловыделяющая сборка

ОЯТ - отработавшее (облученное) ядерное топливо

ПО «Маяк» - производственное объединение "Маяк" (Челябинск-65, Челябинск-40, ныне г. Озерск)

РАО – радиоактивные отходы

РБ - радиационная безопасность

РТП - ремонтно-технологическое предприятие

РФ - Российская Федерация

РЭБ – радиационная и экологическая безопасность

СГМ - социально-гигиенический монито­ринг

СРЗ - судоремонтный завод

ЯМ - ядерные материалы

ЯО - ядерное оружие

ЯЭУ - ядерная энергетическая установка

*Приложение Б*

**БД**

***Центральная ЭВМ***

Использование единых радиационных критериев оценки радиационной оценки

Комплексный учет всех радиационных и химических факторов, определяющих экологическую обстановку на ОАС

Учет индивидуальных доз облучения

Обработка информации в соответствии с едиными требованиями к ее качественным и количественным показателям

Текущий

ремонт

Проверка и вос-ние

градуировки

Техническое обслуживание

Средний ремонт

*Лабораторные*

*комплексы*

Носимые и стационарные приборы и комплексы

Средства для

подразделений ликвидации последствий аварии

Восстановление после кап. ремонта

**Ремонтно-градуировочная база**

Схема 3. Развития технической базы радиационного контроля на объектах атомного судостроения

*Приложение В*

Таблица 7. Атомный флот России (по состоянию на 1995г.)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | АПЛ |  | Всего | ЯЭУ |
| № | Проект | Постро- | в боевом | Количество | ЯЭУ | в эксплу- |
|  | Классс НАТО | ено | составе | Тип ЯЭУ | в классе | атации |
|  |  |  | ВМФ |  | АПЛ |  |
| 1 | Первое поколение: | 46 | 0 |  | 110 | 0 |
|  | 627 А (Ноябрь) | 13 |  |  | 26 |  |
|  | 658 (Отель) | 8 | 0 | 2/ВВЭР,ВМ-А | 16 | 0 |
|  | 659 (Эзо-1) | 5 |  |  | 10 |  |
|  | 675 (Эхо-2) | 20 |  |  | 58 |  |
| 2 | Второе поколение: | 142 | 36 |  | 267 | 72 |
|  | 667 А (янки) | 34 | 0 | 2/ВВЭР,ОК-700,ВМ-4 | 68 | 0 |
|  | 667 Б-БДРМ(дельта-1-4) | 43 | 18 | 2/ВВЭР,ОК-700,ВМ-4-2 | 86 | 36 |
|  | 670 А(Чарли 1-2) | 17 | 0 | 1/ВВЭР,ОК-350,ВМ-4 | 17 | 0 |
|  | 671 РТ/РТМ (Виктор 1-3) | 48 | 18 | 2/ВВЭР,ОК-300,ВМ-4 | 96 | 36 |
| 3 | Третье поколение: | 34 | 23 |  | 52 | 37 |
|  | 941 (Тайфун) | 6 | 6 | 2/ВВЭР,ОК-650,ВВ | 12 | 12 |
|  | 949 А(Оскар 1-2) | 12 | 8 | 2/ВВЭР,ОК-650б | 24 | 16 |
|  | 945 (Сиерра) | 4 | 4 | 1/ВВЭР,ОК-650 | 4 | 4 |
|  | 971 (Акула) | 12 | 5 | 1/ВВЭР,ОК-650б | 12 | 5 |
| 4 | Опытные АПЛ: | 2 | 0 |  | 3 | 0 |
|  | 661 (Папа) | 1 | 0 | 1/ВВЭР,ОК-650б-3 | 2 | 0 |
|  | 685 (Майк) | 1 |  | 1/ВВЭР,ВМ-5м | 1 |  |
| 5 | ЖМТ: | 8 | 1 |  | 9 | 1 |
|  | 645 (Ноябрь) | 1 | 0 | 2/ЖМТ,ВТ-1 | 2 | 0 |
|  | 705 (Альфа) | 7 | 1 | 1/ЖМТ,ОК-550,МБ40А | 7 | 1 |
| 6 | Сверхмалые АПЛ: | 5 | 5 |  | 5 | 5 |
|  | 1931 | 1 | 1 |  | 1 | 1 |
|  | 1951(Экс-рей) | 1 | 1 | 1/ВВЭР | 1 | 1 |
|  | 1910 (Юниформ) | 3 | 3 |  | 3 | 3 |
| 7 | Надводные корабли: | 5 | 2 |  | 10 | 4 |
|  | 1144 (Киров) | 4 | 2 (3) | 2/ВВЭР,ОК-900,КН-3 | 8 | 4 (6) |
|  | 1941 (урал) | 1 | 0 | 2/ВВЭР,ОК-900,КН-3,ВМ-16 | 2 | 0 |
| Всего: | | 247\* | 67 |  | 456 | 119 |

 

Диаграммы 5,6. Атомный флот России (состояние на 1995год)