



ИБРАЭ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт проблем безопасного развития атомной энергетики

**СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ С ВЫВЕДЕННЫМИ
ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТАМИ АТОМНОГО ФЛОТА
НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ**



НАУКА

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт проблем безопасного развития атомной энергетики

**СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ
К РЕШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ,
СВЯЗАННЫХ С ВЫВЕДЕННЫМИ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ОБЪЕКТАМИ АТОМНОГО ФЛОТА
НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ**

Под редакцией
академика РАН *А. А. Саркисова*

Москва Наука 2010

УДК 621.039+574

ББК 31.4+20.1

A72

Авторы:

*С. В. Антипов, Р. В. Арутюнян, Л. А. Большой, В. П. Биладенко,
Е. В. Евстратов, А. А. Захарчев, Г. Э. Ильющенко, А. П. Васильев,
В. Л. Высоцкий, Р. И. Калинин, Н. Е. Кухаркин, М. Н. Кобринский,
В. С. Никитин, А. О. Пименов, В. Н. Пучков, А. А. Саркисов,
Б. С. Степеннов, П. А. Шведов, В. А. Шишкин*

Рецензенты:

доктор технических наук *Л. Б. Гусев,*
доктор технических наук *А. Е. Киселев*

Стратегические подходы к решению экологических проблем, связанных с выведенными из эксплуатации объектами атомного флота на Северо-Западе России / С. В. Антипов, Р. В. Арутюнян, Л. А. Большой и др. ; под ред. акад. А. А. Саркисова; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. — М. : Наука, 2010. — 346 с. : ил. — ISBN 978-5-02-037489-8 (в пер.).

В монографии, подготовленной при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 07-08-13543-офи_ц), систематизированы результаты многолетней работы авторов, а также многих ученых и специалистов различных ведомств по обеспечению безопасности при выводе из эксплуатации радиационно-опасных объектов атомного флота на Северо-Западе России. Основной акцент сделан на обоснование и методологию долгосрочного стратегического планирования комплексной утилизации АПЛ с задачей скорейшего снижения существующих радиационных рисков, рационализации действий и уменьшения затрат в этой сфере деятельности.

В монографии впервые в отечественной литературе структурировано понятие «Стратегический Мастер-план», рассмотрены основы его создания включая описания необходимых процедур, используемых при его разработке.

Для специалистов в области проектирования и обеспечения жизненного цикла (в том числе вывода из эксплуатации) объектов атомной энергетики, а также для широкого круга ученых и специалистов, работающих в области стратегического планирования различных направлений науки и техники.

ISBN 978-5-02-037489-8

© Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, 2010

© Коллектив авторов, 2010

© Редакционно-издательское оформление. Издательство «Наука», 2010

Оглавление

Сокращения и условные обозначения.....	6
Термины и определения.....	10
Введение.....	14

Глава 1. Источники угроз, связанных с выводом из эксплуатации объектов атомного флота на Северо-Западе России

1.1. Общие положения.....	19
1.2. Отработавшее ядерное топливо.....	21
1.3. Радиоактивные отходы.....	28
1.4. Токсичные отходы.....	33
1.5. Объекты, содержащие ОЯТ, РАО и ТО (накопленные и образующиеся).....	40
1.5.1. Плавучие объекты.....	40
1.5.2. Бывшая техническая база в поселке Гремиха.....	64
1.5.3. Бывшая техническая база в губе Андреева.....	80
1.6. Анализ рисков, связанных с выведенными из эксплуатации объектами атомного флота.....	84
1.6.1. Реальные источники радиационной опасности.....	84
1.6.2. Потенциальные источники радиационной опасности.....	85
1.6.3. Сценарии и риски аварийных событий на радиационно-опасных объектах.....	86
1.6.4. Распределение источников опасности по категориям риска.....	97

Глава 2. Международный опыт вывода из эксплуатации радиационно-опасных объектов

2.1. Общие положения.....	99
2.2. Стратегии вывода из эксплуатации.....	104
2.2.1. Главные факторы, оказывающие влияние на выбор стратегии вывода из эксплуатации.....	105
2.3. Вопросы технического планирования и управления.....	108
2.3.1. Вопросы финансирования.....	109
2.3.2. Решения по размещению радиоактивных отходов.....	113

2.4. Опыт вывода из эксплуатации и утилизации объектов атомного флота США.....	114
2.4.1. Вывод из эксплуатации	116
2.4.2. Демонтаж ракетного отсека	117
2.4.3. Удаление реакторного отсека	118
2.4.4. Операции, проводимые на СРЗ.....	121
2.4.5. Утилизация АПЛ	122

Глава 3. Конечные цели комплексной утилизации АПЛ

3.1. Общие положения.....	124
3.2. Конечные цели утилизации АПЛ и РБ	128
3.3. Конечные цели утилизации судов АТО.....	129
3.4. Конечная цель утилизации ТАРК.....	130
3.5. Конечные цели экологической реабилитации ПВХГ	131
3.6. Конечные цели экологической реабилитации ПВХА.....	134
3.7. Конечные цели обращения с ОЯТ.....	137
3.8. Конечные цели обращения с РАО.....	138
3.9. Конечные цели обращения с ТО.....	139
3.10. Цели и задачи обеспечения регионального радиозоологического мониторинга	142

Глава 4. Стратегия достижения конечных целей

4.1. Общие положения.....	144
4.2. Стратегия верхнего уровня.....	146
4.3. Стратегия утилизации АПЛ и РБ	152
4.4. Стратегия утилизации судов АТО.....	155
4.5. Стратегия утилизации ТАРК.....	158
4.6. Стратегия экологической реабилитации ПВХГ	159
4.7. Стратегия экологической реабилитации ПВХА.....	165
4.8. Стратегия обращения с ОЯТ.....	169
4.8.1. Ключевые особенности разработанной системы обращения с ОЯТ	171
4.9. Стратегия обращения с РАО.....	175
4.9.1. Схемы и логические цепочки обращения с РАО	175
4.9.2. Особенности системы обращения с РАО в регионе	178

4.9.3. Ожидаемые результаты реализации разработанной стратегии обращения с РАО	182
4.10. Стратегия обращения с токсичными отходами	183
4.10.1. Логические цепочки обращения с токсичными отходами	183
4.10.2. Особенности предлагаемой системы обращения с ТО	187

Глава 5. Стратегический Мастер-план комплексной утилизации АПЛ

5.1. Предпосылки и особенности разработки СМП	189
5.1.1. Предпосылки к разработке СМП	190
5.1.2. Задачи и результаты СМП-1	193
5.1.3. Организация разработки и задачи СМП-2	199
5.1.4. Статус ПКУ и назначение стратегического планирования	206
5.2. Основные этапы разработки Программы комплексной утилизации	210
5.2.1. Общий подход к разработке ПКУ	210
5.2.2. Основные процедуры при разработке и реализации ПКУ	212
5.2.3. Основные результаты стратегических исследований	229
5.2.4. Краткий анализ производственной базы	257
5.2.5. Краткий анализ нормативной правовой базы	260
5.2.6. Допущения, принятые при составлении ПКУ	263
5.3. Структура декомпозиции работ	265
5.4. Календарное и финансовое планирование ПКУ	287
5.5. Основные итоги разработки СМП	315
5.6. Контроль хода реализации СМП. Корректировка ПКУ	317
5.6.1. Утилизация АПЛ и РБ	318
5.6.2. Утилизация судов АТО	321
5.6.3. Утилизация НК с ЯЭУ	321
5.6.4. Экологическая реабилитация ПВХГ	321
5.6.5. Обращение с РАО	330
5.6.6. Обращение с ТО	340
5.6.7. Обращение с ОЯТ	340
5.6.8. Радиоэкологический мониторинг	341
5.6.9. Физическая защита	341
5.6.10. Совершенствование нормативно-правовой базы	341
Литература	344

Сокращения и условные обозначения

АВЭЯО	Агентство по выводу из эксплуатации ядерных объектов (Великобритания)
АПЛ	атомная подводная лодка
АСКРО	автоматизированная система контроля радиационной обстановки
АТО	атомное технологическое обслуживание
БСХ	блок сухого хранения ОЯТ
БТБ	береговая техническая база
БХ	блок хранения
ВАО	высокоактивные отходы
ВВР	водо-водяной реактор
ВМФ	Военно-морской флот
ВНИПИЭТ	Всероссийский проектный и научно-исследовательский институт комплексной энергетической технологии
ГВД	газ высокого давления
ГРП	Группа разработки программы
ГХК	Федеральное государственное унитарное предприятие «Горно-химический комбинат»
ЕБРР	Европейский банк реконструкции и развития
ЖМТ	жидкометаллический теплоноситель
ЖРО	жидкие радиоактивные отходы
ЗН	зона наблюдения
ИБФ	Государственный научный центр «Институт биофизики Федерального медико-биологического агентства»
ИСУП	информационная система управления программой
КГ	компенсирующая группа
КГО	контроль герметичности оболочек

КИРО	комплексное инженерное и радиационное обследование
КПОД	комплект проектной и организационной документации
КР	компенсирующая решетка
ЛА	летательный аппарат
МАГАТЭ	Международное агентство по атомной энергии
МК	«Международный консультант»
МКРЗ	Международная комиссия по радиационной защите
МНЭПР	Многосторонняя ядерно-экологическая программа РФ
МП	машиностроительное предприятие
МЭД	мощность эквивалентной дозы
НАО	низкоактивные отходы
НИИАР	Государственный научный центр — Научно-исследовательский институт атомных реакторов
НИКИЭТ	Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники им. Н. А. Доллежалея
НИПТБ	научно-исследовательское проектно-технологическое бюро
НК с ЯЭУ	надводный корабль с ядерной энергетической установкой
НРБ-99	Нормы радиационной безопасности 1999 г.
ОБИН	обоснование инвестиций
ОВЧ	отработавшая выемная часть
ОКБМ	Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И. И. Африкантова
ОНАО	очень низкоактивные отходы
ОТВС	отработавшая тепловыделяющая сборка
ОЯТ	отработавшее ядерное топливо
ПВХ	пункт временного хранения
ПВХА	Пункт временного хранения ОЯТ и РАО в губе Андреева
ПВХГ	Пункт временного хранения ОЯТ и РАО в поселке Гремиха
ПДК	предельно допустимая концентрация

ПДХ	пункт долговременного хранения
ПЕК	плавучая емкость
ПКДС	плавучая контрольно-дозиметрическая станция
ПКУ	программа комплексной утилизации
ПОК(О) ПКУ	Программа обеспечения качества разработки и дальнейшего выполнения Программы комплексной утилизации
ППП	программа приоритетных проектов
ППУ	паропроизводящая установка
ПТБ	плавучие технические базы
ПХБ	полихлорбифенилы
РАН	Российская академия наук
РАО	радиоактивные отходы
РБ	реакторный блок
РНЦ КИ	Российский научный центр «Курчатовский институт»
РО	реакторный отсек
РП	реакторное помещение (на НК с ЯЭУ)
РТП	ремонтно-технологическое предприятие
РЦКХ	региональный центр кондиционирования и долговременного хранения
РЭМ	радиэкологический мониторинг
САО	среднеактивные отходы
СДР	структура декомпозиции работ
СевРАО	Предприятие по обращению с радиоактивными отходами в Северо-Западном регионе России
СЗЗ	санитарная защитная зона
СИ	стратегическое исследование
СМК	система менеджмента качества
СМП	Стратегический Мастер-план
СМП-1	Стратегический Мастер-план (первый этап)
СМП-2	Стратегический Мастер-план (второй этап)

СРЗ	судоремонтный завод
СУЗ	система управления и защиты (реактора)
СЦР	самопроизвольная цепная реакция
ТАРК	тяжелый атомный ракетный крейсер
ТЗ	техническое задание
ТНТ	технический наливной танкер
ТО	токсичные отходы
ТРО	твердые радиоактивные отходы
ТЭИ	технико-экономические исследования
ТЭО	технико-экономическое обоснование
ФГУП	федеральное государственное унитарное предприятие
ФЭБЭ	Фонд экологической безопасности энергетики при ИБРАЭ РАН
ФЭИ	Государственный научный центр Российской Федерации — Физико-энергетический институт им. А. И. Лейпунского
ЦС	центр судоремонта
ЭПСИ	Фонд «Экологическое партнерство “Северное измерение”»
ЯМ	ядерные материалы
ЯРБ	ядерная и радиационная безопасность
ЯРОО	ядерно- и радиационно-опасный объект
ЯТЦ	ядерный топливный цикл
ЯЭУ	ядерная энергетическая установка
NDP	см. ЭПСИ
ISO	Международная организация по стандартизации

Термины и определения

Атомное технологическое обслуживание	<p>Комплекс технологического обслуживания АПЛ, НК с ЯЭУ судов АТО, обеспечивающей инфраструктуры или отдельные его виды:</p> <ul style="list-style-type: none">— хранение новых и отработавших ТВС;— обеспечение операций по выгрузке ОТВС и загрузке новых ТВС в реакторы;— прием, дезактивация, ремонт и хранение оборудования ППУ;— прием, переработка, передача РАО;— иные функции технологического обслуживания АПЛ, НК с ЯЭУ, атомных судов
Веха	Специальная метка в календарном плане проекта, указывающая на достижение некоторых промежуточных или окончательных целей
Индикатор путевой	Показатель, указывающий на завершение этапа работ
Индикатор целевой	Показатель, характеризующий достижение конечной цели
Информационная система управления программой	Совокупность программных и технических средств, обеспечивающих эффективный обмен информацией на всех уровнях управления
Код декомпозиции работ	Условное обозначение, используемое для идентификации элементов иерархической структуры работ, входящих в состав проекта
Конвертовка	Комплекс доковых мероприятий по подготовке плавучего объекта к длительному отстоя на плаву и/или к транспортировке морем (с глушением всех заборных отверстий и обеспечением герметичности внутренних помещений и емкостей)

Кондиционирование РАО	Перевод РАО в формы, пригодные для безопасного хранения, транспортировки и/или захоронения
Мегапроект	Совокупность разнотипных проектов, имеющих общие цели, но различающихся по содержанию работ, необходимым ресурсам, технологии и организации
Мультипроект	Совокупность однотипных проектов, схожих по целям, содержанию, ресурсам, технологии и организации работ
Отработавшая выемная часть	Активная зона жидкометаллического реактора в сборе, извлеченная из реактора (независимо от выработанного энергоресурса)
Отработавшая сборка	Тепловыделяющая сборка, извлеченная из работавшего ядерного реактора (независимо от выработанного энергоресурса)
Отработавшее ядерное топливо	Тепловыделяющие сборки или активная зона в сборе, извлеченная из ядерного реактора (независимо от выработанного энергоресурса)
Отходы радиоактивные жидкие	РАО в виде жидких продуктов (водных, органических или пульп), содержащие радионуклиды
Отходы радиоактивные твердые	Отработавшие свой ресурс радионуклидные источники, любые твердые материалы, объекты, грунт, в которых удельная активность радионуклидов превышает установленные нормы
Плавучая техническая база	Судно АТО, назначением которого является перезарядка реакторов, хранение ОЯТ и РАО
Программа	Группа взаимосвязанных мультипроектов, мегапроектов и/или проектов, объединенных общими целями и условиями выполнения (выделенными ресурсами, временем выполнения, технологией, организацией и т. д.)
Проект	Ограниченный по времени и ресурсам комплекс взаимосвязанных работ, в результате выполнения которых достигаются заданные цели проекта с определенным качеством

Радиационно-опасный объект	Объект, на котором находятся источники радионуклидов
Радиоэкологический мониторинг	Система наблюдений, оценок и прогнозов текущего и перспективного радиационного состояния объектов окружающей среды
Реакторный блок	Обладающий положительной плавучестью фрагмент подводной лодки, состоящий из реакторного отсека и двух (нескольких) смежных отсеков или емкостей плавучести
Реакторный отсек (реакторное помещение)	Герметизированный отсек прочного корпуса АПЛ (реакторное помещение НК с ЯЭУ), содержащий ядерную ППУ
Режим отстоя	Режим содержания АПЛ (НК с ЯЭУ) с остановленными ядерными реакторами после вывода из эксплуатации до передачи на СРЗ
Ресурс	Ресурсами являются люди, оборудование, материалы и т. д.
Риск программный	Опасность возникновения непредвиденных событий, которые могут негативно повлиять на достижение целей проекта или программы
Риск радиационный	Степень опасности для населения подвергнуться вредному воздействию от радиационного загрязнения окружающей среды
Суда АТО	Суда, обеспечивающие эксплуатацию и утилизацию военного и гражданского атомного флота
Токсичные отходы	Отходы производства, содержащие вредные вещества, которые могут представлять опасность для окружающей природной среды и здоровья человека (самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами)
Фаза проекта	Группа логически взаимосвязанных работ, в результате выполнения которых достигается один из важных результатов проекта

Физическая защита	Совокупность организационных мероприятий, инженерно-технических средств и действий подразделений охраны
Чехол	Защитная упаковка, в которой ОЯТ загружается в контейнеры
Экологическая реабилитация	Комплекс организационных, технических и социальных мероприятий, направленных на восстановление среды обитания
Ядерные материалы	Материалы, содержащие или способные воспроизвести делящиеся ядерные вещества

Введение

Во все времена человека и окружающую среду сопровождали природные или техногенные угрозы. Природные катаклизмы, пандемии и эпидемии, войны, аварии рукотворных объектов — все это и многое другое могло произойти или происходило практически везде, где обитал человек.

Очень важно, что угрозы для человека и окружающей среды не оставались с течением времени постоянными как по вероятности реализации, так и по источникам возникновения. Некоторые серьезные угрозы становились менее вероятными или значимыми (пандемии, голод в больших регионах, войны и пр.), но появлялись другие, особенно связанные с техническим прогрессом (парниковый эффект, транспортные аварии, терроризм, распространение ядерного оружия).

В XX в. возникла атомная энергетика, в которой большинство человечества видит перспективу надежного, экологически менее опасного энергообеспечения на исторически значительный период. Однако использование атомной энергии (даже без учета ядерных вооружений) принесло человечеству и новые угрозы, связанные прежде всего с появлением больших количеств радионуклидов, в том числе долгоживущих, и как следствие дополнительных к природным техногенных радиоактивных излучений. Эти угрозы новы по источнику возникновения, но, как показал пятидесятилетний опыт использования энергии атома, они не превосходят угрозы от использования органического топлива и даже менее значительны [5]. Другое дело, что угрозы атомной энергетике имеют характерную особенность — они достаточно надежно контролируются и управляемы в период работы атомных реакторов, когда возникающие радиоактивные осколки деления ядер топлива и материалы с наведенной активностью находятся за несколькими барьерами безопасности. Они возрастают и сохраняются длительное время после завершения срока службы реактора или другого аппарата, использующего ядерные или радиоактивные вещества. Завершение жизненного цикла ядерных и радиоактивных материалов связано с их извлечением из штатных конструкций, хранением и транспортировкой на значительные расстояния, кондиционированием твердых радиоактивных отходов (ТРО) и переработкой жидких радиоактивных отходов (ЖРО). До настоящего времени особенностью использования ядерной энергии во многих странах, в том числе в России, является отсутствие специально созданных хранилищ для окончательного захоронения образующихся в ходе эксплуатации ядерных реакторов радиоактивных отходов, не имеющих перспектив полезного использования. В связи с этим достаточно распространенным приемом обращения с радиоактивными отходами (РАО) и

некоторыми типами отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) является организация их долговременного хранения в специально созданных приповерхностных хранилищах на период, необходимый для решения вопроса об их окончательной изоляции. По опыту ряда стран, например Швеции, на создание подземных хранилищ для изоляции РАО (ОЯТ) на сотни лет требуется не только очень много средств, но и времени (50 и более лет). Следовательно, наиболее сложные проблемы обеспечения ядерной и радиационной безопасности приходится не столько на период работы реакторов, сколько на период вывода из эксплуатации соответствующих объектов — атомных электростанций (АЭС), кораблей и судов с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ), береговых технических баз (БТБ), хранилищ ОЯТ и РАО, обеспечивающей инфраструктуры.

Жизненный цикл атомной энергетики не имеет существенных отличий от других отраслей промышленности или любого другого вида человеческой деятельности. Однако у нее имеется ряд особенностей. Атомная отрасль характеризуется долговременной перспективой, технической сложностью и необходимостью использования лучшего мирового опыта. Расчетный срок службы первых атомных электростанций составлял 30—40 лет, в то время как сейчас электростанции проектируются для 50—60 лет непрерывной работы. Более того, полный цикл работ в атомной промышленности может превышать 100 лет при учете необходимости контроля долгоживущих радиоактивных отходов.

Есть еще одна особенность, требующая особого внимания к обеспечению безопасности при использовании атомной энергии. Она связана с состоянием общественного мнения относительно ядерной и радиационной безопасности. Люди достаточно спокойно относятся к многократному превышению нормативов по концентрации в воздухе токсичных выхлопных газов автомобилей. В то же время даже незначительное превышение радиационного фона вызывает большую обеспокоенность, хотя этот фон остается намного ниже предельно допустимых значений. Причин здесь несколько: от Чернобыльского синдрома до недостаточной информированности о природе воздействия излучений на человека и окружающую среду, а также о реальной радиационной обстановке в том или ином регионе.

В конце прошлого века наиболее острые проблемы, связанные с ОЯТ и РАО, возникли на Северо-Западе России в связи с массовым выводом из эксплуатации атомных подводных лодок (АПЛ) и объектов обеспечивающей инфраструктуры. Именно в этом регионе в период «холодной войны» была создана мощная группировка атомных подводных лодок, судов и береговых технических баз обеспечения. Из более 260 созданных в Советском Союзе атомных кораблей и судов с ЯЭУ, в том числе судов ледокольного флота, более 160 базировались на Северо-Западе.

Массовый вывод из эксплуатации радиационно-опасных объектов атомного флота на Северо-Западе России начался во второй половине 1980-х годов (рис. В.1) и совпал с глубоким экономическим спадом.

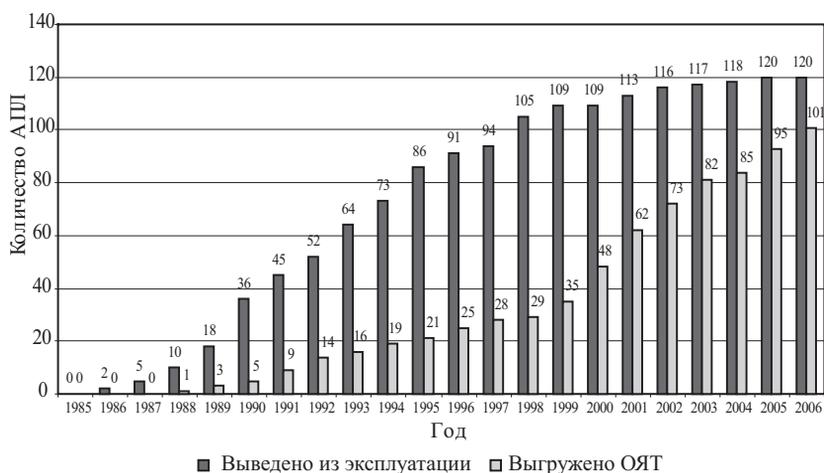


Рис. В.1. Графики вывода из эксплуатации АПЛ на Северо-Западе России

Из-за недостаточного финансирования работ по комплексной утилизации АПЛ с течением времени экологические угрозы от наследия «холодной войны» в регионе возрастали вследствие ухудшавшегося технического состояния хранилищ ОЯТ, зданий и сооружений на различных площадках, а также судов, находившихся на плаву. Стало очевидно, что без международной помощи и соответствующего международного сотрудничества решить проблему ликвидации угроз, исходящих от различных радиационно-опасных объектов флота, в приемлемые сроки не удастся.

Настоящим прорывом в области международного сотрудничества в рассматриваемой сфере явилось решение глав государств «большой восьмерки» в Кананаскисе (Канада) в 2002 г. об учреждении программы Глобального партнерства. По этой программе страны «восьмерки» обязались выделить за десять лет 20 млрд долл. на решение проблем нераспространения ядерного оружия, материалов и технологий, используемых для их производства, и в том числе на комплексную утилизацию многоцелевых российских АПЛ. В июне 2007 г. необходимость продолжения сотрудничества в этих областях была подтверждена на саммите лидеров стран «большой восьмерки» в Хайлигендамме (Германия).

В 2003 г. 11 государств и 2 международные организации подписали Многостороннее соглашение о ядерно-экологической программе в Российской

Федерации (МНЭПР), в котором были конкретизированы механизмы сотрудничества и взаимные обязательства участников Глобального партнерства (рис. В.2). Соглашение МНЭПР отразило важность международного сотрудничества в данной области, недопустимость дублирования проводимых мероприятий, необходимость их взаимной дополняемости. Эти подходы в дальнейшем были перенесены и на двусторонние отношения.

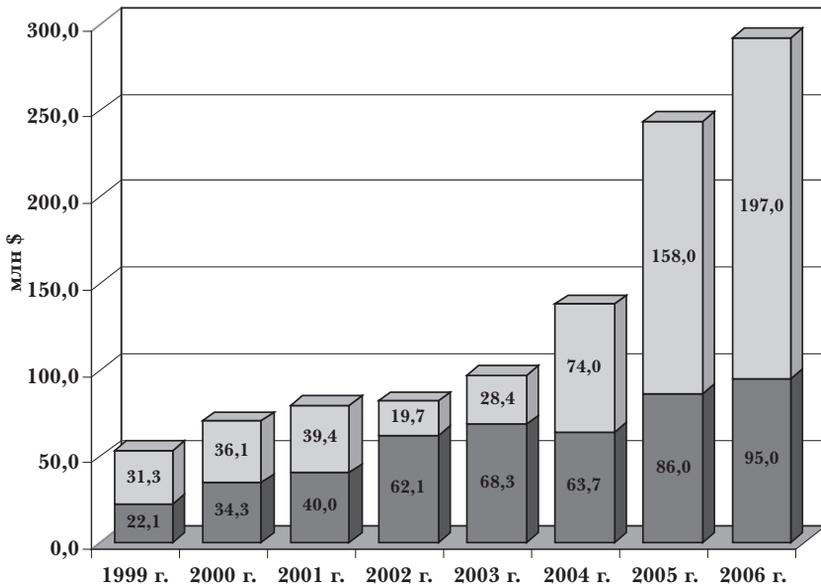


Рис. В.2. Финансирование работ по комплексной утилизации АПЛ за счет средств России (нижняя составляющая) и международной помощи (верхняя составляющая)

В декабре 2001 г. в Европейском банке реконструкции и развития (ЕБРР) был учрежден Фонд «Экологическое партнерство “Северное измерение”» (ЭПСИ). Одной из его задач являлось решение проблем ликвидации высоких рисков радиоактивного загрязнения на Северо-Западе России путем реализации программы «Ядерного окна».

Из-за масштабности и многоплановости выполняемых и предстоящих работ страны-доноры и ЕБРР пришли к соглашению с Росатомом о необходимости выработки всеобъемлющей стратегии решения ядерных проблем для этого региона в процессе комплексной утилизации АПЛ, экологически безопасной реабилитации радиационно-опасных объектов и повышения уровня физической защиты ядерных материалов. В этом контексте в 2003 г. Минатом России и ЕБРР приняли решение о разработке Стратеги-

ческого Мастер-плана (СМП) комплексной утилизации АПЛ, включающего программу комплексной утилизации (ПКУ). Под термином «комплексная утилизация АПЛ» в соответствующей концепции Росатома [12] подразумевается не только утилизация самих АПЛ, но и весь комплекс работ, связанных с завершающим этапом жизненного цикла ядерно- и радиационно-опасных объектов флота. Этот термин распространяется и на работы по экологической реабилитации береговых технических баз, на обращение с ОЯТ и РАО, на подготовку обеспечивающей инфраструктуры.

В работе над СМП, которая была завершена в октябре 2007 г., принимали участие ведущие сотрудники основных профильных организаций страны ИБРАЭ РАН, Российского научного центра «Курчатовский институт» (РНЦ КИ), Научно-исследовательского и конструкторского института энерготехники им. Н. А. Доллежалея (НИКИЭТ) и др., объединенные в Группу разработки программы (ГРП). Научное руководство разработкой СМП осуществлял академик А. А. Саркисов.

Важной особенностью разработки СМП являлось участие в работе «Международного консультанта» (МК). В состав группы МК вошли представители компаний ООО «Флюор» и BNG PS, внесшие весомый вклад в работу ГРП.

Настоящая монография подготовлена по результатам разработки Стратегического Мастер-плана комплексной утилизации АПЛ и на основе материалов различных публикаций авторов в журналах «Атомная энергия», «Известия Российской академии наук», а также в препринтах, научно-технических отчетах и докладах на семинарах в формате «Россия-НАТО» и Контактной экспертной группы Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ).

Глава 1. Источники угроз, связанных с выводом из эксплуатации объектов атомного флота на Северо-Западе России

1.1. Общие положения

Жизненный цикл объектов атомного флота включает в себя несколько характерных периодов, таких как постройка и испытания, эксплуатация, вывод из эксплуатации и отстой в ожидании утилизации, утилизация и экологическая реабилитация. В каждый из этих периодов образуются и накапливаются материалы, представляющие угрозу для человека и окружающей среды. Эти материалы можно подразделить на четыре группы: отработавшее ядерное топливо, твердые радиоактивные отходы, жидкие радиоактивные отходы и токсичные отходы. Угрозы от каждого из перечисленных материалов имеют определенную специфику, и обращение с ними требует соответствующего обеспечения безопасности. Угрозы от ОЯТ связаны с возможностью при определенных условиях несанкционированного достижения критической массы и с высоким уровнем ионизирующих излучений от находящихся в тепловыделяющих элементах радиоактивных продуктов деления. Радиоактивность ОЯТ определяется в основном осколочной активностью.

Угрозы ТРО и ЖРО определяются величинами радиоактивных излучений, связанных, как правило, с наведенной активностью различных изотопов и в ряде случаев с осколочной активностью, если в РАО попали частицы топливной композиции.

Анализируя реальные угрозы для человека и окружающей среды, исходящие от техногенных радиоизлучений, необходимо сопоставлять их величины с естественным радиационным фоном. Естественный фон всегда сопровождал человечество и способствовал его развитию. В период возникновения жизни на Земле, который антропология считает отстоящим на 7—8 млн лет от нашего времени, естественное облучение было даже более значительным, чем в современных условиях, поскольку первобытные люди обитали в пещерах, в воздухе которых накапливался альфа-активный газ радон и аэрозольные продукты его распада.

Многочисленные исследования последних лет свидетельствуют, что естественный радиационный фон — не только неизбежный, но и необходимый компонент нормальной среды обитания живых существ. Современная биология все больше склоняется к мнению, что без мутаций, вызываемых ионизирующим излучением, было бы невозможно развитие живого мира в

целом (биоты). Множатся свидетельства и доказательства стимулирующего действия малых доз облучения, получившего в мировой радиобиологии специальное название «гормезис».

Многовековой процесс адаптации человечества к окружающей природной среде привел к тому, что существующий уровень естественного облучения живых существ является безопасным. Снижение дозы, получаемой за счет радиационного фона, равно как и чрезмерное ее повышение, ведут к угнетению биоты в целом и человека в частности.

Развиваясь и прогрессируя в полях естественных излучений, живая материя выработала соответствующие защитные механизмы. Напомним, что в организме человека на уровне дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) — носителя генетической информации постоянно функционирует механизм элиминации (устранения) радиационно-генетических изменений. Характерно, что у жителей Хиросимы и Нагасаки, переживших атомные бомбардировки 1945 г., и их потомков не выявлено повышенной частоты радиационных мутаций и генетических заболеваний.

Вредность больших доз ионизирующих излучений, обнаруженная почти сразу после открытия рентгеновских лучей, вызвала необходимость разработки допустимых уровней радиационного воздействия. Сначала решали задачу защиты персонала от рентгеновских ожогов, затем по мере накопления опыта и знаний — от сдвигов в кроветворении и онкологических заболеваний. Уже в 1928 г. Международный союз радиологов рекомендовал ограничить дозу облучения персонала величиной 2 Р в неделю (100 Р/год). В 1930-х годах годовую допустимую дозу снизили до 25 Р, затем до 12 биологических эквивалентов рентгена (бэр) и, наконец, до 5 бэр (или 50 мЗв) для персонала и 0,5 бэр (5 мЗв) для населения. По «Нормам радиационной безопасности» 1999 г. (НРБ-99) с 2000 г. введена допустимая годовая доза для персонала 20 мЗв и для населения 1 мЗв.

В настоящее время годовая доза облучения населения в среднем составляет 2,4 мЗв (240 мбэр) и для различных районов Земли, как правило, варьирует от 1 до 10 мЗв (100 мбэр — 1 бэр), хотя встречаются участки и со значительно более высоким уровнем природного фонового облучения.

Анализ глобального радиационного фона показал, что значительные контингенты людей живут в условиях естественного облучения, во много раз превышающего среднемировую, без каких-либо вредных (в том числе и генетических) последствий. К таковым, например, относятся жители столицы Боливии Ла-Паса, находящегося на высоте более 4000 м, долгожители Кавказа и Тибета, проживающие в зонах с более интенсивным космическим облучением, многотысячное население прибрежной полосы штата Керала в Индии, которое обитает на песках, содержащих высокие концентрации тория, жители прикаспийского города Рамзор в Иране, длительное время потребляющие питьевую воду со значительной примесью радия, и

др. Достаточно указать, что, например, в Рамзоре уровни облучения достигают 128—167 мЗв в год, что в десятки раз больше средней дозы, получаемой за счет естественных источников.

На начальном этапе развития ядерной энергетики допустимые уровни облучения населения базировались на предположении о приемлемости двукратного увеличения радиационного фона. В период удаления РАО в моря в нашей стране, как и за рубежом, в качестве допустимой дозы дополнительного облучения населения была принята величина 500 мбэр (5 мЗв) за год. Позднее, исходя из гипотезы о беспороговом действии ионизирующего излучения и опасаясь генетических последствий, Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ) предложила значительно более жесткие дозовые пределы. С середины 1990-х годов МКРЗ рекомендовала принять, а национальные комиссии по радиационной защите некоторых стран приняли годовой предел дополнительной дозы для населения, равный 1 мЗв (100 мбэр), что практически в 2,5 раза меньше средней годовой дозы облучения человека за счет природного радиационного фона. В частности, такой предел дозы включен в НРБ-99, действующие в нашей стране.

На основе предела дозы для населения были разработаны и применялись предельно допустимые концентрации (ПДК), позднее переименованные в допустимые концентрации, радионуклидов в питьевой воде и уровни вмешательства, в случае превышения которых необходимо использовать меры защиты населения от дополнительного радиационного воздействия.

Рассмотрим ОЯТ, РАО и ТО как основные источники угроз применительно к объектам атомного флота.

1.2. Отработавшее ядерное топливо

Основу ядерного топлива корабельных (судовых) ядерных реакторов составляет уран, как правило, в виде химических или механических соединений с различным обогащением изотопом ²³⁵U. Для различных типов и поколений тепловыделяющих элементов ядерных реакторов применялись соединения или сплавы типов UO, UAl, U-Zr, U-Be и др.

Для высоконапряженных ядерных реакторов, к которым относятся практически все реакторы транспортного назначения, используют керамические урансодержащие материалы, а также смеси этих материалов с металлами (керметы). Керамическое ядерное топливо представляет собой спеченную или сплавленную смесь химического соединения урана.

В табл. 1.1 приведены характеристики некоторых соединений керамического ядерного топлива на основе урана. Как видно из этих данных, керамическое ядерное горючее обладает высокой температурой плавления: 1600—

1800°С, что позволяет значительно повысить температурный уровень работы реактора и условий выдержки активной зоны после его остановки.

Состав ядерного топлива определяет технологию обращения с ОЯТ после вывода реактора из эксплуатации и влияет на стратегию обеспечения безопасности при завершении жизненного цикла в ходе хранения, транспортировки и переработки ОЯТ.

Таблица 1.1. Керамическое ядерное топливо на основе урана

Соединение	Содержание урана, % по весу	Температура плавления, К	Теоретическая плотность, кг/м ³	Содержание урана, кг/м ³
UO ₂	88,0	3153	10 970	968
U ₃ O ₈	84,8	2773	790	670
UC	95,2	2643	13 000	13 000
UC ₃	90,8	2743	11 680	10 600
UN	94,4	2923	14 320	13 500
USi	89,5	1873	10 400	930
U ₃ Si	96,2	1203	15 600	15 000
U ₃ Si ₂	92,7	1938	12 200	11 300
UAl ₃	74,6	1593	670	500
UBe ₁₃	67,0	2273	437	294

Процессы уменьшения в ходе кампании количеств ядер делящегося изотопа ²³⁵U, накопления осколков деления и их распада мало зависят от типа топлива. Концентрация ядер ²³⁵U C_5 убывает главным образом в результате захвата ими тепловых нейтронов, влекущего за собой либо деление ядра на два-четыре осколка, либо испускание γ -кванта в процессе образования нового изотопа:

$$\frac{dC_5}{dt} = -\sigma_{a5}C_5\Phi,$$

где σ_{a5} — микроскопическое эффективное сечение поглощения нейтронов ²³⁵U; Φ — плотность нейтронного потока.

Если обозначить концентрацию ядер ²³⁵U в начальный момент времени $t_0 = 0$ как C_5^0 , то решение этого уравнения примет вид

$$C_5 = C_5^0 \exp\left(-\int_0^t \sigma_{a5}\Phi(t)dt\right).$$

Выгорание ядерного топлива в реакторе не может быть полным, и в ОЯТ содержится значительное количество делящегося изотопа. Это определяет необходимость учета ОЯТ при обеспечении условий нераспространения и физической защиты не только «свежего», но и отработавшего ядерного топлива.

Основным источником радиозоологических угроз, исходящих от ОЯТ, являются радиоактивные осколки и продукты деления. Осколками деления называются ядра, образовавшиеся непосредственно в результате деления, а продуктами деления — смесь осколков деления и продуктов их радиоактивного распада.

В реакции деления промежуточного ядра ^{236}U атомные номера и массовые числа двух его осколков должны удовлетворять следующим соотношениям: $Z_1 + Z_2 = 92$ и $A_1 + A_2 = 236 - \nu$, где ν — число вторичных нейтронов, испускаемых при акте деления. Следовательно, сумма $(A_1 + A_2)$ может быть равной 234 или 233.

Типичным примером деления промежуточного ядра ^{236}U является реакция



Осколки деления, как правило, радиоактивны и неустойчивы, так как имеют избыток нейтронов по сравнению с устойчивыми ядрами соответствующих элементов. Образующиеся при делении осколки в большинстве своем оказываются сильно возбужденными и переходят в стабильное состояние лишь после ряда радиоактивных превращений.

Исследования осколков деления ^{235}U показали, что они состоят из атомов более 30 различных элементов начиная с цинка (атомный номер $Z = 30$) и кончая самарием ($Z = 62$). Массовые числа осколков A лежат в пределах 72—162 (рис. 1.1).

На рис. 1.2 показано статистическое распределение массовых чисел осколков деления урана и плутония. Наиболее вероятные значения массовых чисел осколков — $A^1 = 95$ для легкого осколка и $A^2 = 139$ для тяжелого, а их атомные номера — $Z_1 = 38$ ($^{88}_{38}\text{Sr}$) и $Z_2 = 54$ ($^{136}_{54}\text{Xe}$). Эти осколки содержат в сумме $(88 - 38) + (136 - 54) = 132$ нейтрона, в то время как ^{235}U содержит 144 нейтрона. Следовательно, в двух осколках деления ядра ^{235}U (образовавшегося в результате взаимодействия ^{235}U с нейтроном) имеется $144 - 132 = 12$ избыточных нейтронов. От избыточных нейтронов осколки освобождаются путем последовательных распадов. Эти распады и являются главным источником опасности при обращении с ОЯТ.

В табл. 1.2 приведены данные активности продуктов деления на примере активных зон АПЛ первого поколения и спада активности в зависимости от времени выдержки. Для сравнительной оценки роли каждого радионуклида в величине остаточной радиоактивности активных зон можно использовать данные табл. 1.3.

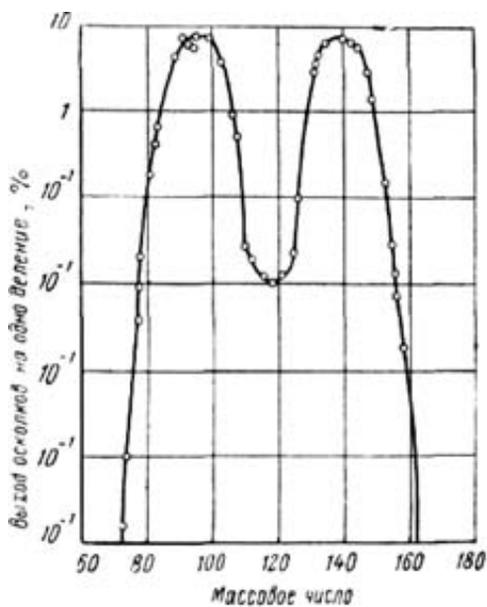


Рис. 1.1. Кривая распределения продуктов деления ядер ^{235}U

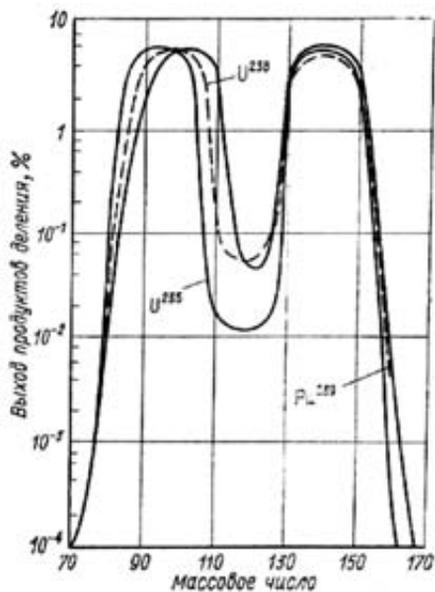


Рис. 1.2. Выход продуктов при делении ядер $^{235,238}\text{U}$ и ^{239}Pu

Таблица 1.2. Активность радионуклидов в различные периоды времени после остановки реактора

Нуклид	Период полураспада	Время после остановки реактора, лет					
		0,5	5	10	30	70	100
⁸⁵ Kr	10,8 лет	1,28E+14 (3,46E+03)	1,09E+14 (2,95E+03)	6,96E+13 (1,88E+03)	1,92E+13 (5,20E+02)	1,47E+12 (3,98E+01)	2,14E+11 (5,78E+00)
⁸⁹ Sr	52,8 сут	8,92E+14 (2,41E+04)	3,92E+05 (1,06E-05)	1,57E-05 (4,24E-16)	—	—	—
^{89m} Y	16,1 с	8,03E+10 (2,17E+00)	3,52E+01 (9,52E-10)	1,41E-09 (3,82E-20)	—	—	—
⁹⁰ Sr	28,0 лет	1,40E+15 (3,79E+04)	1,25E+15 (3,39E+04)	1,11E+15 (3,00E+04)	6,77E+14 (1,83E+04)	2,52E+14 (6,80E+03)	1,20E+14 (3,24E+03)
⁹⁰ Y	2,7 сут	1,40E+15 (3,79E+04)	1,25E+15 (3,39E+04)	1,11E+15 (3,00E+04)	6,77E+14 (1,83E+04)	2,52E+14 (6,80E+03)	1,20E+14 (3,24E+03)
⁹¹ Y	59,0 сут	1,34E+15 (3,62E+04)	5,66E+06 (1,53E-04)	2,83E-03 (7,64E-14)	—	—	—
⁹⁵ Zr	65,7 сут	1,92E+15 (5,20E+04)	5,92E+07 (1,60E-03)	2,68E-01 (7,25E-12)	1,04E-34 (2,80E-45)	—	—
^{95m} Nb	3,7 сут	3,67E+13 (9,92E+02)	1,13E+06 (3,06E-05)	5,11E-03 (1,38E-13)	—	—	—
⁹⁵ Nb	35,0 сут	3,64E+15 (9,83E+04)	1,27E+08 (3,44E-03)	5,74E-01 (1,55E-11)	2,59E-34 (7,01E-45)	—	—
¹⁰³ Ru	39,5 сут	5,62E+14 (1,52E+04)	1,79E+02 (4,83E-09)	2,32E-12 (6,28E-23)	—	—	—
^{103m} Rh	57,5 мес	5,55E+14 (1,50E+04)	1,77E+02 (4,78E-09)	2,31E-12 (6,23E-23)	—	—	—
¹⁰⁶ Ru	1,0 лет	4,59E+14 (1,24E+04)	2,08E+13 (5,63E+02)	6,73E+11 (1,82E+01)	7,29E+05 (1,97E-05)	8,58E-07 (2,32E-17)	9,69E-16 (2,62E-26)
¹⁰⁶ Rh	30,0 с	4,59E+14 (1,24E+04)	2,08E+13 (5,63E+02)	6,73E+11 (1,82E+01)	7,29E+05 (1,97E-05)	8,58E-07 (2,32E-17)	9,69E-16 (2,62E-26)
^{121m} Sn	76,0 лет	8,70E+10 (2,35E+00)	8,33E+10 (2,25E+00)	7,96E+10 (2,15E+00)	6,66E+10 (1,80E+00)	4,63E+10 (1,25E+00)	3,51E+10 (9,49E-01)
¹²⁵ Sb	2,7 лет	3,36E+13 (9,08E+02)	1,07E+13 (2,88E+02)	2,97E+12 (8,02E+01)	1,79E+10 (4,84E-01)	6,55E+05 (1,77E-05)	3,07E+02 (8,30E-09)
^{125m} Te	58,1 сут	1,06E+13 (2,86E+02)	3,39E+12 (9,17E+01)	9,47E+11 (2,56E+01)	5,70E+09 (1,54E-01)	2,08E+05 (5,63E-06)	9,77E+01 (2,64E-09)
^{127m} Te	109,0 сут	1,11E+13 (2,99E+02)	3,26E+08 (8,81E-03)	3,01E+03 (8,14E-08)	2,20E-17 (5,94E-28)	—	—
¹²⁷ Te	9,4 ч	1,08E+13 (2,93E+02)	3,19E+08 (8,63E-03)	2,95E+03 (7,98E-08)	2,15E-17 (5,81E-28)	—	—

Табл. 1.2 (окончание)

Нуклид	Период полураспада	Время после остановки реактора, лет					
		0,5	5	10	30	70	100
^{129m} Te	31,0 сут	1,39E+13 (3,77E+02)	1,59E-03 (4,29E-14)	3,05E-21 (8,25E-32)	—	—	—
¹²⁹ Te	1,2 ч	1,40E+13 (3,78E+02)	1,59E-03 (4,30E-14)	3,06E-21 (8,26E-32)	—	—	—
¹³⁷ Cs	30,0 лет	1,45E+15 (3,91E+04)	1,30E+15 (3,52E+04)	1,16E+15 (3,14E+04)	7,33E+14 (1,98E+04)	2,91E+14 (7,87E+03)	1,46E+14 (3,94E+03)
^{137m} Ba	2,6 мес	1,37E+15 (3,70E+04)	1,24E+15 (3,34E+04)	1,10E+15 (2,97E+04)	6,92E+14 (1,87E+04)	2,76E+14 (7,45E+03)	1,38E+14 (3,73E+03)
¹⁴⁰ Ba	12,8 сут	1,24E+12 (3,34E+01)	3,11E-27 (8,40E-38)	—	—	—	—
¹⁴⁰ La	1,7 сут	1,42E+12 (3,84E+01)	3,58E-27 (9,67E-38)	—	—	—	—
¹⁴¹ Ce	32,3 сут	2,93E+14 (7,91E+03)	1,58E-01 (4,27E-12)	1,72E-18 (4,65E-29)	—	—	—
¹⁴³ Pr	13,6 сут	2,19E+12 (5,91E+01)	1,04E-24 (2,82E-35)	—	—	—	—
¹⁴⁴ Ce	284,4 сут	6,14E+15 (1,66E+05)	1,13E+14 (3,05E+03)	1,33E+12 (3,60E+01)	2,56E+04 (6,92E-07)	9,47E-12 (2,56E-22)	2,53E-23 (6,84E-34)
¹⁴⁴ Pr	17,5 сут	6,14E+15 (1,66E+05)	1,13E+14 (3,05E+03)	1,33E+12 (3,60E+01)	2,56E+04 (6,92E-07)	9,47E-12 (2,56E-22)	2,53E-23 (6,84E-34)
¹⁴⁷ Pm	2,6 лет	2,62E+15 (7,07E+04)	7,88E+14 (2,13E+04)	2,09E+14 (5,64E+03)	1,02E+12 (2,75E+01)	2,42E+07 (6,53E-04)	8,21E+03 (2,22E-07)
¹⁵⁰ Pm	5,0 лет	2,99E+13 (8,09E+02)	1,60E+13 (4,32E+02)	7,96E+12 (2,15E+02)	4,88E+11 (1,32E+01)	1,85E+09 (5,00E-02)	2,82E+07 (7,62E-04)
¹⁵¹ Sm	86,9 лет	3,33E+13 (8,99E+02)	3,21E+13 (8,67E+02)	3,08E+13 (8,33E+02)	2,63E+13 (7,11E+02)	1,91E+13 (5,17E+02)	1,51E+13 (4,07E+02)
¹⁵⁴ Eu	8,8 лет	1,34E+09 (3,63E-02)	9,44E+08 (2,55E-02)	6,36E+08 (1,72E-02)	1,32E+08 (3,56E-03)	5,62E+06 (1,52E-04)	5,33E+05 (1,44E-05)
¹⁵⁵ Eu	5,0 лет	2,88E+13 (7,78E+02)	1,54E+13 (4,15E+02)	7,66E+12 (2,07E+02)	4,70E+11 (1,27E+01)	1,77E+09 (4,78E-02)	2,69E+07 (7,26E-04)
¹⁵⁶ Eu	15,0 сут	1,09E+10 (2,94E-01)	1,27E-23 (3,42E-34)	—	—	—	—
¹⁵⁷ Eu	13,3 лет	1,51E+13 (4,09E+02)	1,20E+13 (3,24E+02)	9,25E+12 (2,50E+02)	3,27E+12 (8,85E+01)	4,11E+11 (1,11E+01)	8,66E+10 (2,34E+00)
¹⁵⁸ Eu	8,8 лет	2,08E+13 (5,62E+02)	1,46E+13 (3,95E+02)	9,84E+12 (2,66E+02)	2,05E+12 (5,53E+01)	8,84E+10 (2,39E+00)	8,36E+09 (2,26E-01)
<i>Сумма</i>		<i>3,10E+16</i> <i>(8,39E+05)</i>	<i>6,29E+15</i> <i>(1,70E+05)</i>	<i>4,85E+15</i> <i>(1,31E+05)</i>	<i>2,83E+15</i> <i>(7,65E+04)</i>	<i>1,09E+15</i> <i>(2,95E+04)</i>	<i>5,40E+14</i> <i>(1,46E+04)</i>

Таблица 1.3. Радиоактивность продуктов деления в тепловыделяющем элементе реакторов с ЖМТ при максимальной глубине выгорания после 20 лет после остановки реактора

Нуклид	Период полураспада	Радиоактивность, Бк	
		Заказ 106	Заказ 915
⁷⁹ Se	1,10E+06 лет	3,27E+05	2,71E+05
⁸⁵ Kr	1,07E+01 лет	5,38E+10	4,65E+10
⁸⁷ Rb	4,75E+10 лет	2,88E+02	2,38E+02
⁹⁰ Sr	2,85E+01 лет	6,68E+11	5,61E+11
⁹⁰ Y	6,41E+01 ч	6,68E+11	5,61E+11
⁹³ Zr	1,53E+06 лет	2,05E+07	1,69E+07
^{93m} Nb	1,36E+01 лет	1,18E+07	9,53E+06
⁹⁴ Nb	2,03E+04 лет	2,66E+02	2,20E+02
⁹⁹ Tc	2,13E+05 лет	1,56E+08	1,29E+08
¹⁰⁶ Ru	3,68E+02 лет	8,85E+06	1,17E+07
¹⁰⁶ Rh	2,98E+01 с	8,85E+06	1,17E+07
¹⁰⁷ Pd	6,50E+06 лет	1,98E+05	1,64E+05
^{108m} Ag	1,27E+02 лет	7,50E+01	6,19E+01
¹⁰⁸ Ag	2,41E+00 мин	6,31E+00	5,22E+00
^{113m} Cd	1,36E+01 лет	2,43E+07	2,01E+07
^{121m} Sn	5,50E+01 лет	1,63E+09	1,36E+09
¹²¹ Sn	2,71E+01 лет	1,26E+09	1,05E+09
¹²⁵ Sb	2,73E+00 лет	1,29E+09	1,26E+09
^{125m} Te	5,80E+01 лет	3,14E+08	3,09E+08
¹²⁶ Sn	1,00E+05 лет	5,30E+06	4,38E+06
¹²⁶ Sb	1,24E+01 сут	5,30E+06	4,38E+06
¹²⁹ I	1,57E+07 лет	4,13E+05	3,41E+05
¹³⁴ Cs	2,06E+00 лет	5,93E+08	4,90E+08
¹³⁵ Cs	2,30E+06 лет	1,53E+07	1,26E+07
¹³⁷ Cs	3,00E+01 лет	7,39E+11	6,20E+11

Табл. 1.3 (окончание)

Нуклид	Период полураспада	Радиоактивность, Бк	
		Заказ 106	Заказ 915
^{137m} Ba	2,55E+00 с	6,99E+11	5,87E+11
¹⁴⁴ Ce	2,84E+02 сут	2,80E+06	4,24E+06
^{144m} Pr	7,20E+00 мин	4,76E+04	7,20E+04
¹⁴⁴ Pr	1,73E+01 мин	2,80E+06	4,24E+06
¹⁴⁷ Pm	2,62E+00 лет	3,56E+10	3,53E+10
¹⁴⁷ Sm	1,06E+11 лет	1,10E+02	9,11E+01
¹⁵¹ Sm	9,00E+01 лет	1,81E+10	1,51E+10
¹⁵² Eu	1,24E+01 лет	4,05E+08	3,35E+08
¹⁵⁴ Eu	8,50E+00 лет	4,63E+09	3,83E+09
¹⁵⁵ Eu	4,96E+00 лет	8,07E+07	7,33E+07
<i>Сумма</i>		<i>2,89E+12</i>	<i>2,43E+12</i>

Как видно из табл. 1.3, основной вклад (более 90%) в значение суммарной активности облученного ядерного топлива после двадцатилетней выдержки вносят долгоживущие изотопы ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr, а также короткоживущие ⁹⁰Y и ¹³⁷Ba. Последние являются промежуточными продуктами цепочек распада осколков деления.

1.3. Радиоактивные отходы

В зависимости от состояния радиоактивные отходы подразделяются на жидкие и твердые.

ЖРО образуются при повседневной эксплуатации и ремонте АПЛ, перезарядке активных зон реакторов, перезарядке фильтров активности, а также при ликвидации последствий радиационных инцидентов и аварий. Значительная часть ЖРО связана с отходами, возникающими при утилизации АПЛ.

В 1960—1970-е годы на Северном и Тихоокеанском флотах объем образующихся ЖРО (без учета вод санитарных пропускников и специальных прачечных) составлял 5000—8000 м³ в год. В последние годы в связи со значительным сокращением количества АПЛ и снижением интенсивности их плавания количество эксплуатационных ЖРО сократилось в 1,5—2

раза. Основная масса этих отходов — ЖРО низкой объемной активности (менее $1 \cdot 10^{-5}$ Ки/л, или 0,37 МБк/л), которые составляют 70—90% общего количества. Остальное — отходы средней объемной активности ($1 \cdot 10^{-5}$ — $1 \cdot 10^{-2}$ Ки/л или 0,37 МБк/л — 0,37 ГБк/л). Отмеченные ЖРО сопутствуют выполнению таких технологических операций по обслуживанию корабельных ЯЭУ, как отмывка контуров установки, дезактивация съемного и несъемного оборудования, отбор проб сред контуров и их анализ, перезарядка фильтров активности и пр. На кораблях Военно-морского флота (ВМФ) при нормальной эксплуатации ЯЭУ ЖРО высокой объемной активности не образуются.

ЖРО в повседневных условиях работы АПЛ представлены в основном технологическими средами контуров установок. В расчете на одну корабельную ЯЭУ количество образующихся за год отходов составляет 40—100 м³. Их состав и активность сильно зависят от конструктивных особенностей установки, частоты смены теплоносителя, продолжительности выдержки отходов, состав содержит радионуклиды активационного и осколочного происхождения в различных соотношениях. В отходах водо-водяных реакторов (ВВР) с герметичными оболочками твэлов преобладают активированные продукты коррозии — ⁶⁰Co (период полураспада — 5,27 года), ⁵⁵Fe (2,7 года), ⁵⁴Mn (312 сут), ⁵⁸Co (70,8 сут) и др. Наиболее долгоживущими среди них являются ⁶⁰Co и ⁵⁵Fe. При разгерметизации оболочек твэлов в ЖРО обнаруживается значительная доля долгоживущих продуктов деления, в частности ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs и др. Как правило, в ЖРО корабельных ЯЭУ отсутствуют изотопы плутония и других трансурановых элементов. Особенность отходов на АПЛ, оснащенных ЯЭУ с ЖМТ, — наличие в них альфа-активного радионуклида ²¹⁰Po, образующегося в результате нейтронной активации висмута, входящего в состав теплоносителя Pb-Bi (эвтектики). Объемная активность ²¹⁰Po в сплаве в среднем составляла 2—3 Ки/л (74—110 ГБк/л). Другая специфическая особенность таких ЯЭУ — повышенные концентрации трития в воде второго контура. Этот изотоп водорода образуется в первом контуре в результате взаимодействия нейтронов с бериллием, используемым в качестве замедлителя и отражателя, за счет диффузионных процессов поступает в воду второго контура и из нее в воздух отсеков АПЛ. По опыту эксплуатации ЯЭУ с ЖМТ объемная активность трития в воде второго контура составляет $6,3 \cdot 10^5$ — $4,1 \cdot 10^7$ Бк/л ($1,7 \cdot 10^{-5}$ — $1,1 \cdot 10^{-3}$ Ки/л), в воздухе энергетических отсеков — от 9 до 750 Бк/л ($2,4 \cdot 10^{-10}$ — $2 \cdot 10^{-8}$ Ки/л), в воздухе жилых отсеков АПЛ — от 2,6 до 20 Бк/л ($7 \cdot 10^{-11}$ — $5,4 \cdot 10^{-10}$ Ки/л).

После таких операций по техническому обслуживанию ЯЭУ, как ремонт, перезарядка активных зон реакторов, переснаряжение фильтров активности, промывка контуров, основную массу ЖРО составляют дезактивационные воды. Объем их значительно превышает объемы эксплуатац

онных отходов. До 400 м³ ЖРО с объемной активностью 10⁻⁸—10⁻⁴ Ки/л (0,37 кБк/л — 3,7 МБк/л) сопутствуют процессу перезарядки активной зоны реактора. Из фильтров активности при смене сорбентов извлекают до 200 л отходов в форме отработавших ионообменных смол. Объемная активность радионуклидов в них, как правило, составляет 10⁻⁵—10⁻² Ки/л (0,37—370 МБк/л). По составу радионуклидов этот тип отходов близок к контурным водам и отличается от них в основном возросшей долей долгоживущих радионуклидов — ⁶⁰Co, ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs и др.

Особая группа ЖРО — сточные воды санитарных пропускников и специальных прачечных. За год образуется 300—400 тыс. м³ таких отходов, а их объемная активность в большинстве случаев не превышает уровней, требующих вмешательства, регламентированного НРБ-99. Эти воды содержат значительное количество поверхностно-активных веществ. Охлаждающие технологические воды береговых и плавучих хранилищ отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) — также отдельная специфическая группа ЖРО. В них представлены долгоживущие радионуклиды ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs в концентрациях до 10⁻² Ки/л (370 МБк/л). Лишь 30% ЖРО объектов ВМФ отличаются низким содержанием (дренажные воды первого—третьего контуров), а 70% — дезактивационные воды с высоким содержанием солей, что сильно затрудняет их очистку.

Значительное количество ЖРО появляется при ремонте корабельных ЯЭУ. В расчете на одну установку их образуется 150—300 м³ при объемной активности 10⁻⁹—10⁻⁵ Ки/л (37 Бк/л — 0,37 МБк/л) и суммарной активности меньше 1 Ки. В этих отходах доминируют долгоживущие радионуклиды, что связано с большим временем выдержки корабельных ЯЭУ перед ремонтом.

ЖРО, возникающие на АПЛ вследствие протечек воды первого контура и при частичном его дренировании, отборе проб и дезактивации оборудования, собирают в дренажных цистернах общим объемом 3—8 м³. Затем отходы перекачивают с АПЛ на специальные суда, плавучие емкости или специальные береговые сооружения. Для исключения несанкционированных сбросов ЖРО из дренажных цистерн АПЛ их сливные кингстоны опломбированы и опечатаны, что контролирует служба радиационной безопасности. В зависимости от объемной активности воды, которую определяют по результатам измерений отобранных проб, удаление воды из цистерны биологической защиты проводят с разрешения службы радиационной безопасности за борт или в специальные емкости.

Для средней аварии и ликвидации ее последствий характерно повышение концентрации радионуклидов в сопутствующих ЖРО до 10⁻² Ки/л (0,37 ГБк/л); в отдельных тяжелых аварийных случаях их объемная активность достигала 0,3—0,5 Ки/л (11—18,5 ГБк/л). Основной вклад в суммарную активность таких ЖРО вносит вода из реакторного отсека — до 1 кКи (наибольшее значение).

Чтобы дать представление о масштабе явлений, отметим, что это на три порядка меньше суммарного сброса ^{137}Cs с завода «Селлафилд» во внутренние воды Ирландского моря, который составил более 1 МКи. А при нормальной эксплуатации АПЛ, оснащенных реакторами с ЖМТ, активность образующихся ЖРО много меньше указанного для аварийного случая на ВВР и составляет порядка 1 Ки.

ТРО образуются в период работы ядерных реакторов за счет облучения внутриреакторных и внутрикорпусных устройств, в основном нейтронным потоком, исходящим из активных зон. К концу кампании наведенная активность в материалах, содержащих никель, кобальт, железо, магний, достигает максимальных значений. После остановки реактора наведенная активность начинает медленно спадать в соответствии с периодами полураспада радионуклидов вышеназванных элементов. В табл. 1.4—1.6 приведены величины наведенной активности внутриреакторных и внутрикорпусных устройств реакторного отсека в различное время после остановки типового судового реактора.

Таблица 1.4. Наведенная активность внутриреакторных конструкций судового реактора АПЛ, Бк (Ки)

Радионуклид	Время после остановки реактора, лет							
	0,5	5	10	30	70	100	500	1000
^{54}Mn	2,38E+14 (6,43E+03)	6,22E+12 (1,68E+02)	1,08E+11 (2,92E+00)	9,94E+03 (2,69 E-07)	—	—	—	—
^{55}Fe	6,68E+15 (1,81E+05)	2,12E+15 (5,73E+04)	5,94E+14 (1,61E+04)	3,62E+12 (9,78E+01)	1,35E+08 (3,65 E-03)	6,48E+04 (1,75 E-06)	—	—
^{60}Co	1,76E+15 (4,76E+04)	9,76E+14 (2,64E+04)	5,06E+14 (1,37E+04)	3,64E+13 (9,84E+02)	1,89E+11 (5,11E+00)	3,63E+09 (9,81E-02)	—	—
^{59}Ni	4,10E+12 (1,11E+02)	4,10E+12 (1,11E+02)	4,10E+12 (1,11E+02)	4,10E+12 (1,11E+02)	4,10E+12 (1,11E+02)	4,10E+12 (1,11E+02)	4,08E+12 (1,10E+02)	4,06E+12 (1,10E+02)
^{63}Ni	3,50E+14 (9,46E+03)	3,38E+14 (9,14E+03)	3,38E+14 (9,14E+03)	2,84E+14 (7,68E+03)	2,16E+14 (5,84E+03)	1,75E+14 (4,73E+03)	1,11E+13 (3,00E+02)	3,43E+11 (9,27E+00)
Сумма	9,36E+15 (2,53E+05)	3,34E+15 (9,03E+04)	1,43E+15 (3,86E+04)	3,30E+14 (8,92E+03)	2,20E+14 (5,95E+03)	1,80E+14 (4,86E+03)	1,52E+13 (4,11E+02)	4,44E+12 (1,20E+02)

Таблица 1.5. Наведенная активность конструкций корпусов судовых реакторов АПЛ, Бк (Ки)

Радио-нук-лид	Время после остановки реактора, лет							
	0,5	5	10	30	70	100	500	1000
⁵⁴ Mn	9,98E+12 (2,70E+02)	2,61E+11 (7,05E+00)	4,54E+09 (1,23 E-01)	4,16E+02 (1,12 E-08)	—	—	—	—
⁵⁵ Fe	3,49E+14 (9,43E+03)	1,11E+14 (3,00E+03)	3,09E+13 (8,35E+02)	1,90E+11 (5,14E+00)	7,04E+06 (1,90 E-04)	3,38E+03 (9,14 E-08)	—	—
⁶⁰ Co	5,30E+13 (1,43E+03)	2,92E+13 (7,89E+02)	1,52E+13 (4,11E+02)	1,10E+12 (2,97E+01)	5,66E+09 (1,53 E-01)	1,09E+08 (2,95 E-03)	—	—
⁵⁹ Ni	9,78E+10 (2,64E+00)	9,78E+10 (2,64E+00)	9,78E+10 (2,64E+00)	9,78E+10 (2,64E+00)	9,78E+10 (2,64E+00)	9,76E+10 (2,64E+00)	9,73E+10 (2,63E+00)	9,69E+10 (2,62E+00)
⁶³ Ni	6,71E+12 (1,81E+02)	6,50E+12 (1,76E+02)	6,27E+12 (1,69E+02)	5,47E+12 (1,48E+02)	4,14E+12 (1,12E+02)	3,36E+12 (9,08E+01)	2,10E+11 (5,68E+00)	6,59E+09 (1,78 E-01)
⁹⁹ Mo	2,50E+09 (6,76 E-02)	2,50E+09 (6,76 E-02)	2,50E+09 (6,76 E-02)	2,50E+09 (6,76 E-02)	2,46E+09 (6,65 E-02)	2,46E+09 (6,65 E-02)	2,26E+09 (6,11 E-02)	2,05E+09 (5,54 E-02)
Сумма	4,24E+14 (1,15E+04)	1,47E+14 (3,97E+03)	5,26E+13 (1,42E+03)	6,84E+12 (1,85E+02)	4,25E+12 (1,15E+02)	3,46E+12 (9,35E+01)	3,10E+11 (8,38E+00)	1,06E+11 (2,86E+00)

Таблица 1.6. Общая наведенная активность конструкций в реакторном отсеке АПЛ, Бк (Ки)

Радио-нук-лид	Время после остановки реактора, лет							
	0,5	5	10	30	70	100	500	1000
⁵⁴ Mn	2,48E+14 (6,70E+03)	6,49E+12 (1,75E+02)	1,13E+11 (3,05E+00)	1,04E+04 (2,81 E-07)	—	—	—	—
⁵⁵ Fe	7,10E+15 (1,92E+05)	2,26E+15 (6,11E+04)	6,32E+14 (1,71E+04)	3,85E+12 (1,04E+02)	1,44E+08 (3,89 E-03)	6,89E+04 (1,86 E-06)	—	—
⁶⁰ Co	1,63E+15 (4,41E+04)	1,02E+15 (2,76E+04)	5,27E+14 (1,42E+04)	3,79E+13 (1,02E+03)	1,97E+11 (5,32E+00)	3,78E+09 (1,02 E-01)	—	—
⁵⁹ Ni	4,25E+12 (1,15E+02)	4,25E+12 (1,15E+02)	4,25E+12 (1,15E+02)	4,25E+12 (1,15E+02)	4,25E+12 (1,15E+02)	4,25E+12 (1,15E+02)	4,23E+12 (1,14E+02)	4,21E+12 (1,14E+02)

Табл. 1.6 (окончание)

⁶³ Ni	3,61E+14 (9,76E+03)	3,48E+14 (9,41E+03)	3,38E+14 (9,14E+03)	2,93E+14 (7,92E+03)	2,23E+14 (6,03E+03)	1,80E+14 (4,86E+03)	1,14E+13 (3,08E+02)	3,54E+11 (9,57E+00)
⁹³ Mo	2,50E+09 (6,76 E-02)	2,50E+09 (6,76 E-02)	2,50E+09 (6,76 E-02)	2,50E+09 (6,76 E-02)	2,46E+09 (6,65 E-02)	2,46E+09 (6,65 E-02)	2,26E+09 (6,11 E-02)	2,05E+09 (5,54 E-02)
Сумма	9,89E+15 (2,67E+05)	3,64E+15 (9,84E+04)	1,50E+15 (4,05E+04)	3,41E+14 (9,22E+03)	2,27E+14 (6,14E+03)	1,86E+14 (5,03E+03)	1,57E+13 (4,24E+02)	4,60E+12 (1,24E+02)

1.4. Токсичные отходы

Проведенные в последние годы сравнительные оценки опасности, исходящей от радиоактивных и токсичных отходов, показали, что опасность токсичных отходов на предприятиях в повседневных условиях производства по величине химического риска на несколько порядков превосходит радиационный риск [2]. Это связано с тем, что разделка АПЛ производится тепловым и механическим методами. Вначале на плаву у пирса с АПЛ удаляются конструкции, расположенные выше ватерлинии и внутри корпуса (применяется ацетиленокислородная резка). Далее ликвидируются пусковые установки (ацетиленокислородная и газокислородная резка). Затем, после выполнения доковой операции, происходит демонтаж крупногабаритных секций (ацетиленокислородная резка). На конечной стадии, которая насыщена различными видами работ, производится разделка секций, демонтаж корпусных покрытий, сортировка по маркам металлолома и подготовка товарных блоков (газокислородная и механическая резка).

Ацетиленокислородная резка — основной и традиционный вид разделки корпусных конструкций. Газокислородная резка (пропан-бутан, природный газ) применяется при обработке крупногабаритных секций. Она заменяет ацетиленовую резку, но с точки зрения воздействия на человека и окружающую среду они не отличаются друг от друга. Плазменная резка используется только при разделке цветных металлов и сплавов. Во всех случаях выделяются в виде аэрозолей вредные химические вещества. Они состоят из окислов и ингредиентов обрабатываемых материалов. Проникая через органы дыхания и слизистую оболочку, они проявляют себя как токсичные (окислы марганца, хрома, углерода, фториды и пр.), раздражающие (окислы хрома, азота, фториды и пр.), аллергические (окислы хрома, формальдегид и пр.) и фиброгенные (асбест, цемент, стекловолокно, пробка и пр.) компоненты.

Одновременно выделяющиеся газы вызывают раздражение, удушье и могут привести к общему отравлению. Пыль имеет высокую степень дисперсности и способна глубоко проникать в дыхательные пути. Она осо-

бенно опасна при работе с хромистыми, хромоникелевыми и марганцевыми сталями. Характерными компонентами вредных выделений при механической резке являются смеси твердых частиц разрезаемого материала и режущего инструмента. Перед проведением газорезательных работ линия реза внутри и на поверхности корпуса АПЛ зачищается от существующих покрытий, чтобы предупредить их возгорание, а также образование большого количества токсичных веществ и газов. Образующиеся отходы имеют сложный состав — резиновое, лакокрасочное покрытие, тепловая изоляция, линолеум, пластик, герметик и пр. Демонтаж ведется механическим способом, в результате чего постоянно образуется пыль. Кроме того, на подготовительном этапе к утилизации с АПЛ удаляются все технологические жидкие среды.

Следует обратить особое внимание на проблему запыленности и газоаэрозольных выбросов в воздушную среду. Эта проблема не относится к Программе обращения с ТО и имеет экологическую направленность, но требует дополнительных исследований, так как обеспечение безопасности связано с совершенствованием технологий разделки корпусных конструкций, созданием специальных систем защиты и очистки воздуха.

В результате при утилизации образуются газообразные, жидкие и твердые отходы, некоторые из которых токсичны. Газы и аэрозоли выбрасываются в атмосферу без очистки. Жидкие отходы частично обезвреживаются, очищаются, сжигаются и собираются в емкости. Твердые отходы также частично обезвреживаются, собираются в контейнеры или вывозятся на городские свалки. Тяжелые частицы металлов, их окислы и другие химические вещества, входящие в состав аэрозолей, оседают на территории завода, а затем с дождевыми и талыми водами попадают на прилегающую часть морской акватории. На акваторию поступают также промывные и хозяйственно-бытовые воды, содержащие после предварительной очистки примеси нефтепродуктов, гидравлической жидкости и пр. Загрязнение территории происходит и в результате длительного хранения в открытом виде на площадках демонтированных конструкций и различных материалов, покрытий, теплоизоляции, кабелей и пр. (рис. 1.3).

В результате в процессе утилизации двух-трех АПЛ в год на отдельном предприятии образуется от 3000 до 5000 т отходов различных типов (табл. 1.7).

Основными источниками химического загрязнения являются газоаэрозольные выбросы (рис. 1.4, табл. 1.8), рабочие жидкие среды систем и устройств АПЛ, конструкционные материалы, которые загрязняют атмосферу, территорию и акваторию предприятий, представляя опасность для персонала, населения и окружающей среды.

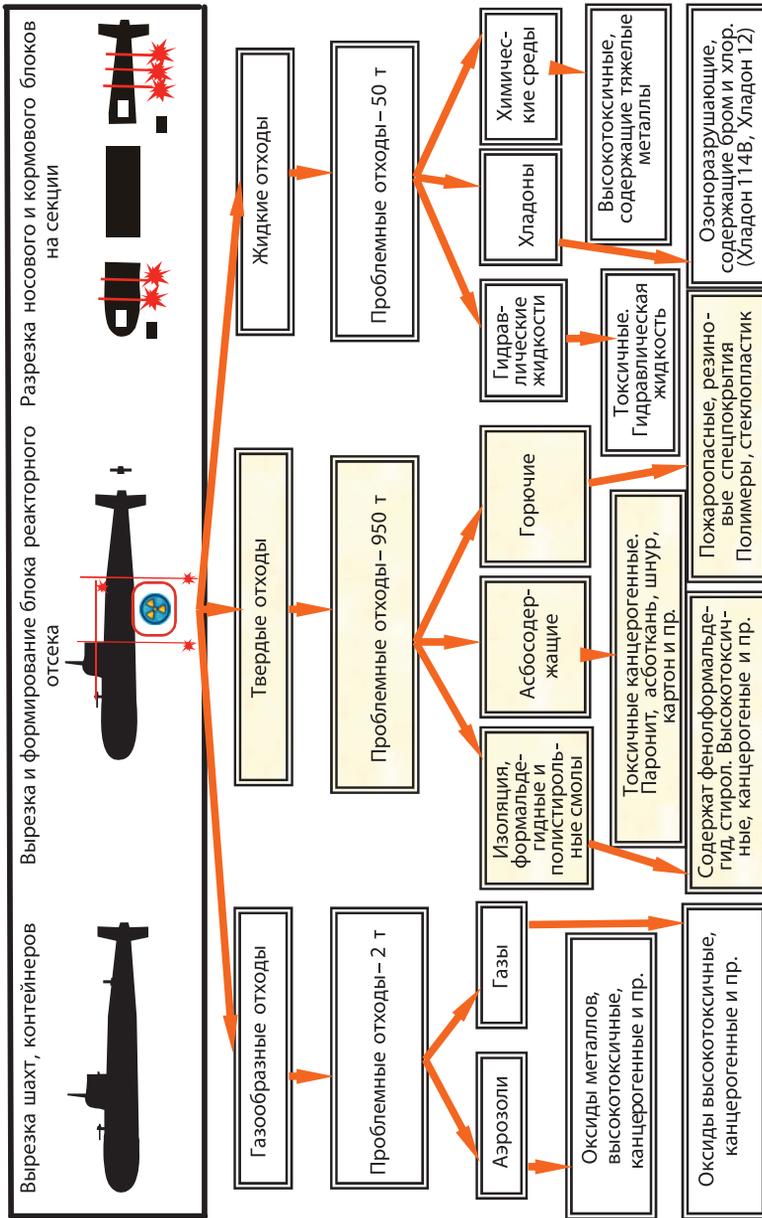


Рис. 1.3. Этапы разделки АПЛ, сопровождающиеся образованием токсичных отходов

Таблица 1.7. Количество различных токсичных отходов, образующихся при утилизации двух-трех АПЛ

Тип отходов	Наименование	Количество, т
Газообразные	Окислы металлов	35—45
	Твердые	Люминесцентные лампы, шт./год 11 000— 13 000
Жидкие	Резина	2300—2700
	Изоляционные материалы	800—1300
	Асбестосодержащие вещества	200—250
	Пластик, полимерные материалы	50—70
	Отвержденные лакокрасочные материалы, смолы, герметики, компаунды и пр.	25—35
	Нефтепродукты	180—220
	Гидравлические жидкости	30—50
	Электролит	30—40
	Хладоны	3—5
	Нефтедержащие воды	30—50



Рис. 1.4. Резка металла с выбросом газов и аэрозолей в атмосферу

Таблица 1.8. Валовое выделение химических веществ в виде аэрозолей при газоплазменной резке и воздушно-дуговой строжке

Класс АПЛ	Твердая составляющая аэрозоля, кг							
	Общее количество	В том числе						
		марганец	оксид хрома	хромовый ангидрид	оксид никеля	алюминий	медь	свинец
«Дельта-3»	1603	65	2,9	11,2	2,9	0,41	3,8	0,5
«Дельта-4»	1948	66	1,1	2,7	3,5	0,24	4,7	1,3
«Тайфун»	5188	184	2,1	5,6	14,6	1,14	40,8	3,7

Табл. 1.8 (окончание)

Класс АПЛ	Газовая составляющая аэрозоля, кг		
	Оксид углерода	Диоксид азота	Фториды
«Дельта-3»	365	243	2,0
«Дельта-4»	389	316	1,8
«Тайфун»	1176	812	2,2

Проблемными для предприятий являются отдельные смазки, гидравлическая жидкость, хладоны, хром- и нитритсодержащие ингибиторы — они не перерабатываются и не уничтожаются (нет установок), накапливаются на предприятиях и различных объектах. Промывочные воды сбрасываются в систему канализационно-очистных сооружений после предварительной очистки от нефтепродуктов (рис. 1.5).

Опасность твердых отходов состоит в том, что многие из них вследствие особенностей конструктивного исполнения представляют собой неразделимую массу наподобие слоеного пирога: смешанные материалы в виде пластин, кусков, крошки, обрывков, волокон, лент, нитей с остатками клеевой основы и лакокрасочных покрытий, шпатлевок, смол, компаундов и пр., а также цельные пластины, маты, листы. Клеи, компаунды, шпатлевки, лакокрасочные материалы в отходах имеют полимеризованную отвержденную форму. Содержание резины в них составляет 95—97%. Отходы в виде изоляции на основе пластин (матов) — это клеевые соединения матов с тканями, заделками стыков и швов мастиками, герметиками, окрашенные сверху. Маты выполнены на основе стекло- и базальтового волокна, каолиновой ваты, которые составляют 85—90% общей массы (рис. 1.6 и 1.7).

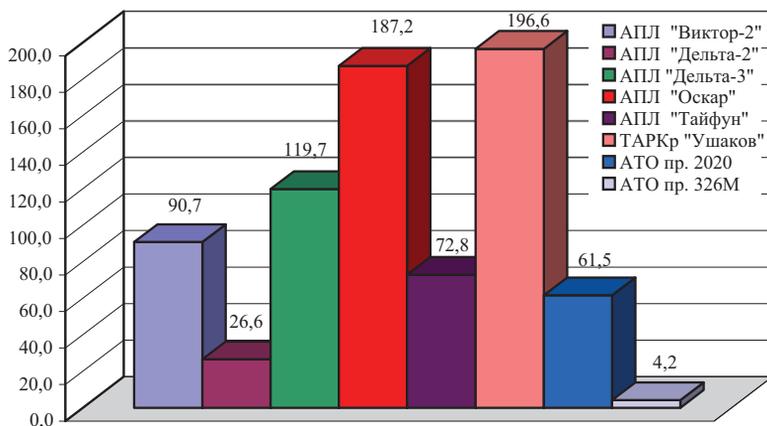


Рис. 1.5. Оценочное максимальное количество жидких отходов, образующихся при утилизации АПЛ, надводных кораблей с ядерными энергетическими установками (НК с ЯЭУ) и судов атомного технологического обслуживания (АТО), т



Рис. 1.6. Резинотехнические отходы от утилизации АПЛ

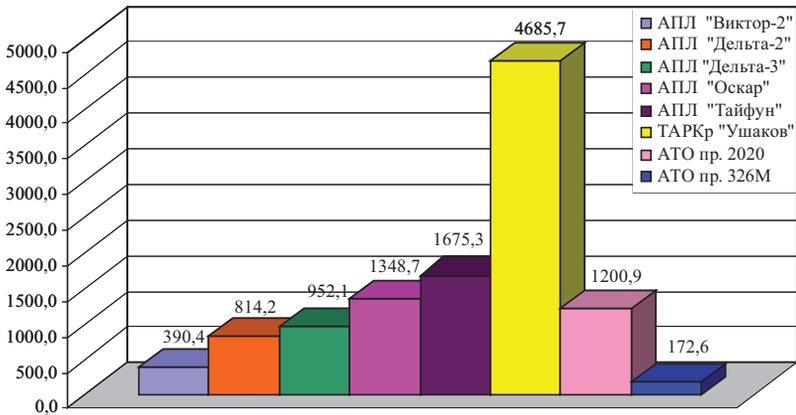


Рис. 1.7. Оценочное максимальное количество твердых отходов, образующихся при утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и судов АТО, т

По степени опасности отходы делятся на пять классов: 1-й (чрезвычайно опасные), 2-й (высокоопасные), 3-й (умеренно опасные), 4-й (малоопасные), 5-й (практически неопасные). Отходы 1—4-го классов требуют переработки и уничтожения, отходы 5-го класса вывозятся на городские полигоны (свалки). Классификация имеет многоуровневый характер и основывается на «Критериях отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды», Федеральном классификационном каталоге отходов, а при отсутствии данных по отдельным рецептурам — на расчетах или экспериментах. Выбор показателей опасности для бензина, керосина, мазута, части масел и смазок выполняется по критерию для нефтепродуктов, так как все они являются продуктами переработки нефти. Компоненты отходов природного органического происхождения относятся к классу практически неопасных. В их отношении применяются рыбохозяйственные нормативы, используются предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и воде, учитываются гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха и водоотведения для населенных мест, требования к санитарной охране водных объектов, к поверхностным водам, использованию сточных вод для орошения и пр.

За предшествующий период утилизации АПЛ (до 2007 г.) на предприятиях Северо-Западного региона образовалось около 90 тыс. т отходов 1—5-го классов. Из них до 30 тыс. т было захоронено — вывезено на городские полигоны (свалки) без компактирования и сортировки (навалом); около 20 тыс. т переработано и использовано на самих предприятиях, а также передано на другие предприятия для использования, переработки или обезвреживания. Около 24 тыс. т составляет карбидный ил, который в ос-

новном хранится на необорудованных площадках за пределами предприятий, а относительно небольшая его часть остается на их территориях. На предприятиях продолжают накапливаться жидкие отходы 1-го и 3-го классов и твердые отходы 1-го, 3-го и 4-го классов. Твердые отходы 5-го класса и частично 4-го класса вывезены на городские свалки, что привело к захламлению последних.

1.5. Объекты, содержащие ОЯТ, РАО и ТО (накопленные и образующиеся)

1.5.1. Плавающие объекты

Процесс вывода атомных подводных лодок из состава ВМФ начался в 1985 г. В 90-е годы прошлого столетия были достигнуты самые высокие темпы прекращения эксплуатации отслуживших свой срок АПЛ. Ежегодно в отстой отправлялось в среднем 9 подводных лодок. Поскольку производственные мощности судоремонтных предприятий Северо-Запада России не позволяли утилизировать все выведенные из эксплуатации АПЛ, количество не утилизированных подводных лодок в пунктах отстоя и на судоремонтных заводах (СРЗ) в 1990-х годах увеличивалось и в 1998 г. достигло 78, в том числе с 76 не выгруженным ОЯТ (рис. 1.8 и 1.9).

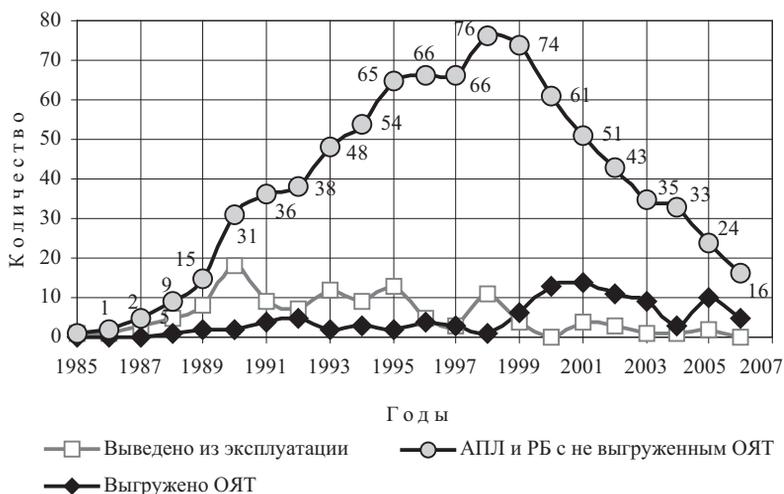


Рис. 1.8. Изменение количества АПЛ и РБ с не выгруженным ОЯТ



Рис. 1.9. Изменение количества не утилизированных АПЛ

На 1 июля 2007 г. в Северо-Западном регионе:

- из эксплуатации выведено 120 АПЛ;
- утилизировано до реакторного блока (РБ) / реакторного отсека (РО) 100 АПЛ, из них:
 - 1 многоотсечный РБ (АПЛ класса «Эхо-2»);
 - 1 шестиотсечный РБ (АПЛ класса «Тайфун»);
 - 72 трех- и четырехотсечных РБ;
 - 5 одноотсечных блоков РО с емкостями плавучести и 1 плавучий модуль (АПЛ класса «Джувьетта»);
 - 20 РО, подготовленных к длительному хранению на береговой площадке в пункте долговременного хранения (ПДХ) в губе Сайда, в том числе РО № 120, демонтированный при эксплуатационном ремонте АПЛ класса «Альфа» № 105 (РО в расчет количества утилизируемых АПЛ не входит);
 - 7 РО подготовлены к постановке на береговую площадку ПДХ в губе Сайда;
 - 12 РО находятся на стапельной плите и в эллинге СРЗ «Нерпа», подготовлены к переводу в ПДХ в губе Сайда;

- в 2007 г. выполнялись работы по разделке 6 трехотсечных РБ и формированию одноотсечных блоков РО с подготовкой их к постановке в ПДХ;
- за счет внебюджетных средств выполняются работы по разделке 2 четырехотсечных РБ и формированию одноотсечных РО с подготовкой их к постановке в ПДХ;
- ОЯТ выгружено из реакторов 104 АПЛ и РБ «Альфа» № 120.

В Северо-Западном регионе создана промышленная инфраструктура, позволявшая при достаточном финансировании завершить выгрузку ОЯТ из утилизируемых АПЛ — в 2009 г., а их утилизацию — в 2010 г.

Окончательная разделка реакторных блоков и установка сформированных реакторных отсеков в ПДХ в губе Сайда, т. е. полное приведение утилизируемых АПЛ в безопасное состояние, может быть завершена в 2014 г.

Радиационный потенциал, накопленный на АПЛ, выведенных из эксплуатации, в результате выгрузки ОЯТ снизится более чем в десять раз.

Для завершения утилизации АПЛ в обозначенные сроки необходимо решить ряд проблем, в том числе:

- подготовить и провести утилизацию АПЛ класса «Папа»;
- обеспечить выгрузку отработавшей выемной части (ОВЧ) из реактора АПЛ класса «Альфа» № 910;
- принять решение о дальнейшей судьбе затонувшей АПЛ класса «Ноябрь».

На 1 июля 2007 г. в Северо-Западном регионе из эксплуатации выведено 28 судов АТО. Прежде они обеспечивали выгрузку ОЯТ из ядерных реакторов АПЛ, размещение его в бортовых хранилищах, прием и хранение РАО, организацию радиационного контроля персонала и проведение дезактивационных работ.

Основные типы судов АТО и их назначение приведены в табл. 1.9.

В основном все суда АТО были построены в 1960—1970 гг., поэтому в настоящее время они имеют значительный износ корпусных конструкций, переставших вследствие этого быть защитными барьерами на пути миграции радионуклидов из бортовых хранилищ ОЯТ и РАО. Дальнейшее нахождение судов на плаву с выработавшими ресурс системами обеспечения непотопляемости ведет к увеличению вероятности радиоэкологических инцидентов и ставит утилизацию судов АТО в ряд безотлагательных мероприятий. В то же время разделка судов АТО и прежде всего их хранилищ ОЯТ и РАО затруднена имеющимися в них повышенными уровнями излучений. Эта разделка будет сопровождаться образованием большого количе-

ства ТРО (примерно 200 м³ от каждой ПТБ проекта 326М), а также ЖРО сложного физико-химического состава. Мощностей для переработки и хранения этих РАО в регионе нет, что вынуждает признать в настоящее время приоритетным обеспечение их безопасного хранения на плаву (до передачи на утилизацию).

Таблица 1.9. Типы и назначения выведенных из эксплуатации судов АТО

Класс судна	Количество	Назначение
Плавучие технические базы (ПТБ) проекта 326М, ПТБ «Лепсе», «Володарский»	6	Выгрузка, временное хранение и транспортировка отработавшего ядерного топлива АПЛ и атомных ледоколов
Технологические наливные танкеры (ТНТ) проекта 1783, классов «Зея», «Вала»	6	Прием, временное хранение и транспортировка ТРО и ЖРО, образующихся при эксплуатации АПЛ
Плавучая контрольно-дозиметрическая станция (ПКДС)	1	Радиационный контроль персонала и обеспечение санитарно-пропускного режима при ремонте АПЛ, а также сбор ЖРО, образующихся в процессе дезактивации и при работе санпропускника
Плавучие емкости ПЕК-50	15	Прием и временное хранение ЖРО

Следует также учесть, что опыт комплексной утилизации судов АТО в России отсутствует. Выполнялись только неотложные работы по обеспечению их безопасного хранения на плаву.

Суда АТО по архитектурному облику, конструкции, габаритным характеристикам и водоизмещению существенно отличаются друг от друга (рис. 1.10 и 1.11). Это необходимо учитывать при планировании утилизационных работ. Но главным различием является количество хранилищ разного типа и их наполнение на судах АТО.



Рис. 1.10. Плавающая техническая база проекта 326М



Рис. 1.11. Плавающая контрольно-дозиметрическая станция

Если исключить из рассмотрения проблемы утилизации ПТБ «Лепсе» с отработавшим ядерным топливом на борту (этому посвящен следующий подраздел), то главные сложности утилизации судов АТО можно охарактеризовать следующим образом:

- в хранилищах ПТБ находятся высокоактивные гильзы системы управления и защиты (СУЗ), технология выгрузки которых не разработана;
- с ПТБ предстоит удалить ЖРО сложного химического состава, а технологических средств для переработки таких ЖРО нет;
- один танкер (ТНТ-8) находится в затопленном состоянии, и его нужно поднимать;
- отсутствует обоснованный и утвержденный вариант оптимальной утилизации ПТБ;

- отсутствует береговое хранилище для размещения крупногабаритных фрагментов утилизированных судов АТО;
- отсутствует технология утилизации ТНТ и ПКДС; для ее разработки необходимы данные по радиационной обстановке на этих судах, которые могут быть получены путем радиационного обследования.

В наибольшем количестве на судах АТО накоплены низкоактивные РАО. На рис. 1.12 и 1.13 показаны суммарные (имеющиеся плюс прогнозные) активности твердых и жидких низкоактивных отходов на ПТБ и танкерах АТО.

Относительно состояния ПКДС имеются следующие суммарные данные:

- накопленных ТРО нет, от утилизации судов ожидается 100 т низкоактивных ТРО;
- накопленных ЖРО — 24 м^3 (все низкоактивные), от утилизации ожидается еще 50 м^3 ЖРО;
- суммарный (имеющийся плюс прогнозный) радиационный потенциал РАО ПКДС составляет $0,5 \cdot 10^{10}$ Бк.

Суммарная характеристика объемов жидких и твердых РАО, имеющих на судах и тех, которые будут получены в результате утилизации, представлена на рис. 1.14.

Еще один потенциальный источник поступления ТРО и ЖРО — малотоннажные плавучие емкости (ПЕК). Всего имеется 15 ПЕК-50, но на плаву только 4 (11 ПЕК затоплены).

Относительно утилизации ПЕК-50 имеются следующие суммарные (для всех 15 емкостей) данные:

- накопленных ТРО нет, от утилизации ПЕК ожидается примерно 150 т низкоактивных ТРО;
- высокоактивных ЖРО нет, от утилизации ПЕК ожидается примерно 150 т низкоактивных ЖРО;
- суммарный радиационный потенциал РАО всех ПЕК составляет $7,2 \cdot 10^9$ Бк.

Одной из наиболее сложных задач утилизации ПТБ является обращение с хранилищами ОЯТ. Применительно к ПТБ проекта 326М эта технологическая операция может быть выполнена по различным вариантам:

1. Удаление (вырезка) хранилища из корпуса судна, его герметизация и передача сформированного блока на хранение. Такой блок будет иметь габариты $13 \times 10 \times 5$ м и массу около 1300 т. Оставшаяся часть судна утилизируется.

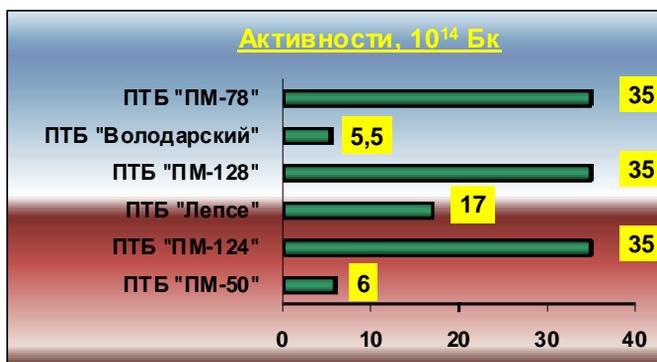


Рис. 1.12. Радиационный потенциал низкоактивных РАО на плавучих технических базах

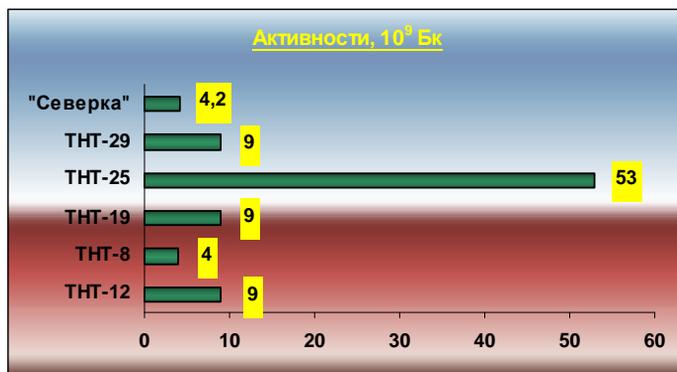


Рис. 1.13. Радиационный потенциал низкоактивных РАО на танкерах АТО

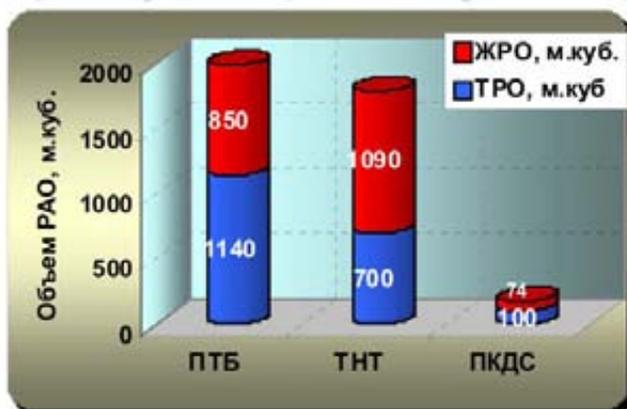


Рис. 1.14. Объемы ЖРО и ТРО на ПТБ, танкерах АТО и ПКДС

2. Демонтаж и дезактивация баков, демонтаж (разрезка) стальной защиты хранилища. В этом случае потребуется применение специальной технологии дезактивации внутренних поверхностей хранилища и удаления донных осадков, а также резки толстостенных (до 0,5 м) стальных конструкций защиты. Реализация этого варианта позволит направить на переплавку около 400 т стали. При этом на хранение передаются только демонтированные баки, что существенно уменьшит объем хранения по сравнению с вариантом 1.

3. Демонтаж и компактирование баков, дезактивация и разрезка конструкций стальной защиты хранилища. В этом случае также потребуется специальная технология кондиционирования, упаковки и хранения ТРО.

В настоящее время нет предпроектных проработок по выбору оптимального варианта утилизации ПТБ и прежде всего их хранилищ ОЯТ, которые представляют собой сложные толстостенные металлические конструкции большой массы. Поэтому представляется необходимым осуществить соответствующий проект, который позволит минимизировать объем ТРО, суммарные затраты на обращение с ТРО и дозовые нагрузки на персонал.

Состояние и проблемы утилизации ПТБ «Лепсе»

Среди судов АТО, выведенных из эксплуатации, наиболее опасным объектом является ПТБ «Лепсе»: на ней сосредоточено около 70% радиационного потенциала всех судов АТО. В хранилищах ПТБ «Лепсе» размещено 639 отработавших тепловыделяющих сборок, большая часть которых имеет повреждения, и их извлечение из хранилища и последующее обращение с ними является сложной и радиационно-опасной операцией, регламент проведения которой до настоящего времени не разработан.

Судно «Лепсе» было заложено в 1934 г. как обычный сухогруз, но его строительство не было завершено, и оно никогда не использовалось для этой цели. В 1961 г. оно было переоборудовано в плавучую техническую базу по проекту 325 и приписано к флоту Мурманского морского пароходства. С тех пор его основной задачей было обеспечение выгрузки и временного хранения отработавшего ядерного топлива, извлекаемого из реакторов атомных ледоколов. Судно было оснащено специальной оснасткой, грузоподъемными механизмами, хранилищем отработавшего ядерного топлива (на рис. 1.15 оно обозначено цифрой 1) и резервуарами для сбора и хранения жидких радиоактивных отходов. Кроме того, на нем были оборудованы мастерские для выполнения технологических операций с реакторным оборудованием.

Главные размеры ПТБ:

- наибольшая длина — 88,0 м;
- наибольшая ширина — 17,1 м;

- высота борта на миделе — 9,9 м;
- средняя осадка с полным грузом — 6,5 м;
- водоизмещение с полным грузом — 5600 т.

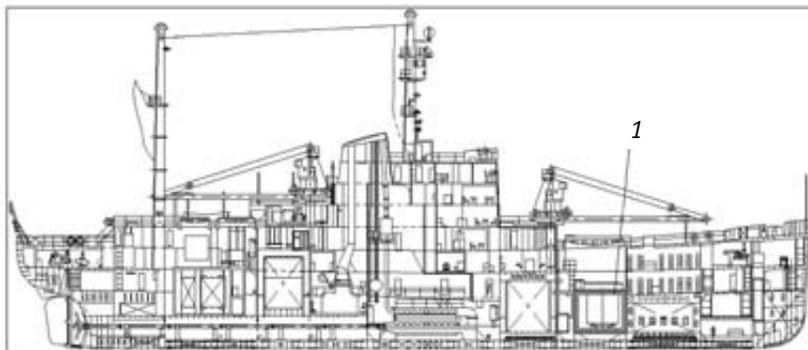


Рис. 1.15. Плавающая техническая база «Лепсе»

В 1990 г. ПТБ «Лепсе» была снята с активной эксплуатации и переведена в разряд «стоечных» судов с сохранением работоспособности основного двигателя. В 1999 г. было принято решение о переводе «Лепсе» в разряд несамоходных плавучих временных хранилищ ОЯТ. Для этого в доке на СРЗ «Нерпа» было проведено обследование корпуса судна. Были сняты валы винтов и заглушены все забортные отверстия в корпусе, кроме обеспечивающих живучесть судна (пожарных, водоотливных и других систем).

Техническое состояние корпусных конструкций судна определено на основании его осмотра группой специалистов АО «Атомэнерго», управления атомного флота ОАО «Мурманское морское пароходство», личного состава и ООО «Диакор» в 2006 г. Состояние основных элементов судна таково.

Износ корпуса не превышает 16% за исключением килевого пояса наружной обшивки в кормовой оконечности и скулового пояса наружной обшивки, износ которых достигает 29%.

Носовой кран грузоподъемностью 12 т, расположенный над хранилищем отработавшего ядерного топлива, находится в ремонте. Кормовой кран грузоподъемностью 12 т выведен из действия и находится в нерабочем состоянии.

Энергетическая установка:

- главный дизель мощностью 2000 л. с. выведен из действия;

- из четырех вспомогательных дизель-генераторов (по 100 кВт каждый) три в строю, один в ремонте;
- аварийный дизель-генератор мощностью 50 кВт находится в работоспособном состоянии.

Все трубопроводы и системы, которые обеспечивают работоспособность вспомогательной энергетической установки и санитарного пропускника, а также механизмы и системы, обеспечивающие ядерную безопасность, пожарную безопасность и живучесть, находятся в работоспособном состоянии.

В настоящее время судно находится в отстое у причала предприятия «Атомфлот», занимающегося техническим обслуживанием атомного ледокольного флота. Радиационная обстановка на ПТБ «Лепсе» такова, что постоянное пребывание экипажа на судне невозможно, и его безопасность обеспечивается береговой вахтенной службой, которая периодически осуществляет обходы судна и ведет постоянный радиационный контроль с корабельных датчиков, обобщенный сигнал от которых выведен на береговой пост.

Срок действия документов Инспекции российского морского регистра судоходства по атомным судам, подтверждающих возможность хранения на плаву ПТБ «Лепсе», истек в начале 2009 г.

Характеристика хранилища ОЯТ и находящихся там ОТВС. Основным источником ядерной и радиационной опасности на ПТБ «Лепсе» является блок хранения ОЯТ, включающий непосредственно хранилище ядерного топлива и группу вспомогательных помещений, где расположены системы и механизмы, обслуживающие хранилище. Хранилище (рис. 1.16) представляет собой два бака, которые расположены побортно в помещении с биологической защитой, выполненной из углеродистой стали, плакированной с обеих сторон листами нержавеющей стали. Толщина стенок биологической защиты 380—450 мм. Для создания дополнительного барьера, упрочняющего конструкцию хранилища, проведено омоноличивание межбакового пространства, объем которого составляет 11 м³, бетонной смесью на основе портландцемента.

Каждый бак хранилища представляет собой цилиндр диаметром 3580 мм и высотой 3440 мм с коническим дном, выполненный из стали толщиной 10 мм. К баку приварена верхняя трубная доска, в отверстия которой вставлены и приварены стальные пеналы для ОТВС. В нижней части бака имеется трубная решетка, в отверстия которой входят нижние части пеналов. В каждом баке находится 366 пеналов с наружным диаметром 76 мм и длиной 2910 мм, расположенных по концентрическим окружностям.

Над баком установлена поворотная плита с координатно-наводящим устройством, позволяющим избирательно осуществлять доступ к пеналам и сборкам, намеченным к перегрузке.

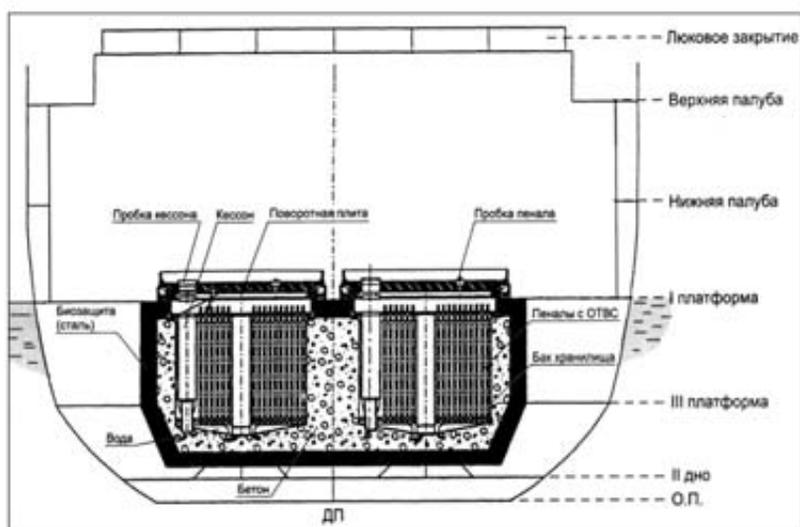


Рис. 1.16. Хранилище отработанного ядерного топлива

На периферии каждого бака расположены кессоны, первоначально предназначенные для хранения ионообменных фильтров, но в дальнейшем частично заполненные ОЯТ. Размеры кессона: высота — 3060 мм, внутренний диаметр — 485 мм, диаметр нижней части — 290 мм.

Стальной корпус хранилища ОЯТ имеет вид параллелепипеда (5,8×11,5×5,7 м) с толщиной стенок и верхней плиты от 380 до 450 мм. Такие габаритные размеры и конструктивные особенности хранилища ОЯТ исключают возможность разделки его на фрагменты. Масса хранилища ОЯТ составляет 450 т (из них около 200 т — бетон в межбаковом пространстве). Вырезать хранилище целиком и поставить его на хранение с последующим захоронением также невозможно, так как необходим защитный контейнер, внутренние размеры которого должны быть 6,5×12×6,5 м. Общая масса такого контейнера с хранилищем составит около 500 т.

В баках хранилища и кессонах ПТБ «Лепсе» размещены ОЯТ (суммарная активность примерно $2,8 \cdot 10^{16}$ Бк).

Представление о сроках хранения ОЯТ на ПТБ «Лепсе» дает диаграмма, представленная на рис. 1.17.

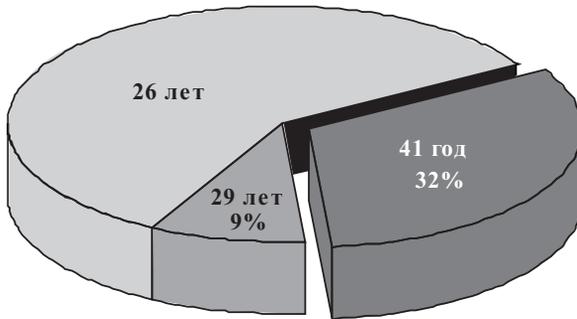


Рис. 1.17. Сроки хранения ОТВС

Характеристика и условия хранения РАО. Основное количество жидких РАО на ПТБ «Лепсе» содержится в переполнительной цистерне, пеналах ОТВС и баках хранилища. В переполнительной цистерне находятся $3,0 \text{ м}^3$ воды, в 639 пеналах ОТВС — $0,3 \text{ м}^3$ воды, в баках хранилища — 48 м^3 воды с удельной активностью $4,0 \cdot 10^{12}$ Бк. Технологические цистерны № 2, 3, 8, 9 предназначенные для хранения ЖРО, осушены. Осадок на дне цистерн забетонирован. Твердые радиоактивные отходы размещены в контейнерах. В помещении хранилища ОТВС находится 27 контейнеров с ТРО.

Сводные данные о РАО, накопленных в настоящее время на ПТБ, и тех, которые образуются в процессе утилизации (прогноз), представлены в табл. 1.10.

Таблица 1.10. Оценки накопленных РАО и образующихся при утилизации ПТБ «Лепсе»

Тип ТРО	Низкоактивные отходы (НАО)		Среднеактивные отходы (САО)		Высокоактивные отходы (ВАО)	
	м^3	Бк	м^3	Бк	м^3	Бк
<i>ТРО</i>						
Накопленные	224	$2,7 \cdot 10^9$	373	$8,3 \cdot 10^{14}$	73	$4 \cdot 10^{13}$
Образующиеся	116	$1,4 \cdot 10^9$	277	$6,1 \cdot 10^{14}$	7	$1,5 \cdot 10^{13}$
<i>Всего</i>	<i>340</i>	<i>$4,1 \cdot 10^9$</i>	<i>650</i>	<i>$1,4 \cdot 10^{15}$</i>	<i>80</i>	<i>$5,5 \cdot 10^{13}$</i>
<i>ЖРО</i>						
Накопленные	—	—	48	$4,0 \cdot 10^{12}$	3,3	$2,5 \cdot 10^{14}$
Образующиеся	200	$7,2 \cdot 10^9$	—	—	—	—
<i>Всего</i>	<i>200</i>	<i>$7,2 \cdot 10^9$</i>	<i>48</i>	<i>$4,0 \cdot 10^{12}$</i>	<i>3,3</i>	<i>$2,5 \cdot 10^{14}$</i>

Суммарный радиационный потенциал (без учета потенциала ОЯТ) составляет $1,7 \cdot 10^{15}$ Бк. Около 80% твердых радиоактивных отходов останется в составе блоков хранения и только примерно 20% будет вывезено на переработку.

Суммарная активность продуктов деления и активации в баках хранилища ОЯТ оценивается значением более $2,0 \cdot 10^{16}$ Бк, однако требует уточнения, так как в различных источниках приводятся существенно различающиеся данные. Такое уточнение будет произведено в рамках работ, выполняемых в настоящее время Автономной некоммерческой организацией «Аспект-Конверсия».

Радиационная обстановка. В различных частях судна наличествуют достаточно высокие уровни гамма-излучения. В 1984 г. вследствие сильного крена судна при качке (до 45°) радиоактивная вода проникла в помещение хранилища ОЯТ и межбаковое пространство, так как конструктивно не были предусмотрены уплотнения между поворотными плитами и баками. Для ликвидации этого радиационного инцидента вода в межбаковом пространстве была отверждена укладкой в это пространство бетонной смеси на основе фосфатостойкого низкоалюминатного портландцемента. Кроме ликвидации воды это привело также к созданию дополнительного биологического инженерного барьера, улучшающего радиационную обстановку в хранилище ОЯТ, и упрочнению баков хранилища с находящимися в них ОТВС.

В 2002 г. в связи с ухудшением радиационной обстановки в носовой части судна под дном и вокруг технологической цистерны № 1, предназначенной для сбора ЖРО с ледоколов, был сформирован биологический и иммобилизационный барьер из бетонной смеси, аналогичной по составу уложенной в межбаковое пространство.

Несмотря на все работы, выполненные в предыдущие годы, радиационная обстановка на судне осталась весьма неблагоприятной:

- в носовой части судна зарегистрированы высокие значения мощности дозы гамма-излучения от хранилища ОЯТ;
- в хранилище ОЯТ обнаружен высокий уровень бета-загрязнения;
- в кормовой части судна в производственных помещениях контролируемой зоны имеются загрязненные спецсистемы и оборудование (мощность дозы гамма-излучения там на порядки меньше, чем в носовой части судна).

С целью прояснения радиационной обстановки на ПТБ «Лепсе» в феврале 2006 г. силами ОАО «Мурманское морское пароходство» было проведено комплексное радиационное обследование судна по всем палубам и помещениям. Обобщенно радиационную обстановку по уровню гамма-излучений в различных частях ПТБ «Лепсе» можно характеризовать следующими показателями:

- помещения контролируемой зоны в корме — 50—150 мкЗв/ч;
- помещения технологических цистерн — 150—2500 мкЗв/ч;
- открытые палубы контролируемой зоны — 2—300 мкЗв/ч;
- открытые палубы наблюдаемой зоны — 0,1—1,0 мкЗв/ч;
- производственные помещения наблюдаемой зоны — 15—30 мкЗв/ч.

Мощность дозы гамма-излучения на поворотных плитах баков хранилищ:

- левый борт над плитой при закрытых пробках — 500—2000 мкЗв/ч;
- правый борт над плитой при закрытых пробках — 300—1000 мкЗв/ч;
- в районе электродвигателей поворотного механизма — 1000—4000 мкЗв/ч.

Мощность дозы при открытой пробке над пеналом с ОТВС — 20—50 мЗв/ч.

Радиоактивное загрязнение поверхностей хранилища ОЯТ — 60—6000 β -частиц/(см²мин).

Для обеспечения работ по выгрузке ОТВС из хранилища ПТБ «Лепсе» необходимо создать определенные условия и выполнить ряд требований, основными из которых являются:

- создание специального укрытия на ПТБ, являющегося защитным барьером для окружающей среды во время выгрузки ОЯТ; укрытие должно быть оборудовано системами обеспечения жизнедеятельности персонала и производственными системами электроэнергии, теплоснабжения (во избежание замерзания воды в хранилище в зимнее время), водоснабжения, сжатого воздуха, связи, наблюдения и т. д.;
- создание поста загрузки ОТВС в чехлы, размещенные в транспортном контейнере типа ТК-18, поста управления работами, а также защитной камеры в хранилище ОТВС;
- проведение работ по нормализации радиационной обстановки на ПТБ: удаление из хранилища контейнеров ТРО, технологического оборудования и оснастки, не используемых в процессе выполнения работ, деактивация помещений, плит КНУ (в том числе нанесение защитных пленочных покрытий);
- восстановление работоспособности приводов КНУ;
- подготовка, обучение, аттестация персонала.

Состояние и проблемы утилизации ТАРК «Адмирал Ушаков»

Ожидающий утилизации тяжелый атомный ракетный крейсер (ТАРК) «Адмирал Ушаков» был построен на Балтийском судостроительном заводе по проекту Северного ПКБ (Ленинград) и спущен на воду в 1979 г. В 1980 г.

он вошел в состав ВМФ, а с 1999 г. находится у причальной стенки машиностроительного предприятия (МП) «Звездочка» в Северодвинске, ныне — Открытое акционерное общество «Центр судоремонта “Звездочка”» (ЦС «Звездочка») (рис. 1.18).



Рис. 1.18. Тяжелый атомный ракетный крейсер «Адмирал Ушаков» у причальной стенки МП «Звездочка»

В 2002 г. ТАРК был выведен из состава ВМФ и ожидает утилизации. Жизненный цикл корабля с момента спуска на воду по настоящее время представлен на рис. 1.19.

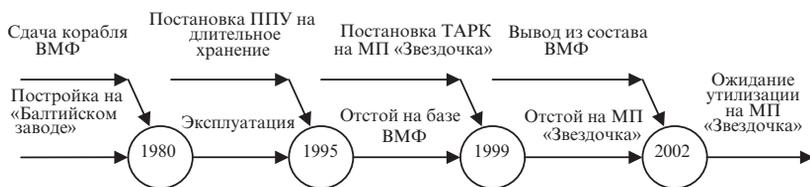


Рис. 1.19. Этапы жизненного цикла ТАРК

Несмотря на то что массогабаритные характеристики ТАРК и АПЛ (например, класса «Тайфун») достаточно близки (табл. 1.11), использовать в полной мере опыт утилизации АПЛ при утилизации ТАРК не всегда возможно. В частности, габариты крейсера не позволяют поставить его в наливную камеру МП «Звездочка» без разрезки на плаву. Опыта уникальных операций по разрезке кораблей на плаву в России нет, как нет соответствующего оборудования и освоенных технологий подводной резки толсто-

стенных конструкций. Использование завода СМП невозможно из-за занятости этого предприятия другими проектами.

Таблица 1.11. Сравнительные характеристики ТАРК и АПЛ некоторых проектов

Характеристика	АПЛ класса «Виктор»	АПЛ класса «Тайфун»	ТАРК
Ширина наибольшая, м	10,8	23,3	28,5
Осадка, м	7,8	11,5	11,0
Водоизмещение (надводное/подводное), т	4780/7250	23 200/48 000	24 300
Тип паропроизводящей установки (ППУ)	ОК-300	ОК-650	КН-3
Количество ППУ	2	2	2

Состояние ТАРК. С момента постройки корабля в 1980 г. до настоящего времени средний ремонт корабля не проводился. В 1998 г. было осуществлено докование с выполнением минимального объема работ, обеспечивающих перевод крейсера в Северодвинск.

Длительное нахождение ТАКР без проведения необходимых работ для поддержания работоспособности систем и механизмов отрицательно сказалось на их техническом состоянии. Особо опасным является то, что функционирование систем и механизмов, обеспечивающих живучесть ТАРК, не соответствует требованиям безопасности.

Стационарная противопожарная водяная система корабля не в строю. Штатные стационарные системы (водоотливная, осушения, перепуска и др.) неработоспособны. Глубокая коррозия труб и уплотнительных соединений на системах забортной воды может привести к поступлению забортной воды в помещения корабля, а в предельных случаях — к опрокидыванию или затоплению корабля.

В настоящее время, когда крейсер находится у причальной стенки МП «Звездочка», для борьбы с поступлением воды внутрь его корпуса на борту имеются предоставленные СРЗ три насоса с воздушным приводом. Воздух низкого давления для обеспечения работы осушительных насосов подается от берегового источника. Обслуживание технологических систем осуществляется сокращенным составом экипажа корабля, ранее не имевшим дела с эксплуатацией подобных систем.

Электроэнергия для обеспечения корабельных потребителей также подается от берегового источника.

По результатам водолазного осмотра установлено, что корабль при малой воде бульбовым обтекателем носовой части более чем на 0,5 м уходит в грунт, создавая крен до $4,5^\circ$ на правый борт.

Доковый ремонт крейсера был выполнен в 1991 г. В 1998 г. с использованием плавучего дока ВМФ в Мурманской области произведено докование корабля с выполнением минимального объема работ, обеспечивающих его перевод в Северодвинск. В связи с отсутствием финансирования докование с тех пор не проводилось, хотя в соответствии с документацией оно должно проводиться раз в пять лет. Таким образом, превышены допустимые сроки докования и проведения ремонта. При этом забортная арматура находится в плохом техническом состоянии.

Состояние паропроизводящей установки. Основные конструктивные отличия ППУ ТАРК от ППУ АПЛ:

- диаметр реактора в 1,35 раза больше, чем на АПЛ третьего поколения;
- высота топливной части выше на 200 мм;
- количество отработавших тепловыделяющих сборок в 1,7 раза больше.

Ядерное топливо, загруженное в 1979 г., из реакторов не выгружалось ни разу и находится там более 27 лет.

Паропроизводящая установка корабля находится в режиме длительного хранения в соответствии с требованиями технологических указаний Опытного конструкторского бюро машиностроения им. И. И. Африкантова (ОКБМ). Инструкция «длительного хранения» позволяет обеспечивать, поддерживать и контролировать водно-химический режим и параметры (давление, уровень в компенсаторах объема, температуру) первых контуров ППУ. Срок постановки ППУ корабля на длительное хранение закончился в апреле 2006 г. Проектант установки (ОКБМ) продлил срок длительного хранения ППУ до декабря 2006 г. при условии сохранения водного режима и выгрузки ОЯТ в 2006 г. Выгрузка ОЯТ в установленные сроки осуществлена не была.

Состояние ППУ ТАРК на 1 января 2007 г.:

- общая активность ППУ — $4,33 \cdot 10^{16}$ Бк ($1,16 \cdot 10^6$ Ки), в том числе ОЯТ: продукты деления — $3,7 \cdot 10^{16}$ Бк (10^{16} Ки); актиноиды — $2,3 \cdot 10^{15}$ Бк ($6,2 \cdot 10^4$ Ки);
- состояние активных зон (загрузка 1979 г.): № 1 — нормальное состояние (топливо герметично); № 2 — допустимое состояние (частичная разгерметизация отработавших тепловыделяющих сборок по результатам анализа активности воды первого контура).

Детальный анализ отобранных проб воды из контуров ЯЭУ производился в апреле 1996 г. при постановке ППУ на длительное хранение. Водный режим первого контура ППУ организован в соответствии с требованиями ОКБМ.

Гидравлические испытания первых контуров проведены на ППУ № 1 в 1990 г., на ППУ № 2 — в 1989 г. Первые контуры герметичны.

ППУ переведены в ядерно-безопасное состояние. Арматура на системах газа высокого давления, подпитки, газоудаления, отбора проб и дренажа переведена на ручное управление, закрыта и опломбирована. Системы второго и третьего контуров находятся в штатном режиме хранения. Состояние остальных систем ППУ соответствует режиму их хранения согласно эксплуатационной документации.

Температура в помещениях поддерживается в соответствии с проектной документацией не ниже +5°C. Контроль радиационной обстановки организован с помощью штатных и переносных приборов. Обеспечен контролируемый доступ в помещения реакторного отсека.

Одним из основных отличий утилизации ТАРК от утилизации АПЛ являются объемы образующихся при утилизации РАО и ТО.

РАО, образующиеся при утилизации НК с ЯЭУ. Соотношение ЖРО, образующихся при утилизации НК с ЯЭУ и различных проектов АПЛ (теплоноситель первого контура и технологические воды третьего контура) представлены на рис. 1.20 и в табл. 1.12.

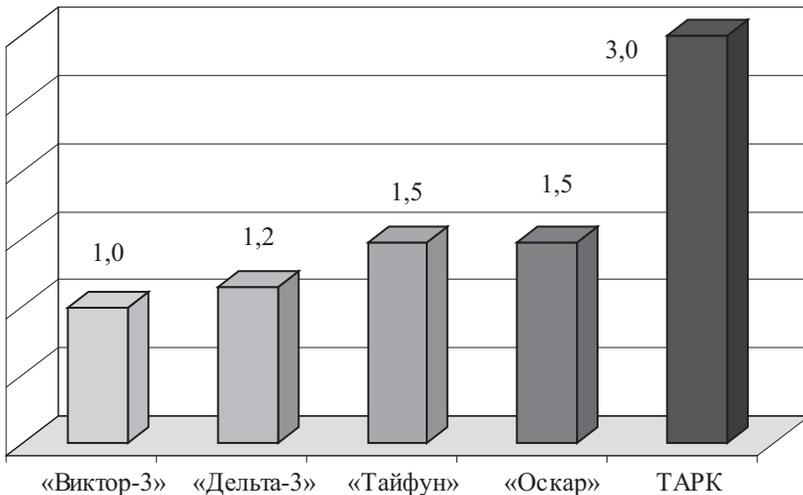


Рис. 1.20. Соотношение ЖРО, образующихся при утилизации НК с ЯЭУ и различных проектов АПЛ (теплоноситель первого контура и технологические воды третьего контура)

Таблица 1.12. Виды и количество ЖРО, образующихся при утилизации ТАРК и различных проектов АПЛ, м³

ЖРО	АПЛ класса «Виктор-3»	АПЛ класса «Дельта-3»	АПЛ класса «Тайфун»	АПЛ класса «Оскар»	ТАРК (ориентировочно)
Теплоноситель первого контура и технологические воды третьего контура	65,0	75,0	96,0	96,0	200,0
Отработавшие дезактивирующие растворы (дезактивация реакторного отсека и технологической оснастки)	20,0	20,0	20,0	20,0	30,0
Технологические воды из цистерн грязной воды и трюмов (техническая вода)	5,0	10,0	10,0	10,0	24,0

Таблица 1.13. Виды и количество ТРО, образующихся при утилизации НК с ЯЭУ и различных проектов АПЛ, м³

ТРО	АПЛ класса «Виктор»	АПЛ класса «Дельта»	АПЛ класса «Тайфун»	АПЛ класса «Оскар»	ТАРК (ориентировочно)
Оборудование ЯЭУ (металлоконструкции, трубопроводы и др.)	6,0	6,0	10,0	10,0	15,0
Изолирующие покрытия, средства индивидуальной защиты, пробка, асбестовая ткань и т. п.	3,0	8,0	8,0	5,0	10,0
Обрезка кабеля, дренажные шланги «грязной воды», резиновое покрытие, пластикат и т. п.	20,0	30,0	30,0	20,0	30,0
<i>Итого</i>	<i>29,0</i>	<i>44,0</i>	<i>48,0</i>	<i>35,0</i>	<i>55,0</i>

Виды и количество твердых радиоактивных отходов, образующихся при утилизации НК с ЯЭУ и различных проектов АПЛ, приведены в табл. 1.13. На основании приведенных данных можно констатировать, что при утилизации ТАРК потребуется разработка комплекса специальных мероприятий и технологической схемы по обращению с повышенным количеством образующихся РАО, которые подлежат переработке на специализированных объектах МП «Звездочка». Частично отходы могут храниться на площадке временного хранения МП «Звездочка» до вывоза на региональный объект захоронения ТРО.

Токсичные отходы, образующиеся при утилизации НК с ЯЭУ. Утилизация НК с ЯЭУ будет сопровождаться образованием жидких, твердых и газообразных материалов, содержащих токсичные вещества, представляющие опасность для персонала, населения и природной среды: атмосферы, водоемов, почвы. Ориентировочное количество токсичных промышленных отходов, образующихся при утилизации ТАРК, приведено в табл. 1.14.

Таблица 1.14. Ориентировочное количество жидких и твердых токсичных промышленных отходов, образующихся при утилизации НК класса «Адмирал Ушаков», по классам опасности, т

Отходы	Класс опасности отходов				
	1-й*	2-й*	3-й*	4-й*	5-й*
Жидкие (штатные рабочие среды ТАРК, промывные воды с нефтепродуктами и остатками рабочих сред, хозяйственно-бытовые сточные воды от производственных цехов и объектов, занятых на утилизации)	—	5	192	—	—
Твердые (кабель; резиновые, стеклопластиковые, изоляционные материалы; полимерные материалы; асбестосодержащие материалы; смолы; адсорбенты; прокладочные материалы; ткани; сухие отвержденные лакокрасочные покрытия)	—	—	360	2 242	2 084
Твердые (люминесцентные лампы), шт.	11 415	—	—	—	—

* Класс опасности отходов: 1-й — чрезвычайно опасные; 2-й — высокоопасные; 3-й — умеренно опасные; 4-й — малоопасные; 5-й — практически не опасные.

Примечания: 1. Класс отходов определяется в соответствии с ГОСТ 12.1.007 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» и «Санитарными правилами по определению класса опасности токсичных отходов в производстве и потреблении» СП 2.1.7.1368-03.

2. Состав и количество токсичных промышленных отходов, образующихся при утилизации ТАРК, будут уточнены при разработке комплекта проектной документации.

Источником образования жидких токсичных отходов при утилизации НК с ЯЭУ являются: штатные рабочие среды корабля, промывные воды с нефтепродуктами и остатками рабочих сред, хозяйственно-бытовые сточные воды от производственных цехов и объектов, занятых на утилизации. Штатные рабочие среды включают нефтепродукты (дизельное топливо, масла различных марок), смазки различных типов (петролатум, парафин, церезин), кислоты, щелочи, пенообразователь, хладоны.

Ориентировочное количество жидких токсичных отходов для ТАРК, различных проектов АПЛ, судов АТО при утилизации приведено на рис. 1.21.

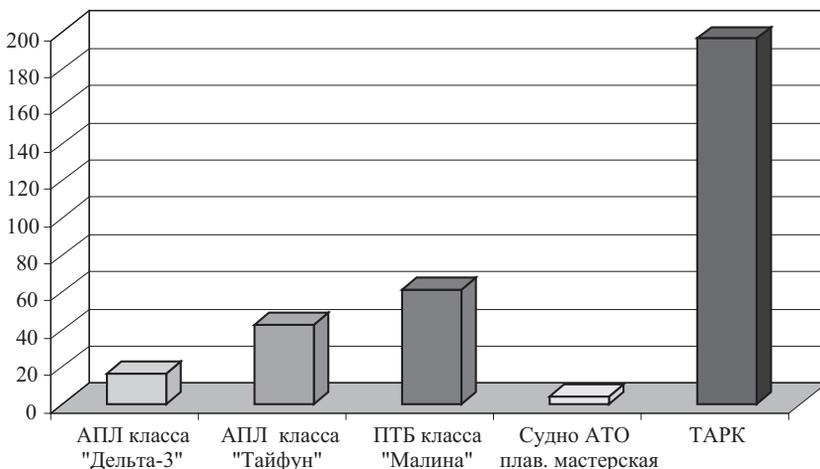


Рис. 1.21. Ориентировочное количество жидких токсичных отходов для ТАРК, различных проектов АПЛ и судов АТО при утилизации, т

Источники образования твердых токсичных отходов при утилизации надводного корабля: резина, стеклопластиковые материалы, изоляционные материалы, кабель, люминесцентные ртутьсодержащие лампы, полимерные материалы, асбестосодержащие материалы, смолы, адсорбенты, сухие отвержденные лакокрасочные материалы, прокладочные материалы, ткани. Как правило, это смешанные неразделимые материалы, составы или смеси с остатками клеевой основы, лакокрасочных материалов, металлической пыли.

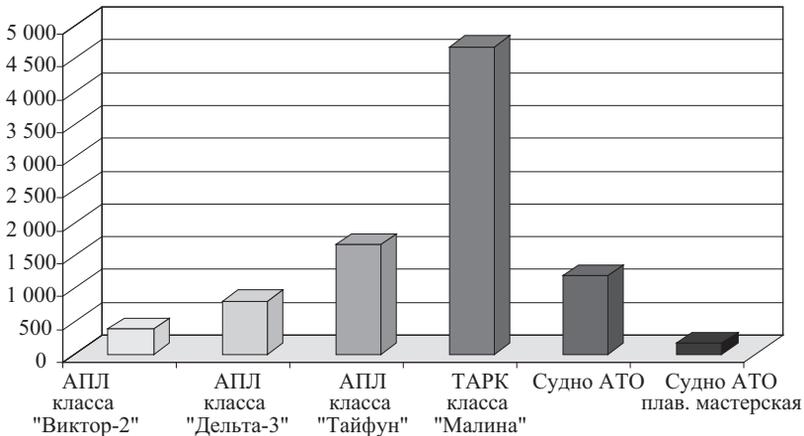


Рис. 1.22. Ориентировочное количество твердых токсичных отходов, образующихся при утилизации НК с ЯЭУ, различных классов АПЛ и судов АТО, т

Для исключения загрязнения почвы должны производиться организованный сбор твердых токсичных отходов на специальных площадках, упаковка в герметичные контейнеры и последующее размещение на хранение на площадке твердых промышленных отходов. Ориентировочное количество твердых токсичных отходов, образующихся при утилизации НК с ЯЭУ, различных классов АПЛ и судов АТО, приведено на рис. 1.22. Сводные данные по жидким и твердым токсичным отходам, образующимся при утилизации кораблей и судов, представлены в табл. 1.15.

Утилизация металлических конструкций. Отличительной конструктивной особенностью ТАРК от АПЛ при выполнении утилизации является наличие большого количества конструкций из алюминиево-магниевых сплавов АМг (на АПЛ класса «Виктор-2» — 26,0 т, на АПЛ класса «Дельта-3» — 28,0 т, на АПЛ класса «Оскар» — 34,8 т, на АПЛ класса «Тайфун» — 24,0 т, на ТАРК — до 600 т). В связи с высокой горючестью этих сплавов и большим объемом работ по их резке необходима разработка мероприятий по организации этих работ и приобретению специального оборудования.

Сравнительные характеристики по выходу черных и цветных металлов при утилизации АПЛ и ТАРК приведены в табл. 1.16. Соотношение выхода металла при утилизации ТАРК и разных проектов АПЛ показано на рис. 1.23.

Таблица 1.15. Сводная таблица по жидким и твердым токсичным отходам, образующимся при утилизации кораблей и судов, т

Класс опасности отходов	АПЛ класса «Виктор-2»	АПЛ класса «Дельта-3»	АПЛ класса «Дельта-4»	АПЛ класса «Оскар»	АПЛ класса «Тайфун»	ТАРК	Судно АТО класса «Малина»	Судно АТО проекта 326М
<i>Количество жидких токсичных промышленных отходов</i>								
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	1,79	4,40	7,25	9,18	11,65	5,00	—	—
3	88,90	12,15	112,46	212,10	31,20	191,56	61,55	4,22
4	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—
Итого	90,69	16,55	119,71	221,28	42,85	196,56	61,55	4,22
<i>Количество твердых токсичных промышленных отходов</i>								
1	0,80	1,71	1,50	1,27	5,54	11,42	1,00	0,30
2	—	30,55	—	—	—	—	210,82	—
3	6,12	68,83	35,86	32,16	80,71	360,00	457,95	—
4	24,77	714,82	68,87	57,63	105,10	2242,17	532,11	90,76
5	359,46	—	847,38	1258,91	1489,48	2083,52	—	81,86
Итого	391,15	815,91	953,61	1349,97	1680,83	4697,11	1201,88	172,92

Таблица 1.16. Сравнительные характеристики АПЛ и ТАРК по выходу черных и цветных металлов, т

Металлы	АПЛ класса «Виктор-2»	АПЛ класса «Дельта-1»	АПЛ класса «Оскар»	ТАРК
Черные	1631,0	3063,0	5830,0	До 8900,0
Цветные	301,6	377,8	753,9	До 2300,0

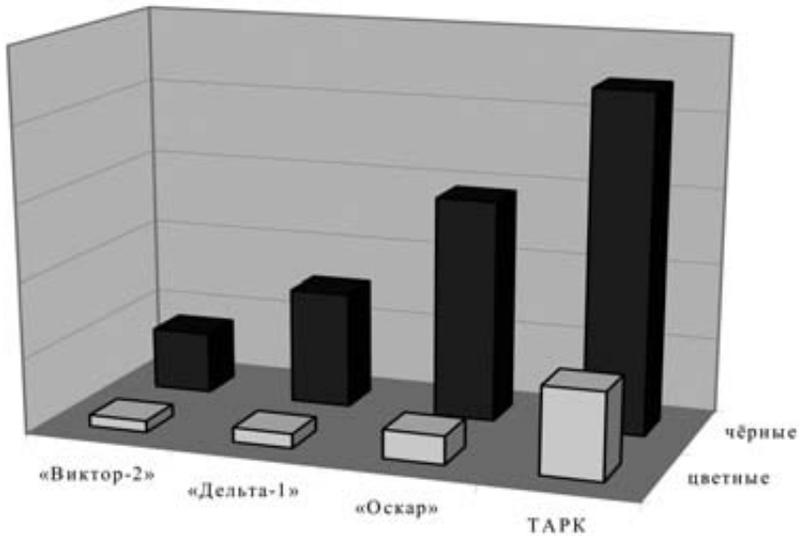


Рис. 1.23. Соотношения выхода металлов при утилизации надводного корабля и различных проектов АПЛ

Если следовать технологической цепочке обращения с АПЛ, после формирования реакторное помещение (РП) должно устанавливаться на опоры в ПДХ в губе Сайда. Массогабаритные характеристики формируемых при утилизации РО АПЛ и РП ТАРК представлены в табл. 1.17. Из сравнительного анализа габаритов различных РО и РП ТАРК следует, что они близки по величине, поэтому РП ТАРК принципиально может быть установлен в ПДХ в губе Сайда.

Таблица 1.17. Сравнительная характеристика РО АПЛ и РП ТАРК

Характеристика	АПЛ класса «Оскар»	АПЛ класса «Оскар А»	АПЛ класса «Тайфун»	АПЛ класса «Чарли-1»	АПЛ класса «Виктор-1»	ТАРК
Длина, м	13,5	13,5	12,0	6,0	9,7	15,0
Ширина, м	11,6	11,2	11,2	9,1	10,5	7,8
Высота, м	12,0	12,0	11,5	9,9	12,5	15,0
Масса, т	1510	1510	1080	800	800	1800
Количество опор	8	8	8	6	6	10

1.5.2. Бывшая техническая база в поселке Гремиха

Пункт временного хранения в поселке Гремиха (ПВХГ) расположен на Кольском полуострове на северо-восточном берегу Святоносского залива Баренцева моря. С востока залив ограничен полуостровом Святой Нос, выступающим на 8 миль к северо-северо-западу от материка. Карта-схема размещения ПВХГ представлена на рис. 1.24.

Глубина в средней части залива достигает 57 м, в непосредственной близости от береговой черты — местами до 20 м. Вдоль юго-западного берега лежат невысокие Иоканьские острова. Между островами и юго-западным берегом залива находится Иоканьский рейд.

Ближайшими населенными пунктами являются поселок Гремиха, находящийся в 0,7 км от объекта, и поселок Островной, расположенный на расстоянии 1,2 км от объекта (удаленность от жилых домов Островного — 1,5—2 км по прямой). В этих населенных пунктах проживают 3500 человек (в основном военнослужащие и их семьи). Железнодорожных и шоссейных магистралей, соединяющих эти населенные пункты с транспортной системой Кольского полуострова, нет. Доставку людей, продуктов питания и ремонтно-строительных материалов можно осуществлять только морским или воздушным путем. В 5 км от Островного расположена вертолетная площадка, воздушное сообщение нерегулярное и незначительное по объему. Грузовые перевозки осуществляются только морским транспортом. Железнодорожная станция, аэропорт и морской порт находятся в 400 км от объекта в Мурманске.

ОЯТ на ПВХГ находится на открытой площадке ПВХ ТРО. Точное количество ОТВС неизвестно, так как часть контейнеров не удалось вскрыть. По архивным и экспертным оценкам на ПВХГ находятся ОТВС ВВР, имеющие суммарный радиационный потенциал около $5,2 \cdot 10^{15}$ Бк. Это эквивалентно четырем активным зонам реакторов АПЛ первого поколения.

ОТВС ВВР на ПВХ ТРО. Состояние ОЯТ, хранящегося в ПВХ ТРО, можно охарактеризовать как крайне неудовлетворительное. Более 30 лет транспортные контейнеры типов ТК-6 и ТК-11 с ОТВС находятся на открытой площадке хранения ОЯТ и РАО без крыши или навеса (рис. 1.25). Многие контейнеры имеют разуплотненные крышки. Внутрь части контейнеров попала вода.

Конструкция и состояние контейнеров не позволяют использовать их для транспортировки ОТВС. Чтобы отправить ОЯТ для переработки на Федеральное государственное унитарное предприятие «Производственное объединение «Маяк»» (ПО «Маяк»), потребуются освидетельствование ОТВС, перетаривание их в современные чехлы в горячей камере, а затем вывоз с ПВХГ по штатной схеме.



Рис. 1.24. Карта-схема территории и акватории ПВХГ



Рис. 1.25. Открытая площадка хранения ОЯТ и РАО

ОТВС ВВР в здании. В отношении ОТВС ВВР, находящихся в семиместных чехлах (рис. 1.26) сооружения, ситуация более определенная. В чехлах в основном находится дефектное топливо:

- кривизна по длине больше допустимой (ОТВС свободно не устанавливаются в ячейки чехла);
- потеря конструктивной формы — распухание, вздутие, обрыв части твэлов;
- не исключено высыпание топливной композиции с образованием вторичных материалов при взаимодействии топлива с окружающей средой (воздух, вода, лед) или даже образование аморфной массы в воде из топлива и разрушенных элементов конструкций ОТВС.

В связи с этим обращение с ОТВС для их отправки на ПО «Маяк» требует разработки нестандартного специального оборудования и нестандартных схем транспортно-технологических операций.

Условия хранения ОТВС на ПВХ ТРО и в здании оцениваются как исключительно неблагоприятные; продолжаются неконтролируемое разрушение ОТВС и миграция радионуклидов на территорию и акваторию ПВХГ.

В связи с этим в рамках комплексного инженерного и радиационного обследования (КИРО) проведена оценка целостности твэлов ОТВС в трех контейнерах. В нижней части одного из них обнаружено изменение величины гамма-излучения ОТВС в сторону увеличения (эффект грыжи), что свидетельствует о нахождении там элементов топливной композиции (рис. 1.27).

Результаты обследований на этапе разработки СМП-1 привели к тому, что в качестве первоочередных мероприятий были рекомендованы работы, направленные на улучшение условий временного хранения ОЯТ. В декабре 2005 г. между ЕБРР и российскими организациями Всероссийским проектным и научно-исследовательским институтом комплексной энергетической технологии (ВНИПИЭТ), РНЦ КИ и Предприятием по обращению с радиоактивными отходами в Северо-Западном регионе России (СевРАО) был заключен контракт на разработку концептуального проекта по улучшению условий хранения ОЯТ. Желаемый результат должен быть получен за счет перемещения контейнеров и чехлов во временное укрытие (с разработкой вариантов дальнейшего обращения с ОЯТ).

Вывод: обращение с ОТВС, хранящимися в штатных условиях, требует разработки нестандартного специального оборудования (горячих камер) и нестандартных схем транспортно-технологических операций (робототехнических комплексов) для отправки ОТВС на ПО «Маяк».



Рис. 1.26. Чехол типа 24 с семью ОТВС ВВР в приемном гнезде № 1 здания 1

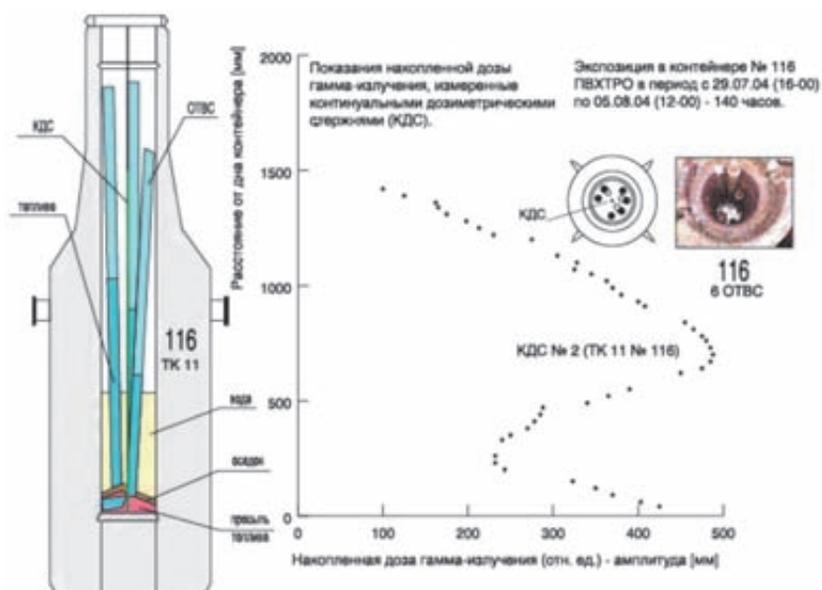


Рис. 1.27. Изменение накопленной дозы γ -излучения по высоте твэла ОТВС

ОЯТ реакторов с ЖМТ АПЛ класса «Альфа». На конец 2006 г. в специальных хранилищах типа 2 здания 1Б находились 8 отработавших выемных частей реакторов АПЛ класса «Альфа». Эти ОВЧ были выгружены в период с 1966 по 2006 г. Каждая ОВЧ хранится в чистом (нерадиоактивном) «замороженном» сплаве свинец-висмут в стальном контейнере, помещенном в отдельную бетонную шахту ячейки хранилища типа 2.

Хранилище типа 2 (рис. 1.28) представляет собой металлоконструкции в виде цилиндрического гнезда с воздуховодами. Вокруг металлоконструкций уложен слой бетона, служащего биологической защитой обслуживающего персонала от ионизирующих излучений активной зоны хранилища ОВЧ. Охлаждение ОВЧ осуществляется за счет естественной конвекции по специально сформированным воздуховодам.

Если мощность остаточных тепловыделений ОВЧ превышает 20 кВт, баки с такими ОВЧ временно помещают в хранилища типа 1 здания 1А. Отвод остаточных тепловыделений в этих хранилищах осуществляется посредством принудительной прокачки воздуха по специальным каналам охлаждения.

В здании 1А имеется два хранилища типа 1. В каждом из них может быть размещена одна ОВЧ. В настоящее время в одном из хранилищ находится ОВЧ, выгруженная в 2006 г. из реактора РБ № 120. После снижения мощности остаточных тепловыделений ОВЧ будет перемещена из хранилища типа 1 здания А в хранилище типа 2 здания 1Б.

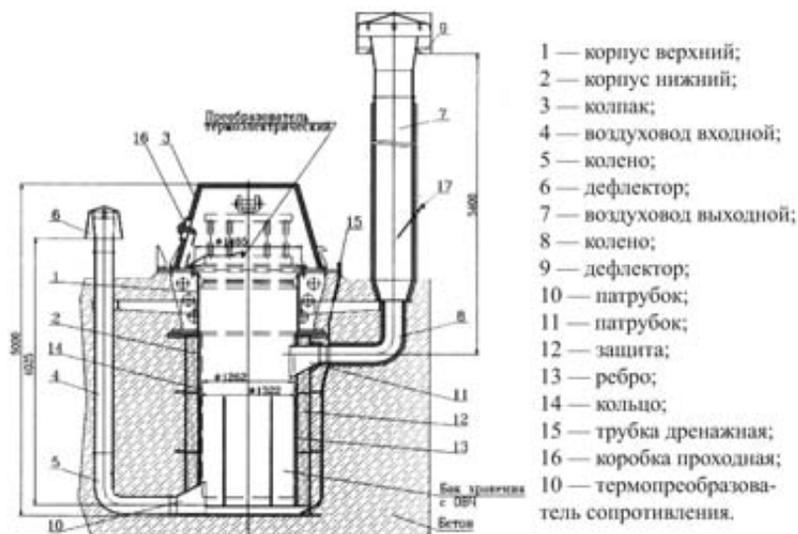


Рис. 1.28. Хранилище ОВЧ

Условия хранения выемной части в хранилище гарантируют подкритичность активной зоны на уровне не менее 5%. Суммарный радиационный потенциал всех выемных частей составляет примерно $17,6 \cdot 10^{15}$ Бк.

Длительное хранение ОВЧ в здании 1Б предусмотрено не было, поскольку такие активные зоны являются ядерно-опасными объектами из-за их относительно малой подкритичности. Предполагалось, что после расхолаживания и выдержки в хранилище ОВЧ будут отправлены на ПО «Маяк» для переработки ОЯТ. Однако окончательного решения вопросов по обращению с ОВЧ и технологии переработки ОЯТ пока нет.

По техническим условиям срок службы хранилищ ОВЧ (20 лет) закончился в 2008 г. Условия содержания ОВЧ в ячейках хранилища типа 2 в настоящее время не отвечают требованиям нормативных документов. В соответствии с рекомендациями СМП-1 для улучшения условий содержания ОВЧ в хранилищах выполняется комплекс работ, целью которых является модернизация систем контроля этих хранилищ и обоснование возможности продлить срок службы хранилища типа 2 до 2015 г. Эти работы финансируются ЭПСИ.

Динамика поступления ОВЧ на ПВХГ в период с 1966 по 2006 г. представлена на рис. 1.29.

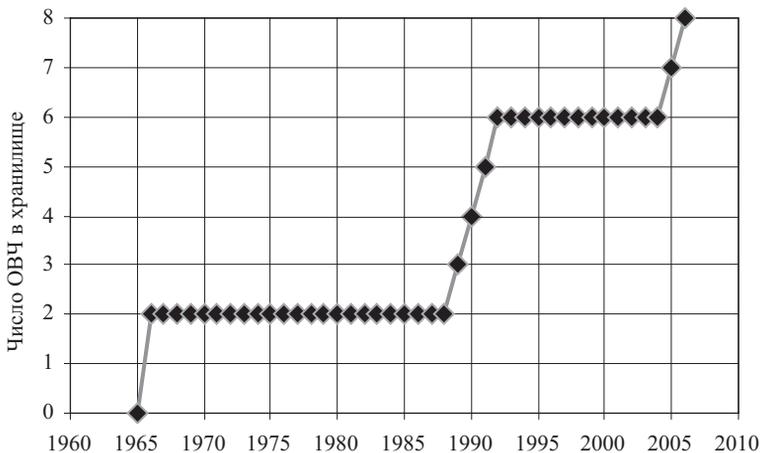


Рис. 1.29. Динамика поступления ОВЧ на ПВХГ

Твердые радиоактивные отходы на ПВХГ образовались в основном в процессе выгрузки с АПЛ отработавшего ядерного топлива и проведения транспортно-перегрузочных операций при отправке ОТВС на переработку. По номенклатуре ТРО представляют собой:

- отдельные элементы оборудования ППУ АПЛ включая СУЗ;
- фильтры-ловушки с сорбентами первого и третьего контуров ППУ АПЛ;
- чехлы, кассеты, порожние контейнеры;
- крупногабаритные транспортные контейнеры;
- пластикат, расходные материалы, спецодежду;
- средства индивидуальной защиты;
- отработавшие ресурс или поврежденные радионуклидные источники;
- строительный мусор, грунт и др.

Хранение ТРО на объекте осуществляется на ПВХ ТРО и в нештатном хранилище — наземной части здания 19 и в одной из емкостей подземной части этого здания. В емкости собраны загрязненный строительный мусор, шихта, средства индивидуальной защиты и грунт. Кроме того, ТРО хранится в приемках на площадке дезактивации около здания 1.

Значительный объем ТРО ожидается от разделки плавучих емкостей (рис. 1.30).



Рис. 1.30. Плавучие емкости

При проведении КИРО в 2006 г. были выявлены новые места нештатного хранения высокоактивных ТРО — стержней СУЗ (около 60 шт.). Они и их фрагменты находятся в приемках 1 и 2 у здания 1 и в бетонных контейнерах № 2, 4, 8 на ПВХ ТРО. Без учета этих стержней СУЗ общая активность ТРО составляет примерно $1 \cdot 10^{13}$ Бк.

Спектрометрические исследования показали, что источником высокоактивного излучения является ^{152}Eu . В отдельных местах по глубине прием-

ков мощность эквивалентной дозы (МЭД) достигает величины более 40 Зв. Наличие ВАО, хранящихся в нештатных условиях, потребует разработки специальных устройств для их размещения в защитные контейнеры. По договоренности с французской стороной обращение с ВАО в прямках 1 и 2 предложено выделить как первоочередной проект и реализовать его по отдельному контракту.

В табл. 1.18 представлены ориентировочные структура, масса и объем ТРО.

Таблица 1.18. Ориентировочные масса и объем ТРО на ПВХГ

ТРО от объекта	Масса, т	Объем, м ³	Из них ВАО, САО, м ³
ПВХ ТРО	150	300	3 — ВАО, 40 — САО
От дезактивации бетона в здании 1	50	30	8 — только САО
Стройбой: бетон, железобетон, кирпич — здание 1	160	80	10 — только САО
Пленочные покрытия, фильтры, средства индивидуальной защиты — здание 1	80	100	
Пленочные покрытия, фильтры, средства индивидуальной защиты — ПВХ ТРО	40	50	
Здание 19	300	530	3 — ВАО
Ожидаемые от ПЕК	180	160	
Ожидаемые от реабилитации территории	1020	510	30 — только САО
ТК 6 и ТК 11 (вариант 2 — перечехловка)	400	130	65 — только САО
Ожидаемые от работ по ОВЧ	200	150	
Ожидаемые от переработки ЖРО	330	150	
Ожидаемые от прочего оборудования	30	50	
<i>Итого</i>	<i>2920</i>	<i>2240</i>	

В процессе реабилитации ПВХГ будут образовываться и другие вторичные ТРО, а общее количество твердых радиоактивных отходов (без учета вывоза) будет расти. Вторичные ТРО будут образовываться в технологических процессах обращения с ОЯТ и РАО, при дезактивации оборудования и реабилитации зданий и сооружений (рис. 1.31). При реабилитации зданий и сооружений ожидаются также низко-низкоактивные отходы, захоронение которых будет

осуществляться на месте. Ожидаемая динамика накопления ТРО (включая оставляемые на месте) на период реабилитации ПВХГ представлена на рис. 1.32.

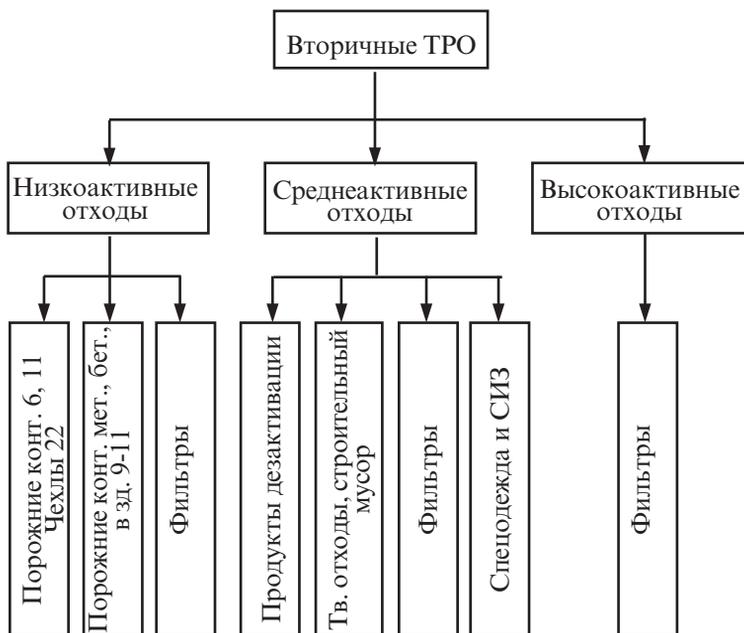


Рис. 1.31. Ожидаемое поступление вторичных ТРО

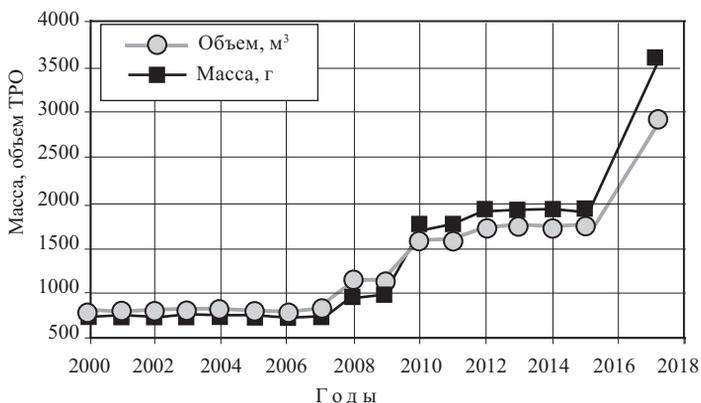


Рис. 1.32. Ожидаемая динамика накопления ТРО на период до 2018 г.

Жидкие радиоактивные отходы. В настоящее время в ПВХГ в штатных емкостях-хранилищах ЖРО находится около 300 м³ растворов и иловых отложений, суммарная активность которых составляет примерно $3 \cdot 10^7$ Бк, из них около 60 м³ САО, 240 м³ НАО, в том числе иловых отложений. Эти растворы являются концентрированным остатком после переработки более чем 2000 м³ ЖРО низкой активности с высоким содержанием и значительным загрязнением нефтепродуктами.

Кроме ЖРО, размещенных в штатных хранилищах, на объекте имеются:

- около 30 м³ низкоактивных ЖРО в трюме сбора вод спецканализации и насосной спецстоков здания № 1;
- около 12 м³ низкоактивных ЖРО в приемках на открытой площадке дезактивации у здания № 1;
- около 0,2 м³ высокоактивных ЖРО, находящихся внутри контейнеров типа 11.

Общее количество ЖРО и иловых отложений составляет не более 320 м³. Они имеют сложный физико-химический состав. Распределение ЖРО по объектам хранения показано в табл. 1.19.

В процессе работ по экологической реабилитации будут образовываться вторичные ЖРО. Наибольший их объем будет образовываться от дождевой канализации, дезактивации оборудования и автотранспорта (рис. 1.33).

Таблица 1.19. Распределение ЖРО по объектам ПВХГ

Объекты	Объем, м ³	Описание
Штатные хранилища ЖРО у здания 17	~300	ЖРО с активностью порядка 10^5 Бк/л по ⁹⁰ Sr и 10^6 Бк/л по ¹³⁷ Cs. Концентрация солей — 20 000 мг/л, с примесью нефтепродуктов
Из них:	~60	САО
трюм приемных гнезд здания 1	~30	Низкоактивные ЖРО с невысоким содержанием солей и нефтепродуктов
приемки около здания 1	~12	Низкоактивные ЖРО с невысоким содержанием солей и нефтепродуктов
контейнеры с ОТВС на ПВХ ТРО	~0,5	Высоко- и среднеактивные ЖРО с наличием альфа-активности
Ожидаются от дезактивации здания 1	50	САО
	250	НАО



Рис. 1.33. Ожидаемое поступление вторичных ЖРО

Ожидаемая динамика накопления вторичных ЖРО (без учета их удаления) представлена на рис. 1.34. За начало отсчета взято количество ЖРО, накопленных к моменту прекращения эксплуатации БТБ.

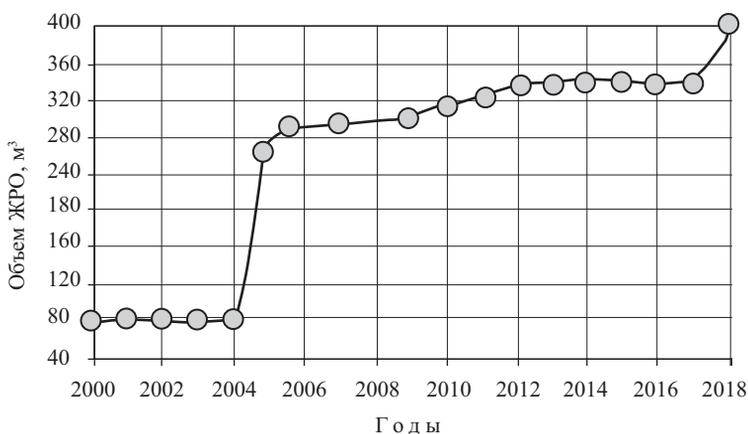


Рис. 1.34. Ожидаемая динамика накопления ЖРО на период до 2018 г.

К 2000 г. было накоплено 80 м³ жидких радиоактивных отходов. В 2004 г. хранилища ЖРО пополнились отходами из плавучих емкостей.

Территория. Предварительное обследование территории санитарно-защитной зоны, зоны радиационного контроля и зоны строго режима показали, что в целом на большей части территории ПВХГ радиационная обстановка нормальная (рис. 1.35). Ионизирующие излучения близки к фоновым значениям.

Часть территории (у ПВХ ТРО и у хранилищ ЖРО) имеет значительные радиационные загрязнения. Уровни гамма-излучения составляют от 10 до 500 мкЗв/ч.

Наиболее загрязненная территория находится у открытой площадки ПВХ ТРО (рис. 1.35 и 1.36), которая расположена на возвышенности, и ежегодные ливневые и талые воды смывают загрязнения на территорию и акваторию ПВХГ.

Загрязненный грунт на территории промплощадки ПВХГ в зоне строгого режима по удельной концентрации техногенных радионуклидов может быть отнесен к НАО, а местами и к САО. Территория ПВХГ должна быть освобождена от загрязненного грунта, он должен быть выбран, затарен и вывезен с ПВХГ. Объемы таких ТРО вместе с крошкой дезактивируемых бетонных блоков ПВХ ТРО и площадки под скалой составляют четверть общего объема планируемых к вывозу ТРО.

При оценке окончательного объема ТРО следует учитывать факторы, влияющие на снижение их объема:

- часть зафиксированных грунтов имеет приграничную удельную концентрацию — 500 Бк/кг; захват прилегающего «чистого» грунта может привести к средней концентрации низко-низкоактивных ТРО, ориентированных на захоронение на местных полигонах;
- оценка уровня загрязненности делалась в 2005—2006 гг.; с учетом того, что основная часть реабилитации территории после вывоза ОЯТ и основного ТРО будет проводиться после 2020 г., активность грунтов за счет периода полураспада основных радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr снизится примерно на 30%;
- реальный объем ТРО от грунтов с территории может оказаться меньше указанного в табл. 1.20, что следует учитывать в оценке финансовых и временных затратах на реабилитацию ПВХГ.



Рис. 1.35. Мощность экспозиционной дозы на территории ПВХГ

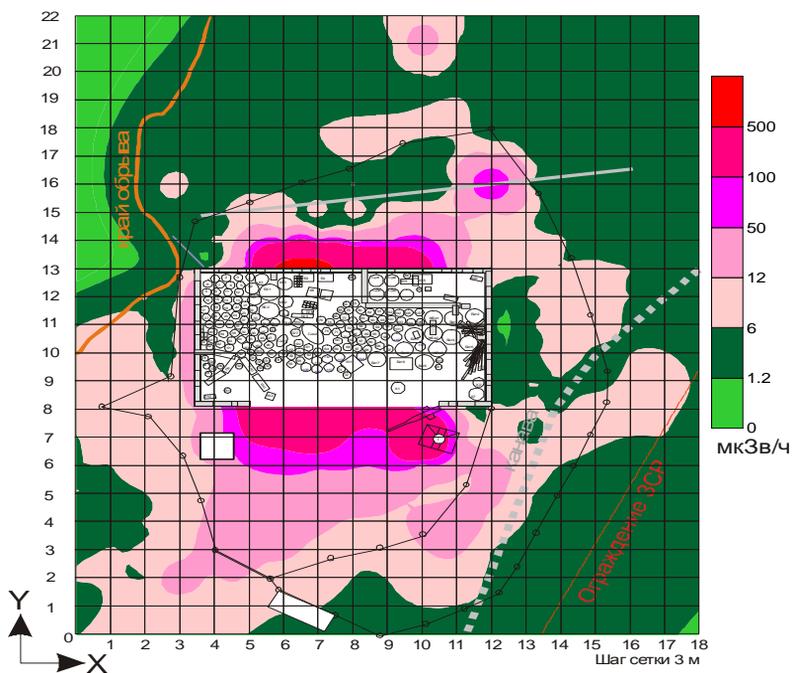


Рис. 1.36. Картограмма территории в районе ПВХ ТРО

Таблица 1.20. Объем и масса ТРО от реабилитации территории ПВХГ

Источник отходов	Характеристика отходов	Объем / масса отходов, м ³ /т		
		НАО	САО	Общий
ПВХ ТРО	Грунт	140/280	10/20	150/300
	Бетонная крошка	90/180	10/20	100/200
Площадка под скалой	Грунт	50/100	10/20	60/120
	Бетонная крошка	30/60		30/60
Здание 1	Грунт	100/200	10/20	110/220
	Бетонная крошка	22/44	3/6	25/50
Зона между зданием 1А и скалой	Грунт	35/70		35/70
Площадка хранилищ ЖРО	Грунт	50/100		50/100
<i>Итого</i>	<i>Грунт</i>	<i>375/750</i>	<i>30/60</i>	<i>405/810</i>
	<i>Бетонная крошка</i>	<i>142/284</i>	<i>13/26</i>	<i>155/310</i>
	<i>Общий</i>	<i>517/1034</i>	<i>43/86</i>	<i>560/1120</i>

Акватория. При проведении в 2006 г. работ по радиационному обследованию прибрежной к ПВХ акватории было выявлено загрязнение донных отложений техногенными радионуклидами (¹³⁷Cs, ⁶⁰Co) на трех участках.

1. *Район губы Червяная, где в полосе отлива находились две плавучие емкости для ЖРО типа ПЕК-50.* В 2003 г. содержание ¹³⁷Cs в донных отложениях вблизи ПЕК составляло примерно 10³ Бк/кг, а в водорослях — примерно 60 Бк/кг. После проведенной в 2004 г. утилизации ПЕК в 2005 г. концентрация ⁶⁰Co в донных отложениях повысилась примерно в 50 раз (примерно до 0,7 · 10³ Бк/кг) по сравнению с 2003 г. По результатам обследования в 2006 г. такая картина загрязнения сохранилась, при этом наблюдалось незначительное распространение загрязнения в направлении выхода из губы Червяная.

2. *Район причала № 8.* На этом участке выявлены следующие уровни загрязнения донных отложений: примерно 10^3 Бк/кг ^{137}Cs и 50—100 Бк/кг ^{60}Co . Причина загрязнения — многолетняя деятельность предприятия по приему ЖРО, который осуществлялся именно с причала № 8. В настоящее время причал полностью разрушен и не используется по назначению. Выявленное загрязнение донных отложений имеет явную пятнистую структуру и занимает небольшой участок в несколько десятков квадратных метров.

3. *Район входа в док.* Уровни выявленного загрязнения составляют до 700 Бк/кг ^{137}Cs и 10—50 Бк/кг ^{60}Co . Вместе с тем через этот участок до настоящего времени отмечается поступление радиоактивности в акваторию с водами, откачиваемыми из дока. По результатам измерений как в 2003 г., так и в 2006 г. в воде сливных желобов на дне дока концентрация ^{137}Cs составляла несколько беркли на литр.

Кроме того, следует отметить значительное загрязнение прибрежной полосы ПВХ нефтепродуктами. В частности, слева от пирса № 9 донные отложения в полосе отлива покрыты сплошным слоем мазута, а в губе Червяная в 2005—2006 гг. оказалось невозможным отобрать пробы живых гидробионтов (моллюсков, ракообразных).

Выявленное в ходе первичного обследования прибрежной полосы и акватории ПВХГ загрязнение морской среды обусловлено как поступлением радиоактивности с территории предприятия с дождевыми водами, так и многолетней деятельностью ПВХ по приему и хранению ОТВС, ТРО и ЖРО.

Картограмма загрязнения прибрежной акватории ПВХ техногенными радионуклидами ^{137}Cs и ^{60}Co представлена на рис. 1.37.

В целом анализ исследований акватории на основе прямых измерений показал, что содержание ^{137}Cs в морской воде и донных отложениях находится на уровне фоновых значений для данного региона (от 5 до 10 Бк/кг). Эти же результаты позволяют утверждать, что радиационные загрязнения акватории Баренцева моря от ПВХГ отсутствуют.

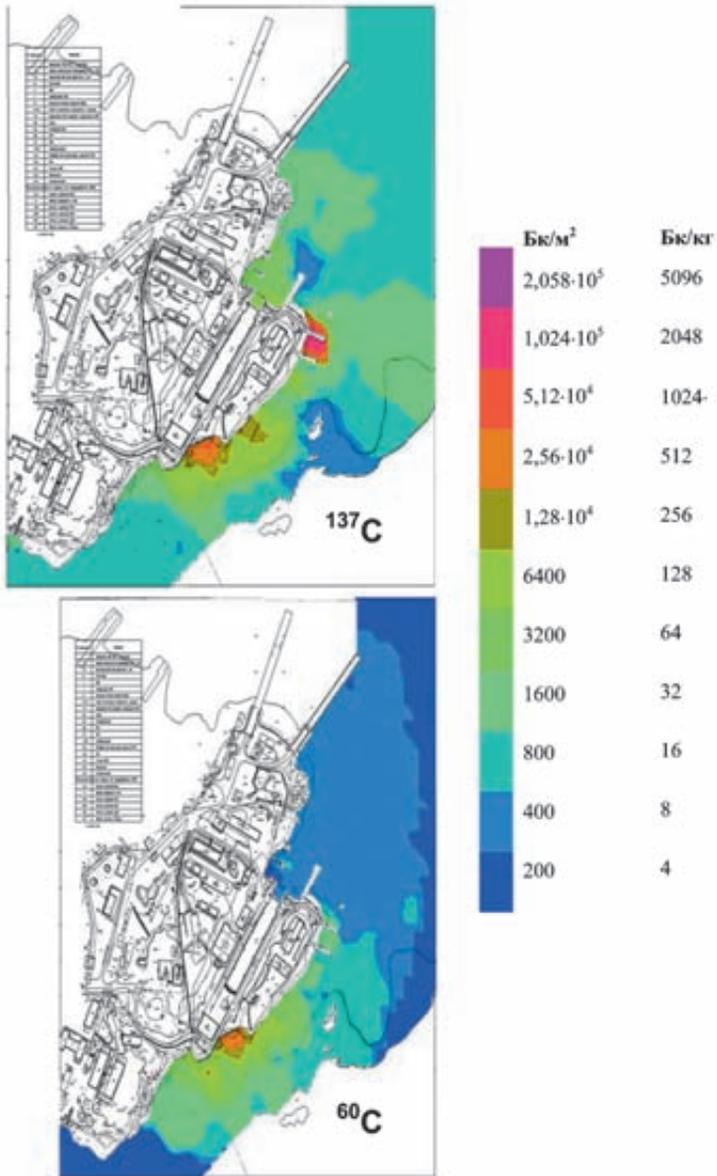


Рис. 1.37. Картограмма загрязнения прибрежной акватории ПВХГ (концентрация ^{137}Cs и ^{60}Co приведена для равномерного распределения в верхнем пятисантиметровом слое донных отложений в Bq/kg сухого веса)

1.5.3. Бывшая техническая база в губе Андреева

Первая в Северо-Западном регионе береговая техническая база (БТБ) ВМФ была создана на северо-западном побережье Кольского полуострова в губе Андреева и введена в эксплуатацию в 1961—1963 гг. (рис. 1.38).



Рис. 1.38. Географическое расположение ПВХА

БТБ предназначалась для перезарядки реакторов АПЛ, обращения с выгруженным из реакторов ОЯТ, а также для сбора и переработки РАО, накопленных и образующихся в процессе эксплуатации и ремонта ядерных энергетических установок АПЛ.

Первая очередь бассейнов для размещения ОЯТ в здании 5 была введена в эксплуатацию в 1962 г., вторая очередь — в 1973 г.

В 1950—1969 гг. на БТБ были построены здания и сооружения для обращения с ЖРО. Общий вид объектов БТБ в губе Андреева приведен на рис. 1.39.

В 1985 г. функционирование БТБ в губе Андреева как объекта ВМФ, обеспечивающего эксплуатацию АПЛ, было прекращено. С этого же времени ОЯТ с БТБ не отправлялось на переработку, а также не производились кондиционирование и переработка РАО.



Рис. 1.39. Общий вид объектов в губе Андреева

После 1993 г. нормальное обслуживание БТБ за исключением контроля радиационной обстановки было практически прекращено.

После передачи базы в губе Андреева в 2001 г. из-под юрисдикции Министерства обороны (Военно-морского флота) в ведение Минатома начались работы по ее реабилитации.

Административное управление и контроль за проведением работ по экологической реабилитации Пункта временного хранения ОЯТ и РАО в губе Андреева (ПВХА), как стала называться БТБ, стало осуществлять специально созданное Федеральное государственное унитарное предприятие «Северное федеральное предприятие по обращению с радиоактивными отходами» («СевРАО»).

Состав, состояние хранения в контейнерах и ячейках блоков сухого хранения (БСХ), количество ОЯТ точно неизвестны и могут быть установлены лишь при дополнительном освидетельствовании мест хранения. К настоящему времени обследовано менее 10% ячеек в блоках 2А и 2Б. Совершенно не обследован блок 3А, над которым вообще нет крыши. Без получения исходных данных о состоянии топлива в ячейках БСХ и контейнерах невозможно выбрать технологии и разработать проект обращения с ОЯТ. Общая активность ОЯТ оценивается в $1,3 \cdot 10^{17}$ Бк.

На открытых площадках и в заглубленных хранилищах содержится примерно $17\,600\text{ м}^3$ ТРО. В процессе длительной эксплуатации защитные барьеры хранилищ деградировали, частично утратили способность выполнять свои функции, в результате чего радиоактивные отходы проникли в почву, произошло загрязнение конструкций зданий, сооружений, территории и акватории. На БТБ сформировались источники радиоактивного загрязнения территории, представляющие серьезную экологическую опасность. Картограмма радиационной обстановки на БТБ приведена на рис. 1.40.

Обследование состояния хранения и номенклатуры ТРО на открытых площадках и в заглубленных хранилищах показало наличие значительного количества различных видов ТРО, что не позволяет применить единые универсальные технические решения по их переработке. По заглубленным хранилищам проведены только частичные обследования, но имеются фоновые результаты проведенных ранее обследований, по которым можно примерно оценить радиационную обстановку в заглубленных хранилищах. Общее представление о распределении ТРО разной активности по объектам ПВХА дает диаграмма, представленная на рис. 1.41.



Рис. 1.40. Картграмма радиационной обстановки в ПВХА

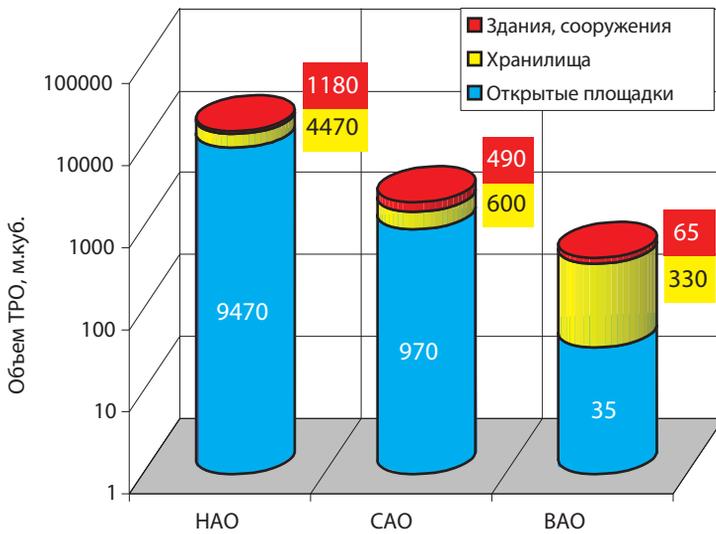


Рис. 1.41. Распределение ТРО разной активности по объектам ПВХА

1.6. Анализ рисков, связанных с выведенными из эксплуатации объектами атомного флота

Радиационная обстановка на Северо-Западе России отягощена большими количествами отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов, образовавшихся в результате эксплуатации и утилизации объектов атомного военного и ледокольного флотов. Условия их содержания на береговых технических базах в губе Андреева и в поселке Гремиха зачастую не соответствуют современным требованиям долгосрочного обеспечения радиозэкологической безопасности. В результате наряду с реальными источниками опасности необходимо учитывать и потенциальные, к которым в настоящее время можно отнести:

- возможность ядерных и радиационных аварий с выходом значительного количества радиоактивных веществ в окружающую среду;
- возрастание радиоактивного загрязнения окружающей среды в районах скопления ОЯТ и РАО;
- переход объектов в состояние, усложняющее возможность их последующей утилизации (затопление, нетранспортабельность и др.).

Оценка рисков, связанных с реальными и потенциальными источниками радиоактивного загрязнения окружающей среды, требует разработки сценариев потенциальных аварий, оценки вероятности их возникновения, масштаба радиационных последствий (прежде всего доз облучения персонала, населения и окружающей среды) и распределения по степени опасности.

1.6.1. Реальные источники радиационной опасности

На БТБ в губе Андреева имеются следующие источники этого типа:

- блоки сухого хранения ОЯТ, отличающиеся неблагоприятной, а на отдельных участках, где МЭД гамма-излучения (в частности, за пределами хранилищ) достигает 3 мЗв/ч, — опасной радиационной обстановкой;
- технологический зал бывшего хранилища ОЯТ, где радиационная обстановка остается опасной более 20 лет, а местами и чрезвычайно опасной (в местах протечек радиоактивной воды на территорию МЭД достигает 5—10 мЗв/ч);
- площадка хранения твердых радиоактивных отходов, где МЭД составляет 3—4 мЗв/ч;
- открытые участки местности, загрязненные техногенными радионуклидами, со значениями МЭД до 1 мЗв/ч;

- притопленные суда атомного технологического обслуживания (АТО), загрязняющие прибрежную часть морской акватории.

На БТБ в поселке Гремиха имеются следующие источники этого типа:

- хранилище ТРО и радиоактивного оборудования (МЭД до 8 мЗв/ч);
- открытая площадка временного хранения ТРО — источник радиоактивного загрязнения окружающей среды (МЭД до 3—5 мЗв/ч);
- бывшее хранилище ОЯТ (МЭД до 5 мЗв/ч);
- площадка расположения бывших хранилищ ЖРО (МЭД до 0,05—0,15 мЗв/ч);
- притопленные суда АТО, загрязняющие прибрежную часть морской акватории.

На территории БТБ плотность бета-загрязнения поверхности почвы достигает 10^4 расп./($\text{мин} \cdot \text{см}^2$), концентрации техногенных радионуклидов — 10^4 — 10^7 Бк/кг, что в сотни и тысячи раз выше предельно допустимых концентраций, принятых в ВМФ.

1.6.2. Потенциальные источники радиационной опасности

Выведенные из эксплуатации 54 атомные подводные лодки и атомный крейсер «Адмирал Ушаков» содержат в своих ядерных энергетических установках 61 активную зону с ОЯТ, в том числе 2 в реакторах крейсера. Условия содержания большинства АПЛ соответствуют требованиям ядерной, радиационной и экологической безопасности, однако многие из них утратили плавучесть и требуют дополнительных мер по ее поддержанию. Затопление АПЛ с ОЯТ на борту представляет собой серьезную потенциальную радиоэкологическую угрозу.

ОЯТ на БТБ в губе Андреева. На базе находится примерно 100 активных зон реакторов АПЛ первого и второго поколений с ОЯТ. Условия его содержания не отвечают современным требованиям: оборудование морально и физически устарело, хранилища разрушаются, вода поступает в ячейки для ОЯТ и пр. В таких условиях при чрезвычайных ситуациях не исключены аварии, сопровождающиеся самоподдерживающейся цепной реакцией (СЦР) и гораздо большим поступлением радиоактивных веществ в окружающую среду, чем при аварии АПЛ в бухте Чажма в 1985 г.

ОЯТ на БТБ в поселке Гремиха. На базе находится большое количество ОТВС, примерно соответствующее пяти активным зонам АПЛ первого поколения, но точное количество ОЯТ неизвестно. На открытой площадке хранения ТРО расположено еще 12 контейнеров с ОЯТ, не поддающиеся вскрытию.

Хранение реакторных сборок с жидкометаллическим теплоносителем. Особенность обращения с ОЯТ реакторов с ЖМТ состоит в том, что выгрузка активной зоны проводится в виде единой отработавшей выемной части.

В нормальных условиях хранения ядерная и радиационная безопасность обеспечивается конструкцией хранилища ОЯТ и многобарьерной защитой, исключающей контакт ЖМТ с водой и выход радионуклидов в окружающую среду. Однако вследствие ветхости хранилища ОЯТ не соответствуют требованиям безопасности, и при попадании воды в ОВЧ не исключена СЦР, что ставит эти объекты в один ряд с наиболее потенциально опасными.

ОЯТ на плавучих технических базах. Условия содержания отработавшего ядерного топлива соответствуют требованиям ядерной, радиационной и экологической безопасности за исключением дефектного ОЯТ, хранящегося на ПТБ «Лепсе» и принадлежащего предприятию «Атомфлот».

АПЛ и реакторные блоки с выгруженным ОЯТ. Условия содержания большинства из них соответствуют требованиям радиационной и экологической безопасности. Угрозу может представлять их затопление при несоблюдении плановых сроков докования, которые зачастую не выполняются.

1.6.3. Сценарии и риски аварийных событий на радиационно-опасных объектах

Причинами аварий на объектах, содержащих ОЯТ и РАО, могут быть физическая деградация оборудования, отказы технических средств, нарушение технологического процесса, ошибки персонала, а также внешние причины — экстремальные природные явления, столкновение кораблей и судов, падение летательных аппаратов (ЛА), взрывы (в том числе диверсии) и др.

Затопление АПЛ с невыгруженным ОЯТ. Причинами такой аварии могут быть внешние и внутренние воздействия на АПЛ (навал судна, ошибки экипажа, отключение систем жизнеобеспечения, террористический акт и др.). Радиоэкологические последствия зависят от целостности защитных барьеров ЯЭУ и водообмена в районе затопления.

В истории флота зарегистрированы два случая затопления АПЛ при нахождении в отстое и выполнении ремонтных работ на судоремонтном заводе. Учитывая, что утилизация ведется с 1986 г., а общее число выведенных из эксплуатации АПЛ около 200, вероятность их затопления на этапе отстоя составляет примерно $5 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹.

Из результатов расчетов, представленных, в частности, в данной работе, следует, что при неблагоприятных условиях протекания аварии концентрации техногенных радионуклидов в морской среде могут превысить допустимые значения в несколько тысяч раз, а это потребует запрещения лова морепродуктов в бухте.

Затопление АПЛ при транспортировке. За время, прошедшее с начала массовой утилизации АПЛ, имело место одно затопление — при транспортировке АПЛ К-159, чему соответствует вероятность примерно $8 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹.

Оценки радиационных последствий от затопления АПЛ при транспортировке в пункт выгрузки ОЯТ показывают, что в случае ограниченной разгерметизации первого контура поступление радионуклидов за пределы АПЛ будет носить растянутый во времени характер. В первые годы ожидается крайне незначительный выход радионуклидов в окружающую среду, который затем будет увеличиваться. Размеры радиоактивного следа через 20—30 лет могут примерно достигать в длину 600 м и в ширину 100 м, скорость выхода радионуклидов — до 10^{10} Бк/сут. Потенциально возможные дозы облучения критической группы населения за счет потребления загрязненных морепродуктов составят несколько десятков микрозивертов в год.

В процессе утилизации АПЛ наиболее опасной операцией является выгрузка ОЯТ, производящаяся через несколько лет после остановки реактора. Во время выгрузки возможны следующие аварии: разлив ЖРО, выброс из системы газа высокого давления, повреждение ОТВС, падение базового или транспортного контейнера, падение тяжелых предметов на открытые контейнеры, пожар в реакторном отсеке, ЦР, падение летательного аппарата.

Разлив ЖРО. Перед выгрузкой ОЯТ производится удаление теплоносителя из первого контура реактора. При разрыве шлангов или повреждении арматуры возможно аварийное поступление ЖРО в акваторию. Вероятность разрыва шланга составляет примерно $4 \cdot 10^{-6}$ ч⁻¹. С учетом общего времени работ она изменяется от 10^{-4} до 10^{-5} на одну выгрузку. Максимальная суммарная активность радионуклидов, которые могут поступить в акваторию, не превысит 10^9 Бк и с учетом разбавления составит не более 4000 Бк/м³. В дальнейшем за счет турбулентного обмена и осаждения удельная активность будет снижаться примерно на порядок за каждые сутки. При несанкционированном лове и потреблении морепродуктов индивидуальная годовая доза облучения населения составит примерно 10—20 мкЗв, что в соответствии с НРБ-99 значительно ниже допустимой (1000 мкЗв/год).

Выброс газа высокого давления. Аварийное поступление газа из системы ГВД возможно при нарушении техники безопасности и отказах оборудования. Вероятность такой аварии соответствует вероятности принятия неправильного решения персоналом и составляет примерно 10^{-3} . Выброс может составлять 10^{10} Бк (⁸⁵Kr). Доза от образовавшегося облака не превысит 0,01 мкЗв.

Повреждение отработавшей тепловыделяющей сборки при выгрузке. Причинами аварии могут быть падение контейнера в результате снижения механических свойств материалов, нарушение геометрических характеристик ОТВС, ошибочные действия персонала и пр.

На практике в течение 1000 выгрузок наблюдалось 3 повреждения ОТВС, что примерно соответствует вероятности $3 \cdot 10^{-3}$. Радиационная опасность определяется внешним гамма-излучением от ОТВС и может привести к облучению персонала на уровне 1—2 мЗв/год.

Падение транспортного контейнера. Загрузка ОЯТ в контейнеры производится на плавучей технической базе или в береговом комплексе выгрузки. ОЯТ АПЛ обычно находится в чехлах. Вместимость контейнера ТУК-18 — 49 ОТВС, соответственно вероятность падения транспортного контейнера в 49 раз меньше, чем ОТВС, и составляет примерно $6 \cdot 10^{-5}$ за операцию.

При падении контейнера возможно кратковременное нарушение его герметичности. Выход радионуклидов составит примерно 10^{12} Бк по ^{85}Kr ; 10^8 Бк по ^{60}Co и 10^{10} Бк по $^{134,137}\text{Cs}$. Ожидаемые эффективные дозы облучения персонала, находящегося вблизи места падения, определяются кратковременной ингаляцией аэрозолей и составляет несколько микрозивертов.

Запроектные аварии возможны при падении тяжелых предметов на открытые контейнеры. Вероятность подобных аварий определяется наложением ряда маловероятных событий и ошибок персонала и консервативно принята равной примерно 10^{-8} за операцию.

Максимальный выход радионуклидов из контейнера составит примерно 10^{13} Бк по ^{85}Kr , 10^{10} Бк по ^{60}Co , 10^{11} Бк по $^{134,137}\text{Cs}$ [10]. На расстоянии 20 м МЭД может составить 10—100 мкЗв/ч. Ожидаемые эффективные дозы для персонала, находящегося вблизи, составят десятки-сотни микрозивертов.

Пожар на АПЛ в реакторном отсеке. Вероятность пожара в реакторном отсеке АПЛ соответствует примерно $5 \cdot 10^{-3}$ событий в год. С учетом продолжительности выгрузки ОЯТ до 40 сут вероятность составит примерно $6 \cdot 10^{-4}$ на выгрузку.

При пожаре возникает опасность испарения части теплоносителя. Активность выброса будет обусловлена преимущественно радионуклидами цезия и не превысит нескольких десятков МБк, что не представляет значимой радиационной опасности. Наибольшее облучение получит пожарный расчет, коллективная доза облучения которого составит примерно $2 \cdot 10^{-4}$ чел. · Зв.

Самоддерживающаяся цепная реакция. СЦР является запроектной аварией. Для ее возникновения необходимо совпадение двух событий: наличие воды в реакторе и нахождение компенсирующей решетки (КР) или одновременно двух компенсирующих групп (КГ) в верхнем положении. Вероятность случайного наличия воды в реакторе при «сухой» выгрузке ОЯТ соответствует примерно 10^{-4} . Вероятность нахождения двух КГ в верхнем положении оценивается примерно в 10^{-7} , так как определяется произведением вероятностей трех независимых событий: перекоса крышки реактора при подъеме (примерно 10^{-3}), ошибки контроля отсутствия

перемещения КГ (примерно $3 \cdot 10^{-2}$) и подъема крышки реактора с захватом КР или КГ (примерно $4 \cdot 10^{-3}$). С учетом сделанных предположений вероятность возникновения СЦР может быть консервативно оценена не более 10^{-7} на выгрузку (ранее при «мокрой» выгрузке ОТВС вероятность СЦР оценивалась в пределах 10^{-4} — 10^{-5} на выгрузку).

Число делений при СЦР может достигать примерно 10^{19} . Происходит перегрев воды, что влечет за собой паровой взрыв и выброс фрагментов разрушенной активной зоны реактора через проем монтажного люка в окружающую среду. Над судном поднимется паровоздушное облако, насыщенное радиоактивными аэрозолями. Тяжелые фрагменты топливной композиции выпадут в радиусе до 100 м от АПЛ, а более мелкие частицы образуют радиоактивный след (рис. 1.42).

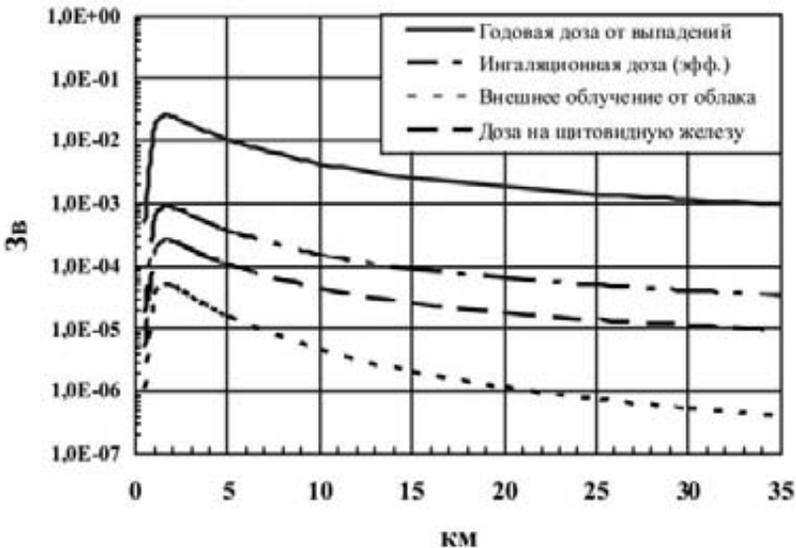


Рис. 1.42. Ожидаемые дозы облучения на оси радиоактивного следа при возникновении СЦР во время выгрузки ОЯТ из АПЛ и выбросе на высоту до 150 м (скорость ветра — 5 м/с, категория устойчивости атмосферы — С по Пасквиллу)

При большой высоте выброса радиационные последствия СЦР незначительны. Ингаляционные дозы на оси следа составят доли миллизиверта (максимум 1 мЗв на расстояниях до 2 км от места аварии), на щитовидную железу — примерно 10^{-4} Зв (до 5 км), внешнее облучение от облака — примерно 10^{-5} Зв (до 7 км). Значительное загрязнение территории на оси следа будет наблюдаться на расстоянии до 35 км. Годовые дозы облучения населения при постоянном проживании достигнут 1 мЗв/год.

При низкой высоте выброса ожидаемые дозы выше. Ингаляционные дозы на оси следа в момент прохождения облака могут достигать 20 мЗв, а загрязнение территории на протяжении нескольких километров превысит пределы, допустимые для постоянного проживания.

При прохождении радиоактивного облака над морской акваторией загрязнение воды может превышать контрольную концентрацию в 100 тыс. раз, что потребует ввести запрет на все виды морского промысла не менее чем на четыре месяца.

Падение летательного аппарата на АПЛ во время выгрузки ОЯТ. Вероятность авиационной катастрофы на площади 10 000 м² оценивается примерно в 10⁻⁶ в год. Для реакторного отсека (125 м²) вероятность соответственно составит примерно 10⁻⁸, а за время выгрузки около 40 сут — 10⁻⁹.

Падение ЛА может привести к механическому повреждению ОЯТ и крупномасштабному пожару. Возникнет шлейф дыма, загрязненный радиоактивными веществами. Ожидаемые дозы для персонала и ликвидаторов аварии могут достигать несколько миллизивертов.

Транспортировка ОЯТ и РАО на ПТБ. Потенциальными источниками загрязнения окружающей среды на борту ПТБ являются ОЯТ (примерно 10¹⁶ Бк), ЖРО и ТРО (до 10¹¹ Бк). Вероятность столкновения судов в течение года лежит в диапазоне от 4 · 10⁻² для общего их числа и снижается до 4 · 10⁻⁴ с учетом затопления [17]. ПТБ проходит за год около 6 тыс. миль, что соответствует вероятности столкновения примерно 7 · 10⁻⁸ на одну милю и согласуется со среднестатистическими данными: примерно 7 · 10⁻⁹ на милю в открытом океане и примерно 2 · 10⁻⁷ на милю в прибрежных водах. Однако в районах интенсивного морского судоходства и при заходе в порт эта вероятность возрастает до 10⁻⁶—10⁻⁴. На переходе ПТБ из Мурманской области в Архангельскую вероятность столкновения может составить примерно 3 · 10⁻⁴.

В течение года частота пожаров на судах лежит в диапазоне от примерно 1 · 10⁻² для общего их числа и примерно 8 · 10⁻⁴ с потерей судна. Для рассматриваемых условий вероятность составит примерно 2 · 10⁻⁴.

Цистерны с ЖРО при ударе могут получить пробоины, но контейнеры и чехлы с ОЯТ скорее всего будут разуплотнены незначительно. Выход продуктов деления из ОЯТ будет зависеть от интенсивности коррозии поврежденных защитных барьеров, которая не превышает 40 мкм/год. Соответственно герметичность чехлов ОТВС может сохраняться в течение нескольких лет, но затем выход радионуклидов в морскую воду увеличится и составит примерно 1600 ТБк/год, а радиоактивный след будет иметь длину от 10 до 50 км и ширину до 1 км.

В непосредственной близости от затонувшего судна ожидаемые годовые дозы для различных представителей фауны и флоры могут составить око-

ло 20 Гр. Для моллюсков такая дозовая нагрузка близка к началу гибели отдельных из них. Потребуется длительные по времени и масштабные по площади ограничения добычи морепродуктов.

Падение ЛА на ПТБ. Из тех же условий, что и при падении ЛА на АПЛ, вероятность аварии оценена примерно в $3 \cdot 10^{-7}$ год⁻¹. Для повреждения ОЯТ необходимо попасть на площадь примерно 11 м². Вероятность такого события составит примерно 10^{-9} год⁻¹.

При возгорании авиационного керосина радиоактивные вещества могут подняться на высоту до 100 м и в случае нахождения ПТБ вблизи населенного пункта ожидаемые эффективные дозы достигнут несколько десятков миллизивертов и превысят допустимые.

Затопления РБ. По аналогии с затоплением ПТБ вероятность затопления РБ с повреждением первого контура оценивается примерно в $7 \cdot 10^{-6}$ на транспортировку. Выход радионуклидов на акваторию будет определяться воздействием приливоотливных течений. Согласно оценкам, приведенным в ряде международных проектов, дозы облучения критических групп населения в прибрежной зоне не превысят долей процента дозы естественного облучения.

Затопление РБ без разгерметизации первого контура возможно примерно в десять раз чаще. Соответственно вероятность составит примерно $7 \cdot 10^{-5}$ на транспортировку. Радиационные последствия такой аварии окажутся примерно в двадцать раз меньше, чем рассмотренные ранее (менее десятых долей микрозиверта).

Падение ЛА на РБ в пункте временного хранения. В ПВХ может находиться до 60 РБ, общая площадь примерно 200 м², соответственно вероятность падения составит примерно $2 \cdot 10^{-8}$ год⁻¹. Во время пожара в воздух поднимется до 10^{12} Бк техногенных радионуклидов (⁵⁵Fe, ⁶⁰Co, ⁶³Ni, ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs). Однако дозы в нескольких сотнях метров от точки выброса не будут превышать десятки микрозивертов. При затоплении РБ радиационные последствия будут значительно ниже.

Потенциально возможные аварии на бывших береговых технических базах. *СЦР в блоках сухого хранения ОЯТ.* В бухте Андреева имеются три блока сухого хранения с ОЯТ. В сценарии принято, что они заполнены однородными ОТВС с обогащением 21% ²³⁵U. Топливо, находящееся в одном чехле (7 ОТВС), разрушается в мелкую крошку и перемешивается с водой. В случае его оседания на дно система остается глубоко подкритичной ($K_{эф} \approx 0,4$). Однако при гомогенизированном состоянии одновременно в трех соседних чехлах возможно возникновение СЦР ($K_{эф} \approx 1$, расчеты выполнены методом Монте-Карло, код MCNP-4C). Радиационные последст-

вия такой аварии сопоставимы с СЦР, которая может возникнуть при выгрузке ОЯТ из АПЛ, или ниже.

СЦР в блоках ОВЧ. При неудовлетворительных условиях хранения существует вероятность попадания конденсационной или внешней влаги в активную зону. Поступление 20 л воды в ОВЧ повышает $K_{эф}$ до единицы, что не исключает возникновения СЦР. Однако вероятность такой ситуации крайне мала.

Взрывное разрушение блоков сухого хранения ОЯТ на БТБ при падении ЛА. Для этих условий вероятность падения ЛА на один из БСХ соответствует примерно $3 \cdot 10^{-8}$ год⁻¹. Радиационные последствия очень серьезные. Дозы внешнего облучения от облака на расстоянии 2—3 км составят примерно 50 мЗв и только на расстоянии 20 км понизятся до 1 мЗв. Не исключен трансграничный перенос радиоактивных веществ.

Пожар на площадке открытого хранения ТРО на БТБ. Пожар может произойти только из-за внешних причин (падение ЛА, террористический акт и пр.). По аналогии с предыдущими оценками вероятность попадания ЛА на площадь примерно 300 м² составит приблизительно $3 \cdot 10^{-8}$ год⁻¹. Максимальное поверхностное радиоактивное загрязнение достигнет примерно 10^9 Бк/м² ¹³⁷Cs и 10^8 Бк/м² ⁹⁰Sr. Радиационные последствия на оси следа на расстоянии до 1 км будут соответствовать нескольким миллизивертам в год при плотности поверхностного радиоактивного загрязнения до 10^6 Бк/м². На удалении до 3 км дозы и поверхностное загрязнение будут на порядок меньше.

Основные источники реальной и потенциальной опасности на гражданских судах атомного флота, которые сосредоточены у причалов на окраине Мурманска, связаны с атомными ледоколами (пять-семь кораблей), ПТБ с ОЯТ («Лепсе», «Лотта», «Имандра») и судами атомного технологического обслуживания — «Серебрянка», «Володарский» с ТРО.

На ПТБ «Лепсе» находится около 620 дефектных ОТВС со значительными повреждениями оболочек твэлов, которые хранятся более 25 лет. На ПТБ «Лотта» ОЯТ содержится в отдельных баках в чехлах, которые периодически выгружают и отвозят на ПО «Маяк». Освобождающиеся места заполняют новыми ОТВС с ПТБ «Имандра». На ПТБ «Лотта» и «Имандра» находится большое количество ОТВС, примерно соответствующее 13 активным зонам со сроками пребывания до 10 лет.

Затопление атомного ледокола. Удар при столкновении, нанесенный другим судном, на стыке двух смежных отсеков может вызвать их разгерметизацию, попадание морской воды в помещения и затопление ледокола. Примерно через месяц пребывания твэлов в морской воде возможен выход радионуклидов со средней скоростью примерно 1% в год и их поступ-

ление за пределы корпуса интенсивнее в два-три раза допустимого годового сброса радионуклидов с завода «Селлафилд». С учетом неопределенности оценок дозовых нагрузок можно ожидать облучения морских обитателей в течение первого года в пределах 0,01—0,1 полулетальной дозы. Проводя сравнение со сбросами радионуклидов в Ирландское море, уместно напомнить, что в нем при аналогичных условиях загрязнения никогда не прекращался морской пищевой промысел.

Затопление ПТБ «Лепсе». Данные, характеризующие ПТБ «Лепсе» как потенциальный источник радиоактивного загрязнения морской среды, показывают, что радиационная нагрузка практически полностью будет определяться альфа-активными нуклидами. Ряд разновидностей придонной фауны включая ракообразных и брюхоногих моллюсков, профильтровывая через себя воду с илистыми взвесями, могут получить в течение года дозы до 5 Гр за счет изотопов плутония и до 25 Гр из-за ^{241}Am , что уже соответствует летальным уровням для отдельных видов гидробионтов.

Потенциальный радиационный риск для персонала и населения, возникающий при утилизации АПЛ. Расчеты проведены в предположении утилизации 10 АПЛ в год, которая включает выгрузку ОЯТ из двух реакторов, содержащих примерно по 250 ОТВС. Для транспортировки ОЯТ из одного реактора необходимо пять транспортных контейнеров; транспортировка ОЯТ осуществляется двумя ПТБ (табл. 1.21 и 1.22). Наиболее частыми авариями при утилизации АПЛ на берегу могут быть выброс газа из системы ГВД, повреждение ОТВС при выгрузке, падение транспортного контейнера или тяжелых предметов на него, пожар в реакторном отсеке и на плаву — затопление АПЛ или РБ. Аварии не приведут к переоблучению персонала и населения, но могут стать причиной радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Наиболее опасными для персонала и населения на берегу являются инциденты, сопровождающиеся СЦР, падением летательного аппарата, взрывами и пожарами на ядерно- и радиационно-опасных объектах. Некоторые аварии могут привести к масштабным и долгосрочным радиозоологическим последствиям (не исключен трансграничный перенос), требующим введения ограничений на лов морепродуктов и иную хозяйственную деятельность.

Наиболее тяжелой запроектной аварией, которая может возникнуть на объектах утилизации, является СЦР при выгрузке ОЯТ из АПЛ. По шкале МАГАТЭ она достигает пятого уровня, который характеризуется как «авария, опасная для окружающей среды».

В настоящее время при безаварийной утилизации АПЛ потенциальный радиационный риск для населения соответствует безусловно приемлемому — менее $1 \cdot 10^{-6}$.

Таблица 1.21. Перерасчет вероятности происходящих при утилизации АПЛ событий на событие в год

Сценарий аварии	Алгоритм пересчета вероятности	Вероятность события, год ⁻¹
Разлив жидких радиоактивных отходов	(10 ⁻⁴ —10 ⁻⁵) / выгрузка одного реактора × 10 АПЛ/год × 2 реактора / АПЛ	~ 2 · 10 ⁻³ — 2 · 10 ⁻⁴
Выброс газа из системы ГВД	10 ⁻³ / выгрузка одного реактора × 10 АПЛ/год × 2 реактора / АПЛ	~ 2 · 10 ⁻²
Повреждение ОТВС при выгрузке	6 · 10 ⁻³ / выгрузка × 10 АПЛ/год × 2 реактора / АПЛ	~ 1 · 10 ⁻²
Падение транспортного контейнера	10 ⁻⁴ / контейнер × 10 АПЛ/год × 2 реактора/АПЛ × 5 контейнеров / реактор	~ 1 · 10 ⁻²
Падение тяжелых предметов на открытые транспортные контейнеры	10 ⁻⁸ / контейнер × 10 АПЛ/год × 2 реактора/АПЛ × 5 контейнеров / реактор	~ 1 · 10 ⁻⁶
Пожар в реакторном отсеке АПЛ	6 · 10 ⁻⁴ / реактор × 10 АПЛ/год × 2 реактора / АПЛ	~ 1 · 10 ⁻²
Самоподдерживающаяся цепная реакция	10 ⁻⁷ / выгрузка × 10 АПЛ/год × 2 реактора / АПЛ	~ 2 · 10 ⁻⁶
Падение ЛА на АПЛ во время выгрузки ОЯТ	10 ⁻⁹ / выгрузка реактора в год × 10 АПЛ/год × 2 реактора / АПЛ	~ 2 · 10 ⁻⁸
Затопление ПТБ при столкновении с другим судном, сопровождающееся пожаром	8 · 10 ⁻⁹ / ПТБ × 3 рейса ПТБ в год	~ 2 · 10 ⁻⁸
Падение ЛА на ПТБ с разрушением хранилища ОТВС	10 ⁻⁹ / ПТБ в год × 3 рейса ПТБ в год	~ 3 · 10 ⁻⁹
Затопление РБ без разгерметизации первого контура при транспортировке	7 · 10 ⁻⁵ / РБ в год × 10 АПЛ	~ 7 · 10 ⁻⁴
Затопление РБ с разгерметизацией коммуникаций первого контура при транспортировке	7 · 10 ⁻⁶ / РБ в год × 10 АПЛ	~ 7 · 10 ⁻⁵

Таблица 1.22. Индивидуальные дозовые нагрузки, радиационные риски и экологические последствия, которые могут возникнуть при авариях в процессе утилизации АПЛ

Сценарий аварии	Вероятность события, год ⁻¹	Доза, мЗв/год		Риск * при аварии / потенциальный, 10 ⁻⁶		Экологические последствия (внешняя среда)
		Персонал	Население	Персонал	Население	
Затопление АПЛ у пирса с ОЯТ	$\sim 10^{-3} - 10^{-4}$	0,1—1 **	0,01—0,001	56 / <1	<1 / <1	Локальное загрязнение
Затопление АПЛ на переходе в пункт выгрузки ОЯТ	$\sim 10^{-3}$	0,1—1 **	0,01—0,001	56 / <1	<1 / <1	Локальное загрязнение
Разлив ЖРО	$\sim 10^{-3} - 10^{-4}$	0,01—0,1 **	$\leq 0,001$	6 / <1	<1 / <1	Ограниченное загрязнение
Выброс газа из системы ГВД	$\sim 10^{-2}$	0,001—0,01	$\leq 0,001$	<1 / <1	<1 / <1	Без последствий
Повреждение ОТВС при выгрузке	$\sim 10^{-2}$	0,1—1	$\leq 0,001$	56 / <1	<1 / <1	Без последствий
Падение транспортного контейнера	$\sim 10^{-2}$	0,001—0,01	$\leq 0,001$	<1 / <1	<1 / <1	Без последствий
Падение тяжелых предметов на транспортные контейнеры	$\sim 10^{-6}$	0,1—1	$\leq 0,001$	56 / <1	<1 / <1	Без последствий
Пожар на АПЛ в реакторном отсеке	$\sim 10^{-2}$	0,1—1	$\leq 0,001$	56 / <1	<1 / <1	Ограниченное загрязнение
Самоподдерживающаяся цепная реакция	$\sim 10^{-6}$	1000—10 000	1—10	10 ⁶ / <1	730 / <1	Масштабное загрязнение, возможен трансграничный перенос
Падение ЛА на АПЛ во время выгрузки ОЯТ	$\sim 10^{-8}$	10—1000	0,1—1	10 ⁵ / <1	73 / <1	Масштабное загрязнение, возможен трансграничный перенос

Табл. 1.22 (окончание)

Сценарий аварии	Вероятность события, год ⁻¹	Доза, мЗв/год		Риск * при аварии / потенциальный, 10 ⁻⁶		Экологические последствия (внешняя среда)
		Персонал	Население	Персонал	Население	
Столкновение ПТБ с другим судном, пожар, затопление	~ 10 ⁻⁸	1—100	1—10 ***	5600 / <1	730 / <1	Масштабное загрязнение
Падение ЛА на ПТБ с разрушением хранилища ОТВС, пожар	~ 10 ⁻⁹	Гибель	1—100 ***	— / <1	7300 / <1	Масштабное загрязнение, возможен трансграничный перенос
Затопление РБ без разгерметизации первого контура при транспортировке	~ 10 ⁻³	≤ 0,001	≤ 0,001	<1 / <1	<1 / <1	Без последствий
Затопление РБ с разгерметизацией первого контура при транспортировке	~ 10 ⁻⁴	0,01—0,001 **	0,01—0,001	<1 / <1	<1 / <1	Ограниченное загрязнение
Падение ЛА на РБ в ПВХ в губе Сайда	~ 10 ⁻⁶	0,1—1	0,001—0,01	56 / <1	<1 / <1	Ограниченное загрязнение
Падение ЛА на береговой ПДХ РБ	~ 10 ⁻⁶	0,1—1	0,001—0,01	56 / <1	<1 / <1	Ограниченное загрязнение
Падение ЛА на площадку ТРО на БТБ в губе Андреева, пожар	~ 10 ⁻⁸	10—100	0,1—1 ****	5600 / <1	73 / <1	Ограниченное загрязнение
Взрывное разрушение БСХ ОЯТ на БТБ в губе Андреева, пожар	~ 10 ⁻⁸	100—1000	1—100 ****	10 ⁵ / <1	7300 / <1	Масштабное загрязнение, возможен трансграничный перенос
Взрыв, разрушение хранилищ ОЯТ на БТБ в поселке Гремиха, пожар	~ 10 ⁻⁷	100—1000	1—100 ****	10 ⁵ / <1	7300 / <1	Тоже

* Радиационный риск определен в соответствии с [29], безусловно приемлемый риск соответствует величинам менее $1 \cdot 10^{-6}$.

** При несанкционированной ловле и потреблении морепродуктов из загрязненной бухты.

*** Авария происходит у населенного пункта в 2—3 км от берега.

**** При прохождении радиоактивного облака через населенный пункт.

1.6.4. Распределение источников опасности по категориям риска

Проведенный анализ основных источников опасности показал, что объекты утилизации и экологической реабилитации обладают неравнозначными типами рисков, которые можно охарактеризовать следующими категориями (табл. 1.23):

- реальные риски, обусловленные существующим состоянием объектов утилизации и экологической реабилитации (категория I);
- потенциальные риски, не связанные с технологией проведения работ по утилизации и экологической реабилитации объектов (категория II); в эту категорию входят две подгруппы рисков: возрастающие со временем (категория IIa) и постоянные (категория IIб);
- потенциальные риски, связанные с технологией работ по утилизации и экологической реабилитацией (категория III).

Таблица 1.23. Результаты категорирования источников опасности для окружающей среды, существующих на объектах утилизации и реабилитации

Категория опасности (риска)	Причины возникновения опасности (риска)	Степень опасности
I — реальный риск	Неудовлетворительное техническое состояние объектов хранения ОЯТ и РАО	Высокая
	Низкое техническое состояние выведенных в отстой АПЛ	Низкая
	Низкое техническое состояние отдельных объектов Ремонтно-технического предприятия (РТП) «Атомфлот»	Низкая
	Недостаточное техническое обеспечение радиоэкологического мониторинга на судоремонтных заводах	Низкая

Табл. 1.23 (окончание)

IIa — потенциальный риск (возрастающий со временем)	Затопление АПЛ с невыгруженным ОЯТ в местах базирования в результате прекращения докования	Высокая
	Аварийное затопление судов АТО в местах базирования в результате разгерметизации корпусов	Высокая
	Возрастание деградации хранилищ ОЯТ и РАО на БТБ, РТП «Атомфлот» в результате физического старения	Высокая
	Возрастание вероятности возникновения самоподдерживающейся цепной реакции из-за физического старения и разрушения хранилищ ОЯТ	Крайне высокая
	Затопление РБ с разгерметизацией прочного корпуса и первого контура в результате истечения сроков докования	Средняя
IIб — потенциальный риск (не меняющийся со временем)	Столкновение ПТБ с другим судном, пожар, затопление	Высокая
	Падение летательного аппарата на ПТБ с разрушением хранилища ОТВС	Крайне высокая
	Взрывное разрушение блоков «сухого» хранения на БТБ в губе Андреева, пожар	Крайне высокая
	Взрывное разрушение осушенных хранилищ ОЯТ и БТБ в поселке Гремиха, пожар	Крайне высокая
III — технологический риск	Падение ЛА на ПВХ или ПДХ в губе Сайда	Низкая
	Падение ЛА на АПЛ во время выгрузки ОЯТ	Высокая
	Затопление АПЛ при переводе в пункт выгрузки ОЯТ и утилизации	Высокая
	Разлив ЖРО или выброс газа из системы ГВД при подготовке к выгрузке ОЯТ из АПЛ	Низкая
	Повреждение ОТВС при выгрузке, падение транспортного контейнера при обращении с ОЯТ	Без последствий

Глава 2. Международный опыт вывода из эксплуатации радиационно-опасных объектов

2.1. Общие положения

После проектирования, сооружения, эксплуатации в штатном режиме ядерно- и радиационно-опасных объектов (ЯРО) наступает неизбежный завершающий этап их жизненного цикла — вывод из эксплуатации. И если этапы создания, эксплуатации прошли все существовавшие и существующие ядерно- и радиационно-опасные объекты, то выведена из эксплуатации была лишь небольшая их часть. Прежде всего, многие из них еще работают, а некоторые проходят процесс вывода из эксплуатации, который пока не завершен. Кроме того, значительное число объектов находится в режиме так называемого окончательного останова, предшествующего началу работ по выводу из эксплуатации. Соответственно и опыт, накопленный в мире по выводу ЯРО из эксплуатации, значительно скромнее, чем в области их сооружения и эксплуатации в различных режимах.

Вывод ЯРО из эксплуатации — процесс весьма сложный, длительный и дорогой, он имеет особенности, обусловленные различиями видов ЯРО: энергетических реакторов, исследовательских реакторов, транспортных реакторов, радиохимических производств, пунктов хранения и переработки радиоактивных отходов и т. д. Тем не менее существуют общепринятые принципы, достаточно четкие требования и нормы международного права, руководств МАГАТЭ на эту тему. Но, учитывая военную предысторию мирного атома, накопленные исторические проблемы в данной области, требующие для решения огромных средств и времени, различное отношение властей и общественности к ядерной проблематике, имеются существенные национальные особенности в подходах к этой тематике.

МАГАТЭ определяет вывод из эксплуатации как административную и техническую деятельность с целью снятия, частично или полностью, регулирующего контроля с установки (исключая хранилища, для которых используется термин «закрытие»). При выводе из эксплуатации должны обеспечиваться защита персонала и постоянная защищенность населения и окружающей среды.

Деятельность по выводу из эксплуатации должна быть включена в полный жизненный цикл предприятия начиная с этапа проектирования, строи-

тельства, планирования вывода из эксплуатации на этапе эксплуатации установки и реализации плана вывода из эксплуатации после завершения ее рабочего периода. В атомной промышленности вывод из эксплуатации различных типов ядерных установок фактически осуществляется уже на протяжении более 50 лет (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Статус АЭС, исследовательских реакторов и предприятий ядерного топливного цикла (ЯТЦ), 2003 г.

Объект, процесс	Действующие	Строящиеся	Остановленные или находящиеся в процессе вывода	Выведенные из эксплуатации
АЭС	446	45	107	14
Исследовательские реакторы и критические сборки	287	8	214	173
Добыча и переработка урана	294	8	231	149
Конверсия и регенерация урана	29	1	14	2
Обогащение урана	21	2	7	5
Производство ТВС / тяжелой воды	66	5	27	23
Переработка топлива	13	3	18	13
Ускорители	406	9	5	1

Источник: МАГАТЭ.

Вывод из эксплуатации необходим как в случаях запланированного окончания срока эксплуатации, так и при прекращении эксплуатации вследствие коммерческих, политических решений или аварий. Задачи, связанные с выводом из эксплуатации, охватывают широкий спектр деятельности; для крупных атомных установок она может включать масштабный вывод из эксплуатации и демонтаж массивных бетонных структур, тогда как для радиоизотопных лабораторий могут понадобиться только некоторая умеренная очистка и дезактивация. При выборе подходящей стратегии вывода из эксплуатации для конкретной установки следует учитывать как общие, так и специфические для данной площадки факторы и проводить многофакторный анализ. К таким факторам относятся стоимость, вопросы

здравоохранения и безопасности, воздействие на окружающую среду, наличие ресурсов, участие заинтересованных сторон и т. д. В некоторых случаях отсутствие основных ресурсов (недостаточность фондов или отсутствие инфраструктуры по обращению с РАО) может приводить к отказу от отдельных стратегий. Правильное проведение вывода из эксплуатации играет важную роль в достижении устойчивости развития ядерной энергетики и промышленности.

Европейские страны проводят в ядерной области различную государственную политику. То же можно сказать и о программах по выводу объектов из эксплуатации и тесно связанных с ними вопросов по обращению с отходами. Некоторые страны (например, Финляндия и Франция) имеют программу роста ядерной энергетики, тогда как другие (например, Швеция) проводят более статичную политику. Германия реализует программу поэтапного свертывания атомной энергетики, принятую в поправках к Закону об атомной энергии 2002 г. Соответственно различаются цели, которые ставятся для конечного состояния вывода из эксплуатации.

В настоящее время в **Германии** отключены 18 АЭС и опытных реакторов. Две АЭС (KKN в Нидерайхбахе и HDR в Гросвельцхайме) полностью демонтированы, а площадки восстановлены до состояния «зеленой лужайки» (что подразумевает в дальнейшем их использование без ограничений) и выведены из-под регулирующего контроля. Две атомных станции (KWL в Лингене и THTR-300 в Хамм-Уэнтропе) законсервированы. Остальные 15 АЭС находятся в процессе демонтажа, для них запланировано достижение состояния «зеленой площадки». В ноябре 2003 г. была отключена АЭС на 672 МВт в Штаде, с 2005 г. она находится в процессе вывода из эксплуатации, запланирован ее немедленный демонтаж. Период эксплуатации отдельных АЭС характеризуется оставшимся временем выработки электроэнергии, которое рассчитывается исходя из номинального времени эксплуатации 32 года. Таким образом, политика Германии в области вывода из эксплуатации ЯРО нацелена на немедленный демонтаж, обычно до состояния «зеленой лужайки».

Доля атомной энергетики **Франции** в обеспечении страны электроэнергией составляет почти 80%. В настоящее время эксплуатируется 58 реакторов АЭС; реакторы с газовым охлаждением (все 6 единиц) были окончательно остановлены, так же как и реактор на быстрых нейтронах «Superphenix». Промышленность топливного цикла принадлежит компании AREVA, осуществляющей эксплуатацию всех промышленных установок — от разведки и разработки урановых месторождений до переработки ОЯТ. Большая часть исследовательских установок Франции относится к СЕА (Комиссариату по атомной энергии). Значительное число установок уже демонтировано, демонтируется или числится на очереди (исследовательские реакторы, лаборатории, опытные станции). В 2001 г. СЕА опубликовал

планы вывода из эксплуатации своих исследовательских установок (около 30 установок должны быть выведены из эксплуатации до 2015 г.):

- начать дезактивацию/очистку и исследования вывода из эксплуатации до принятия решения об остановке;
- осуществить окончательную остановку эксплуатации и определенные работы по отключению в минимальные сроки после принятия решения об остановке;
- обеспечить максимально короткие сроки достижения третьего этапа («зеленой лужайки» или «коричневой площадки»).

Великобритания находится в процессе решения проблемы наследия первого поколения гражданских ядерных реакторов, а также некоторых более старых установок, которые были полностью или частично связаны с реализацией военной ядерной программы. Программа ядерного наследия представляет собой долговременный процесс. Ее стоимость оценивается во много миллиардов фунтов стерлингов, она рассчитана на несколько десятилетий. Национальная политика по выводу из эксплуатации регулируется документом правительства Cm 2919. Недавно она была обновлена заявлением правительства «Вывод из эксплуатации ядерных промышленных установок» и передана администрации в сентябре 2004 г.: «Целью вывода из эксплуатации является последовательное устранение угрозы, которую представляет установка, притом что необходимое внимание уделяется соображениям безопасности, безопасности работников и населения и защите окружающей среды, а в долговременном плане — сокращению числа площадок и площади земель, остающихся под регулирующим контролем. Операции вывода из эксплуатации должны проводиться как можно быстрее с учетом всех соответствующих факторов, как предусмотрено в стратегии и плане соответствующего оператора. Правительство, однако, признает, что операции вывода из эксплуатации могут включать два или больше отдельных этапов продолжительностью в несколько десятилетий... В отдельных случаях может оказаться возможным осуществление вывода из эксплуатации до такого состояния площадки, когда для нее допускается неограниченное использование, хотя доминирующим соображением станет то, является ли этот вариант наилучшим экологическим решением».

Практические действия Великобритании в данной области изменяются в соответствии с конкретными обстоятельствами на установке. Первый этап вывода из эксплуатации в основном выполняется сразу после закрытия. Для последовательного и систематического снижения рисков, которые представляет установка, планируются более поздние этапы вывода из эксплуатации с учетом:

- потенциальной опасности для населения, работников и окружающей среды;
- наличия путей размещения отходов и наличия квалифицированного персонала;
- времени, необходимого для планирования работ и, если необходимо, разработки методов и оборудования для вывода из эксплуатации;
- безопасности и экологических рисков, зависящих от времени (например, определение выгоды или ее отсутствия в результате выдержки радиоактивного материала);
- взаимодействия со связанными проектами, для чего может понадобиться введение приоритетности;
- затрат и финансового обеспечения;
- наличия квалификации и опыта;
- устойчивого развития.

Конечной целью вывода из эксплуатации является освобождение площадки из-под контроля регулирующих органов для ее неограниченного использования в дальнейшем; при этом признается, что данный вариант может и не быть реалистичным для всех площадок. Ядерные лицензируемые площадки могут быть освобождены от необходимости лицензирования в соответствии с Законом о ядерных установках, если Администрация по охране здоровья и труда (Health and Safety Execution — HSE) убедится в отсутствии радиационной опасности на площадке. Ряд небольших площадок и частей площадок выведены из лицензирования на основании их рассмотрения как отдельных специальных случаев. В мае 2005 г. HSE опубликовала критерии, которые должны использоваться в будущем, особенно для некоторых крупных площадок. «Отсутствие опасности» по существу определяется как риск преждевременной смерти из-за искусственно созданной радиоактивности, который не превышает 10^{-6} в год.

В США выполняется масштабная комплексная программа решения вопросов «ядерного наследия», ставящая целью восстановление окружающей среды, — «Environmental Management — EM program», направленная на комплексную очистку предприятий/площадок и их закрытие. Программа имеет годовой бюджет около 6 млрд долл. На 2006 и 2007 гг. было выделено 6590 и 5828 млн долл. соответственно. К декабрю 2006 г. завершены работы на пяти площадках — Kansas City Plant, Lawrence Livermore NL, Columbus EMP, Fernald EMP, Rocky Flats Environmental technology Site. Осуществлялась деятельность по размещению ядерных материалов, размещению РАО и очистке

предприятий и площадок и их закрытию. Последним достижением стало окончание работ в запланированные сроки на ядерной площадке Rocky Flats. На 2007—2009 гг. в программу включено еще 12 площадок.

2.2. Стратегии вывода из эксплуатации

МАГАТЭ определяет три стратегии вывода из эксплуатации: немедленный демонтаж, отложенный демонтаж и ограждение (консервация). Вариант «Отсутствие действий» не рассматривается в качестве приемлемой стратегии. При этом возможны следующие варианты конечного состояния:

- трансформация объекта в хранилище РАО;
- «коричневая площадка»;
- «зеленая лужайка».

Немедленный демонтаж начинается вскоре после отключения или, при необходимости, после краткого переходного периода подготовки. Вывод из эксплуатации начинается вслед за переходным периодом и может продолжаться этапами или как единый проект до тех пор, пока не будет достигнуто предусмотренное конечное состояние включая освобождение установки или площадки от регулирующего контроля.

Демонтаж может быть отложен на период до нескольких десятилетий. Отложенный демонтаж — это стратегия, при которой установка или площадка помещается в безопасные условия на какое-то время, по истечении которого следуют дезактивация и демонтаж. Во время отложенного демонтажа осуществляется программа поддержки и технического обслуживания установки. В течение периода отключения и переходного периода должны выполняться специфические для данной установки действия, направленные на уменьшение и изоляцию источника (удаление ОЯТ, кондиционирование остающихся эксплуатационных или оставшихся отходов и т. д.) и подготовка установки к этапу отложенного демонтажа.

Наконец, ограждение (entombment) — это стратегия, при которой остающийся радиоактивный материал изолируется на длительное время. Вводятся хранилища отходов низкого и промежуточного уровней, осуществляется контроль за их учреждением, функционированием и замкнутостью (герметичностью).

Хотя оценка главных факторов могла бы определенно указать на одну из перечисленных стратегий, в действительности могут возникать ограничивающие и отклоняющие факторы, что ведет к необходимости комбинировать стратегии или исключать одну или более стратегий из рассмотрения.

При выборе стратегии вывода из эксплуатации общими являются следующие шаги:

- назначение (или выявление) ответственных за вывод из эксплуатации установки;
- общение с регулирующими органами;
- установление времени и программы;
- сбор радиологических данных об установках, которые должны подвергнуться выводу из эксплуатации;
- установление альтернатив для разборки конструкций и демонтажа оборудования;
- установление альтернатив при обращении с отходами;
- определение необходимых штатных и финансовых ресурсов;
- комплектование записей, архивов и ведение базы данных.

2.2.1. Главные факторы, оказывающие влияние на выбор стратегии вывода из эксплуатации

Факторы, оказывающие влияние на выбор стратегии вывода из эксплуатации, в основном аналогичны для целого ряда установок. Их проявление может носить как положительный, так и ограничительный характер (например, наличие или отсутствие финансирования). Степень их влияния зависит от конкретных условий страны или установки. В качестве главных факторов, влияющих на выбор стратегии вывода из эксплуатации, МАГАТЭ рассматривает следующие:

- национальная политика и регулирующие рамки:
 - политический документ, который определяет программу и направление развития атомной энергетики и промышленности на государственном уровне;
 - правовые рамки, охватывающие функции регулирования и инфраструктуру, а также требования и стандарты, относящиеся к выводу из эксплуатации;
 - процессы выдачи разрешений и лицензий для обеспечения регулирования и полного жизненного цикла установки, в особенности планирования и осуществления вывода из эксплуатации;
- финансовые ресурсы / стоимость внедрения стратегии:
 - наличие соответствующих финансовых ресурсов и механизмов финансирования;
 - прямая стоимость внедрения стратегии;

- не прямые расходы, связанные со стратегией (т. е. затраты, связанные с привлечением заинтересованных сторон и с общественным мнением);
- ОЯТ и система обращения с отходами:
 - национальная политика и стратегия в области обращения с отработавшим топливом;
 - наличие конкретных (по установкам) планов по обращению с отработавшим топливом и отходами; наличие оборудования;
 - количество и категории отходов, образуемых при выводе из эксплуатации;
- воздействие на здоровье, безопасность и окружающую среду:
 - риски для безопасности/здоровья;
 - воздействие на окружающую среду, включая воздействие перевозок материалов/отходов;
 - физическое состояние установки (например, ожидаемая целостность здания по прошествии определенного времени);
 - характеристики радиоактивных и опасных материалов;
 - воздействие угроз промышленной безопасности на местах;
- кадровые ресурсы и управление информацией:
 - наличие квалифицированного и опытного персонала;
 - опыт, полученный при выполнении предыдущих проектов;
 - история эксплуатации и точность данных, относящихся к выводу из эксплуатации (записей, чертежей и т. д.);
 - ресурсы других работающих ядерных установок на месте или в целом по стране;
 - причины окончательного отключения, если они не соответствуют первоначально запланированным (экономические, политические, авария и т. д.);
- участие заинтересованных сторон и социальное воздействие:
 - влияние вывода из эксплуатации на местные сообщества;
 - обеспокоенность и мнение общественности и заинтересованных сторон;
 - возможные варианты использования площадки.

Важный момент при выборе варианта — определение связи между состоянием установки при ее отключении, предложенными действиями по выводу, сопутствующими рисками и затратами. Например, анализ сопутствующих рисков логически определяет такие главные аспекты, как дополнительное или модифицированное оборудование, подготовка персонала, процедуры, рабочие инструкции, меры по безопасности и обслуживанию установки.

На основании имеющихся данных и опыта, полученного при выполнении проектов, принятие стратегии вывода является прямой процедурой. В отдельных случаях реальная ситуация намного менее ясна. Например, отсутствуют средства или нет хранилища отходов, доступного в ближайшем будущем. В этом случае существует жесткое ограничение, которое и определяет выбор стратегии.

В США Комиссия по ядерному регулированию (NRC) разработала и внедряет подход к управлению выводом из эксплуатации, основанный на оценке рисков и эффективности, при котором обеспечивается и поддерживается на необходимом уровне безопасность, уменьшаются затраты и возрастает общественное доверие.

История вопроса выглядит так:

- 1995 г. Программное заявление о деятельности NRC, использующей информацию о рисках.
- 1998 г. Формальное определение регулирования на основании использования информации о рисках.
- 1997, 2000 и 2003 гг. Инструкции и руководства.

Цель заключается в сосредоточении ресурсов на тех элементах площадки, которые оказывают наибольшее влияние на риски для населения после окончания вывода из эксплуатации.

Современные подходы NRC базируются на следующем:

- критерии, используемые для очистки площадки, учитывают информацию о рисках и основаны на эффективности вложения ресурсов;
- оценки доз учитывают значимость радиационных рисков для конкретных площадок;
- используются многочисленные методы подтверждения соответствия;
- используются «группы вывода из эксплуатации»;
- применяется ступенчатый подход к институциональному контролю, основанный на знании рисков.

Кроме того, в настоящее время NRC разрабатывает ряд мер по внесению изменений в требования финансового обеспечения, чтобы гарантировать наличие достаточных средств для вывода из эксплуатации, и изменения в требования к мониторингу и отчетности владельца лицензии, направленные на уменьшение или смягчение будущих проблем.

Обзор деятельности по выводу из эксплуатации, осуществляемой в мире в настоящее время и предстоящей в будущем, выявляет важные ограничительные условия, влияющие на выбор стратегии:

- недостаточность имеющихся фондов;

- неадекватность правовых и регулирующих рамок;
- неадекватность системы обращения с отходами и отработавшим топливом;
- недостаток образования в ядерной области;
- требование повторного использования площадки или установки;
- специальные вопросы в случае небольших ядерных программ и ограниченных ресурсов;
- влияние местной экономики и социальных вопросов.

Действие перечисленных ограничений и условий меняется в зависимости от видов установок — АЭС, исследовательских реакторов, предприятий топливного цикла и медицинских, промышленных и других небольших установок.

2.3. Вопросы технического планирования и управления

Заблаговременное планирование вывода из эксплуатации одобрено МАГАТЭ. Его результатом должен стать формальный план вывода из эксплуатации, описывающий, какая именно деятельность будет проводиться. Технические аспекты этого плана призваны обеспечить ознакомление всех участников процесса с целями и методами его достижения.

Типичное содержание подробного плана вывода из эксплуатации приведено в различных публикациях МАГАТЭ (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Примерное содержание типичного плана вывода из эксплуатации

Раздел	Содержание
Введение	Задачи, содержание и цели, которые должны быть достигнуты
Описание установки	Физическое описание площадки и установки и данные об истории ее эксплуатации. Перечень радиоизотопов
Стратегия вывода из эксплуатации	Задачи и альтернативные варианты вывода из эксплуатации. Выбор и обоснование наиболее предпочтительного варианта
Управление проектом и планирование	Ресурсы. Организация и ответственность. Меры по наблюдению и контролю. Детальные оценки количества отходов. Подготовка и квалификация. Отчетность и ведение учета. Управление рисками. Календарное планирование

Табл. 2.2 (окончание)

Раздел	Содержание
Деятельность по выводу из эксплуатации	Деактивация и разборка. Обращение с РАО. Программа содержания и технического обслуживания
Оценка безопасности	Предполагаемые дозы для заданий и подтверждение соблюдения принципа ALARA (любой риск должен быть снижен настолько, насколько это практически достижимо) для этих заданий. Нерадиационные риски. Анализ риска, опасности и вероятности. Правила работы и инструкции
Оценка воздействия на окружающую среду	Доказательство соответствия экологическим нормам и критериям
Программа обеспечения качества	Создание программы гарантии и контроля качества, проверка соответствия установленным требованиям обеспечения качества
Программа радиационной защиты и радиационной безопасности	Система радиационного мониторинга и радиационной защиты. Физическая безопасность и контроль материалов. Аварийные мероприятия. Управление безопасностью. Подтверждение безопасности рабочих, населения и окружающей среды (анализ «затраты-выгоды»)
Продолжение наблюдения, ухода и технического обслуживания	Разработка программ наблюдения и технического обслуживания
Заключительный радиационный контроль	Подтверждение соответствия критериям очистки
Затраты	Оценка затрат. Обеспечение фондов

2.3.1. Вопросы финансирования

Обеспечение адекватных фондов для вывода из эксплуатации и механизмы финансирования являются частью планирования вывода из эксплуатации и обычно обязательны в терминах регулирующих рамок. Уровень финансирования соизмерим с рассматриваемыми затратами (табл. 2.3) определенной стратегии вывода из эксплуатации.

Таблица 2.3. Оценочные затраты на вывод из эксплуатации различного оборудования

Вид установки	Оценочная стоимость вывода из эксплуатации, млн долл. на 2003 г.	Период эксплуатации, лет	Время вывода из эксплуатации, лет
Энергетические реакторы	350	40	10, после 5 лет переходного периода
Исследовательские реакторы	1,0/1 МВт	40	3
Критическая сборка	0,050	40	1
Предприятия топливного цикла:			
добыча урана	0,800	25	1
переработка/извлечение урана	150	30	3
обогащение урана	600	30	10
изготовление топлива	250	30	2
переработка топлива	800	30	15
Промышленные установки	0,200	20	1
Исследовательские установки:			
ускорители	0,100	40	1
медицинское оборудование	0,050	20	< 1
лаборатории	0,050	20	1

Источник: Status of the decommissioning of nuclear facilities around the world. — Vienna: IAEA, 2004.

Недостаточность финансирования создает главное ограничение, которое может привести к тому, что какие-то стратегии станут невыполнимыми. Для обеспечения вывода из эксплуатации создаются механизмы специальных накопительных фондов или разрабатываются другие механизмы последующего финансирования работ. В рамках концепции накопительных специальных фондов существует ряд подходов:

- накопление ресурсов путем внесения отчислений в течение всего жизненного цикла установки;

- накопление за более короткий срок (25—30 лет), чем запланированный срок полезной эксплуатации установки (частично решается проблема сохранения стоимости средств во времени);
- накопление через предварительные платежи в фонд, осуществляемые до ввода объектов в эксплуатацию;
- взнос в фонд необходимой суммы средств при начале процесса вывода из эксплуатации.

Решение задачи обеспечения финансовых ресурсов в течение длительного времени может осложняться рядом проблем:

- необходимостью безрискового сохранения стоимости денежных средств на больших временных интервалах;
- возможной недооценкой объема средств на строительство элементов инфраструктуры и работы по долгосрочному обращению с ОЯТ, РАО и выводу объектов из эксплуатации;
- передачей права собственности на ядерно- и радиационно-опасные объекты и/или ОЯТ и РАО без передачи соответствующего финансового обеспечения для последующего обращения и/или вывода из эксплуатации;
- преждевременным прекращением работы ядерно- и радиационно-опасных объектов (сокращается время накопления фондов);
- банкротством или трудным финансовым положением оператора установки / собственника объекта или владельца ОЯТ и РАО;
- сложностью финансирования вывода из эксплуатации объектов, оставленных до того, как были введены в действие соответствующие механизмы обращения с ними.

Разные страны применяют для решения этих проблем собственные подходы, которые определяются конкретными обстоятельствами.

Так, в **Германии** в соответствии с законодательными требованиями операторы обязаны покрывать стоимость вывода из эксплуатации ядерных установок и размещения образовавшихся РАО. АЭС должны накапливать соответствующие фонды во время эксплуатации и инвестировать резервы таким образом, чтобы они оказались доступны в нужное время. Оценочная стоимость вывода из эксплуатации водного реактора под давлением мощностью 1200 МВт составляет порядка 300 млн евро, стоимость реактора на кипящей воде мощностью 800 МВт — порядка 350 млн евро, что связано с большей контролируемой площадью.

Для установок, находящихся в государственной собственности (например, исследовательских реакторов, учебных или других установок в универси-

тетах), покрытие затрат на вывод из эксплуатации и обращение с РАО осуществляется за счет государственных средств в рамках годового бюджета.

Собственники ядерных установок **Франции** каждый год проводят расчеты финансовых обязательств (деактивация, работы по восстановлению, обращению с РАО, требования землевладельцев, работы по техническому обслуживанию и уходу) и откладывают средства на счета компаний. Ежегодно накопленные на данный момент средства должны переоцениваться (стоимость должна пересчитываться), чтобы учесть инфляцию и реальную норму прибыли. Стоимость переоценки вычитается из прибыли компаний и добавляется на резервный счет. Для компании СЕА, находящейся в государственной собственности, недавно был открыт специализированный счет для реализации планов по выводу объектов из эксплуатации.

В **Великобритании** в 2001 г. правительство объявило, что принимает на себя прямую финансовую ответственность за все обязательства компании BNFL исключая те, которые покрывались коммерческими контрактами по переработке и хранению ОЯТ в Селлафилде. Управление по выводу из эксплуатации ядерных объектов (NDA) финансируется как напрямую государством, так и за счет коммерческих доходов от производства электроэнергии на четырех АЭС компании «Magnox», от переработки и хранения ОЯТ и производства топлива. Для очистки и вывода из эксплуатации объектов «British Energy», управляемых частным сектором, компания обязуется по контракту отчислять в Фонд ядерной ответственности годовой фиксированный взнос плюс значительную часть свободного денежного потока, который зависит от цен на электроэнергию.

В **Швеции** предприятия атомной энергетики вносят отчисления на каждый произведенный киловатт-час в Фонд ядерных отходов. Эти отчисления меняются из года в год и для различных предприятий установлены разные. Средняя плата в настоящее время составляет 0,005 шведской кроны на 1 кВт·ч и базируется на предположении, что каждый реактор вырабатывает электроэнергию в течение 25 лет. Когда время эксплуатации превысит этот срок, плата должна взиматься в счет будущих расходов на произведенные ОЯТ и РАО. С 1996 г. предприятия ядерной энергетики должны обеспечивать два вида гарантии в дополнение к плате, вносимой в Фонд ядерных отходов:

1. Если реактор был закрыт до достижения 25 лет времени эксплуатации, в Фонд ядерных отходов будет внесена меньшая плата. Гарантии, обеспечиваемые владельцам лицензии реактора, должны компенсировать эту недостачу.
2. Должен существовать другой вид гарантий до того времени, когда все ядерные отходы будут размещены в постоянном хранилище, они должны компенсировать непредвиденные обстоятельства в программе, связанной с отходами. Использовать эти гарантии предполагается, если расходы на

размещение РАО в будущем станут больше, чем планировалось, если эти расходы необходимо будет произвести раньше ожидаемого времени или если реальный объем средств окажется меньше оценочного.

Компания SKB, отвечающая за обращение с ОЯТ и РАО в Швеции, ежегодно проводит оценки для всех предприятий ядерной энергетики, на основании которых регулирующие органы проводят анализ и расчет платежей.

В США существует Фонд ядерных отходов, источниками формирования которого являются сборы в размере 0,001 долл. за 1 кВт·ч электроэнергии, вырабатываемой и продаваемой атомными энергетическими предприятиями. Кроме того, туда поступают ассигнования Конгресса на ядерные материалы, находящиеся в ведении государства, и единовременные выплаты и инвестиционные доходы. Фонд ядерных отходов подчиняется Министерству финансов, которое обязано ежегодно представлять в Конгресс отчет и проект бюджета.

2.3.2. Решения по размещению радиоактивных отходов

Существует несколько способов решения проблем обращения с низко- и среднеактивными РАО, возникающими в замкнутом ЯТЦ. В последние годы большинство стран стремится разрабатывать технологические процессы кондиционирования, позволяющие снизить мобильность радионуклидов и объемы отходов и осуществлять захоронение отходов в упакованном виде в приповерхностных инженерных сооружениях (бетонных траншеях и т. п.).

В настоящее время 12 из 26 наиболее развитых в ядерном отношении стран (Великобритания, Франция, Япония, Бельгия, Болгария, Венгрия, Индия, Италия, Китай, Нидерланды, Чехия, Словения) избрали замкнутый ЯТЦ с переработкой отработавшего ядерного топлива на собственных установках или на заводах других стран (Франции, Великобритании, России).

В Германии до 1994 г. действовало положение о повторном использовании делящихся материалов из ОЯТ, которое было изменено в 1994 г. — эксплуатирующие организации получили возможность выбора между повторным использованием ОЯТ и его прямым захоронением. В 2005 г. вышли изменения к Постановлению об атомной энергии 2002 г., и в настоящее время возможно лишь прямое захоронение отработавших топливных сборок.

В Великобритании в 2003 г. был создан Комитет по обращению с РАО (CoRWM), перед которым поставлена задача разработать устойчивую долгосрочную политику в области обращения с высокоактивными и долгоживущими отходами, плутонием, ураном и ОЯТ. В 2006 г. комитет предложил для рассмотрения три варианта удаления: геологическое удаление, поэтапное геологическое удаление и удаление в буровые скважины. В планах управления NDA, которое считает, что на реализацию решения по геологическому удалению может потребоваться несколько десятилетий, наи-

более приемлемая дата ввода в эксплуатацию хранилища среднеактивных отходов — 2040 г.

Швеция и США рассматривают отработавшее ядерное топливо в качестве РАО и разрабатывают проекты его окончательного захоронения в геологические формации без переработки.

Ряд стран, например Канада и Испания, больше жестко не связывают себя с этой стратегией, а предпочитают пока отложить окончательный выбор политики между прямым и замкнутым вариантами ЯТЦ.

Высокоактивные и альфа-излучающие отходы, отвержденные в стеклоподобные или минералоподобные матрицы, а также кондиционированные ОЯТ предполагается захоранивать в глубокие геологические формации или стабильные участки океанического дна. Необходимость обеспечения безопасности геологических хранилищ с размещенными альфа-излучающими РАО на сроки порядка десятков и сотен тысяч лет привела к возобновлению в Японии и США исследовательских программ по выделению и трансмутации долгоживущих актинидов нейтронным облучением.

2.4. Опыт вывода из эксплуатации и утилизации объектов атомного флота США

Поскольку данная монография посвящена проблемам, связанным с выводом из эксплуатации объектов атомного флота, уместно рассмотреть зарубежный опыт в этой области на примере организации вывода из эксплуатации и утилизации атомных подводных лодок США. Основные принципы и особенности этой деятельности изложены в документе Военно-морского министерства «Выведение из эксплуатации, утилизация и повторное использование материалов атомных кораблей ВМФ США», принятом в апреле 1999 г. и представляющем собой обзор американской программы по утилизации атомных кораблей после достижения ими конца срока эффективной службы. Он содержит описание выведения корабля из эксплуатации, утилизации реакторного отсека, утилизации оставшейся части судна. В нем излагаются этапы планирования и решения, а также нынешнее состояние программы на момент выхода документа.

Корабли ВМФ выводятся из эксплуатации, когда их военный потенциал перестает отвечать затратам на продолжающееся использование, когда необходимо выполнить договорные требования об ограничении ракетного потенциала или когда в кораблях отпадает необходимость. После принятия решения о выводе атомного корабля из эксплуатации из него необходимо выгрузить топливо, а затем должны быть приняты меры для утилизации реакторной установки и остальной части корабля.

В конце 1970-х годов был сделан вывод, что в ближайшие годы ряд АПЛ потребуется вывести из эксплуатации и утилизации. В соответствии с Законом об экологической политике стали изучаться возможные способы их утилизации. Были рассмотрены два основных варианта:

- размещение разгруженного от топлива реакторного отсека (секции АПЛ, содержащей реакторную установку) на существующем наземном участке захоронения и ликвидация нерадиоактивного остатка подлодки путем затопления в море или разделки для продажи в виде металлолома;
- ликвидация посредством затопления всей разгруженной от топлива АПЛ в глубоких водах океана.

В «Итоговом экспертном заключении об экологических последствиях» ВМФ от 1984 г. указано, что наземное или подводное захоронение реакторных отсеков было бы экологически безопасным и осуществимым. «Протокол решения», выпущенный ВМФ 6 декабря 1984 г., содержал вывод: «Исходя из анализа всех ныне учитываемых факторов, влияющих на такого рода захоронение, решено приступить к утилизации реакторных отсеков путем захоронения на суше».

В 1996 г. ВМФ подготовил второе «Экспертное экологическое заключение», в котором оценивались варианты захоронения для атомных крейсеров и подводных лодок классов «Los Angeles» и «Ohio». «Протокол решения», выпущенный ВМФ и Министерством энергетики 8 августа 1996 г., содержал вывод, что наземное захоронение реакторных отсеков на каком-либо федеральном участке захоронения не имело бы значительных неблагоприятных экологических последствий. Первый отсек реактора АПЛ класса «Los Angeles» был отправлен на принадлежащую Министерству энергетики свалку в Ханфорде (штате Вашингтон) в сентябре 1997 г.

Сначала переднюю и кормовую секции разгруженных от топлива и выведенных из эксплуатации АПЛ соединяли и помещали в плавучее хранилище после демонтажа ракетного отсека (для SSBN — атомных подлодок, вооруженных баллистическими ракетами) и удаления реакторного отсека. В 1991 г. ВМФ приступил к утилизации этих сцепленных секций подлодок. С 1991 г. утилизация оставшихся секций судна выполнялся параллельно с работами по удалению реакторных отсеков. В процессе утилизации удаляются и ремонтируются компоненты, представляющие ценность для ВМФ, а остаток корабля разрезается на части для сортировки и вторичного использования металлов и прочих ценных материалов.

Разработанные ВМФ операции по утилизации судов не требуют сложной технологии, используются основные технические принципы и обычные промышленные методы. Большое внимание уделяется детальной проработке действий при тщательном надзоре за их выполнением. С самого начала основные цели программы состояли в минимизации радиационного

облучения, соблюдении местных и федеральных требований по части экологии и безопасности и в контроле за расходованием средств. Технология вывода из эксплуатации является простой и вполне посильна для крупной верфи. Она состоит из разборки на основные компоненты, их удаления, перемещения тяжелых грузов, упаковки и транспортировки, что сравнимо с работами по постройке и ремонту судна. Самые трудоемкие операции связаны с выполнением нормативных требований, касающихся утилизации любых военных кораблей США.

При работах по выводу корабля из эксплуатации и его утилизации используются те же средства контроля безопасности и состояния среды, что и при работе на атомных кораблях, находящихся на капитальном ремонте. Работа с радиоактивными материалами, свинцом, полихлорбифенилами (ПХБ) и прочими опасными материалами выполняется персоналом, обученным работе с такими материалами. При необходимости используются средства индивидуальной защиты, и работа ведется на участках, которые контролируются для предотвращения распространения загрязнителей. Управление отходами и их удаление ведется в соответствии с местными и федеральными правилами, транспортировка выполняется лицензированными подрядчиками, используются разрешенные места свалки.

Контроль радиационного облучения рабочих верфей подробно рассматривается в годовом отчете ВМФ NT-99-2. Согласно этому документу среднее профессиональное облучение обследованных из числа работников судоверфи составляет менее 0,2 бэр в год. Для сравнения: величина радиационного облучения, каждый год получаемого типичным жителем США от природной фоновой радиации, составляет 0,3 бэр. Индивидуальное облучение строго контролируется, так что средняя доза составляет менее 1/40 части общегосударственного предела 5 бэр в год, и никто из рабочих верфи не получил свыше 2 бэр ни в какой год после 1980 г.

На апрель 1999 г. ВМФ безопасно произвел утилизацию 77 подводных лодок и одного крейсера и отправил 79 реакторных отсеков на предприятие Министерства энергетики в Ханфорде для длительного хранения. Эта работа выполнена безопасно и гарантирует защиту населения, рабочей силы и окружающей среды.

2.4.1. Вывод из эксплуатации

До постановки в судоремонтный завод с кораблей, предназначенных к выводу из эксплуатации, снимают вооружение. По прибытии корабля на СРЗ останавливают реактор, отключают системы жизнеобеспечения и в намеченном порядке разгружают от топлива. Удаляют расходные материалы, технические средства, станки, запчасти, разного рода предметы обстановки включая драпировку, кухонное оборудование и лабораторную посуду. Удаляют секретное оборудование и материалы, в том числе шиф-

ровальное оборудование. Стравливают производственные газы — хлад-агенты и кислород. Осушают магистрали для морской воды, пара, питьевой воды, топливной нефти и прочие системы, не требующиеся для операций по разгрузке от топлива. Осушают гидравлические системы. Осушают и чистят емкости, содержащие топливную нефть и другие жидкости. Осушают, чистят и дезинфицируют санитарные системы. Обесточивают электрические и осветительные системы судна и подводят временные вентиляцию, освещение, энергопитание и сжатый воздух. С АПЛ удаляют главную аккумуляторную батарею.

После постановки корабля в сухой док в корпусе вырезают отверстия, удаляют перегородки, и на корпусе поверх реактора устанавливают применяемый для загрузки топлива кожух, чтобы создать контролируемый рабочий участок с фильтрующей вентиляцией. Создается доступ внутрь реактора, топливо удаляется в экранированный перевалочный контейнер, который затем переносится краном в причальное ограждение. Топливо помещают в специально сконструированные транспортные контейнеры. Для выгрузки топлива применялись те проверенные методы и оборудование, которые с успехом использовались более чем в 350 случаях загрузки топлива в реакторы кораблей и выгрузки из них.

После выгрузки топлива ведутся приготовления, облегчающие удаление реакторного отсека. Корпус реактора, трубопроводы, цистерны и компоненты жидкостной системы, которые остаются в реакторном отсеке, осушаются в максимально возможной мере, причем доза облучения для рабочих доводится до предельно низких практически достижимых значений. В доступные внутренние участки вносится абсорбент для удаления остаточной жидкости, которая может присутствовать. Применяемые методы осушки систем удаляют почти всю (более 98%) первоначально имевшуюся жидкость. Остается лишь незначительное количество жидкости, задерживающейся в отдельных местах — в камерах клапанов, насосов, цистернах, сосудах и других недоступных компонентах системы трубопроводов. Все отверстия, ведущие в радиоактивные системы, заделываются. После этого реакторный отсек готов к отделению от судна и упаковке для перевозки и утилизации.

2.4.2. Демонтаж ракетного отсека

В 1980 г. по условиям договора ОСВ-2 было начато выведение ракетных подлодок из состава ВМФ. Договор требовал снять с подлодок пусковые ракетные установки и разделить их на части так, чтобы в этом можно было удостовериться. Первое время подлодки выводили из эксплуатации и с помощью газовых резаков и других инструментов демонтировали секции ракетных отсеков. Остающиеся носовую и кормовую секции соединяли сваркой и помещали в плавучее хранилище. С началом удаления реактор-

ных отсеков на верфях ВМФ в заливе Пьюджет-Саунд в середине 1980-х годов ракетные отсеки стали демонтировать одновременно с удалением реакторного отсека. Оставшиеся секции подлодки опять сваривали вместе, и судно помещали в отстой. В 1991 г., когда приступили к утилизации целых кораблей, демонтаж ракетных комплексов, удаление реакторных отсеков и разрезку кораблей на верфях ВМФ объединили в один этап сухого докования.

При демонтаже ракетных отсеков используются те же методы очистки, резания и удаления, которые применяются при демонтаже оставшейся части подводных лодок. Удаляются ракетопогрузочные люки и внутренние трубы пусковых установок. Для отделения от корпуса освобождаются внутренние пространства. Корпус и стартовую шахту демонтируют, используя газовые резаки. Оборудование внутри ракетного отсека, удаляемое до начала и во время демонтажа, включает электрооборудование, трубопроводы, воздушные резервуары, погреба, выгородки и меблировку. При необходимости компоненты демилитаризуются, чтобы изъять секретную информацию о конструкции. Звукоизолирующий материал с пропиткой из ПХБ удаляют и счищают остатки с открытых поверхностей. С судна удаляют также асбестосодержащие изолирующие материалы и подвижный свинцовый балласт.

2.4.3. Удаление реакторного отсека

Хотя атомные энергетические установки на кораблях ВМФ США несколько отличаются по размерам и расположению компонентов, все они являются прочными, компактными реакторами с водой под давлением, сконструированными по заданным критериям, чтобы выдержать крайне неравномерный режим эксплуатации и боевые сотрясения. Компактные конструкции энергоустановок АПЛ, заключенных в высокопрочный стальной корпус, упрощают планирование утилизации.

Реакторные установки на атомных крейсерах также размещаются внутри прочного отсека, но лишены преимуществ прочного корпуса подводной лодки. Поэтому вокруг каждого реакторного отсека возводится стальная ограничивающая конструкция, и получается утилизационная упаковка. Для ее перемещения к ограничивающей конструкции привариваются крепкие приспособления.

Выгрузкой удаляют ядерное топливо, в том числе не использованный уран и продукты расщепления, полностью заключенные в топливные элементы. Хотя при этом устраняется свыше 99% радиоактивности, небольшое ее количество остается в реакторной установке. Эта радиоактивность создается нейтронным облучением стали и сплавов в металлических компонентах при эксплуатации установки. Примерно 99,9% этого радиоактивного материала является составной частью конструкционных металлов, обра-

зующих компоненты установки. Остающиеся 0,1% приходится на радиоактивные продукты коррозии и износа, оседающие внутри трубопроводов.

Главный остаточный радиоактивный нуклид — это ^{60}Co с периодом полураспада 5,27 лет. Он дает гамма-излучение и представляет собой основной источник радиации на разгруженной от топлива реакторной установке в период подготовки реакторного отсека и его транспортировки к месту захоронения. Как показывает опыт, уровни внешнего облучения на реакторных отсеках низки — менее 1 мБэр/ч на поверхности упаковки (исключая утилизационные упаковки на подлодках, где на одном-двух локализованных участках эти уровни могут достигать 30 мБэр/ч). Радиоактивные продукты коррозии и износа заключены в двух границах, первую из которых образуют изолированные системы трубопроводов, а вторую — сварная конструкция корпуса и упаковочного ограничителя, которая образует полную утилизационную упаковку реакторного отсека.

Планирование утилизации реакторных отсеков началось с конца 1970-х годов и в начале 1980-х вылилось в широкий общественный процесс по Закону о федеральной экологической политике. В соответствии с Экспертным экологическим заключением (EIS), опубликованным в 1984 г., наземное захоронение реакторных отсеков подлодок на принадлежащем федеральному правительству участке захоронения не повлекло бы значительных неблагоприятных экологических последствий. 6 декабря 1984 г. ВМФ выпустил «Протокол решения» о захоронении этих реакторных отсеков на объекте Министерства энергетики в Ханфорде (штат Вашингтон).

Ханфорд был выбран с учетом его близости к судоходной реке, расположения в пустыне и довольно близко к верфям ВМФ в заливе Пьюджет-Саунд, где в плавучем хранилище уже находилось восемь разгруженных от топлива подлодок. Прочие федеральные участки для удаления радиоактивных отходов не имеют такого набора характеристик. Вскоре после выхода «Протокола решения» 1984 г. приобрела силу закон «Поправка к закону о политике в области обращения с радиоактивными отходами с низкой активностью» от 1985 г., которая определяла удаление реакторных отсеков с кораблей ВМФ как федеральную ответственность.

При подготовке к выводу из эксплуатации и утилизации атомных крейсеров и подлодок новых классов ВМФ в сотрудничестве с Министерством энергетики в начале 1995 г. начало подготавливать второе EIS. В нем констатировалось, что наземное захоронение реакторных отсеков на принадлежащем федеральному правительству участке не повлекло бы значительных неблагоприятных экологических последствий. В апреле 1996 г. ВМФ опубликовал итоговое EIS. 8 августа 1996 г. Министерство энергетики обнародовало «Протокол решения».

В реакторных отсеках содержится определенное количество свинца, являющегося опасным материалом. Свинец присутствует в виде постоянно

установленной защиты, которую не удаляют из-за больших трудностей и значительного облучения персонала, которому пришлось бы выполнять такую работу. На старых подлодках на внутренней части корпуса, на перегородках и в других местах вне реакторного отсека, являющихся частью утилизационной упаковки, можно обнаружить звукоизолирующий войлочный материал, содержащий ПХБ. Этот материал и все остатки ПХБ удаляют из реакторного отсека до захоронения в соответствии с требованиями Агентства по охране окружающей среды (EPA). Кроме того, ПХБ встречаются в резине и изоляции, изобилующих в реакторном отсеке. Общее количество твердых ПХБ меняется примерно от 5 фунтов на некоторых старых подлодках до микроколичеств на новых судах. Эти ПХБ оказываются прочно связанными в химическом составе твердых материалов. EPA разрешает удалять ПХБ этого типа на свалку твердых отходов. Удалить эти компоненты и изоляцию технически невозможно, и их оставляют на месте для захоронения с реакторным отсеком.

Реакторные отсеки готовят к транспортировке и захоронению в соответствии с требованиями Министерства транспорта и Комитета по атомному надзору к упаковке и транспортировке радиоактивных материалов с низкой активностью, требованиями Министерства энергетики к захоронению радиоактивных материалов с низкой активностью и требованиями Департамента экологии штата Вашингтон относительно захоронения свинца.

Упаковки реакторных отсеков из-за их радиоактивного содержимого проектируют с учетом требований ст. 49 «Транспортировка» и ст. 10 «Энергетика» свода федеральных уложений. Упаковки реакторных отсеков будут надежно защищать население и среду при нормальных условиях транспортировки, а также при предполагаемых условиях нагрева, охлаждения, давления, вибрации, падения и пробоя. Возможное повреждение реакторного отсека и его содержимого при предполагаемых условиях аварии, как показано, не превосходит заданных пределов для выброса радиоактивности.

При перевозке реакторных отсеков ВМФ поддерживает тесное взаимодействие с местными органами власти. В 1986 г. представители ВМФ, Береговой охраны и Министерства энергетики провели совещание в городе Олимпия (штат Вашингтон) с представителями Департамента экологии, Отделом радиационной защиты штата и Управления по делам индейских племен Nez Perce и Yakama, чтобы рассмотреть подготовку к первой транспортировке реакторного отсека.

Представители властей штатов Вашингтон и Орегон побывали на верфях ВМФ, чтобы осмотреть транспортную баржу и упаковки реакторных отсеков и выяснить величину радиации от упаковок. Тесное сотрудничество дает власти и населению постоянную гарантию, что эти перевозки удовле-

творяют всем требованиям к транспортировке радиоактивных материалов и не представляют опасности.

2.4.4. Операции, проводимые на СРЗ

В ходе подготовки к удалению реакторного отсека с корабля отрезаются и убираются трубы, электрокабели и прочие компоненты, которые проникают в перегородки реакторного отсека или каким-то иным образом мешают его удалению. Работа выполняется ручными пилами, шлифовальными станками, труборезными станками, гидравлическими кабельными резаками и газовыми резаками. Особого внимания требуют трубы с остаточной радиоактивностью. Эти системы проектировались так, чтобы предотвратить всякую утечку. Все обрезанные трубы снова герметизируются, чтобы сохранялась целостность системы и в сочетании с корпусом упаковки и перегородками обеспечивалось дополнительное ограничение радиоактивности.

ПХБ-содержащий войлок удаляют вручную, а поверхности подвергают абразивной очистке либо зачищают путем ручного обдира и выдирания проводов, иногда в сочетании с протиркой химическими и моющими составами. Балластный свинец удаляют вручную.

Подлодки с реакторным отсеком ставятся в сухой док, где их поддерживают лотковые опоры. Под опорами прокладывается рельсовый путь с катками, позволяющими откатить реакторный отсек после того, как он отрезан. Реакторный отсек отрезают от судна с помощью стандартного режущего оборудования, главным образом газовыми резаками, ручными пилами, труборезными и шлифовальными станками. Разрезы корпуса делаются на расстоянии в несколько футов впереди и позади экранированного реакторного отсека, чтобы дать возможность произвести монтаж изготовленных на верфи концевых перегородок, представляющих собой стальные плиты толщиной минимум три четверти дюйма.

Подлодки проектируются для операций в открытом океане и должны переносить тяготы боевых действий. Поэтому прочная конструкция реакторной установки, крепость прочного корпуса судна и экранированных перегородок, дополнительные концевые перегородки, устанавливаемые на верфи, обеспечивают конструкционную целостность, которая превосходит упаковочные критерии для транспортировки радиоактивного материала, заключенного в реакторном отсеке.

На крейсерах реакторные отсеки встраиваются в конструкцию судна и размещаются внутри прочной оболочки, способной выдержать ударные нагрузки, но лишены преимуществ прочного корпуса подводной лодки. Прилегающая конструкция отрезается от реакторных отсеков, и каждый из них заключается в тяжелую стальную (толщиной по меньшей мере три четверти дюйма) ограничивающую конструкцию. Конструкционную сталь и

обшивку перегородки, необходимые для упаковки реакторного отсека, доставляют в сухой док, поднимают краном и сваривают в нужном месте.

Готовые упаковки испытывают на герметичность, чтобы проверить их целостность. На верфи изготавливают также тяжелые стальные поддерживающие приспособления, которые приваривают к упаковке для облегчения подъема и перемещения реакторного отсека. Подъем выполняют помалу, подкладывая опорные колодки и клинья под отсеки по мере их подъема, чтобы предотвратить их падение в случае потери гидравлического давления при поддомкрачивании.

По окончании сооружения упаковки с реакторными отсеками помещают на секционированные специально укрепленные океанические баржи. Эти баржи отвечают и военно-морским, и промышленным стандартам и регулярно инспектируются Американским бюро судоходства и Береговой охраной США.

Упаковку с реакторным отсеком перемещают на баржу, используя рельсовые катки большой грузоподъемности для горизонтального движения и большие гидравлические домкраты для вертикального движения. Расположив отсеки по месту, их приваривают к стальной палубе баржи.

2.4.5. Утилизация АПЛ

Программа полной утилизации судна с извлечением вторсырья появилась непосредственно из опыта, полученного при демонтаже ракетных отсеков подлодок. На базе этого же опыта разработаны методы демилитаризации и обращения с опасными материалами. После изучения вариантов утилизации остатков судов ВМФ учредил в 1991 г. программу полной утилизации судов.

После успешной демонстрации в 1991 г. утилизации двух подлодок все последующие подлодки и надводные суда, направлявшиеся на верфь ВМФ в заливе Пьюджет-Саунд для вывода из эксплуатации, разделялись параллельно с удалением реакторных отсеков. Утилизация оказалась экологически правильной программой, приверженной принципам минимизации отходов и максимизации повторного использования материалов.

Оборудование, внутренние части и корпус корабля последовательно демонтируются с применением существующей технологии и технических средств. Оборудование, имеющее остаточную ценность, удаляется и ремонтируется для повторного использования. Металл, пригодный для перепродажи (алюминий, медь, никель, чугун, нержавеющая сталь, латунь) и электропровод, отделяются, чтобы обеспечить наибольший возврат средств. непригодные для утилизации материалы удаляются как отходы в соответствии с действующими нормативными требованиями.

Проводимая на верфи в Пюджет-Саунд работа по утилизации демонстрирует также эффективность и сбережение издержек, связанных с разгруз-

кой топлива, удалением реакторного отсека и разделкой корпуса на едином этапе сухого докования. Дополнительное сбережение средств верфь получает, помещая сразу несколько судов в один большой сухой док для параллельной разгрузки топлива, удаления реакторных отсеков и утилизацию. Опыт, полученный при утилизации подлодок, распространяется на утилизацию атомных крейсеров.

В зависимости от загрузки доков некоторые исходные операции по удалению оборудования и внутренних препятствий производятся при постановке корабля у пирса, однако рабочие проходы вырезаются значительно выше ватерлинии, чтобы не нарушить целостности, обеспечивающей плавучесть.

Необходимость удалять такие опасные материалы, как асбест, свинец и ПХБ, превращает демонтаж судна при соблюдении всех применимых экологических правил в трудную задачу. Сложность этих правил и размах операций по утилизации требуют, чтобы верфь продолжала работать в тесном контакте с Агентством по охране окружающей среды США, Департаментом экологии штата Вашингтон и Агентством по контролю атмосферного загрязнения залива Пьюджет-Саунд.

Настоящий обзор процесса вывода атомных кораблей из эксплуатации и утилизации показывает, что не он требует усложненных технологий и оборудования. Это не исключает применения новых технологий для снижения издержек. Процесс должен быть обеспечен целенаправленным планированием и проектированием с применением обычных промышленных методов.

Важным техническим вопросом в процессе утилизации является контроль радиоактивности и опасных материалов. Существенный элемент проекта утилизации — выполнение работ таким образом, который удостоверяет ВМФ, органы надзора и общественность в том, что обращение с этими материалами и их захоронение не создают риска для здоровья людей и состояния среды. ВМФ учредил Программу охраны труда и здоровья, которая гарантирует безопасность места работ. Ее конечная цель — максимально снизить профессиональный травматизм и вред для здоровья. Эта программа согласуется с правилами департамента труда Управления профессиональной безопасности и здравоохранения (OSHA), федеральным законодательством, постановлениями и трудовыми соглашениями. Обеспечение такой гарантии требует осмотрительности и прилежания.

Дальнейший успех программы явно зависит от тесной и непрерывной кооперации между ВМФ, федеральными и местными надзорными органами и другими ведомствами, которые своими услугами поддерживают этот процесс.

Описанный опыт вывода из эксплуатации и утилизации атомных кораблей ВМФ США, безусловно, интересен, полезен и учитывается в России при разработке концепций, программ и технологий утилизации кораблей с ЯЭУ и судов АТО, выведенных из эксплуатации.

Глава 3. Конечные цели комплексной утилизации АПЛ

3.1. Общие положения

Выведенные из эксплуатации радиационно-опасные объекты флота и накопленные в Северо-Западном регионе ОЯТ и РАО, как показано в главе 1, являются потенциальной угрозой для персонала, населения и окружающей среды. В связи с этим стратегическая цель комплексной утилизации АПЛ очевидна и определяется следующей формулировкой.

На Северо-Западе России должны быть ликвидированы угрозы от выведенных из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов флота и обеспечивавшей инфраструктуры, воздействие которых на персонал, население и окружающую среду может превышать действующие в России нормативы. При этом на ПВХ ОЯТ и РАО должна быть проведена реабилитация до уровня, не приносящего вреда здоровью человека и окружающей среде при предполагаемом будущем землепользовании.

В настоящее время в различных пунктах Северо-Западного региона находится более 150 различных радиационно-опасных объектов, ранее принадлежавших Военно-морскому флоту и предназначенных для утилизации или экологической реабилитации. При большом разнообразии объектов, мест их дислокации, технического состояния и радиационного потенциала, различии в источниках опасности и технологиях обращения с ними не может быть одной общей задачи, решив которую, можно достичь сформулированной выше стратегической цели. Учитывая это, всю проблему ликвидации угроз в рассматриваемой сфере можно подразделить на решение ряда задач в отношении однотипных объектов и направлений работ: АПЛ и РБ, судов АТО, ТАРК, ПВХ в поселке Гремиха, ПВХ в губе Андреева, обращения с РАО, обращения с ТО, обращения с ОЯТ, обеспечения физической защиты и радиозоологического мониторинга. Таким образом, достижение указанной стратегической цели может быть обеспечено совокупностью решений конкретных задач, каждое из которых определяет достижение частной стратегической цели.

Перечень этих конкретных конечных целей был определен на основании ряда руководящих документов Российской Федерации или обоснован в ходе разработки СМП. К числу основных руководящих документов, которые определяли не только конечные цели, но и пути их достижения, относятся:

- «Концепция комплексной утилизации атомных подводных лодок и надводных кораблей с ядерными энергетическими установками», утвержденная Минатомом России в 2001 г.;
- «Концепция экологической реабилитации пунктов временного хранения отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов», утвержденная Минатомом России в 2004 г.

Ниже перечислены конкретные цели, которые должны быть достигнуты при решении каждой из задач.

Задача 1. Безопасное извлечение и вывоз из региона на ПО «Маяк» всего ОЯТ АПЛ с ВВР, находящегося в различных местах хранения (в АПЛ, на ПТБ, в ПВХ).

Основные стратегические решения:

- вывоз на ПО «Маяк» выгружаемого из АПЛ ОЯТ;
- вывоз на ПО «Маяк» ОЯТ, выгружаемого из ТАРК;
- выгрузка ОЯТ из судов АТО и вывоз его на ПО «Маяк»;
- ускорение подготовки вывоза и вывоз всего ОЯТ из ПВХА и ПВХГ (эта стратегия также поддерживает решение задачи 3);
- дооснащение инфраструктуры, обеспечивающей транспортировку ОЯТ, в результате чего ликвидируются «транспортные узкие места»;
- модернизация систем физической защиты до уровня, соответствующего существующим в России проектным угрозам (эта стратегия также поддерживает решение задач 2 и 3);
- модернизация систем радиологического мониторинга до уровня, соответствующего современным российским нормативам (эта стратегия также поддерживает решение задач 2 и 3).

Задача 2. Помещение всего не перерабатываемого в настоящее время ОЯТ, являющегося «наследием» прошлых работ, на безопасное промежуточное хранение.

Основные стратегические решения:

- сосредоточение уран-циркониевого неперерабатываемого ОЯТ на ФГУП «Атомфлот» для безопасного промежуточного хранения до 50 лет;
- подготовка к вывозу уран-бериллиевого ОЯТ из ПВХГ и выполнение технико-экономических исследований (ТЭИ) по обоснованию дальнейшего обращения с ним;
- оценка имеющихся в России возможностей по обращению с неперерабатываемым ОЯТ для минимизации времени, требуемого для его промежуточного хранения.

Задача 3. Реабилитация ПВХА и ПВХГ до конечных состояний, не приносящих вреда здоровью человека и окружающей среде и дающих возможность в будущем использовать эти территории в иных целях, определенных установленным в России порядком.

Основные стратегические решения:

- обосновываются «конечные состояния» для ПВХА и ПВХГ, которые соответствуют будущему землепользованию;
- создается инфраструктура обращения с РАО и ТО, способная обеспечить эффективные реабилитационные работы на территории ПВХА и ПВХГ; РАО вывезены в региональный центр кондиционирования и долговременного хранения (РЦКХ), что позволит эффективно достичь конечных целей для ПВХА и ПВХГ (эта стратегия также поддерживает решение задачи 4);
- в нормативные документы вносятся изменения в части введения категории «очень низкоактивные отходы» (ОНАО), что позволяет эффективно завершить реабилитацию ПВХА и ПВХГ (эта стратегия также поддерживает решение задач 4 и 5).

Задача 4. РАО, являющееся «наследием» прошлых работ, текущих и будущих видов деятельности в рамках технического задания (ТЗ) ГРП, надлежащим образом упаковать и поместить в безопасные и извлекаемые условия долговременного хранения на период как минимум 50 лет. Будет составлено технико-экономическое обоснование (ТЭО) с целью нахождения решений для окончательной изоляции РАО, которая предположительно произойдет до окончания указанного периода промежуточного хранения.

Основные стратегические решения:

- определение непосредственных опасностей при обращении и хранении РАО при проведении работ на объектах утилизации и экологической реабилитации;
- объект(ы) для хранения РАО выбран(ы), и этот (эти) региональный(ые) объект(ы) уже действует(ют), поддерживая реабилитацию ПВХА и ПВХГ;
- начато захоронение новой категории отходов — ОНАО.

Задача 5. Обращаться с токсичными отходами, являющимися «наследием» прошлых работ, текущих и будущих видов деятельности, в соответствии с требованиями руководящих документов; ТО надлежащим образом захораниваются или перерабатываются для повторного использования.

Основные стратегические решения:

- рассматриваются непосредственные виды опасности (прежде всего для персонала) от обращения и хранения ТО в хранилищах при проведении работ;
- выбор и реализация методов хранения и переработки ТО.

Задача 6. Объекты, инфраструктура и практика ведения работ модернизированы с целью обеспечения безопасного и безущербного для здоровья выполнения работ в рамках ПКУ.

Основные стратегические решения:

- установление систем радиозонологического мониторинга, способные обнаруживать потенциальные выбросы радионуклидов;
- не допускается распространение радиоактивности в результате работ, а облучение персонала находится в пределах требований нормативных документов;
- создание инфраструктуры, обеспечивающая безопасную и здоровую рабочую среду на объектах утилизации и экологической реабилитации.

При обосновании конечных целей по каждому из рассмотренных в СМП объектов были учтены следующие основополагающие положения:

1. Реализация СМП связана исключительно с Северо-Западным регионом и нацелена на ликвидацию наследия «холодной войны» в этом регионе, охватывающем Мурманскую и Архангельскую области. В связи с этим главной задачей является приведение в безопасное состояние всех радиационно-опасных объектов в регионе, связанных в прошлом с военным атомным флотом. Радиационно-опасные последствия эксплуатации объектов, не связанных с деятельностью Военно-морского флота (например, атомных ледоколов, атомной электростанции), в принципе не могут считаться наследием «холодной войны». Продукты этой деятельности могут учитываться при формировании проектов ПКУ только в случае взаимосвязи объектов гражданской деятельности с другими объектами, ранее принадлежавшими Военно-морскому флоту.

2. Стратегический Мастер-план не обязан планировать действия по обращению с ОЯТ после вывоза его из региона, так как:

- факт вывоза ОЯТ решает задачу ликвидации в регионе наследия «холодной войны»;
- в местах его доставки на переработку или длительное хранение он теряет принадлежность к региону поставки и поступает в обращение совместно с ОЯТ других регионов; дальнейшее обращение с ним, как правило, должно быть предусмотрено иными планами и программами Росатома.

3. Концепция Росатома по обращению с отработавшим ядерным топливом в редакции 2006 г. рассматривает временное безопасное, контролируемое

хранение ОЯТ в специальных хранилищах на территории регионов (например, на площадке АЭС) как возможный этап безопасного обращения с ним до отправки на переработку или на площадки захоронения.

4. Концепция Росатома по обращению с ТРО, образующимися при утилизации АПЛ или НК с АЭУ, предусматривает так называемую отсроченную утилизацию АПЛ. В ее ходе из АПЛ или надводного корабля формируется реакторный отсек (реакторное помещение), куда загружается все образованное в ходе разделки соответствующего объекта ТРО, а сам РО (РП) устанавливается на наземной площадке для контролируемого хранения на 70—100 лет.

5. Решения, принятые в отношении обращения в регионе с основным объемом ТРО от объектов флота, могут быть распространены на ТРО существенно меньшего объема из других аналогичных по принадлежности источников. Например, решение в отношении долгосрочного хранения в регионе РО (РП) с загруженными в них ТРО принципиально позволяет формировать с той же целью блоки хранения (БХ) ОЯТ ПТБ.

3.2. Конечные цели утилизации АПЛ и РБ

В соответствии с «Концепцией комплексной утилизации атомных подводных лодок и надводных кораблей с ядерными энергетическими установками» в России реализуется способ отсроченной утилизации радиационно-опасного оборудования корабельных ЯЭУ, предполагающий его выдержку в составе реакторного отсека в специальном пункте долговременного хранения в течение 70—100 лет.

Поскольку пункт наземного длительного хранения РО в губе Сайда только строится (пусковой комплекс первой очереди введен в эксплуатацию в июле 2006 г.), до настоящего времени утилизация АПЛ производилась до трехотсечных РБ, хранение которых производится в ПВХ в губе Сайда и частично на предприятиях. Сформированные РБ также являются объектами утилизации.

Конечной целью работ по утилизации АПЛ и РБ является выгрузка из них ОЯТ, формирование при утилизации каждой АПЛ и РБ реакторного отсека (РО) и установка всех РО АПЛ в ПДХ в губе Сайда на длительное (70—100 лет) хранение.

При утилизации АПЛ все образующиеся при этом ТРО размещают в реакторных отсеках.

3.3. Конечные цели утилизации судов АТО

В результате выполнения работ по утилизации судов АТО должны быть достигнуты следующие результаты:

- для ПТБ — формирование блока-упаковки с размещением в нем радиоактивных конструкций судна и ТРО, образующихся при его утилизации; установка блока-упаковки на береговую площадку в губе Сайда для долговременного хранения;
- для ТНТ, ПКДС и ПЕК — утилизация с размещением образующихся ТРО в контейнерах и передачей контейнеров в систему обращения с РАО.

В табл. 3.1 определены конечные цели утилизации всех выведенных из эксплуатации судов АТО.

Таблица 3.1. Конечные цели утилизации судов АТО

Наименование объекта	Конечная цель	Примечания
ПТБ ПМ-50 ПТБ «Володарский» ПТБ ПМ-124 ПТБ ПМ-78 ПТБ ПМ-128	Формирование блока упаковки, размещение его на береговой площадке для долговременного хранения	Предусмотрена конвертовка и временное хранение на плаву. Утилизация планируется после создания регионального центра переработки и хранения РАО
ПТБ «Лепсе»	Формирование двух блоков упаковки, размещение их на береговой площадке для долговременного хранения	Предварительно выгружается ОЯТ
Спецтанкер «Северка»	Утилизация с размещением ТРО в контейнерах	Законвертован. Утилизация планируется после создания регионального центра переработки и хранения РАО
Танкеры ТНТ-8, ТНТ-12, ТНТ-19, ТНТ-25, ТНТ-29	Утилизация с размещением ТРО в контейнерах	Предусмотрена конвертовка и временное хранение на плаву. Утилизация планируется после создания регионального центра переработки и хранения РАО

Табл. 3.1. (окончание)

Наименование объекта	Конечная цель	Примечания
ПКДС-49	Утилизация с размещением ТРО в контейнерах	
ПЕ-11, ПЕ-12, ПЕ-62, ПЕ-953, ПЕ-957, ПЕ-973, ПЕ-976, ПЕ-977, ПЕ-986, ПЕ-987, ПЕ-991, ПЕ-992, ПЕ-997, ПЕ-998, ПЕ-173	Утилизация с кондиционированием ТРО и ЖРО	

ПТБ «Лепсе», на которой находится ОЯТ в аварийном состоянии, является наиболее опасным объектом из всех судов АТО. Вследствие этого утилизация ПТБ «Лепсе» не может проводиться по «отсроченному» принципу и является приоритетной работой.

Утилизация других судов АТО, несущих гораздо меньшую экологическую угрозу по сравнению с ПТБ «Лепсе», а также АПЛ и НК с ЯЭУ, не является приоритетной задачей, в том числе и с учетом следующих обстоятельств:

- утилизацию всех плавающих отсеков выполняют одни и те же предприятия, используя при этом одни и те же производственные мощности; начало масштабной утилизации судов АТО может состояться только после завершения в основном утилизации АПЛ и РБ, НК с ЯЭУ;
- в настоящее время на Северо-Западе нет площадок для долговременного безопасного хранения ТРО и тем более объекта захоронения ВАО и САО.

С учетом изложенного достижение конечных целей утилизации основных судов АТО может быть осуществлено к 2012—2014 гг.; при этом некоторые проекты по утилизации отдельных судов АТО могут быть начаты уже в 2010—2011 гг., когда завершится массовая утилизация АПЛ.

3.4. Конечная цель утилизации ТАРК

Определение конечной цели утилизации ТАРК базировалось на основных положениях «Концепции комплексной утилизации атомных подводных лодок и надводных кораблей с ядерными энергетическими установками». Кроме того, принимались во внимание:

- опыт утилизации АПЛ;

- один из основных принципов утилизации АПЛ — отсроченная утилизация путем формирования реакторного отсека и его длительного хранения на береговой площадке;
- возможность размещения внутри реакторного помещения ТРО, образующихся при утилизации корабля;
- предварительные оценки вариантов утилизации ТАРК и их отличия от утилизации АПЛ.

С учетом изложенного конечной целью утилизации ТАРК являются:

- выгрузка ОЯТ и формирование специально подготовленного к длительному хранению на берегу РП с загруженными в него твердыми радиоактивными отходами и постановка его для длительного контролируемого хранения в ПДХ «Сайда»;
- обращение с ОЯТ, а также с образующимися ЖРО и ТО по схемам, принятым на предприятии утилизации.

3.5. Конечные цели экологической реабилитации ПВХГ

В соответствии с Концепцией Минатома (ныне Росатома) под экологической реабилитацией понимается комплекс организационных, технических и социальных мероприятий, направленных на восстановление среды обитания, нормальных условий хозяйственной деятельности объекта.

По ряду причин перспективы дальнейшего использования бывшей технической базы ВМФ в поселке Гремиха к настоящему времени не определены. С учетом многих обстоятельств можно предположить, что в течение ближайших 12—15 лет ПВХГ будет находиться в режиме эксплуатации объекта радиационно-технологического назначения, функционирующего в рамках действующего правового поля.

В рамках СИ-1 стратегия достижения конечного состояния «зеленой лужайки» признана нереалистичной. Наиболее предпочтительным вариантом является достижение состояния «коричневой лужайки» с последующим использованием радиационно-технического назначения. В частности, на ПВХГ может быть создано хранилище слабоактивных отходов.

В табл. 3.2 показано состояние объектов ПВХГ после завершения экологической реабилитации. Работы по дезактивации зданий, помещений, неликвидируемого оборудования, рекультивация грунтов и акватории проводятся на завершающей стадии экологической реабилитации ПВХГ.

Исходя из текущего состояния зданий и сооружений ПВХГ должны быть ликвидированы сооружения ПВХ ТРО и хранилища ЖРО. Ограждение из бетонных блоков, основание ПВХ ТРО и площадки, прилегающие к ПВХ ТРО

и хранилищам ЖРО, имеют сильные радиационные загрязнения. Их ликвидация улучшит радиационную обстановку на ПВХГ и уменьшит миграцию радионуклидов по прилегающей территории и в акваторию.

Таблица 3.2. Конечные цели экологической реабилитации объектов ПВХГ

Наименование	Конечная цель	Примечания
Площадка временного хранения ТРО	Ликвидация площадки: полный вывоз с нее ОЯТ и РАО. Бетонные блоки вывезены или дезактивированы до радиационно-безопасного состояния	Разбор сооружения. Бетонные блоки освобождаются от загрязненного слоя — формируются вторичные ТРО (НАО и САО)
Хранилище ОЯТ	Использование для промышленных целей	Дезактивация. Ремонт — по потребности, конверсия
Здания для перезарядки и хранения ОВЧ АПЛ «Альфа» и док	После дезактивации двух пятен, вывоза ОВЧ из здания и ремонта дока они могут использоваться для иных промышленных целей	
Хранилища ЖРО	Емкости ЖРО очищены от РАО, частично дезактивированы или засыпаны чистым грунтом (строительным мусором)	Технология ликвидации может быть иной
Сооружение переработки и насосная станция ЖРО	Проведена дезактивация. Здания имеют специфическую структуру и востребованность для иных промышленных целей маловероятна	
Здание — хранилище ТРО	Проведена дезактивация. Здание освобождено от ТРО, может использоваться для иных промышленных целей	

Табл. 3.2 (окончание)

Наименование	Конечная цель	Примечания
Территория ПВХ	Территория освобождена от загрязненности выше 500 Бк/кг и рекультивирована	
Акватория ПВХ	Проведена дезактивация (экранирование) загрязненных участков акватории и за счет ликвидации ПВХТРО прекращено поступление радиоактивности в море	Губа Червяная также очищена от загрязнений нефтепродуктами
Плавеёмкости для транспортировки ЖРО ПЕК 167 и 175	ПЕК 167: ЖРО перекачана в хранилища ЖРО, разделана, частично контейнеризована в ТРО, частично, как и ПЕК 175, отправлена в металллом	

Все другие здания и их основные помещения имеют локальные радиационные загрязнения, которые должны быть дезактивированы. Это дает основание выбрать конечным состоянием для данных зданий конверсию. Состояние конверсии позволяет прогнозировать использование зданий для иных промышленных целей, если будет выявлена их востребованность.

Для оценки реабилитации акватории в настоящее время отсутствуют нормативные требования. В рамках проведения СМП-2 специалисты Института биофизики Федерального медико-биологического агентства (ИБФ) предложили временные нормы, которые могут служить стратегическими ориентирами при реабилитации акватории. Согласно этим предложениям концентрация донных отложений после реабилитации не должна превышать по ^{137}Cs 600 Бк/кг, по ^{90}Sr — 250 Бк/кг, по ^{60}Co — 1500 Бк/кг.

В целом конечное состояние сооружений, территории и акватории ПВХГ должно быть следующим.

Из всех зданий и с территории должны быть вывезены ОЯТ и РАО за пределы ПВХГ. Здания дезактивированы. Территория освобождена от загрязненного грунта, ранее загрязненные участки подвергнуты рекультивации. Остаточный радиационный фон доведен до нормативов общепромышлен-

ных объектов, доза при пребывании на ней 2400 ч в год не превышает 1 мЗв. Приостановлено поступление в акваторию радиационных загрязнений, локальные радиационные загрязнения ликвидированы. Губа Червяная очищена от загрязнений нефтепродуктами.

Сооружения ПВХ ТРО и хранилища ЖРО ликвидированы, на их месте сформированы свободные площадки. Сооружения физической защиты разобраны и либо утилизированы и вывезены на местный полигон промышленных отходов, либо складированы для возможной востребованности. Ограждение ПВХГ оставляется без разборки.

Отдельным мероприятием в качестве конечной цели может рассматриваться вывоз или консервация имеющегося и завозимого в процессе работ по реабилитации оборудования. К нему относятся большегрузные подъемно-транспортные механизмы, робототехнические средства, мобильные санпропускники, временные сборно-разборные конструкции и строения, оборудование для перемещений ОЯТ и РАО, специальные хранилища ОЯТ и ОВЧ с их сопряженным оборудованием, стационарные средства измерения и др.

Учитывая большие транспортные расходы по морю часть перечисленного оборудования после дезактивации, если в этом будет необходимость, может быть утилизирована с захоронением на местных полигонах промышленных отходов.

Здания 1, 1А, 1Б, 17, 19, 32, док СД-10, причал 9, а также здания, ранее находившиеся в зонах радиационного контроля и в санитарно-защитной зоне, либо передаются потенциальному преемнику, либо на них сооружаются предупреждения об опасности нахождения там.

Внутренние инженерные и дорожные коммуникации не разрушаются. Установки и коммуникации, содержащие цветные металлы, в случае отсутствия преемника недвижимого имущества ПВХГ, аннулируются и утилизируются (мероприятие, препятствующее вандализму).

3.6. Конечные цели экологической реабилитации ПВХА

В соответствии с Концепцией Росатома дальнейшая эксплуатация ПВХА по приему ОЯТ и РАО от действующих кораблей ВМФ или из других мест не предусматривается. Как и в случае с ПВХГ, реабилитация зданий, сооружений, территории и акватории ПВХА предусматривается до состояния «коричневой лужайки» с радиационно-техническим использованием.

Конечной целью экологической реабилитации ПВХА является реабилитация территории, радиационно-опасных зданий и сооружений, прилегаю-

щей акватории до разрешенного и социально-приемлемого уровня радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду.

В табл. 3.3 приведена характеристика состояния объектов после завершения реабилитации. Работы по дезактивации зданий, помещений, неликвидируемого оборудования и рекультивации грунтов и акватории проводятся на завершающей стадии экологической реабилитации ПВХА.

Таблица 3.3. Конечные цели экологической реабилитации объектов ПВХА

Наименование	Конечная цель	Примечания
Хранилище ОЯТ (БСХ)	ОТВС выгружены из ячеек БСХ и вывезены с ПВХА. Укрытие над БСХ и временное сооружение 154 демонтированы. Подземные и наружные части хранилища залиты бетоном и покрыты слоем грунта	
Хранилища ЖРО:		
сооружение с трубным коридором	Сооружение дезактивировано, демонтировано, территория реабилитирована до уровня «коричневой лужайки»	Временно используется во время обращения с ОЯТ
сооружение с емкостями	ЖРО переработано. Сооружение дезактивировано, демонтировано, территория реабилитирована до уровня «коричневая лужайка»	
Хранилища ТРО:		
здание 5	Первый вариант — ремонт и дезактивация, после чего временное хранение ТРО и после их переработки снос и реабилитация территории. Второй вариант — удаление ТРО из здания, его демонтаж, дезактивация территории и на этом месте строительство временного хранилища ТРО	Окончательное решение будет принято после завершения дополнительного исследования состояния здания 5 и проведения ТЭО разработанных вариантов обращения
сооружение 6 с емкостями	ТРО частично переработано, контейнеризовано, размещено во временном хранилище. Хранилища дезактивированы, демонтированы, территория реабилитирована	

Табл. 3.3 (окончание)

хранилища ТРО	ТРО частично переработано, контейнировано, размещено во временном хранилище. Хранилища дезактивированы, демонтированы, территория реабилитирована	
открытые площадки хранения	ТРО частично переработано, контейнировано, размещено во временном хранилище. Территория площадок реабилитирована	
Вспомогательные сооружения:		
спецобъекты	Здания и сооружения демонтированы, территория реабилитирована	Объекты используются в период обращения с ОЯТ, переработки ТРО и ЖРО, реабилитации территории
стационарный причал	Используется по прямому назначению	
старый пирс	Демонтирован, территория реабилитирована	
Здания и сооружения, подлежащие сносу	Здания и сооружения демонтированы, территория реабилитирована	
Территория	Территории дезактивированы и реабилитированы до уровня «коричневой лужайки»	
Акватория: место осушки плавъемкостей под скалой с восточной стороны от площадки хранения ОЯТ и ТРО, район причала и старого пирса	Локальные места радиационного загрязнения ликвидированы. Образовавшиеся РАО переработаны и размещены в хранилищах для средне-, низко- и очень низкоактивных ТРО на территории ПВХА	

3.7. Конечные цели обращения с ОЯТ

Все отработавшее топливо, хранящееся в Северо-Западном регионе, может быть разделено на следующие категории:

- перерабатываемое ОЯТ, к которому относится все топливо АПЛ и большая часть топлива атомных ледоколов;
- дефектное перерабатываемое ОЯТ — топливо предыдущей категории, получившее повреждения в процессе выгрузки и обращения при хранении, деградирующее в процессе длительного хранения в условиях, отличающихся от регламентированных, и в процессе выгрузки из ячеек хранилищ или транспортных контейнеров;
- неперерабатываемое ОЯТ, к которому относится уран-циркониевое топливо атомных ледоколов и топливо реакторов АПЛ с жидкометаллическим теплоносителем; к этой категории может быть отнесено также ОЯТ, получившее значительные повреждения в процессе длительного хранения в условиях, отличающихся от регламентированных, и в процессе выгрузки из ячеек хранилищ, переработка которого невозможна или экономически нецелесообразна.

В соответствии с концепцией замкнутого топливного цикла конечной целью обращения с перерабатываемым ОЯТ является вывоз его на ПО «Маяк».

Дефектное перерабатываемое ОЯТ требует особого подхода при выгрузке из хранилищ и при подготовке к транспортировке. Требуется как минимум разработка и применение специального оборудования для выгрузки, а также дополнительного оборудования (герметичных пеналов, чехлов с увеличенным диаметром ячеек под герметичные пеналы и т. д.). *При этом конечной целью обращения с дефектным перерабатываемым ОЯТ является отправка его на ПО «Маяк».*

Неперерабатываемое ОЯТ (не может быть переработано в настоящее время) должно быть отправлено на длительное контролируемое хранение до разработки и реализации способов его утилизации или пересмотра концепции обращения с ним. Конечной целью обращения с неперерабатываемым уран-циркониевым ОЯТ атомных ледоколов является отправка его на длительное контролируемое хранение в специально подготовленное хранилище.

Конечной целью программы обращения с неперерабатываемым топливом реакторов АПЛ с ЖМТ является подготовка к отправке его из региона и обеспечение дальнейшего обращения в соответствии с результатами специально организуемого ТЭИ.

3.8. Конечные цели обращения с РАО

На этапе выполнения Стратегического Мастер-плана целью обращения с РАО, полученными в результате деятельности атомного флота и его утилизации, являются сбор, временное хранение, переработка и передача на длительное хранение в региональное хранилище с обеспечением возможности отправки на окончательное захоронение.

Так как вопросы окончательного захоронения РАО должны быть рассмотрены с учетом возможных поступлений от всех ядерно- и радиационно-опасных объектов в Северо-Западном регионе, на данном этапе *конечной целью обращения с РАО определено их длительное контролируемое хранение в региональном хранилище.*

В связи с большим числом мест нахождения РАО и наличием значительных отличий по объемам и условиям их хранения общая стратегическая конечная цель обращения с РАО конкретизируется по объектам нахождения (табл. 3.4).

Таблица 3.4. Конечные цели обращения с РАО по объектам их размещения

Объект	РАО	Конечная цель	Примечания
ПВХА	ЖРО	Переработка	Переводятся в ТРО
	ТРО	Передача в региональный центр обработки и хранения РАО на длительное хранение	Сбор, переработка, контейнерование
ПВХГ	ЖРО	Переработка	Переводятся в ТРО
	ТРО	Передача в ПВХА на переработку и временное хранение	Сбор, контейнерование
СРЗ «Нерпа»	ЖРО	Передача на РТП «Атомфлот» на переработку	
	ТРО	Передача в региональный центр обработки и хранения РАО на длительное хранение	Сбор, контейнерование
Полярнинский СРЗ	ЖРО	Передача на РТП «Атомфлот» на переработку	
	ТРО	Передача в региональный центр обработки и хранения РАО на длительное хранение	Сбор, переработка, контейнерование

Табл. 3.4 (окончание)

Объект	РАО	Конечная цель	Примечания
МП «Звездочка»	ЖРО	Переработка	Переводятся в ТРО
	ТРО	Передача в региональный центр обработки и хранения РАО на длительное хранение	Сбор, переработка, контейнерование
ПО СМП	ЖРО	Передача на МП «Звездочка» на переработку	Сбор, контейнерование
	ТРО	Передача на МП «Звездочка» на переработку и временное хранение	

3.9. Конечные цели обращения с ТО

Обобщенной конечной целью обращения с ТО, образующимися в процессе комплексной утилизации АПЛ и НК с ЯЭУ и реабилитации радиационно-опасных объектов, является обеспечение безопасности персонала, населения и окружающей среды от воздействия токсичных отходов посредством реализации региональной концепции обращения с накопленными, образующимися и ожидаемыми вредными химическими веществами. Поскольку в настоящее время целостная система обращения с ТО в регионе не создана, стратегия достижения обозначенной конечной цели должна сводиться к созданию соответствующей инфраструктуры и выбору оптимальных путей сбора, временного хранения, переработки и уничтожения ТО.

В связи с наличием качественного многообразия ТО, а также различным расположением объектов их накопления и образования, обозначенную стратегическую конечную цель целесообразно разделить на отдельные составляющие в зависимости от места их образования (табл. 3.5).

Таблица 3.5. Конечные цели обращения с различными видами ТО

Объект	РАО	Конечная цель	Примечания
ПВХА, ПВХГ	Жидкие ТО (нефтепродукты)	Уничтожение	Сжигание на котельной предприятия
	Твердые ТО: металлическая тара люминесцентные лампы строительные материалы	Очистка, компактирование Отправка на Полярнинский СРЗ для переработки Захоронение на месте образования	Реализация металлолома

Табл. 3.5 (продолжение)

Объект	РАО	Конечная цель	Примечания
СРЗ «Нерпа»	Жидкие ТО:		
	нефтепродукты	Уничтожение	Сжигание в котельной предприятия
	озоноразрушающие вещества (хладоны)	Передача ВМФ, предприятиям-изготовителям	Использование на предприятии
	гидравлические жидкости	Передача ВМФ, предприятиям-изготовителям	Использование на предприятии
	хром- и нитритосодержащие водные растворы	Переработка	Реализация солепродуктов
Полярнинский СРЗ	Твердые ТО:		
	ртутьсодержащие лампы	Отправка на Полярнинский СРЗ для переработки	Реализация вулканизата
	резинотехнические изделия	Переработка на предприятии	
	асбестсодержащие корпусная изоляция АПЛ на основе фенолформальдегидных и полистирольных смол	Переработка, захоронение Переработка, захоронение	
	металлическая тара	Очистка, компактирование	Реализация металлолома
Пастообразные ТО (карбидный ил)	Переработка	Реализация строительных блоков	
Полярнинский СРЗ	Жидкие ТО:		
	нефтепродукты	Уничтожение	Сжигание в котельной предприятия
	озоноразрушающие вещества (хладоны)	Передача ВМФ, предприятиям-изготовителям	Использование на предприятии
	гидравлические жидкости	Передача ВМФ, предприятиям-изготовителям	Использование на предприятии
	хром- и нитритосодержащие водные растворы	Отправка на СРЗ «Нерпа» для переработки	

Табл. 3.5 (продолжение)

Объект	РАО	Конечная цель	Примечания
МП «Звездочка»	Твердые ТО:		
	ртутьсодержащие лампы	Демеркуризация	Отправка отходов на ртутный комбинат
	резинотехнические изделия	Отправка на СРЗ «Нерпа» для переработки	Реализация вулканизата
	асбестосодержащие	Отправка на СРЗ «Нерпа» для переработки	
	корпусная изоляция АПЛ на основе фенолформальдегидных и полистирольных смол	Отправка на СРЗ «Нерпа» для переработки	
	металлическая тара	Очистка, компактирование	Реализация металлолома
	Пастообразные ТО (карбидный ил)	Переработка	Реализация строительных блоков
	Жидкие ТО:		
	нефтепродукты	Уничтожение	Сжигание в котельной предприятия
	озоноразрушающие вещества (хладоны)	Передача ВМФ, предприятиям-изготовителям	Использование на предприятии
	гидравлические жидкости	Передача ВМФ, предприятиям-изготовителям	Использование на предприятии
	хром- и нитритосодержащие водные растворы	Переработка	Реализация солепродуктов
Твердые ТО:			
ртутьсодержащие лампы	Отправка на Полярнинский СРЗ для переработки	Реализация вулканизата	
резинотехнические изделия	Переработка на предприятии		
асбестосодержащие	Переработка, захоронение		
корпусная изоляция АПЛ на основе фенолформальдегидных и полистирольных смол	Переработка, захоронение		
металлическая тара	Очистка, компактирование	Реализация металлолома	
Пастообразные ТО (карбидный ил)	Переработка	Реализация строительных блоков	

Табл. 3.5 (окончание)

Объект	РАО	Конечная цель	Примечания
ПО СМП	Жидкие ТО:		
	нефтепродукты	Уничтожение	Сжигание в котельной предприятия
	озоноразрушающие вещества (хладоны)	Передача ВМФ, предприятиям-изготовителям	Использование на предприятии
	гидравлические жидкости	Передача ВМФ, предприятиям-изготовителям	Использование на предприятии
	хром- и нитритосодержащие водные растворы	Отправка на МП «Звездочка» для переработки	
	Твердые ТО:		
	ртутьсодержащие лампы	Отправка на Полярнинский СРЗ для переработки	Реализация металлолома Реализация строительных блоков
	резинотехнические изделия	Отправка на МП «Звездочка» для переработки	
	асбестсодержащие	Отправка на МП «Звездочка» для переработки	
	корпусная изоляция АПЛ на основе фенолформальдегидных и полистирольных смол	Отправка на МП «Звездочка» для переработки	
металлическая тара	Очистка, компактирование		
Пастообразные ТО (карбидный ил)	Переработка		

3.10. Цели и задачи обеспечения регионального радиоэкологического мониторинга

Целью совершенствования и развития систем радиоэкологического мониторинга является разработка комплекса мероприятий и проектов, направленных на существенное повышение имеющегося уровня обеспечения радиэкологического мониторинга (РЭМ) при реализации работ по комплексной утилизации АПЛ. При этом планируемый уровень РЭМ должен в полном объеме соответствовать требованиям федеральных норм и правил,

учитывать имеющиеся тенденции в изменении требований по обеспечению радиоэкологической безопасности, в том числе с учетом принятых Россией обязательств.

Совершенствование систем РЭМ в Северо-Западном регионе предполагает решение следующих задач:

- Разработка концепции РЭМ для Мурманской и Архангельской областей.
- Создание локальных и территориальной автоматизированных систем контроля радиационной обстановки (АСКРО) Архангельской области:
 - создание объектовой АСКРО МП «Звездочка» (Северодвинск);
 - создание объектовой АСКРО ФГУП ПО «Севмаш» (Северодвинск), включая подсистему хранилища РО «Миринова гора»;
 - развитие территориальной АСКРО Архангельской области, включая городскую АСКРО Северодвинска;
 - разработка проекта межотраслевой лаборатории РЭМ Архангельской области;
 - создание мобильных лабораторий;
 - создание линий надежной связи между объектами РЭМ и структурами, принимающими решения.
- Усовершенствование и интеграция АСКРО Мурманской области:
 - усовершенствование АСКРО на территориях, прилегающих к ПВХА, включая разработку элементов существующей АСКРО;
 - усовершенствование АСКРО в ПВХГ;
 - создание АСКРО во временном хранилище реакторных блоков в губе «Сайда»;
 - создание АСКРО на СРЗ «Нерпа»;
 - расширение существующей региональной системы АСКРО в Мурманской области;
 - разработка системы передачи данных из ФГУП «Атомфлот» в территориальный координационный центр;
 - разработка проекта межотраслевой лаборатории РЭМ.
- Создание кризисных центров Мурманской и Архангельской областей.

Глава 4. Стратегия достижения конечных целей

4.1. Общие положения

В основу стратегического планирования Программы комплексной утилизации (ПКУ) положены принятые в Российской Федерации принципиальные решения в области технической политики обращения с объектами утилизации и экологической реабилитации ядерно- и радиационно-опасных объектов, а также основополагающие документы:

- «Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2010 года и дальнейшую перспективу», утвержденные президентом России 4 декабря 2003 г.;
- «Концепция комплексной утилизации атомных подводных лодок и надводных кораблей с ядерными энергетическими установками», утвержденная Минатомом России в 2001 г.;
- «Концепция экологической реабилитации пунктов временного хранения отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов», утвержденная Минатомом России в 2004 г.;
- «Концепция федеральной целевой программы “Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года”», утвержденная Правительством РФ 19 апреля 2007 г.

Их основные положения разработаны на базе законодательных актов и нормативных правовых документов Российской Федерации в области использования атомной энергии, радиационной безопасности населения, санитарно-эпидемиологического благополучия и охраны окружающей среды. В них учитываются также международные соглашения России и рекомендации международных организаций в указанных областях.

Несмотря на фундаментальность этих документов, они не содержат решений многих проблем, возникающих при планировании столь сложной и не имеющей аналогов задачи, как комплексная утилизация и реабилитация ЯРО в Северо-Западном регионе России. Именно поэтому в рамках Стратегического Мастер-плана были предусмотрены стратегические исследования, результаты которых приведены в подразделе 1.4. Эти результаты совместно с положениями названных концепций позволили обосновать стратегию обращения с объектами ПКУ. При этом речь идет не только об обосновании стратегических шагов по достижению конечных целей в каждом классе объ-

ектов (АПЛ, ПВХ и т. д.), но и об определении стратегий обращения с отдельными объектами с учетом их особенностей и взаимосвязи.

Разработчики стратегии обращения с объектами ПКУ руководствовались следующими основополагающими принципами достижения поставленных целей:

- безусловное обеспечение ядерной и экологической безопасности на всех этапах реализации программы комплексной утилизации;
- реализация «замкнутого» цикла обращения с ОЯТ утилизируемых и реабилитируемых объектов ВМФ с использованием транспортной системы и производственных мощностей переработки ОЯТ на ПО «Маяк»;
- эффективное использование существующих объектов инфраструктуры для комплексной утилизации АПЛ, РБ, НК с ЯЭУ и судов АТО;
- отсроченная утилизация массивного радиационно-опасного оборудования корабельных ЯЭУ, реализуемой посредством локализации ТРО в реакторных отсеках (РП или БХ), размещенных на наземных площадках для долговременного (примерно 70 лет) контролируемого хранения;
- захоронение оборудования, не подлежащего утилизации после долговременной выдержки в реакторных отсеках (РП или БХ), размещенных на наземных площадках;
- доступность информации о проводимых и предстоящих работах, связанных с комплексной утилизацией АПЛ, РБ, НК с ЯЭУ и судов АТО, а также о мерах, принимаемых для обеспечения ядерной, радиационной и экологической безопасности (за исключением сведений, составляющих государственную или коммерческую тайну);
- соблюдение всеми исполнителями принципов нераспространения ядерных технологий и обеспечения национальной безопасности России.

При определении стратегии обращения с объектами ПКУ учитывалась необходимость соблюдения основных международных принципов при организации работ с радиационными источниками, ядерными материалами и радиоактивными веществами. Для этого решались задачи:

- снижения до приемлемого уровня вредного воздействия ОЯТ, РАО и ТО на здоровье человека и окружающую среду в настоящее время и в будущем (чтобы не перекладывать чрезмерное бремя на последующие поколения);
- обеспечения приемлемого уровня радиационной защиты персонала и населения от вредного воздействия радиационных источников, ядерных материалов и радиоактивных веществ в соответствии с принципами оптимизации, нормирования и обоснованности деятельности;
- учета возможных последствий реализации ПКУ для здоровья человека и окружающей среды за пределами Российской Федерации;

- предсказуемости последствий для здоровья будущих поколений, которые не должны превышать соответствующих уровней последствий, которые приемлемы в наши дни;
- удержания на минимальном практически достижимом уровне объемов образования РАО и создания региональных центров для длительного хранения этих отходов.

В процессе стратегического планирования ПКУ все объекты утилизации и реабилитации были разбиты на группы:

- АПЛ и РБ;
- НК с ЯЭУ;
- суда АТО;
- ПВХ ОЯТ и РАО в поселке Гремиха;
- ПВХ ОЯТ и РАО в губе Андреева.

Кроме того, в отдельные группы были выделены:

- отработавшее ядерное топливо;
- радиоактивные отходы;
- токсичные отходы.

Физическая защита и радиоэкологический мониторинг в качестве отдельных групп не рассматриваются по двум причинам: во-первых, они не являются объектами утилизации или реабилитации, во-вторых, они индивидуальны для каждого проекта, поэтому единой стратегии решения связанных с ними проблем не существует.

4.2. Стратегия верхнего уровня

С использованием принципов стратегического планирования и при учете взаимосвязей объектов и технологий была разработана стратегия высшего уровня перехода от исходного состояния объектов рассмотрения ПКУ к их конечному состоянию. Стратегия высшего уровня была призвана дать ответ на вопрос, что делать с объектами рассмотрения ПКУ. На рис. 4.1 показана интегральная диаграмма высшего уровня для достижения целей программы, иллюстрирующая следующие основные положения:

- Все топливо с ВВР АПЛ будет отправлено на ПО «Маяк», что является первоочередной задачей. Это позволит быстро уменьшить срок нахождения наиболее значимых радиоактивных источников опасности в Северо-Западном регионе.
- Все уран-циркониевое ОЯТ будет собрано для хранения на ФГУП «Атомфлот» (сроком до 50 лет) до выработки решений об окончательной изоляции этого типа топлива.

- После разделки плавучих объектов все реакторные отсеки АПЛ (РО), реакторные помещения ТАРК (РП) и блоки хранения ОЯТ ПТБ (БХ) будут размещены на ПДХ в губе Сайда. Там они будут храниться не менее 70 лет, что обеспечит более безопасное обращение с ними в будущем благодаря процессу распада. Чтобы уменьшить объем хранилища РАО до минимально возможного, РАО от деятельности СРЗ по утилизации плавучих объектов будут помещены в формируемые РО, РП или БХ.
- Перемещение ВАО и ОЯТ предполагается минимизировать за счет размещения средств их кондиционирования в губе Андреева, где находится большая часть ОЯТ и РАО.
- Для обращения с наиболее проблемными ВАО и САО ЖРО предусмотрены мобильные модульные установки. Это исключает необходимость строительства большого числа аналогичных по назначению стационарных объектов в разных местах и минимизирует перевозки этих опасных материалов.
- Установки для компактирования ВАО ТРО (например, стержней СУЗ) также будут изначально расположены в губе Андреева, где находится большая часть ВАО, требующих обращения. Такой подход позволит минимизировать количество дублирующих установок.
- Для поиска оптимального решения по тем видам ОЯТ, которые в настоящее время не подлежат переработке, предполагается проведение ТЭИ.
- ОНАО, получаемые при реабилитации ПВХА и ПВХГ, будут размещены там же в хранилищах, которые будут созданы.
- ОВЧ реакторов с ЖМТ некоторое время будут храниться в ПВХГ, пока в ходе проведения упомянутого ТЭИ по неперабатываемому ОЯТ не будет выбрана технология дальнейшего обращения с ним. В частном случае реакторный отсек с невыгруженным топливом (РБ АПЛ класса «Альфа») будет храниться в ПДХ в губе Сайда, поскольку штатные действия по выгрузке топлива в данном случае невозможны.
- Для осуществления перевозок ОЯТ и РАО морем будут использоваться действующие суда АТО, а также новый контейнеровоз, который планируется построить.

Для достижения целей ПКУ при снижении затрат и времени были использованы принципы, учитывающие российский и западный опыт создания подобных по масштабу программ. При этом особое внимание уделялось принципам организации работ. Применение этих принципов обеспечивает уверенность, что принятая стратегия высшего уровня обеспечит минимизацию стоимости ПКУ в целом, в том числе снижение стоимости жизненного цикла объектов инфраструктуры.

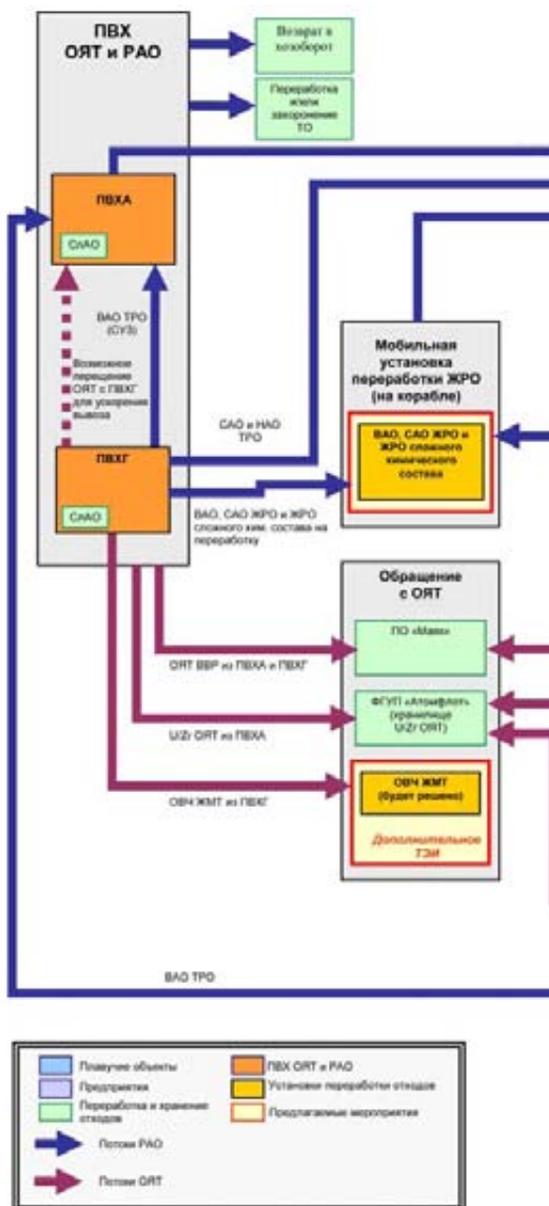
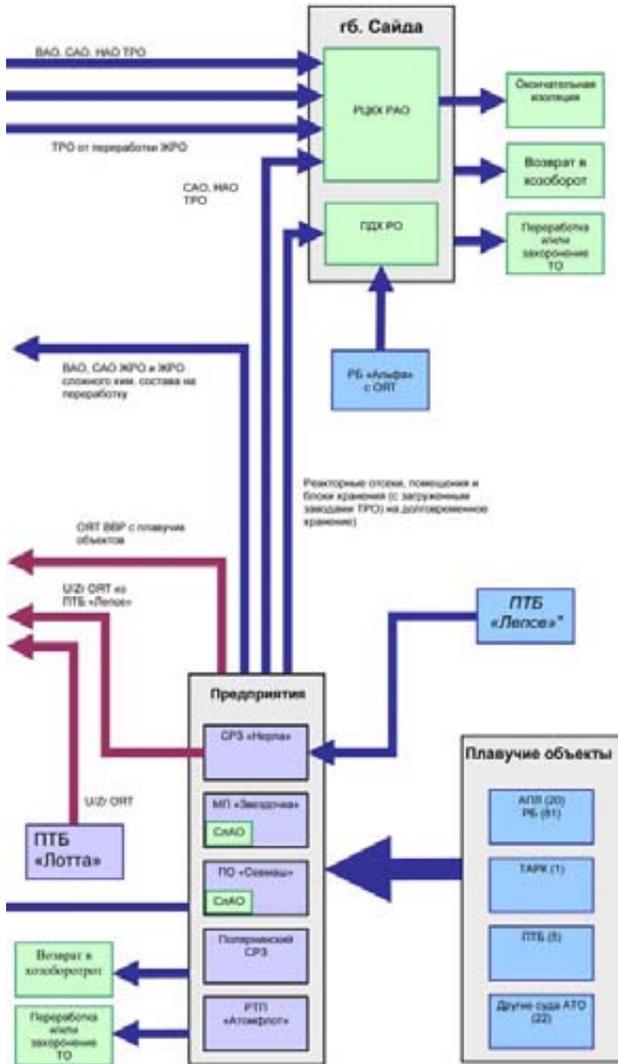


Рис. 4.1. Интегральная диаграмма высшего уровня для реализации концепции и



достижения стратегических целей в Северо-Западном регионе

Для идентификации отдельных проектов в рамках СМП необходима детализация стратегии высшего уровня с построением стратегических и логических диаграмм по каждому объекту или типу объектов, в том числе для обращения с РАО, ОЯТ и ТО, а также для обеспечения экологической реабилитации ПВХА и ПВХГ. Стратегические и логические диаграммы для каждого объекта давали ответ на вопрос, как достичь заданной цели (табл. 4.1).

Таблица 4.1. Основные принципы, использованные для разработки интегрированной стратегии

Основной принцип	Достоинства	Примеры	Исключения
Применение общего технического подхода на всех объектах	Минимизация стоимости работки и лицензирования. Возможность использования одной и той же информации и персонала на разных объектах	Применение типовых транспортных контейнеров. Применение общих критериев и технологий при обращении с ОЯТ	ОВЧ с ЖМТ реакторов требуют особого подхода. Различные условия хранения ОЯТ требуют различных подходов к его вывозу
Применение опробованных и проверенных решений там, где это возможно и обосновано	Обеспечение уверенности в том, что необходимая функциональность будет достигнута в соответствии с планом и бюджетом	Применение стандартных технологий по обращению с РАО. Применение стандартных подходов к обращению с ОЯТ	ОВЧ реакторов АПЛ с ЖМТ требуют особого подхода
Максимальное использование существующих производственных возможностей и инфраструктуры	Минимизация вложений в основные средства	Все ОЯТ АПЛ с ВВР вывозится на ПО «Маяк»	
Минимальное строительство дублирующих объектов инфраструктуры	Минимизация капитальных вложений	Единый объект для переупаковки поврежденных сборок ОЯТ	В ПВХА и Региональном центре кондиционирования и долговременного хранения (РЦКХ) произ-

Табл. 4.1 (окончание)

Основной принцип	Достоинства	Примеры	Исключения
Расположение новых объектов по обращению с ОЯТ и РАО в местах их наибольшего сосредоточения	Минимизация перемещений между объектами (в том числе стоимости перевозок). Повышение безопасности. Ускорение обращения с ОЯТ и РАО в ПВХА и ПВХГ. Сосредоточение действий технического характера на более доступных объектах	Предложены типовые мобильные установки для переработки ЖРО. Единая установка для переработки стержней СУЗ Расположение комплекса для предварительного обращения с РАО и ОЯТ в губе Андреева	водственные возможности по обращению с РАО будут частично дублированы. Это позволит раньше начать реабилитацию ПВХА
Объединение мест хранения однотипных материалов (ОЯТ и РАО)	Максимальная безопасность при минимальных издержках	Сосредоточение хранения уранциркониевого топлива на «Атомфлоте». Сосредоточение хранения РАО в РЦКХ в бухте Сайда	Из-за невозможности выгрузить ОЯТ из РБ АПЛ класса «Альфа» его РО с ОЯТ будет размещен в ПДХ в губе Сайда
Размещение ОНАО на объектах происхождения	Минимизация перевозок больших объемов ОНАО, минимизация издержек и воздействия на окружающую среду	Захоронение ОНАО в ПВХА. Захоронение ОНАО в ПВХГ	

Одновременно приведенные положения и взаимосвязи становятся основополагающими для обоснования частных стратегических решений по определяющим направлениям разработки ПКУ. В результате стратегия реализации ПКУ будет сводиться к комплексному управлению (корректировке) решений по определяющим направлениям утилизации и реабилитации выведенных из эксплуатации объектов ВМФ в Северо-Западном регионе, полнота и последовательность выполнения которых должна обеспечиваться в течение продолжительного периода (до 20 лет) в краткосрочных федеральных и ведомственных программах.

4.3. Стратегия утилизации АПЛ и РБ

Стратегия комплексной утилизации выведенных из эксплуатации АПЛ и РБ основана на реализации одного или нескольких общих последовательных процессов:

- безопасное контролируемое хранение АПЛ на базе до передачи на СРЗ для утилизации;
- выгрузка ОЯТ с использованием берегового комплекса выгрузки (на ЦС «Звездочка») или ПТБ (в Мурманской области);
- утилизация (разделка корпуса) АПЛ с формированием реакторного блока или реакторного отсека; при этом образующиеся ТРО помещаются в реакторный отсек;
- временное хранение РБ в ПВХ в губе Сайда в ожидании разделки до РО на СРЗ «Нерпа»;
- формирование РО и установка его на ПДХ в губе Сайда на срок не менее 70 лет.

Общий стратегический план утилизации АПЛ и РБ показан на рис. 4.2.

В этой общей стратегии учтены особенности обращения с проблемными АПЛ и РБ, такими как АПЛ «Ноябрь», АПЛ «Эхо-2», АПЛ «Альфа» № 910 и РБ «Альфа» № 900. На всех этих объектах имели место инциденты, в силу которых они не могут быть утилизированы в рамках общей стратегии комплексной утилизации.

Состояние этих судов и наличие на борту отработавшего ядерного топлива требует разработки специальных технологий и комплекса подготовительных операций. Например, АПЛ № 900 и, возможно, АПЛ № 910 должны быть разделаны до РО без выгрузки топлива и помещены на долговременное хранение в губу Сайда. В отношении АПЛ «Ноябрь» требуется экологический радиационный мониторинг и принятие решения о ее дальнейшей судьбе.

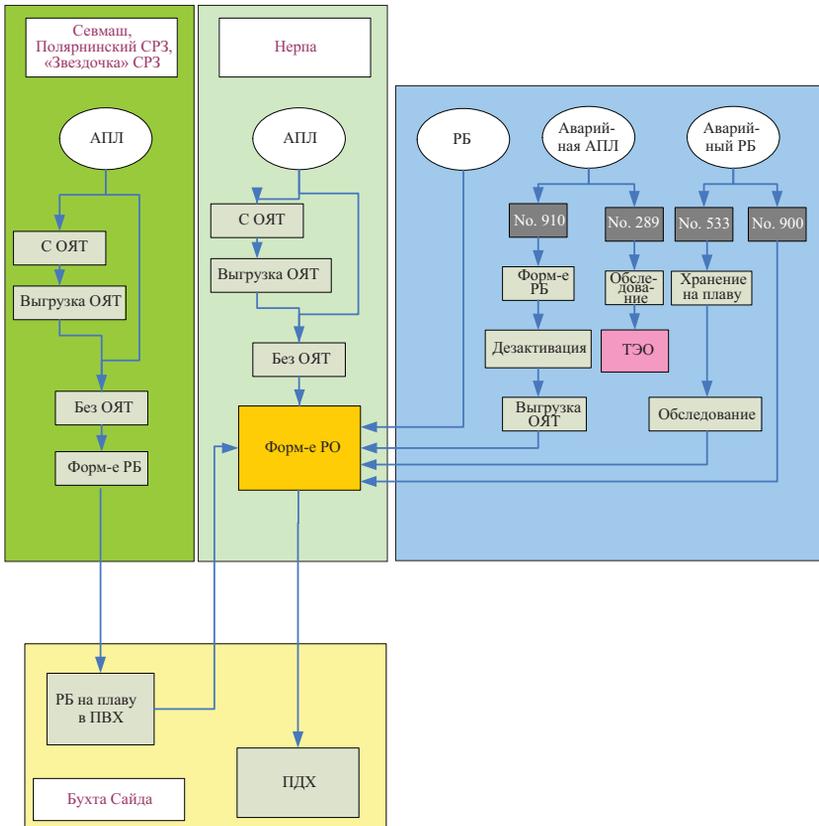


Рис. 4.2. Стратегия утилизации АПЛ и РБ на Северо-Западе России

Разработанные схемы (логические цепочки) утилизации используются для описания последовательности действий, необходимых для обоснования структуры декомпозиции работ (СДР) при достижении конечных целей по каждому объекту.

На рис. 4.3 приведены такие схемы для «проблемных» объектов.

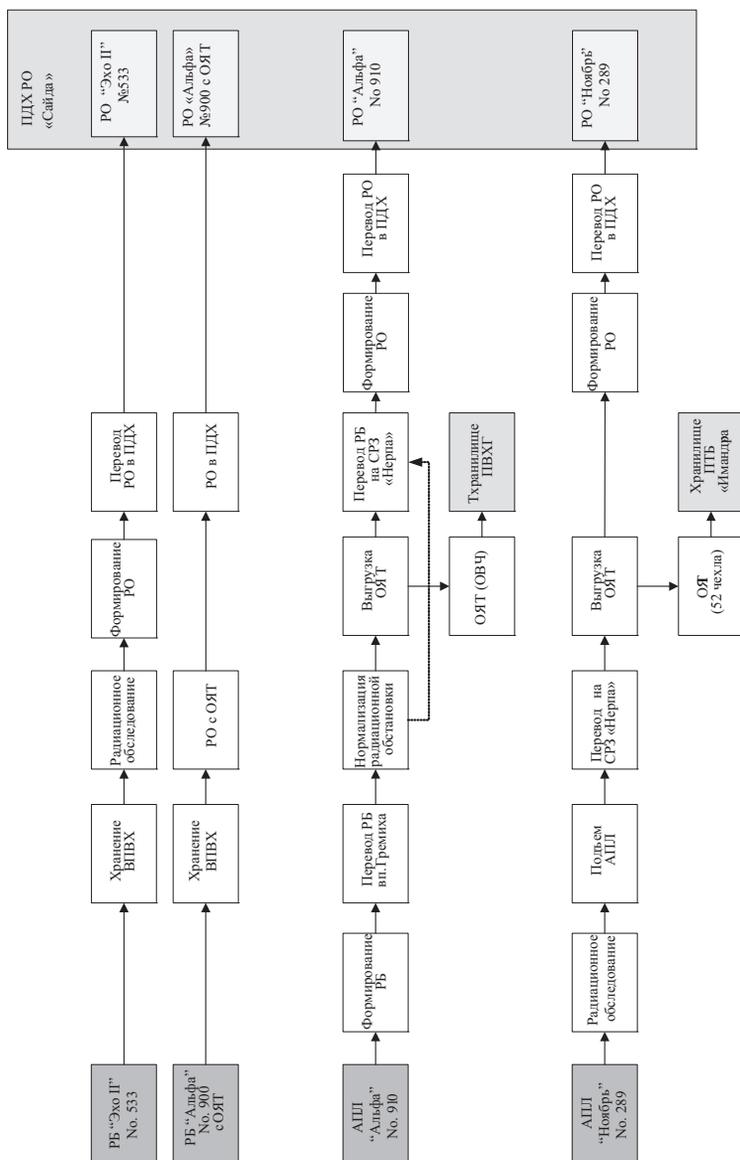


Рис. 4.3. Технологические цепочки утилизации АПЛ и РБ (если радиационная угроза на АПЛ класса «Альфа» не будет устранена, РО с невыгруженным ОЯТ будет поставлен в ПДХ в губе Сайда)

4.4. Стратегия утилизации судов АТО

Основой этой стратегии является концепция отложенной утилизации, которая проводится в три этапа.

Первый этап — конвертовка судна:

- радиационно-техническое обследование судна;
- разработка конструкторско-технологической документации на конвертовку;
- удаление ЖРО из хранилищ судна и отправка их на переработку;
- раскрепление имеющихся на судне ТРО;
- постановка судна на твердое основание;
- демонтаж надстройки и нерадиоактивного оборудования;
- герметизация корпуса судна и верхней палубы;
- спуск судна на воду и передача на контролируемое хранение (примерно 10 лет).

Второй этап — контролируемое хранение судна на плаву:

- разработка эксплуатационной документации для хранения судна;
- оборудование места хранения на плаву судов АТО;
- перевод судна к месту стоянки;
- хранение судна на плаву.

Конечной целью первого и второго этапов является обеспечение радиационной и экологической безопасности их хранения до передачи на окончательную утилизацию.

Третий этап — утилизация (разделка) судна:

- разработка конструкторско-технологической документации на утилизацию судна;
- перевод судна на акваторию СРЗ и постановка его на твердое основание;
- разделка судна;
- кондиционирование ТРО;
- формирование блоков хранилищ ОЯТ (для ПТБ), не подлежащих переработке и постановка их в ПДХ в губе Сайда;
- передача ТРО в региональный пункт переработки и хранения.

Исключение составляет ПТБ «Лепсе», которое является основной угрозой для окружающей среды, поскольку на его борту находится большое количество ОЯТ, а состояние защитных барьеров и корпуса ухудшается. Большая часть ОЯТ является дефектной и не может быть извлечена обычными методами. Поскольку проблема настолько велика, комплексная утилизация судна «Лепсе» была определена как проект первоочередной важности и дополнительно рассмотрена в специальном стратегическом исследовании. На рис. 4.4 и 4.5 показаны основные этапы утилизации судов АТО.

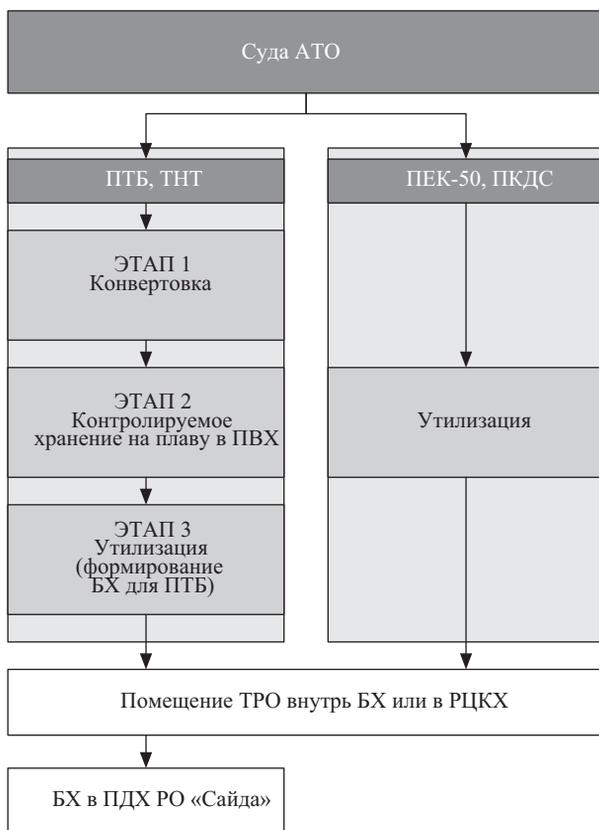


Рис. 4.4. Стратегия комплексной утилизации судов АТО (кроме ПТБ «Лепсе»)

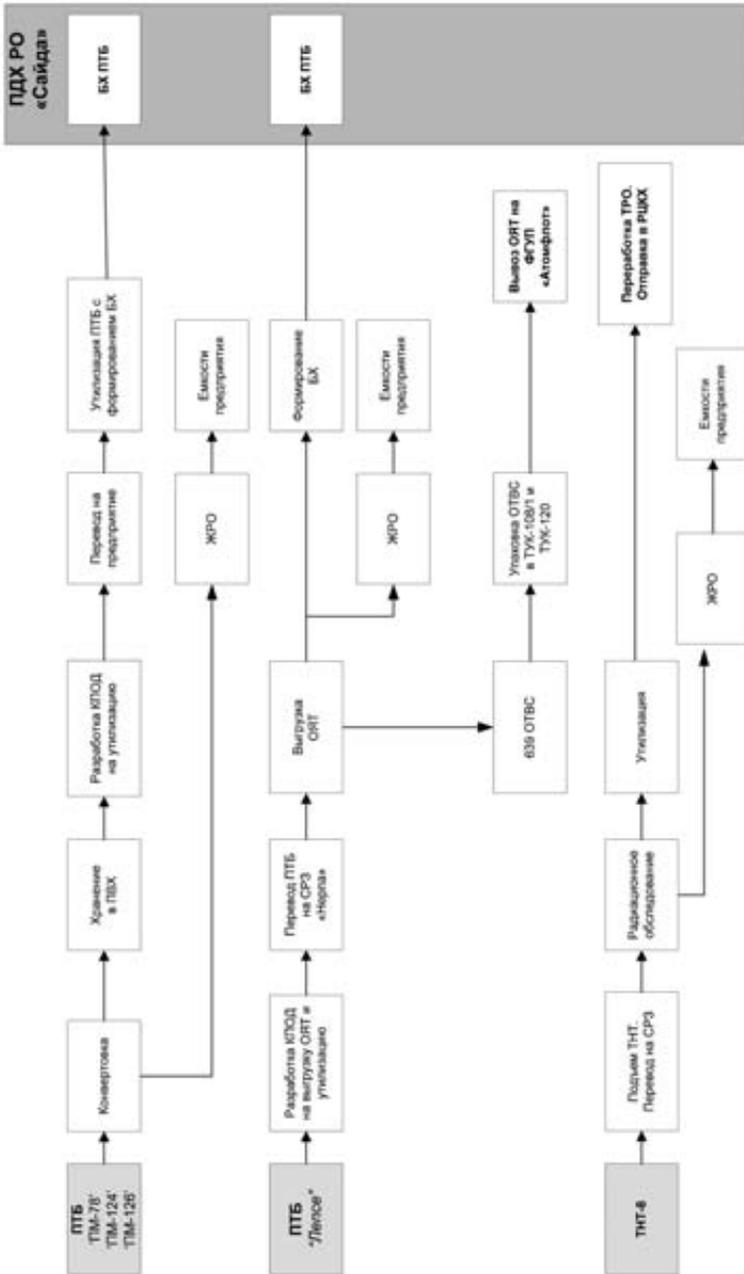


Рис. 4.5. Технологические цепочки утилизации судов АТО (КПОД — комплект проектной и организационной документации)

4.5. Стратегия утилизации ТАРК

Стратегия утилизации выведенного из эксплуатации тяжелого атомного ракетного крейсера практически совпадает со стратегией утилизации АПЛ. Она заключается в первоочередной выгрузке ОЯТ, разделке корпуса с формированием реакторного помещения и постановкой его для длительного хранения в ПДХ в губе Сайда (рис. 4.6). Реализация этой стратегии для кораблей такого водоизмещения не имеет прецедентов. В России отсутствует опыт утилизации кораблей такого класса, не разработаны концептуальные технологические решения по утилизации надводных кораблей с ЯЭУ. В результате всестороннего анализа различных вариантов выгрузки ОЯТ и разрезки корпуса с формированием реакторного помещения, пригодного для постановки в ПДХ, была разработана технологическая цепочка утилизации ТАРК, представленная на рис. 4.7. Наиболее целесообразным вариантом утилизации ТАРК является выгрузка ОЯТ из реакторов с использованием полупогружного понтона. Этот понтон будет использован и для транспортировки РП в губу Сайда.

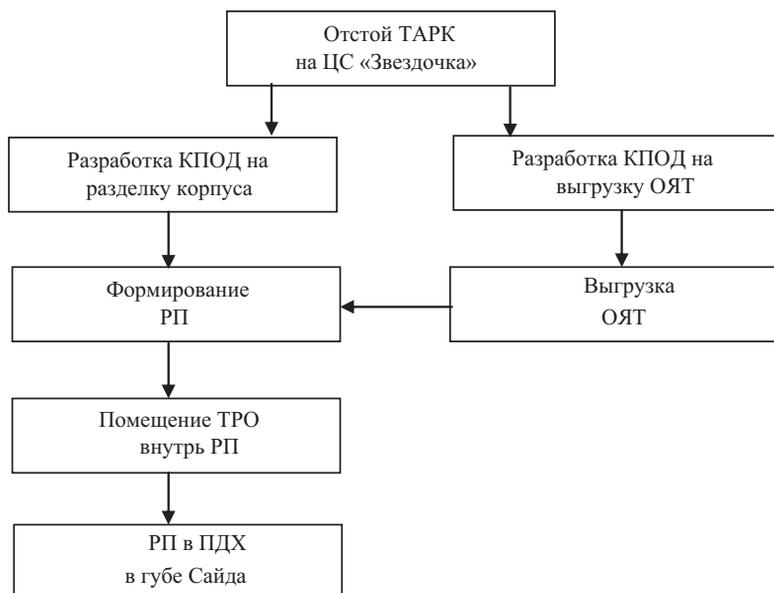


Рис. 4.6. Стратегия утилизации ТАРК

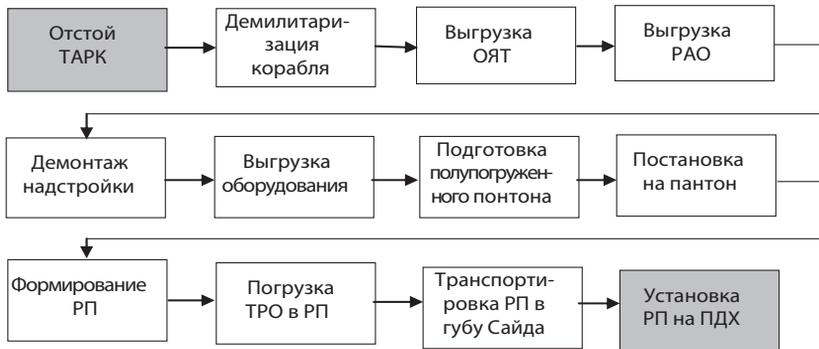


Рис. 4.7. Технологическая цепочка утилизации ТАРК

4.6. Стратегия экологической реабилитации ПВХГ

Основные подходы к решению проблемы экологической реабилитации ПВХ определяются уже упоминавшейся «Концепцией экологической реабилитации...». При разработке этого документа учитывались следующие положения:

- безусловное обеспечение ядерной, радиационной и экологической безопасности на основе российского законодательства на всех этапах функционирования и экологической реабилитации ПВХ; ядерная, радиационная и экологическая безопасность при выполнении реабилитационного процесса должны обеспечиваться использованием безопасных технологий обращения с ОЯТ, ТРО, ЖРО, вторичными радиоактивными отходами и токсичными веществами, а также применением радиационного контроля при выполнении работ;
- хранящееся на ПВХ ОЯТ (в зданиях, сооружениях, контейнерах) подлежит вывозу на переработку;
- дальнейшее использование ПВХ в губе Андреева и поселке Гремиха для приема ОЯТ и РАО от действующих сил ВМФ не предусматривается;
- реабилитация зданий, сооружений и территорий ПВХ должна производиться до разрешенных уровней воздействия на промплощадках;
- экологическая реабилитация ПВХ должна выполняться в два этапа:
- на первом этапе должна быть восстановлена (создана) та часть инфраструктуры ПВХ, которая необходима для обеспечения ядерной, радиа-

ционной и экологической безопасности окружающей среды и персонала при подготовке и проведении реабилитационных работ; кроме того, на первом этапе должны быть проведены работы по изоляции существующих хранилищ ОЯТ и РАО от контакта с грунтовыми водами и атмосферными осадками, а также комплексные инженерно-радиационные обследования и разработка проектов, включающих технико-экономические обоснования реабилитации ПВХ в целом и отдельных элементов инфраструктуры;

- на втором этапе должна производиться реализация проектов реабилитации ПВХ с учетом результатов обоснований инвестиций.

Выбор варианта реабилитации для конкретных зданий и сооружений производится по результатам комплексных инженерно-радиационных обследований и разработанных проектов с учетом следующих основных принципов:

- в процессе реабилитации индивидуальные дозы персонала, работающего на ПВХ и в ее санитарно-защитной зоне, не должны превышать основных дозовых пределов, установленных НРБ-99 (принцип нормирования);
- польза от снижения ожидаемой коллективной дозы у персонала должна превышать вред от дополнительного облучения персонала и привлеченных лиц в процессе реабилитации и затраты на ее проведение (принцип оправданности);
- коллективная доза персонала включая лиц, выполняющих реабилитацию, должна снижаться до возможно низкого уровня с учетом экономических и социальных факторов (принцип оптимизации);
- образование вторичных РАО, подлежащих захоронению, должно удерживаться на минимальном практически достижимом уровне и их характеристики должны соответствовать нормам и правилам в области использования атомной энергии и обращения с РАО, действующим в Российской Федерации;
- в процессе реабилитации ПВХ должен соблюдаться принцип раздельного обращения с радиоактивными отходами и отходами производства и потребления;
- окончательное захоронение радиоактивных отходов производится в региональных пунктах после их создания, на объектах допускается временное хранение РАО до отправки их в пункты переработки ЖРО или в региональные пункты обращения с ТРО;

- санитарно-гигиенические условия работы и медицинское обеспечение персонала ФГУП «СевРАО» должны быть доведены до нормативных требований;
- конечная ответственность перед государством за обеспечение безопасности обращения с радиационными источниками, ядерными материалами и радиоактивными веществами лежит на эксплуатирующей организации.

Стратегия реабилитации во многом зависит от конечного состояния и будущего использования ПВХГ, решение по которым еще не определено правительством России. Тем не менее, учитывая все значимые обстоятельства, можно предположить, что ПВХГ останется объектом, имеющим лицензию на проведение работ с ядерными материалами, в течение 12—15 лет. Соответственно промежуточное и окончательное его состояния должны соответствовать данной лицензии. Реабилитация ПВХГ до состояния «коричневой лужайки» для общепромышленного или радиационного использования является наиболее реальной перспективой. Однако в этом случае интеграционный план будет иметь следующие ключевые особенности:

- до начала работ по обращению с РАО и ОЯТ должны быть проведены подготовительные работы с целью обеспечения радиационной безопасности, интегрированного инженерного и радиационного обследования всех внутренних объектов и создания общей инфраструктуры для обращения с ними;
- по завершении вывоза ОЯТ и РАО из ПВХГ хранилища ЖРО и открытые площадки для временного хранения ТРО должны быть выведены из эксплуатации и ликвидированы, а остальные здания — дезактивированы;
- плавучие емкости для хранения ЖРО должны быть утилизированы, а образовавшиеся ТРО упакованы и отправлены в РЦКХ в губе Сайда;
- очень низкоактивные отходы должны быть изолированы на месте в построенном для них хранилище;
- токсичные отходы должны быть изолированы на полигоне или вывезены для дальнейшей переработки (уничтожения) за пределы ПВХГ;
- общая инфраструктура на объекте должна быть сохранена;
- территория и акватория должны быть очищены и реабилитированы до состояния «коричневой лужайки».

Разработанный для ПВХГ стратегический план экологической реабилитации в обобщенном виде приведен на рис. 4.8.

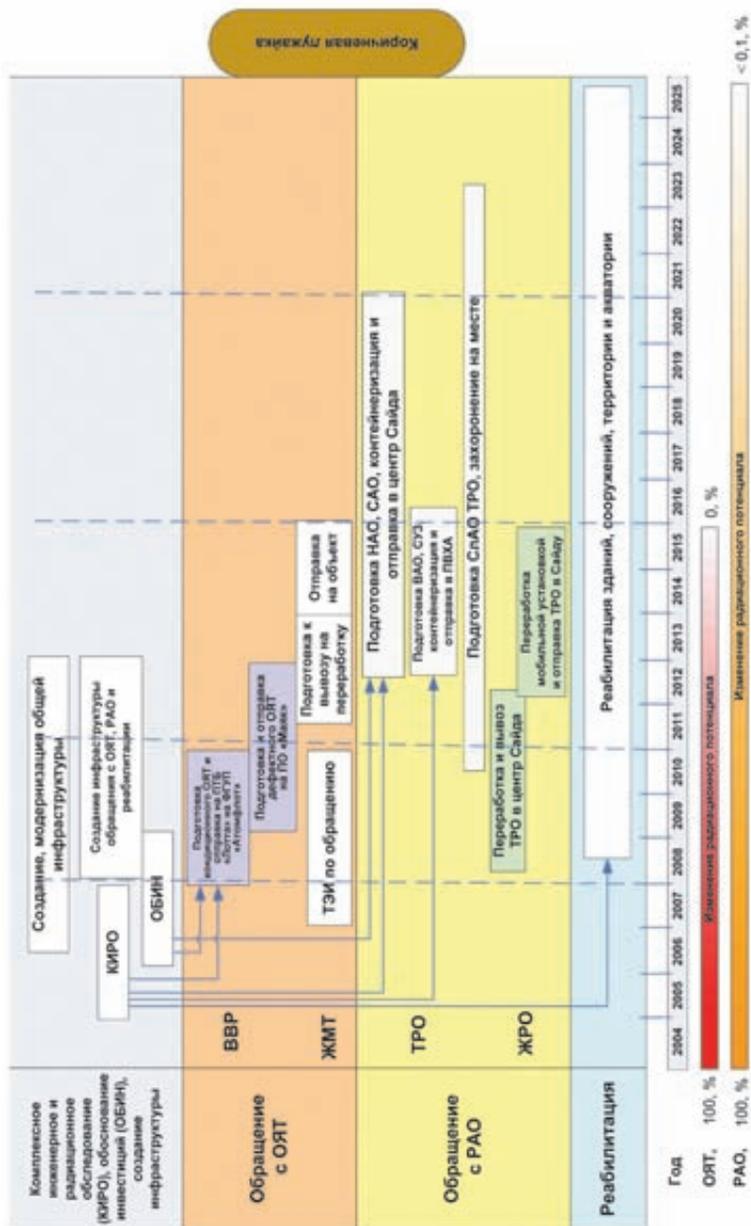


Рис. 4.8. Диаграмма верхнего уровня для достижения конечных целей экологической реабилитации ПВХТ

Обращение с ОЯТ. Наиболее приоритетным направлением стратегии обращения с ОЯТ ВВР является вывоз кондиционного ОЯТ на ПО «Маяк» с использованием существующей транспортной инфраструктуры. Дефектное ОЯТ следует поместить в специальные транспортные контейнеры ТК-127 («матрешка»), временно там хранить, а в дальнейшем также вывезти на ПО «Маяк». Для этого необходимо:

- провести обследование ОЯТ в контейнерах ТК-6 и ТК-11 (первичная инвентаризация ОЯТ);
- создать установки для откачки воды из контейнеров (с целью предотвращения СЦР) и ячеек в здании 1;
- создать транспортную инфраструктуру объекта и погрузочное оборудование для обращения с ОЯТ;
- создать в здании 1А условия для обращения с ОЯТ в чехлах типа 22;
- построить временное укрытие для хранения контейнеров с дефектным ОЯТ.

В ПВХГ находятся ОВЧ реакторов АПЛ класса «Альфа». Дальнейшее обращение с ними должно быть решено в рамках дополнительного технико-экономического исследования, связанного с вопросом определения возможности и целесообразности переработки данного ОЯТ. В настоящее время идут активные проработки вариантов разборки и переработки данного ОЯТ в Государственном научном центре — Научно-исследовательском институте атомных реакторов (НИИАР) и разборки ОВЧ в Государственном научном центре Российской Федерации — Физико-энергетическом институте им. А. И. Лейпунского (ФЭИ). Вопрос об оптимальном способе дальнейшего обращения с ОВЧ должен быть решен в течение 2009 г. Для этого необходимо:

- создать условия приема и получения ОВЧ АПЛ «Альфа» № 910;
- создать условия хранения ОВЧ до 2015 г.;
- выполнить анализ возможных вариантов обращения с ОВЧ, в том числе исследование для обоснования инвестиций (ОБИН);
- разработать и изготовить специальные транспортные контейнеры для ОВЧ;
- провести ремонт дока и модернизацию оборудования для перегрузки контейнеров.

Обращение с ТРО. Для переработки накопленных и ожидаемых ТРО необходима соответствующая инфраструктура. Работы должны проводиться по четырем направлениям:

- идентификация и сортировка стержней СУЗ;

- сортировка и упаковка твердых НАО;
- перемещения контейнеров с ТРО во временное укрытие;
- твердые НАО и САО должны быть вывезены в РЦКХ в губе Сайда, ВАО — в ПВХА.

Основные необходимые элементы инфраструктуры обращения с ТРО:

- транспортная инфраструктура объекта и погрузочное оборудование для обращения с РАО (мобильный кран, вилочный погрузчик, захваты-вающие устройства и т. д.);
- закупка контейнеров и упаковок;
- особое погрузочное оборудование для обращения с ВАО (автоматические системы с дистанционным управлением);
- установка для сортировки ТРО;
- временное укрытие для ТРО.

Обращение с ЖРО. Инфраструктура для обращения с ЖРО должна обладать следующими функциональными возможностями:

- переработка жидких НАО в твердые (цементирование) и обращение по технологии ТРО;
- перекачка жидких САО и ВАО в мобильную установку, поставляемую из РЦКХ в губе Сайда, переработка.

Кроме того, необходимо:

- восстановить существующую установку или использовать новую установку для переработки НАО ЖРО;
- восстановить здания 17 и 32 для обращения с ЖРО;
- подготовить систему для перекачки САО и ВАО ЖРО на мобильную установку.

Обращение с ТО. Стратегия обращения с ТО в ПВХГ заключается в следующем:

- бо́льшая часть отходов 4-го и 5-го классов опасности и стройматериалы должны быть захоронены на месте на полигоне;
- нефтепродукты (легкая фракция) должны быть уничтожены (сожжены) в котельной;
- отходы 1-го класса опасности (ртутьсодержащие лампы) должны быть вывезены для переработки на специальное предприятие.

4.7. Стратегия экологической реабилитации ПВХА

Данная стратегия определяется «Концепцией экологической реабилитации...», которая утверждена Росатомом и содержит основные подходы и принципы выполнения работ. Окончательное решение о конечном состоянии ПВХА не выработано, но предположительно это будет состояние «коричневой лужайки».

По имеющимся прогнозам в ближайшие 15—20 лет ПВХА будет оставаться объектом, на котором после вывоза ОЯТ будут вестись радиационно-опасные работы по обращению с ТРО и ЖРО (переработка, кондиционирование, временное хранение, подготовка к вывозу, реабилитация территории). К этим работам относится также обращение с хранилищами ОЯТ, ТРО и ЖРО, элементами инфраструктуры общего и специального назначения, зданиями и сооружениями (как возводимыми, так и реконструируемыми для использования в различных целях), территорией и акваторией. Стратегия реабилитации ПВХА представлена на рис. 4.9.

В общем виде стратегия реабилитации ПВХА состоит из ряда направлений, которые включают создание инфраструктуры, проведение комплексного инженерного и радиационного обследования и обоснование инвестиций. Для этого необходимо:

- провести предварительное обследование (КИРО и ОБИН);
- создать и модернизировать инфраструктуру жизнеобеспечения;
- создать инфраструктуру обращения с ОЯТ, РАО и реабилитации.

Обращение с ОЯТ. Эти работы являются приоритетным направлением и предполагают решение следующих задач:

- создание комплекса по обращению с ОЯТ;
- выгрузка ОЯТ из ячеек и вывоз на ПО «Маяк».

Обращение с РАО. Данные работы — самые длительные во всем комплексе работ по реабилитации ПВХА. Они проводятся периодически по мере накопления соответствующих типов ТРО и в целом включают:

- создание комплекса по переработке всех типов РАО;
- переработку ЖРО и кондиционирование ТРО;
- вывоз твердых НАО, САО, ВАО в РЦКХ в губе Сайда;
- строительство хранилища и изоляция твердых ОНАО на месте.

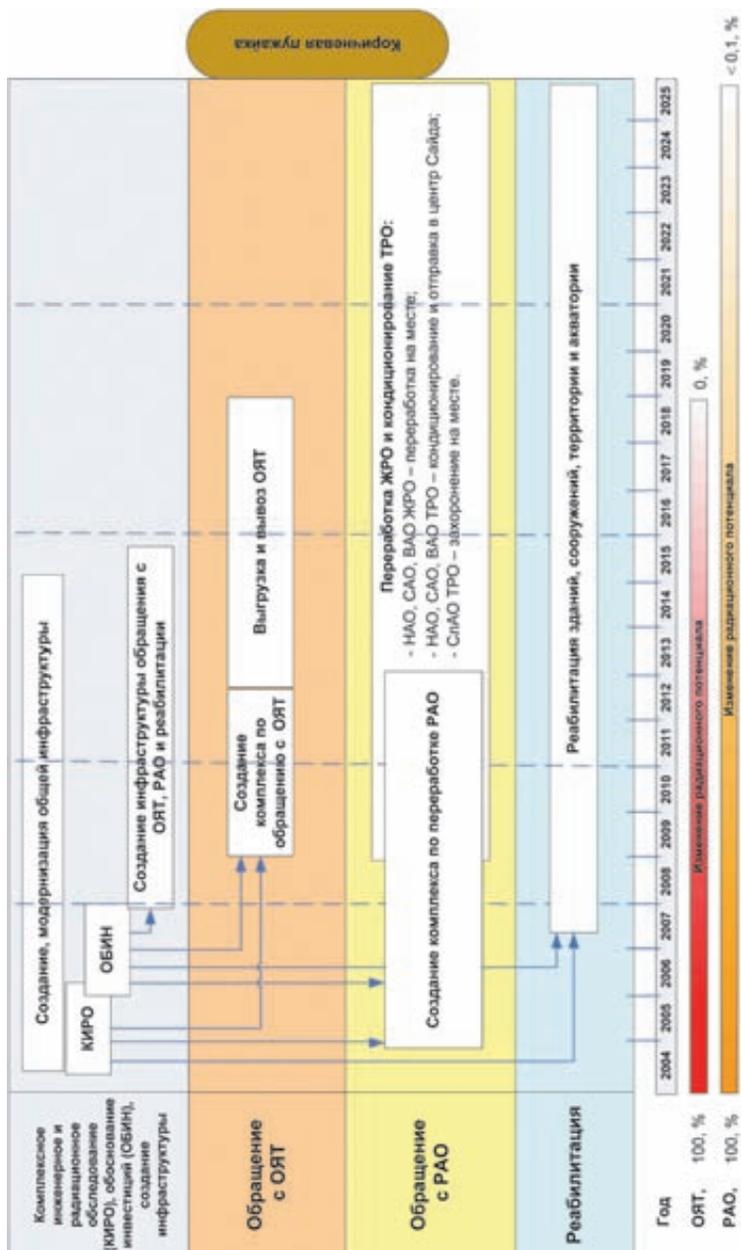


Рис. 4.9. Диаграмма верхнего уровня для достижения конечных целей экологической резибиляции ПВХА

Экологическая реабилитация включает задачи по реабилитации зданий, сооружений, территории и акватории. При реабилитации территории будет образовываться большое количество ТРО, которые (кроме ОНАО) кондиционируются и вывозятся из ПВХА в РЦКХ в губе Сайда. Перед началом работ по извлечению ОЯТ проводятся первоочередные подготовительные мероприятия. Дальнейшее обращение с ОЯТ должно осуществляться поэтапно. На первом этапе производится извлечение топлива из хранилищ и вывоз кондиционных ОТВС, на втором извлекаются чехлы с дефектными ОТВС, на третьем выводятся из эксплуатации хранилища ОЯТ.

Основные решения, принятые Росатомом по извлечению ОЯТ из БСХ, заключаются в следующем:

- кондиционные ОТВС извлекаются из предварительно осушенных чехлов (поканально), перечехловываются с использованием специального оборудования, установленного в здании 153, и загружаются в транспортные контейнеры; заполненные контейнеры отправляются на ПО «Маяк».
- дефектные извлекаемые ОТВС переупаковываются в тонкостенные пены, загружаются в транспортные контейнеры и отправляются на ПО «Маяк» для переработки;
- дефектные неизвлекаемые ОТВС выгружаются из хранилищ вместе с чехлами, упаковываются в транспортные контейнеры и отправляются на ПО «Маяк» для промежуточного хранения;
- решение по обращению с чехлами, содержащими просыпи топлива, будет приниматься на объекте на основе информации, полученной в процессе выгрузки ОТВС; все будет зависеть от количества просыпи, оставшейся в каждом чехле;
- уран-циркониевое ОЯТ из ПВХА должно быть вывезено на ФГУП «Атомфлот» на долгосрочное хранение.

Работы по экологической реабилитации хранилищ ТРО предполагается проводить поэтапно. Каждый этап должен приводить к постепенному улучшению радиационной обстановки в ПВХА, решению проблемы обращения с ТРО, а именно к упорядоченному временному хранению упаковок с кондиционированными ТРО с последующим вывозом в РЦКХ в губе Сайда и в конечном счете приведение объекта в состояние «коричневой лужайки».

Для кондиционирования ТРО и хранения предполагается строительство специального комплекса и нового хранилища (между зданием 67 и площадкой хранения ТРО, причалом и площадкой хранения ТРО соответственно).

Создаваемая система **обращения с ЖРО** рассчитана на обращение с отходами сложного физико-химического состава различной степени активности и радионуклидного состава с учетом наличия в них таких химических примесей, как взвешенные вещества, нефтепродукты, аммонийный азот, тяжелые металлы и пр.

Схема обращения с ЖРО предусматривает следующие этапы:

- сбор исходных отходов;
- раздельное временное хранение отходов различных типов;
- транспортировку ЖРО в здание по их переработке;
- переработку;
- сброс очищенных вод;
- кондиционирование вторичных ТРО;
- временное хранение кондиционированных ТРО.

Проведение работ в здании 5 направлено на улучшение радиологической ситуации в ПВХА путем удаления и кондиционирования радиоактивных материалов, находящихся в настоящее время в здании, а также в грунте вокруг здания и на территории бывшего ручья — основных источников загрязнения вод Мотовского залива, а также дезактивации оставшихся конструкций и демонтажа здания. Работы также предполагается выполнять поэтапно.

Целью первого этапа являются принятие первоочередных мер для обеспечения безопасности здания и персонала на территории, а также подготовка необходимой документации включая ОБИН на его демонтаж. Для этого необходимо решить ряд задач, в том числе:

- выбрать вариант вывода из эксплуатации здания 5;
- выполнить первоочередные ремонтно-восстановительные работы;
- провести дополнительные исследования;

Целью второго этапа, который представляет собой наиболее объемную и сложную часть проекта в целом, являются:

- удаление остатков ОЯТ (если таковые имеются);
- переработка и кондиционирование РАО;
- дезактивация конструкций здания;
- демонтаж здания в соответствии с выбранным вариантом.

Цель третьего этапа — окончательная очистка территории (включая грунт вокруг здания и на территории бывшего ручья) в соответствии с критериями реабилитации объектов типа ПВХА. Реабилитация прибрежной зоны позволит надежно обеспечить чистоту акватории и тем самым снимет обеспокоенность рыбаков России и Норвегии по поводу возможного выноса радиоактивности в рыбопромысловые районы Баренцева моря.

Обращение с ТО. Стратегия обращения с ТО в ПВХА заключается в следующем:

- большая часть отходов 4-го и 5-го классов опасности и стройматериалы должны быть захоронены на месте на полигоне;
- нефтепродукты (легкая фракция) должны быть уничтожены (сожжены) в котельной;
- отходы 1-го класса опасности (ртутьсодержащие лампы) должны быть вывезены для переработки на специальное предприятие.

4.8. Стратегия обращения с ОЯТ

Стратегия выработана на основе анализа существующей инфраструктуры обращения с ОЯТ, ее узких мест и проблем, учитывающего требования «Концепции федеральной целевой программы “Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года”», утвержденной постановлением Правительством РФ от 19 апреля 2007 г. № 484-р.

Стратегия обращения с ОЯТ, выгруженных с АПЛ, ТАРК, ПТБ, в том числе «Лепсе» и наземных хранилищ (ПВХА и ПВХГ), предполагает вывоз из региона для переработки или промежуточного/долгосрочного хранения (до разработки окончательной стратегии по ОЯТ) топлива, не подлежащего переработке в настоящее время (рис. 4.10).

Она в первую очередь предполагает вывоз перерабатываемого ОЯТ для переработки на ПО «Маяк», поскольку в настоящее время основным радиоактивным источником в Северо-Западном регионе является перерабатываемое ОЯТ. Одновременно будут разрабатываться технологии и инфраструктура для обращения с ОЯТ, не подлежащим переработке в настоящее время. ОЯТ этой категории должно быть помещено на промежуточное хранение до выработки окончательного решения.

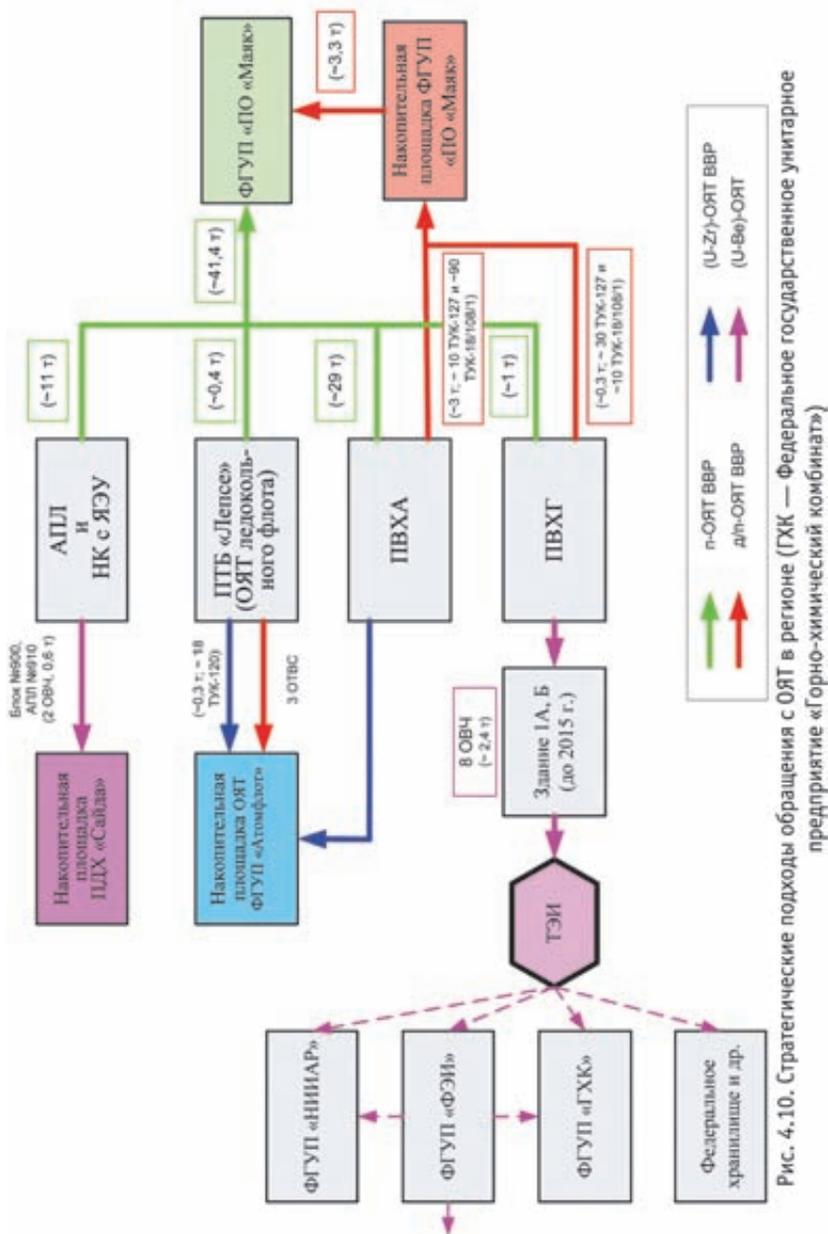


Рис. 4.10. Стратегические подходы обращения с ОЯТ в регионе (ГХК — Федеральное государственное унитарное предприятие «Горно-химический комбинат»)

4.8.1. Ключевые особенности разработанной системы обращения с ОЯТ

Как правило, стандартное урановое топливо может быть переработано с использованием обычных водно-экстракционных технологий на ПО «Маяк». К этой категории относится топливо с АПЛ и НК с ЯЭУ с реакторами ВВР. К категории «нестандартное топливо» относится уран-циркониевое и уран-бериллиево-топливо, которое использовалось соответственно на ледоколах и АПЛ класса «Альфа». Топливо этих видов не может быть переработано по действующим технологиям.

Перерабатываемое ОЯТ. Согласно результатам СИ-3 «практически все топливо, которое выгружено или должно быть выгружено с АПЛ, НК с ЯЭУ и атомных ледоколов (кроме уран-циркониевого топлива), может и должно быть переработано с использованием стандартной технологии обращения с ОЯТ». ОЯТ ВВР, которое хранится на АПЛ и НК с ЯЭУ, должно выгружаться с использованием существующей инфраструктуры для обращения с ОЯТ на судоремонтных заводах, которая позволяет выгружать топливо с 10—12 АПЛ в год. После краткого периода промежуточного хранения на ЦС «Звездочка» или ФГУП «Атомфлот» ОЯТ отправляется по железной дороге на ПО «Маяк» для переработки.

Часть ОЯТ, которое находится в ПВХА, ПВХГ и ПТБ «Лепсе», не может быть переработана таким образом из-за повреждений, полученных в ходе длительного хранения. В ПВХА хранится около 22 000 ОТВС, в ПВХГ — около 900 ОТВС. Обследование показало, что свыше 2000 ОТВС, хранящихся в ПВХА и ПВХГ, могут иметь повреждения различной степени.

На ПТБ «Лепсе» хранится 639 ОТВС. Около 30% из них дефектные и не могут быть извлечены обычными методами. В течение 30 лет эксплуатации на ПТБ «Лепсе» загружалось ОЯТ с атомных ледоколов и подводных лодок; большая часть этого топлива находится в неудовлетворительном состоянии.

Обращение с дефектным ОЯТ должно различаться в зависимости от состояния ОТВС, размера и характера повреждений. При этом следует основываться на следующих унифицированных принципах:

- ОЯТ, соответствующее требованиям ОСТ 95 957-93, должно быть помещено в транспортировочные чехлы типа ЧТ и контейнеры ТУК-18 и отправлено на ПО «Маяк» для переработки;
- извлекаемые ОТВС, имеющие незначительные повреждения, должны быть помещены в тонкостенные пеналы, а затем в транспортировочные чехлы типа ЧТ и отправлены на ПО «Маяк» для переработки;
- не извлекаемые из чехлов ОТВС должны быть оставлены в них, помещены в пенал и затем в сертифицированные контейнеры ТУК-18 или

ТУК-108/1; это ОЯТ должно быть отправлено на хранение на ПО «Маяк» до выработки дальнейшего решения о его размещении;

- не извлекаемое из контейнеров типа 6 ОЯТ должно быть помещено вместе с контейнерами в дополнительные транспортные контейнеры ТК-127 («матрешка») и отправлены на хранение на ПО «Маяк»;
- ил, содержащий фрагменты ОЯТ (размеры фрагментов более 1 см), также должен быть собран, помещен в специальные контейнеры и отправлен на ПО «Маяк» на временное хранение.

Неперерабатываемое уран-циркониевое ОЯТ. Как показали результаты СИ-4, всего существует около 5000 ОТВС с уран-циркониевым ОЯТ (что соответствует 20 реакторным зонам). Эти ОТВС находятся на ПТБ «Лотта», ПТБ «Лепсе», ПТБ «Имандра» и в ПВХА. Данное топливо не может быть переработано на ПО «Маяк», поэтому оно должно быть кондиционировано и помещено на хранение в контейнерное хранилище на ФГУП «Атомфлот» сроком до 50 лет. Предполагается разместить на ФГУП «Атомфлот» около 70 контейнеров ТУК-120 с уран-циркониевым ОЯТ. До окончания срока хранения будут приняты решения относительно конечного состояния этого топлива и места его окончательной изоляции или переработки.

Неперерабатываемое уран-бериллиевое ОЯТ находится в 8 ОВЧ, хранящихся в ПВХГ. ОЯТ этого типа находится также в РБ АПЛ № 900, который хранится на плаву в губе Сайда, и в АПЛ № 910, которая находится на СРЗ «Нерпа». Как уже отмечалось, в настоящее время уран-бериллиевое ОЯТ не может быть переработано на ПО «Маяк» по существующим технологиям. Для обращения с ним должны применяться следующие подходы:

- ОЯТ с РБ АПЛ № 900 не будет извлечено в ближайшем будущем; из этого РБ должен быть сформирован РО с ОЯТ и помещен на долгосрочное хранение в ПДХ в губе Сайда;
- АПЛ № 910 должна быть разделана до РО; если дезактивация пройдет успешно, ОЯТ будет выгружено; в случае невозможности дезактивации РО с ОЯТ будет помещен на хранение в ПДХ в губе Сайда;
- 8 ОВЧ, находящихся в зданиях 1А и 1Б в ПВХГ, должны храниться там до 2015 г.; в отношении этих ОВЧ должны быть приняты первоочередные меры по улучшению условий хранения;
- В 2008—2009 гг. должно было быть проведено технико-экономическое исследование для изучения возможностей и разработки проекта решений о конечном состоянии неперерабатываемого уран-бериллиевого ОЯТ; подразумевается сравнительная оценка вариантов его переработки или длительного хранения и отбор вариантов, основанный на мультикритериальном анализе.

Возможные конечные состояния перерабатываемого ОЯТ в Северо-Западном регионе. Целью стратегических исследований СИ-3 и СИ-4, проведенных в рамках СМП-2, был анализ текущей ситуации с поврежденным и перерабатываемым ОЯТ и поиск возможных решений. Хотя было определено и оценено несколько вариантов, выбрать из них оптимальный оказалось невозможно. Основные варианты таковы.

Вариант 1. Временное хранение и переработка перерабатываемого ОЯТ на ПО «Маяк»:

- Для обращения с ОЯТ реакторов ВВР необходимо строительство новой инфраструктуры на ПО «Маяк». В первую очередь потребуется модернизация отделения подготовки и рубки (ОПИР) «головного узла» с целью обеспечить возможность разрезки этого типа ОЯТ. Для извлечения поврежденного ОЯТ из контейнеров старого типа необходимо строительство горячих камер с погрузочной установкой. До модернизации ОПИР и строительства горячих камер перерабатываемое ОЯТ должно храниться на накопительной площадке.
- Переработка уран-бериллиевого ОЯТ на ПО «Маяк» требует разработки, изготовления и строительства инфраструктуры для безводных технологий переработки.
- Водно-экстрактная переработка уран-циркониевого ОЯТ технически возможна, однако она потребует существенных изменений в составе растворов и повышения мер безопасности для растворения топлива.
- Необходимо строительство инфраструктуры для обращения с РАО.

Вариант 2. Создание новой инфраструктуры и «горячих камер» в НИИАР:

- Для приема, переработки, транспортировки и временного хранения уран-бериллиевого ОЯТ, которое в настоящее время не может быть принято на ПО «Маяк», должны быть введены в строй новые установки.
- Должен быть создан новый комплекс горячих камер для разборки ОВЧ.
- После разборки ОВЧ уран-бериллиевое ОЯТ может быть переработано в НИИАР с использованием пирохимической технологии. НИИАР имеет экспериментальные установки для применения этой технологии, но переработка уран-бериллиевого ОЯТ потребует создания новой инфраструктуры, в том числе горячих камер, блока по переработке и установок для обращения с РАО.

Предложенная стратегия разработки новой инфраструктуры для погрузки и переработки уран-бериллиевого ОЯТ в НИИАР в настоящее время является наиболее технически обоснованной. Тем не менее с точки зрения новых технологических требований и обеспечения ядерной безопасности она является также и самой дорогостоящей.

Вариант 3. Разборка ОВЧ на отдельные топливные сборки в ФЭИ с использованием существующей инфраструктуры:

- Разборка контейнеров с поврежденным ОЯТ может проводиться с применением существующих технологий. Извлеченное и кондиционированное уран-бериллиевое ОЯТ может быть отправлено на ПО «Маяк» или в НИИАР для переработки.

Вариант 4. Строительство долгосрочного хранилища на Федеральном государственном унитарном предприятии «Горно-химический комбинат» (ГХК):

- Строительство хранилища ОЯТ емкостью 38 000 т должно начаться в соответствии с «Концепцией федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года»», ввод его в эксплуатацию планируется к 2015 г.
- В настоящее время стратегия для ФГУП ГХК ограничивает его мощности хранением топлива с реакторов РБМК и переработкой ОЯТ с реакторов ВВЭР-1000, т. е. возможность хранения ОЯТ реакторов ВМФ отсутствует. Проект для ФГУП ГХК включает также разработку инновационных технологий для переработки ОЯТ. Поскольку объем неперерабатываемого ОЯТ сравнительно невелик (оно составляет менее 1% ОЯТ с атомных электростанций), вопрос о долгосрочном хранении и переработке неперерабатываемого ОЯТ реакторов АПЛ на ФГУП ГХК все еще может быть пересмотрен.

Вариант 5. Геологическая окончательная изоляция в государственном могильнике.

Концепция Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» предусматривает также проекты строительства экспериментальных объектов для окончательной изоляции ВАО в глубоких геологических формациях Канско-Ачинского гранитоидного массива (Красноярская область). Переработка небольших объемов трудноперерабатываемого ОЯТ может быть малорентабельна или нерентабельна, поэтому кондиционирование и окончательная изоляция ВАО в государственном могильнике может рассматриваться как возможный вариант.

В ходе технико-экономического исследования, проводившегося в 2008—2009 гг., были проанализированы вышеописанные варианты, а также любые другие, которые могли возникнуть. При этом должны были учитываться экономические, технологические и социальные факторы. Решение о строительстве новых или модернизации существующих ядерных объектов принимается правительством России, и в силу многочисленности участвующих сторон и потенциальных изменений законодательства решение проблемы потребует не менее десяти лет.

4.9. Стратегия обращения с РАО

4.9.1. Схемы и логические цепочки обращения с РАО

Конечной целью СМП в отношении обращения с РАО является размещение ТРО на безопасное долговременное хранение в РЦКХ РАО в губе Сайда с последующей возможностью отправки на окончательную изоляцию без дополнительной перекомпоновки. Для этого должны быть выполнены следующие условия:

- безопасное обращение с РАО всех категорий на предприятиях утилизации и объектах реабилитации в течение ближайшего десятилетия с поэтапным переходом от временного хранения к долговременному;
- создание (модернизация), оптимизация использования существующей и создаваемой инфраструктуры обращения с РАО включая их переработку с тем, чтобы все категории отходов были переведены в необходимое состояние для долговременного хранения в РЦКХ в губе Сайда с последующей окончательной изоляцией в Северо-Западном регионе или, возможно, за его пределами (место еще не определено);
- введение и соблюдение правовых ограничений срока временного хранения РАО на предприятиях утилизации и объектах реабилитации в регионе с целью интенсификации процесса передачи отходов в РЦКХ в губе Сайда;
- обеспечение безопасной транспортировки РАО из мест временного хранения (предприятий утилизации и объектов реабилитации) на долговременное хранение в РЦКХ в губе Сайда.

Стратегия обращения с РАО в Северо-Западном регионе разработана на основании обобщения и анализа состояния проблемы обращения с радиоактивными отходами на предприятиях утилизации и объектах реабилитации. Учтены требования Концепции Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года», а также рекомендации МАГАТЭ (принципы обращения с РАО) и рассмотрены различные варианты принятия стратегических решений.

Наиболее привлекательными являются варианты С2 и С3 (рис. 4.11) стратегии С, где в качестве основных центров переработки и длительного хранения выступают в первом случае ПДХ в губе Сайда, во втором — совместно ПВХ в губе Андреева и ПДХ в губе Сайда соответственно.

Стратегические подходы к решению экологических проблем, связанных с выведенными из эксплуатации объектами атомного флота на Северо-Западе России

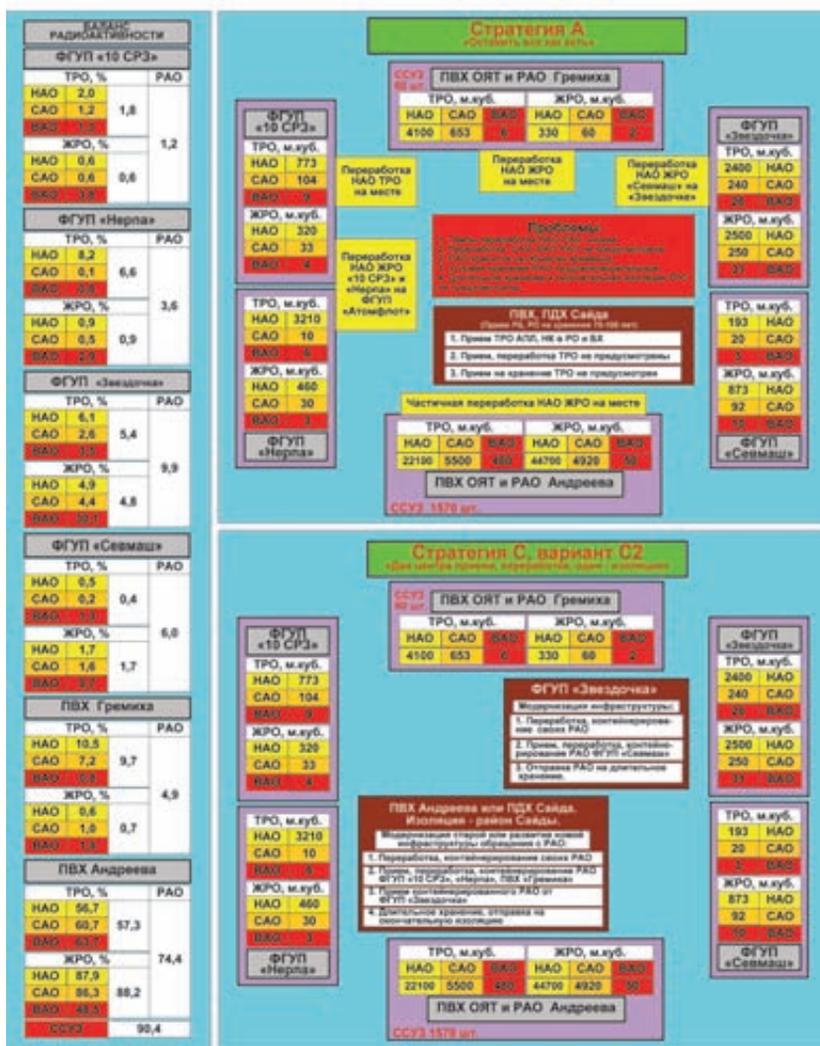


Рис. 4.11. Схемное представление вариантов обоснования принятия решения по обращению с РАО в Северо-Западном регионе

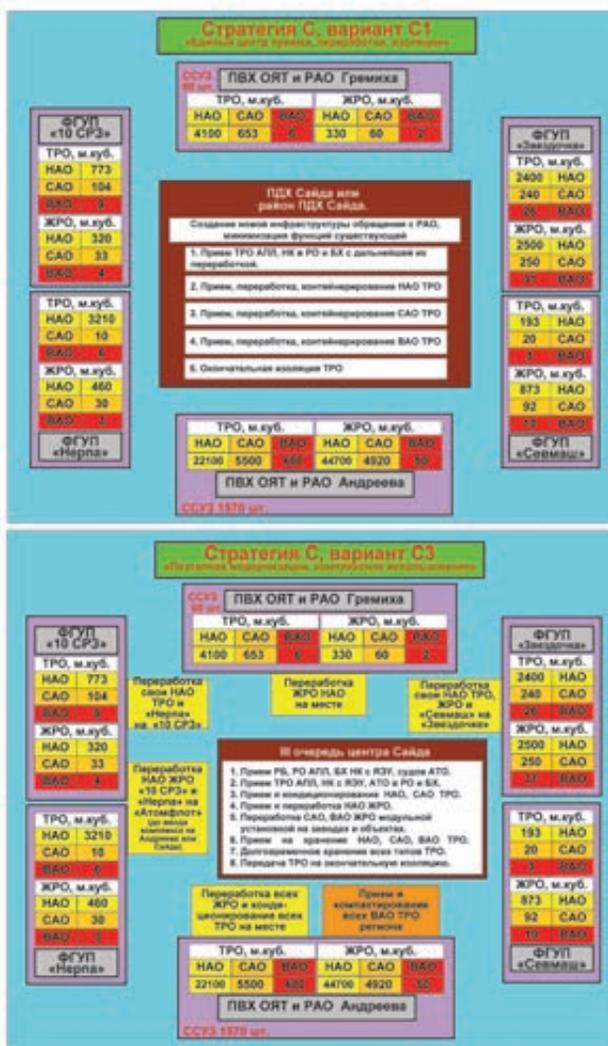


Рис. 4.11. Окончание. Схемное представление вариантов обоснования принятия решения по обращению с РАО в Северо-Западном регионе

На основании анализа преимуществ и недостатков, а также планируемых работ (использованы данные по ОБИН для ПВХ в губе Андреева, концепция и предварительный план развития третьей очереди в губе Сайда) выбран для дальнейшего рассмотрения «вариант С3 стратегии С», который был положен в основу последующего анализа; в действительности варианты С2 и С3 следует рассматривать как альтернативы для выбора определяющих направлений потоков перемещений РАО на конечной стадии обращения с ними в регионе. Для данного варианта представлены типы перемещаемых РАО, оценены их интегральные потоки, а также дана динамика развития инфраструктуры и перераспределения отходов внутри региона между объектами временного хранения (исходное состояние) и центром долговременного хранения (промежуточное состояние) в губе Сайда с указанием желаемого пути достижения конечной цели.

4.9.2. Особенности системы обращения с РАО в регионе

Анализ приведенных диаграмм для каждого типа объектов выявил ряд ключевых положений, реализация которых позволит достигнуть на первом и втором этапах промежуточной, а в последующем и конечной цели. Однако для этого необходимо применить качественно новые подходы.

Общие стратегические подходы к обращению с РАО в регионе.

1. Необходимо перейти от практики временного хранения РАО к их окончательной изоляции (конечная цель).
2. Для достижения конечной цели необходимы развитие (модернизация) инфраструктуры (ПВХ в губе Андреева, ПДХ в губе Сайда, ЦС «Звездочка»), оптимальная организация безопасного обращения со всеми типами РАО на промежуточной основе (первый этап — временное хранение, второй этап — долговременное хранение, третий этап — окончательная изоляция) в течение ближайшего десятилетия и их поэтапная подготовка к окончательной изоляции в регионе или за его пределами.
3. В соответствии с «Концепцией утилизации...» целесообразно продолжить размещение ТРО в РО и БХ с периодом хранения 70—100 лет.
4. Необходимо законодательно ограничить период временного хранения на предприятиях РАО, относящихся к комплексной утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и судов АТО.

Стратегия обращения с отходами категории CAO, BAO.

1. Необходимо приступить к удалению CAO и BAO со всех объектов региона.
2. Подготовку отходов для длительного хранения и окончательной изоляции целесообразно производить: твердых CAO — в региональном центре в губе Сайда, твердых BAO — в ПВХА, жидких CAO, BAO — путем перевода в ТРО с помощью модульной установки в местах хранения (доставляется судном из ПДХ в губе Сайда).

3. Целесообразно организовать централизованный сбор твердых САО, ВАО и их долговременное хранение в региональном центре в губе Сайда с последующей передачей на окончательную изоляцию без дополнительной перекомпоновки.

Стратегия обращения с отходами категории НАО.

1. С целью экономии средств на переработку и создание дорогостоящих хранилищ в дополнение к существующим категориям ТРО ввести категорию «очень низкоактивные твердые отходы» (твердые ОНАО).

2. Окончательная изоляция твердых ОНАО по согласованию с местными и федеральными органами может производиться в местах их образования или в специальных районах.

3. Переработку отходов категории НАО целесообразно осуществлять комплексно и поэтапно с учетом имеющихся (создающихся) мощностей в регионе и близости расположения объектов утилизации.

4. Контейнерирование твердых НАО необходимо производить в соответствии с требованиями их долгосрочного хранения и окончательной изоляции. Все твердые НАО передаются на долговременное хранение в центр в губе Сайда.

Окончательная изоляция всех типов отходов может быть осуществлена в районе ПДХ в губе Сайда (в случае принятия концепции), на Научно-производственном объединении «Радон» (по окончании модернизации) или в ином месте (по завершении строительства федерального хранилища).

Соответствующий интеграционный подход обращения с РАО в регионе, направленный на их максимальную локализацию в едином специализированном месте в интересах решения проблемы безопасного длительного хранения и в конечном счете окончательной изоляции сводится к следующему (рис. 4.12 и 4.13):

- В связи с предстоящей в ближайшие пять лет глубокой модернизацией инфраструктуры обращения с РАО на ПВХ в губе Андреева, где находится и будет образовываться от 50 до 90% всех отходов региона, необходимо в первую очередь приступить к переработке своих РАО, а также обеспечить переработку твердых ВАО других объектов и предприятий, которые должны поставляться судном-контейнеровозом, предназначенным для транспортировки ОЯТ и ТРО (согласно ОБИН планируется ввод в эксплуатацию к 2010—2012 гг.). Кроме этого, после ввода в эксплуатацию в губе Андреева комплекса по переработке жидких НАО целесообразно использовать возможность оказания услуг по переработке этих отходов в интересах ФГУП «10 СРЗ» Министерства обороны и ФГУП «Нерпа» (по необходимости).

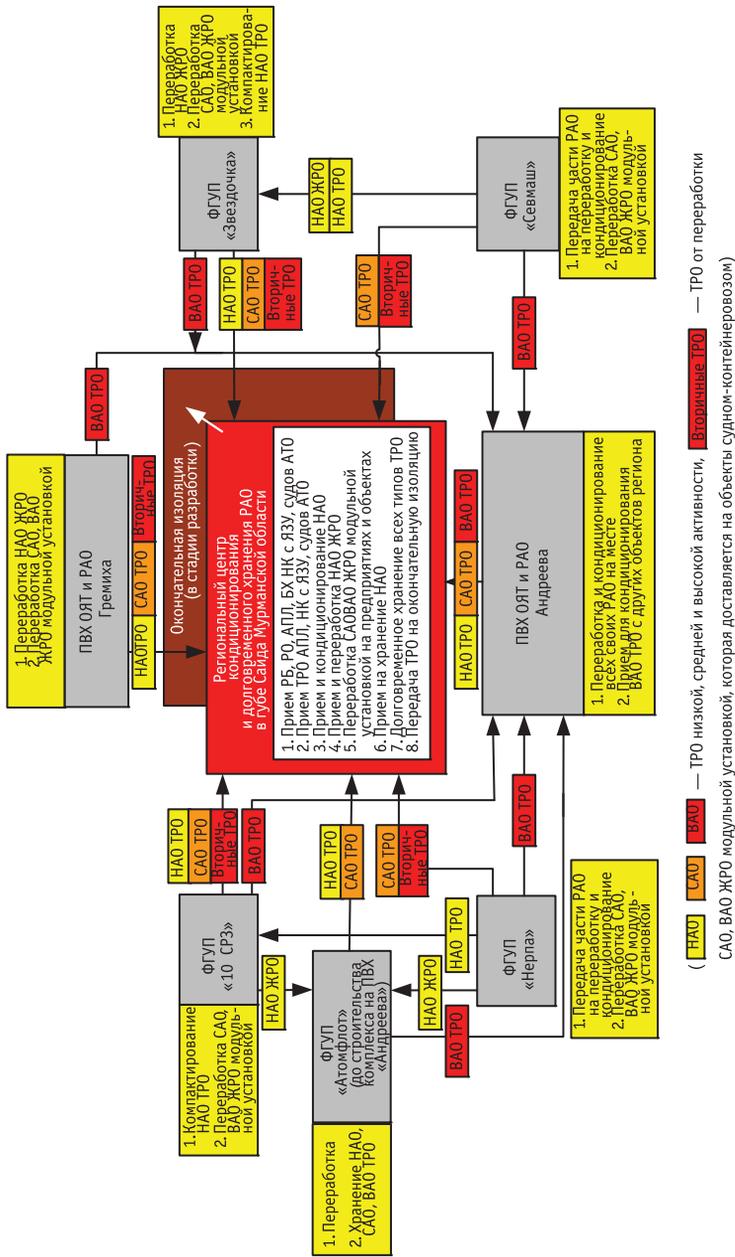


Рис. 4.12. Принципиальная схема обращения с РАО в Северо-Западном регионе

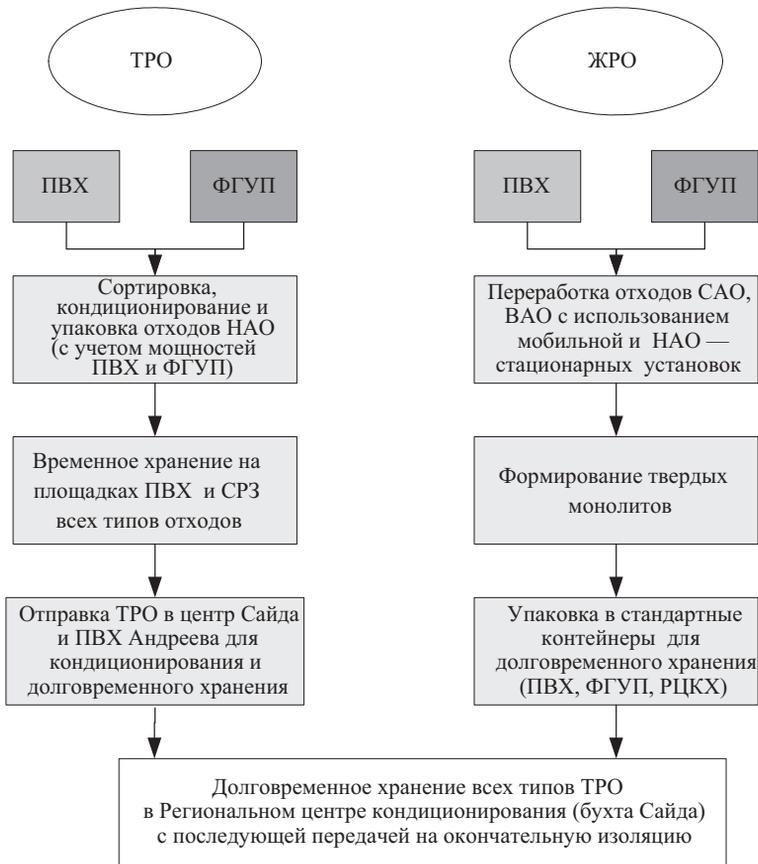


Рис. 4.13. Последовательность реализации основных этапов обращения с ТРО и ЖРО в регионе

- Функциональные возможности третьей очереди регионального центра в губе Сайда после ввода его в эксплуатацию в ближайшие пять лет позволят принимать от внешних источников на кондиционирование твердые НАО и САО, перерабатывать собственные жидкие НАО, а с помощью модульной установки, транспортируемой судном-контейнеровозом, переводить в твердое состояние жидкие САО, ВАО, находящиеся и образующиеся на предприятиях утилизации и объектах реабилитации региона. При этом вторичные отходы будут направляться в центр в губе Сайда для длительного хранения и последующей передачи на окончательную изоляцию. В дополнение к этому центр в губе Сайда будет способен принимать все типы образующихся в регионе ТРО в

подготовленном для долговременного хранения виде, а впоследствии самостоятельно передавать их на окончательную изоляцию (объект окончательной изоляции еще не построен).

- Одновременно ПДХ в губе Сайда будет продолжать принимать на длительное хранение РО АПЛ, БХ кораблей и судов с находящимися в них ТРО. Переработка ТРО, самих блоков РО и БХ начнется не раньше чем через несколько десятилетий.
- Целесообразно продолжить использование существующих мощностей по переработке жидких и твердых НАО на ФГУП «Звездочка» и компактированию твердых НАО на ФГУП «10 СРЗ». Также останутся востребованными существующие возможности по переработке жидких НАО на ФГУП «Атомфлот» до ввода в эксплуатацию соответствующих комплексов на ПВХ в губе Андреева и ПДХ в губе Сайда.

4.9.3. Ожидаемые результаты реализации разработанной стратегии обращения с РАО

В результате реализации стратегии на предприятиях утилизации, объектах реабилитации и в регионе в целом можно ожидать следующего:

- радиоактивные отходы должны быть вывезены со всех объектов, предприятий региона и после переработки и подготовки собраны для безопасного хранения в центре в губе Сайда;
- ТРО, полученные при утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и судов АТО будут помещены в РО, РП и БХ и отправлены на долговременное хранение в губу Сайда;
- будет законодательно определена новая категория твердых отходов — твердых ОНАО, что благодаря снижению стоимости переработки и строительства хранилищ РАО позволит принимать более экономически эффективные стратегические решения по комплексной утилизации и экологической реабилитации;
- ОНАО ТРО, полученные на предприятиях «Нерпа», «10 СРЗ», ПДХ в губе Сайда, «Атомфлот», «Звездочка», «Севмаш», ПВХА и ПВХГ, по согласованию с местными и федеральными органами власти могут быть захоронены по месту их образования или в специально отведенных районах;
- все типы ТРО должны быть кондиционированы (компактированы) и помещены в контейнеры в соответствии с требованиями долгосрочного хранения и окончательной изоляции с использованием существующей или создающейся инфраструктуры;
- для своевременного достижения намеченных целей будут созданы новые мощности по обращению с РАО (на ПВХА и ПДХ в губе Сайда) и мо-

дернизированы существующие (ЦС «Звездочка» и др.), что позволит повысить радиационную и радиоэкологическую безопасность на объектах, предприятиях и в регионе в целом;

- жидкие ВАО и САО должны быть переработаны по месту их образования с использованием модульной мобильной установки, обеспечивающей переработку ЖРО сложного физико-химического состава, которая должна доставляться на предприятия и объекты из центра в губе Сайда судном-контейнеровозом; это судно должно возвращать образующиеся от переработки ЖРО вторичные ТРО в центр в губе Сайда для длительного хранения и последующей изоляции;
- в ближайшем будущем (через пять лет) все твердые ВАО, рассеянные по предприятиям региона, будут направляться на ПВХА для кондиционирования и последующей передачи на длительное хранение в центр в губе Сайда;
- в конечном счете все радиоактивные отходы должны быть вывезены со всех объектов региона, переработаны/кондиционированы, отправлены на долговременное хранение в региональный центр в губе Сайда с готовностью к последующей окончательной изоляции;
- в ближайшие годы будет принято решение о месте окончательной изоляции твердых ВАО, САО, НАО.

4.10. Стратегия обращения с токсичными отходами

4.10.1. Логические цепочки обращения с токсичными отходами

Как было отмечено в разделах 1.2 и 1.4, в результате утилизации плавучих объектов было накоплено значительное количество ТО, которое будет возрастать. В соответствии с нормативно-правовыми документами предприятия, проводящие операции по утилизации и экологической реабилитации, несут ответственность за обращение с ТО. В настоящее время основная часть ТО разрознена и находится в неудовлетворительных условиях на временном хранении на предприятиях и объектах, где невозможно окончательно решить проблему их переработки, уничтожения и безопасной изоляции.

Необходима стратегия обращения с ТО во всем регионе. Ее разработка осуществлялась в соответствии с требованиями федерального закона «Об отходах производства и потребления» в редакциях от 29 декабря 2000 г. № 169-ФЗ, 10 января 2003 г. № 15-ФЗ, 22 августа 2004 г. № 122-ФЗ (ре-

дакция от 20 декабря 2004 г.), 9 мая 2005 г. № 45-ФЗ, 31 декабря 2005 г. № 199-ФЗ, определяющего правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения вредного воздействия на человека и окружающую среду, а также вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья. Кроме того, были учтены требования к обращению с опасными отходами в зависимости от степени их вредного воздействия на окружающую природную среду и здоровье человека, предусматривающие разделение последних на классы опасности в соответствии с критериями, установленными федеральными органами исполнительной власти (в редакции от 22 августа 2004 г. № 122-ФЗ), а также «Концепции по обращению, уничтожению и окончательному захоронению токсичных отходов, образующихся при утилизации АПЛ и реабилитации ПВХ ОЯТ и РАО», разработанной в специальном стратегическом исследовании.

Было рассмотрено несколько вариантов стратегических решений. На основании анализа преимуществ и недостатков, безопасности обращения и экономических оценок обоснован выбор одного из них. Представлены необходимые виды обращения с ТО включая развитие отдельных элементов инфраструктуры на объектах и предприятиях, обозначены региональные центры, выделены направления потоков и определены их конечные состояния (рис. 4.14).

В соответствии с изложенным стратегия обращения с ТО имеет общие подходы, а также подходы, отражающие особенности обращения с отдельными их классами.

Общий стратегический подход обращения с ТО.

1. Необходимо от практики накопления и временного хранения ТО перейти к их систематической переработке и уничтожению (конечная цель).
2. Для достижения конечной цели необходимо в ближайшие три-пять лет создать соответствующую инфраструктуру обращения с ТО всех классов на предприятиях утилизации и объектах реабилитации и два центра по переработке и уничтожению на ФГУП «Нерпа» (Мурманская область) и ЦС «Звездочка» (Архангельская область), которые могли бы одновременно перерабатывать и уничтожать свои ТО и ТО других объектов утилизации и реабилитации.
3. Следует законодательно ограничить период временного хранения ТО на предприятиях комплексной утилизации и объектах реабилитации, приступить к систематической переработке/уничтожению и изоляции отходов.

Стратегия обращения с ТО 1-го класса опасности.

1. Создать инфраструктуру по сбору, контейнерированию, временному хранению, переработке и уничтожению.

2. Использовать возможности по переработке и уничтожению сторонних организаций.

3. Вовлекать вторичное сырье в хозяйственный оборот.

Стратегия обращения с ТО 2-го класса опасности.

1. Передать ТО владельцу (ВМФ).

2. Передать ТО на завод-изготовитель.

Стратегия обращения с ТО 3-го класса опасности.

1. Создать инфраструктуру по сбору, контейнерированию, временному хранению, переработке и уничтожению.

2. Использовать котельные предприятий и объектов для уничтожения нефтепродуктов (легкой фракции).

3. Использовать сторонние организации для переработки хладонов.

4. Вовлекать вторичное сырье в хозяйственный оборот.

5. Получать от переработки дополнительную тепловую энергию.

Стратегия обращения с ТО 4—5-го классов опасности.

1. Создать инфраструктуру по сбору, контейнерированию, временному хранению, переработке и уничтожению.

2. Вовлекать вторичное сырье в хозяйственный оборот.

3. Получать дополнительную тепловую энергию.

Интеграционные подходы к решению проблемы заключаются в следующем (см. рис. 4.12):

- создав два центра по переработке и уничтожению ТО на ФГУП «Нерпа» (Мурманская область) и ЦС «Звездочка» (Архангельская область), можно полностью решить проблемы обращения с ТО на предприятиях утилизации и объектах реабилитации, а также снизить опасность нахождения и поступления отходов на городские полигоны (свалки);
- до создания центров по переработке и уничтожению отходов предприятия по утилизации и объекты реабилитации продолжают использовать существующие возможности по хранению, сжиганию на месте, передаче на переработку другим предприятиям и вывозу отходов разрешенных классов на городские полигоны;
- с вводом в эксплуатацию элементов инфраструктуры (площадок, хранилищ, контейнеров и пр.) на предприятиях утилизации и объектах реабилитации должны производиться упорядочение, безопасное хранение и переработка ТО отдельных классов;

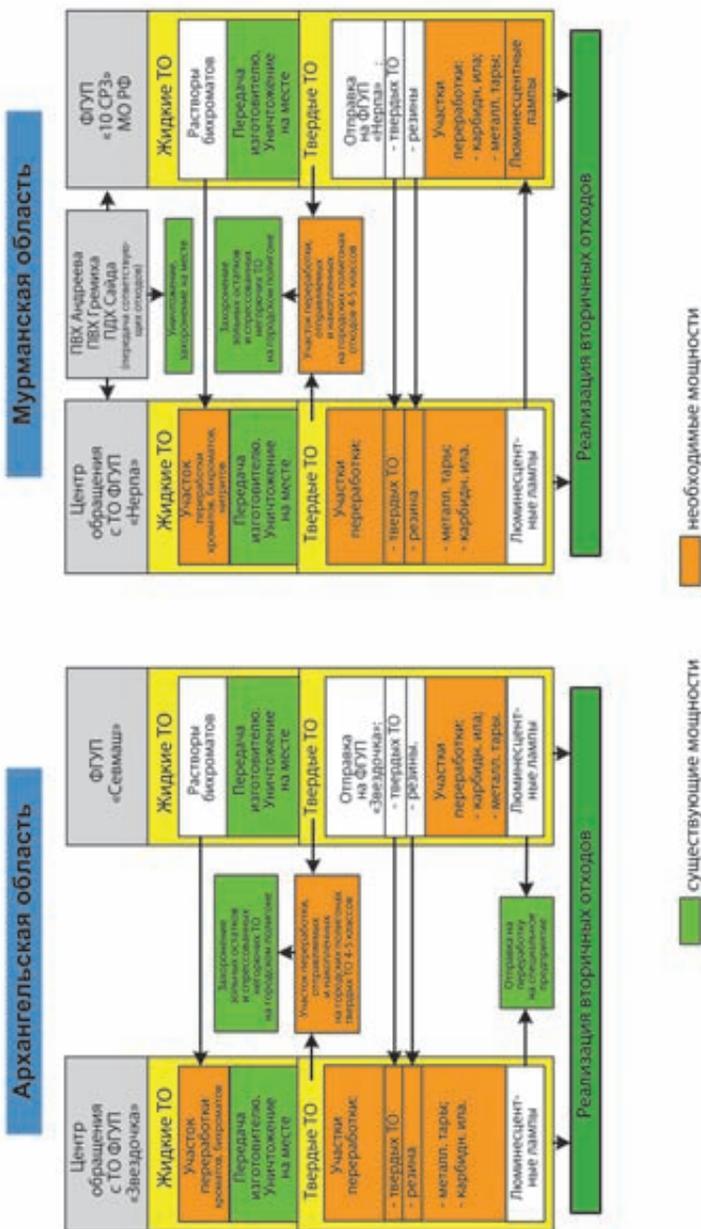


Рис. 4.14. Стратегические подходы к решению проблемы обращения с ТО в Северо-Западном регионе

- с вводом в эксплуатацию центров по переработке на ФГУП «Нерпа» (Мурманская область) и ЦС «Звездочка» (Архангельская область) не перерабатывавшиеся ранее отходы с ФГУП «10 СРЗ» Министерства обороны (в дальнейшем — с ПДХ в губе Сайда) поступают на ФГУП «Нерпа», а с ПВХА и ПВХГ — на ФГУП «10 СРЗ». В Архангельской области ЦС «Звездочка» принимает соответствующие отходы от ФГУП «Севмаш»;
- ответственность за реабилитацию городских полигонов (свалок) в части, касающейся производственных отходов в Мурманской области, должна быть возложена на ФГУП «Нерпа», в Архангельской — ЦС «Звездочка»;
- конечным состоянием обращения с ТО в регионе должны быть: уничтожение на месте, возврат владельцу или изготовителю для повторного использования, реализация в виде нетоксичной продукции, использование в виде тепла и пр., а также вывоз на городские полигоны (свалки) только допустимых неперерабатываемых и не используемых повторно отходов для окончательной изоляции;
- с целью стимулирования к переводу накопившихся и образующихся отходов в безопасное состояние необходимо законодательно ограничить период их временного хранения на предприятиях утилизации и объектах реабилитации.

4.10.2. Особенности предлагаемой системы обращения с ТО

Система обращения с полученными и образующимися ТО в рамках рассматриваемой программы обладает следующими ключевыми особенностями:

- с целью обеспечения оптимального уменьшения угрозы (риска), исходящей от ТО, выработана стратегия, включающая операции, призванные обеспечить полноценный сбор и безопасное временное хранение отходов, переработку (при необходимости — уничтожение) с использованием технологий, воспроизводящих вторичное товарное сырье, и окончательную изоляцию нетоксичных продуктов их переработки вместо принятой в настоящее время бесперспективной практики их накопления на объекте-производителе;
- в качестве первого и необходимого шага для каждого объекта утилизации разработана максимально унифицированная инфраструктура, обеспечивающая сбор, сортировку, контейнерирование и уничтожение ТО имеющимися мощностями, отправку отходов на переработку или временное безопасное хранение, которая должна минимизировать их бесконтрольное поступление на городские полигоны (свалки);

- предлагается создать на ФГУП «Нерпа» и ЦС «Звездочка» региональные центры, где через три-пять лет приступить к переработке как собственных ранее не перерабатывавшихся ТО, так и аналогичных отходов с близлежащих предприятий и объектов, участвующих в программе утилизации;
- по возможности для переработки и уничтожения отдельных типов ТО должны привлекаться сторонние предприятия, чтобы избежать строительства дублирующих участков по их ликвидации;
- с целью возмещения расходов на переработку и уничтожение ТО должны использоваться технологии их ликвидации с получением вторичной нетоксичной продукции или тепловой энергии, применимых в коммерческих целях;
- в нормативно-правовые документы, регулирующие сроки временного хранения ТО на объектах утилизации, должны быть внесены изменения по их ограничению с целью стимулирования к переводу отходов в состояние безопасной изоляции и снижения экологического риска;
- существующая практика захоронения ТО 4—5-го классов опасности на городских полигонах (свалках) должна быть прекращена путем переработки (уничтожения) и изоляции (повторного использования) на них только нетоксичной вторичной продукции.

Глава 5. Стратегический Мастер-план комплексной утилизации АПЛ

5.1. Предпосылки и особенности разработки СМП

Понятие «Стратегический Мастер-план» в последнее время применяется к различным сферам деятельности, не имея при этом строгого определения. Предполагается, видимо, что СМП — это долгосрочная, всеобъемлющая и научно обоснованная программа достижения некоторых стратегических целей, включающая календарное и финансовое планирование, а также обеспечение качества, оценки рисков, обоснование приоритетов и информационную систему управления программой (ИСУП).

Комплексная утилизация АПЛ стала одной из первых областей деятельности, где разработка СМП получила конкретные цели, методологию и результаты. Ниже понятие СМП будет относиться исключительно к проблемам комплексной утилизации и экологической реабилитации объектов флота, выведенных из эксплуатации. При этом использованные в процессе разработки СМП подходы, процедуры и методы могут быть полезны и при разработке аналогичных стратегических мастер-планов в других областях деятельности.

В соответствии с техническим заданием на разработку СМП, составленным Росатомом и ЕБРР в 2004 г., он должен был включать Программу комплексной утилизации с календарным и финансовым планированием выполнения проектов, систематизацию исходных положений, а также описание процедур и методов разработки и реализации ПКУ. В ходе разработки СМП предусматривались дополнительные специально организуемые стратегические исследования по проблемам, где исходная информация считалась недостаточной для стратегического планирования.

Структуру СМП в общем виде можно представить как совокупность трех элементов: ПКУ, исходных положений и процедур разработки и реализации ПКУ. При этом ПКУ с программой приоритетных проектов (ППП) являются главным, центральным элементом, а исходные положения и процедуры — внешними элементами обеспечения.

5.1.1. Предпосылки к разработке СМП

Массовый вывод из эксплуатации радиационно-опасных объектов атомного флота на Северо-Западе России начался во второй половине 1980-х годов и совпал с глубоким экономическим спадом. В связи с этим принятие многих важных решений и планирование работ происходили в условиях крайней ограниченности финансовых возможностей. С возложением координации работ по комплексной утилизации АПЛ на Минатом России (1998 г.) темпы их выполнения возросли. Однако основной акцент по-прежнему делался на выгрузке ОЯТ из выведенных из эксплуатации АПЛ и их постепенной утилизации с формированием реакторных блоков. Для работ на бывших береговых технических базах ВМФ (ускоренного вывоза с них ОЯТ, кондиционирования и вывоза ТРО, реабилитации радиационно-загрязненных территорий) и утилизации судов АТО финансового обеспечения не хватало. Между тем экологические угрозы от наследия «холодной войны» в регионе возрастали из-за ухудшавшегося технического состояния хранилищ ОЯТ, зданий и сооружений на различных площадках, судов, находящихся на плаву. Стало очевидно, что без международной помощи и сотрудничества решить проблему ликвидации угроз, исходящих от различных радиационно-опасных объектов флота, в приемлемые сроки не удастся.

Первым примером международного сотрудничества в сфере глобального партнерства и совместного уменьшения угроз (СУУ) явилась Программа Нанна-Лугара, стартовавшая в 1991 г. В 1996 г. было начато сотрудничество в рамках Программы АМЕС («Военное сотрудничество в Арктике по вопросам окружающей среды»). В различные проекты АМЕС Норвегия вложила 10 млн долл., США — 25 млн, Россия — 6,5 млн.

В последующие годы международная помощь, в том числе в сфере решения экологических проблем Северо-Запада, включая комплексную утилизацию АПЛ и экологическую реабилитацию бывших объектов флота, возрастала за счет расширения двустороннего сотрудничества не только с США, но и с Норвегией, Швецией, Германией, Великобританией, Японией (на Дальнем Востоке) и др.

К наиболее значимым проектам, реализованным и реализуемым в рамках международного сотрудничества, можно отнести:

- совершенствование промышленной инфраструктуры СРЗ, выполняющих работы по утилизации АПЛ стратегического назначения и собственно их утилизация (в рамках соглашения о совместном уменьшении угроз между Россией и США);
- наращивание производственных возможностей транспортно-технологической системы выгрузки и обращения с ОЯТ, а также конди-

ционирования и переработки ТРО и ЖРО (в рамках двусторонних соглашений между Россией, США и Норвегией);

- восстановление инфраструктуры ПВХА (в рамках двусторонних соглашений между Россией и Норвегией);
- утилизация многоцелевых АПЛ (в рамках двусторонних соглашений между Россией, Великобританией, Норвегией и Канадой);
- создание наземного пункта длительного хранения реакторных отсеков в губе Сайда (в рамках двустороннего соглашения между Россией и ФРГ);
- поиск оптимальных способов безопасного обращения с ОЯТ и ТРО на БТБ (в рамках двусторонних соглашений между Россией, Великобританией и Швецией);
- создание инновационных технологий для временного хранения ОЯТ, переработки ТРО, создания технических средств для обеспечения радиологического мониторинга (система ПИКАССО), плавучести АПЛ, выведенных из состава ВМФ и хранящихся на плаву, а также их безопасной транспортировки к местам утилизации (в рамках Декларации о многостороннем военно-экологическом сотрудничестве в Арктике между Россией, США, Норвегией, Великобританией — Программа АМЕС).

Данные о финансированию работ по утилизации АПЛ с 1999 г. с выделением международной составляющей приведены на рис. В.2 (см. «Введение»). Международная помощь после 2002 г. постепенно стала возрастать, несмотря на снижение к этому времени объема работ по программе совместного уменьшения угроз.

Прорывом в области международного сотрудничества явилось решение глав государств «большой восьмерки» в Кананаскисе в 2002 г. об учреждении Программы Глобального партнерства, согласно которой страны «восьмерки» обязались выделить за 10 лет 20 млрд долл. на решение проблем нераспространения оружия массового уничтожения, материалов и технологий, использующихся для их производства, в том числе на комплексную утилизацию многоцелевых российских АПЛ.

В 2003 г. 11 государств и 2 международные организации подписали многостороннее соглашение о ядерно-экологической программе в Российской Федерации, которое конкретизировало механизмы сотрудничества и взаимные обязательства участников Глобального партнерства, подчеркнуло важность международного сотрудничества в данной области, недопустимость дублирования проводимых мероприятий, необходимость их взаимной дополняемости. Эти подходы были в дальнейшем перенесены и на двусторонние отношения.

Масштабы проблем, связанных с выводом из эксплуатации радиационно-опасных объектов флота и с обращением ОЯТ и РАО для Северо-Западного и Дальневосточного регионов, соизмеримы. Несмотря на это усилия международного сообщества в последние годы были направлены прежде всего на решение экологических проблем Северо-Запада. Причина, очевидно, заключалась в близости мест размещения радиационно-опасных объектов и материалов в этом регионе к границам многих европейских стран и в большой концентрации на объектах флота ядерных и радиоактивных материалов.

В декабре 2001 г. был учрежден Фонд «Экологическое партнерство “Северное измерение”», управление которым поручено Европейскому банку реконструкции и развития. Конкретной целью ЭПСИ является решение проблем высоких рисков радиоактивного загрязнения на Северо-Западе России путем реализации программы «Ядерное окно». После решений в Кананаскисе некоторые страны — члены «Глобального партнерства Группы восьми» внесли часть средств на нужды комплексной утилизации через программу «Ядерное окно», благодаря чему она вступила в действие.

Из-за масштабности и многоплановости выполняемых и предстоящих работ страны-доноры и ЕБРР пришли к соглашению с Росатомом о необходимости выработки всеобъемлющей стратегии решения ядерных проблем для этого региона в процессе комплексной утилизации АПЛ, экологически безопасной реабилитации радиационно-опасных объектов и повышения уровня физической защиты ядерных материалов. В этом контексте в 2003 г. Росатом и ЭПСИ приняли решение о разработке Стратегического Мастер-плана.

Стратегический Мастер-план разрабатывался как первый проект «Ядерного окна» ЭПСИ. Ход реализации проекта и его результаты подлежат рассмотрению и утверждению оперативным комитетом Ядерного окна. Проект должен был заложить основу для последующей реализации серии проектов с использованием грантов и стать важным инструментом как для контроля со стороны ЕБРР, так и для осуществления Ассамблеей доноров необходимых управленческих функций.

Было определено, что СМП разрабатывается прежде всего в интересах Минатома (теперь Росатома) как государственного заказчика-координатора работ по комплексной утилизации, различных ведомств, вовлеченных в практическую реализацию работ по утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ, судов АТО и экологическую реабилитацию радиационно-опасных объектов инфраструктуры на Северо-Западе России, а также стран — участников Глобального партнерства. Важным назначением СМП являлась координация с его помощью подготовки к реализации и выполнения различных проектов, финансируемых как Россией, так и на основе двусторонних и многосторонних международных соглашений.

В январе 2004 г. было решено, что СМП будет разрабатываться в два этапа, причем первый этап являлся не только подготовительным для второго, но и должен был обосновать перечень неотложных мероприятий. Они должны были стать источником формирования нескольких приоритетных проектов, реализация которых не могла зависеть от еще не принятых стратегических решений. В техническом задании на первый этап работ было определено, что СМП должен:

- быть основой для выбора проектов по комплексной утилизации и экологической реабилитации;
- быть основой принятия Россией стратегических решений в области обращения с ОЯТ и РАО, образующихся при выполнении соответствующих проектов;
- способствовать проведению странами-донорами оценок технико-экономической эффективности проектов включая повышение уровня безопасности в регионе, физической защиты и улучшения экологии;
- способствовать принятию решений с должным учетом соответствующих интересов России и стран-доноров.

Конечной долгосрочной целью ПКУ является ликвидация угроз для населения, персонала объектов и окружающей среды путем завершения утилизации и экологической реабилитации выведенных из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов флота в Северо-Западном регионе.

Важным обстоятельством стало признание того, что СМП должен представлять собой динамичный план, требующий постоянной корректировки деталей при неизменности основной стратегической направленности.

Для обеспечения объективности и достоверности результатов разработки СМП предусматривалось проведение экспертиз с привлечением независимых организаций и международных экспертов, не принимавших участия в данной работе.

5.1.2. Задачи и результаты СМП-1

Техническое задание на разработку первого этапа Стратегического Мастер-плана было оформлено 26 января 2004 г. (NDEP:NW-03/05). По этому заданию в течение года предстояло решить шесть основных задач, перечень и взаимосвязь которых показаны на рис. 5.1.

По первой задаче производился систематизированный критический обзор и анализ всей совокупности нормативной, правовой и регулирующей документации, обеспечивающей выполнение работ.

В рамках второй задачи собиралась и критически оценивалась вся имеющаяся информация по текущему состоянию объектов утилизации и экологической реабилитации, а также по состоянию окружающей среды.

В ходе решения третьей задачи было произведено описание основных процессов и работ, производственно-технологических и транспортных циклов с учетом специфики всех рассматриваемых объектов. Рассматривались и анализировались узкие места в процессах комплексной утилизации.

При решении четвертой задачи давались описание и характеристика реальных и потенциальных источников опасности, исходящих от объектов и технологий утилизации.

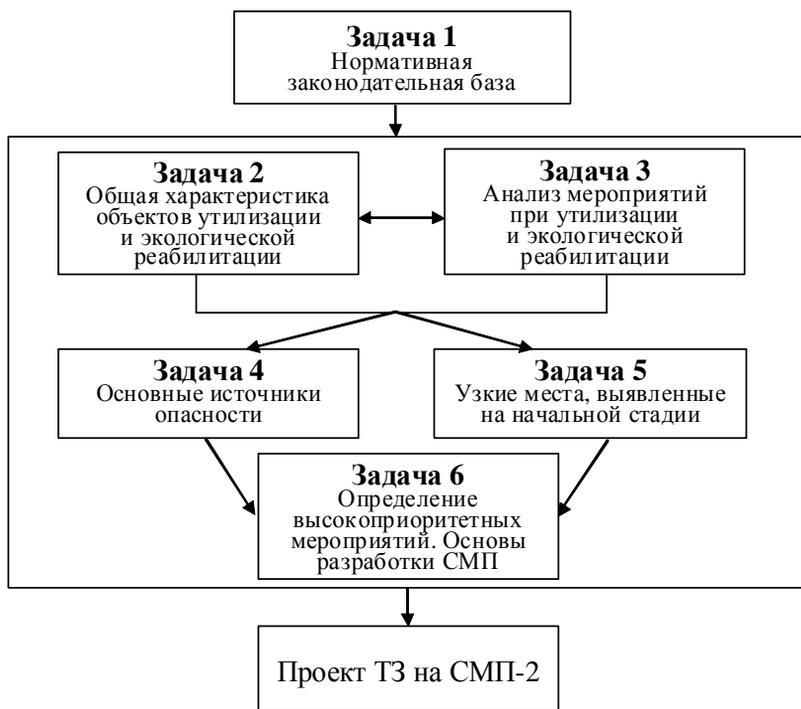


Рис. 5.1. Наименования и взаимосвязи задач, рассмотренных в СМП-1

Кроме того выполнялся анализ различных аварийных ситуаций с оценкой их возможного развития и ожидаемого воздействия на персонал, население и окружающую среду.

В пятой задаче осуществлялся анализ узких мест во всех областях, касающихся комплексной утилизации АПЛ (нормативное законодательство, производственно-технологические и транспортные возможности, ресурсное обеспечение и др.).

В шестой, наиболее важной задаче СМП-1 были разработаны основные критерии обоснования приоритетов при выборе первоочередных проектов с концентрацией внимания на вопросах безопасности для персонала, населения и окружающей среды. На основе разработанных критериев были определены перечни приоритетных мероприятий, с использованием которых до начала работы над СМП-2 было подготовлено к реализации несколько приоритетных проектов.

В СМП-1 не анализировались технологические цепочки обращения с тем или иным объектом утилизации (экологической реабилитации). Поэтому обоснование приоритетов шло вначале по линии выявления наиболее опасных объектов, обращение с которыми важно было планировать в первую очередь.

Результаты ранжирования объектов по факторам опасности, а также по наличию узких мест и нерешенных проблем показаны на рис. 5.2. Там же приведены общие итоги ранжирования. Приоритетными объектами по наличию угроз и нерешенных проблем являются ПВХ ОЯТ и РАО в поселке Гремиха и губе Андреева.

Ранжирование объектов позволило составить перечни приоритетных мероприятий. На первом этапе ранжирование считалось ориентировочным («мягким»), что вполне естественно. Многофакторная проблема такого объема и сложности, какой является утилизация атомного флота и реабилитация объектов обслуживающей его инфраструктуры, не может иметь строго однозначного решения. Поэтому в СМП-1 отсутствовала порядковая нумерация мероприятий. Кроме того, в соответствии с пожеланиями заказчика работы (ЕБРР) и государственного координатора и заказчика работ по утилизации (Росатома) все актуальные мероприятия были разделены на два блока: мероприятия высшего приоритета и приоритетные мероприятия. При этом необходимо учитывать, что данное разделение произведено экспертным путем и носит достаточно условный характер.

Мероприятия высшего приоритета:

- Разработка ТЭО оптимальных и безопасных способов обращения с ОЯТ хранилищ БТБ в губе Андреева.
- Проведение КИРО зданий, сооружений, территории и акваторий БТБ в губе Андреева. Инвентаризация ОЯТ и ТРО.
- Восстановление инфраструктуры по обращению с ОЯТ в хранилищах БТБ в губе Андреева (независимо от окончательного варианта обращения с ОЯТ в Северо-Западном регионе).
- Разработка ТЭО, необходимой проектной и конструкторской документации. Создание регионального центра переработки, кондиционирования и хранения ТРО в Северо-Западном регионе.

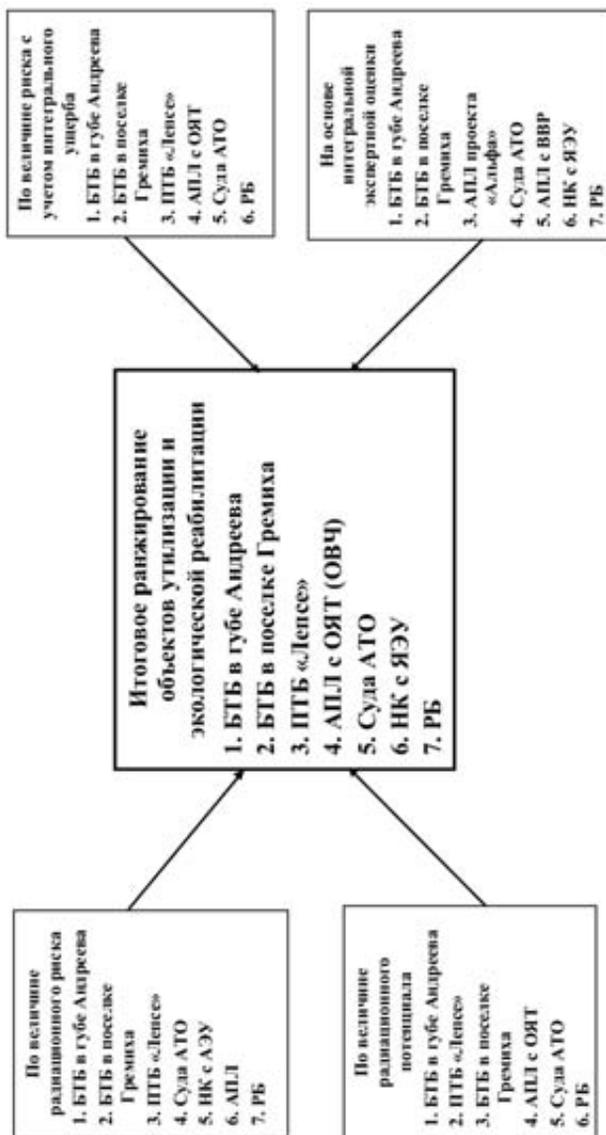


Рис. 5.2. Ранжирование объектов по степени опасности

- Разработка и реализация проектов обеспечения физической защиты БТБ в губе Андреева.
- Реализация мероприятий в обеспечение радиационной безопасности персонала на территории БТБ в губе Андреева.
- Проведение КИРО зданий, сооружений, территории и акватории БТБ в поселке Гремиха. Инвентаризация ОЯТ и ТРО.
- Проведение ТЭИ по выбору оптимальных и безопасных способов обращения с ОЯТ на БТБ в поселке Гремиха.
- Проведение ТЭИ по выбору оптимальных и безопасных способов обращения с ОВЧ хранилищ БТБ в поселке Гремиха.
- Разработка ТЭО и реализация проекта по ликвидации открытой площадки хранения ОЯТ и ТРО на БТБ в поселке Гремиха.
- Реализация мероприятий по обеспечению радиационной безопасности персонала на территории БТБ в поселке Гремиха.
- Разработка и реализация проектов обеспечения физической защиты БТБ в поселке Гремиха.
- Восстановление инфраструктуры объекта в поселке Гремиха по выгрузке ОВЧ из реакторов АПЛ класса «Альфа».
- Разработка и реализация проекта реконструкции хранилища ОВЧ на БТБ в поселке Гремиха.
- Восстановление инфраструктуры по обращению с ОЯТ в хранилищах БТБ в поселке Гремиха (независимо от окончательного варианта обращения с ОЯТ в Северо-Западном регионе).
- Разработка ТЭО и проектной, конструкторско-технологической документации по утилизации ПТБ «Лепсе».
- Разработка проекта и проведение работ по реконструкции железнодорожного моста через Никольское устье в Северодвинске.
- Разработка проектной документации по формированию РО и длительному их хранению.
- Завершение работ по созданию наземного пункта длительного хранения РО.
- Создание объектовых и территориальных систем радиационного мониторинга аварийного реагирования при радиационных авариях в Мурманской области.
- Создание объектовых и территориальных систем радиационного мониторинга аварийного реагирования при радиационных авариях в Архангельской области.

Приоритетные мероприятия:

- Разработка ТЭО по обращению с РАО в губе Андреева. Создание необходимых технических средств.
- Удаление ТРО с открытых площадок в губе Андреева.
- Разработка ТЭО по реабилитации зданий, сооружений, территории и акватории в губе Андреева.
- Разработка ТЭО по обращению с РАО в поселке Гремиха. Создание необходимых технических средств.
- Разработка ТЭО по реабилитации зданий, сооружений, территории и акватории БТБ в поселке Гремиха.
- Разработка специальной технологии и изготовление оснастки для безопасной выгрузки ОВЧ из реакторов АПЛ № 910 класса «Альфа» с неблагоприятной радиационной обстановкой в реакторном отсеке.
- Разработка и изготовление специализированных понтонов или аренда транспортного судна.
- Постоянное проведение профилактических и ремонтно-восстановительных работ на ПТБ и перегрузочного оборудования.
- Создание мобильных установок для переработки ЖРО сложного химического состава.
- Изготовление и поставка установок для заполнения цистерн главного баланса АПЛ отстоя полистиролом, а также дизельно-компрессорных модульных установок.
- Плановая утилизация АПЛ.
- Радиационное обследование судов АТО. Разработка конструкторской документации на конвертовку, подготовку и хранение на плаву. Конвертовка судов АТО.
- Инвентаризация и удаление РАО с судов АТО.
- Создание технических средств и инфраструктуры на ПО «Маяк» по обслуживанию контейнеров ТУК-108/1.
- Ремонт существующих и строительство новых причалов в губе Сайда.
- Разработка проектов формирования блоков хранилища ОТВС на ПТБ и их длительного хранения в ПДХ.
- Разработка КПОД по утилизации НК с ЯЭУ и формированию блока реакторного помещения. Выполнение практических работ. Перевод блока реакторного помещения на ПДХ.

- Разработка концепции и технологии обращения с реакторным блоком № 900 АПЛ класса «Альфа».
- Разработка ТЭО и реализация проектов по обращению с токсичными отходами и по созданию площадок их хранения.
- Разработка концепции и технологий, выбор места и разработка проектной документации объектов по окончательному уничтожению и захоронению токсичных отходов.
- Разработка концепции, выбор места и разработка проектной документации для создания регионального могильника РАО.
- Создание буферного контейнерного хранилища ОЯТ на ПО «Маяк».
- Проведение работ по кондиционированию неперерабатываемого ОЯТ на судах АТО Мурманского морского пароходства.
- Создание временного контейнерного хранилища неперерабатываемого ОЯТ на ФГУП «Атомфлот».

Представленные перечни являются наиболее важным результатом задачи 6 и СМП-1 в целом, поскольку в них сконцентрированы вся исходная информация и итоги решения предыдущих задач. Эти перечни стали одним из ориентиров для экспертов при определении приоритетных проектов на завершающей стадии работ.

В начале декабря 2004 г. итоговый отчет по СМП-1 был утвержден Ядерным исполнительным комитетом NDEP, одобрен Ассамблеей стран-доноров и введен в действие приказом руководителя Минатома России от 1 декабря 2004 г.

5.1.3. Организация разработки и задачи СМП-2

Работа над СМП-2 началась 7 октября 2005 г. созданием группы разработки программы при Фонде экологической безопасности энергетики (ФЭБЭ) ИБРАЭ РАН. ГРП возглавил член-корреспондент РАН Л. А. Большов. Научным руководителем разработки СМП неизменно оставался академик А. А. Саркисов.

Важной особенностью разработки СМП-2 являлось участие в работе «Международного консультанта». В его состав вошли представители компаний ООО «Флюор» и BNG PS, выбранных в ходе проведенного между несколькими организациями тендера.

Структура ГРП и направленность разработки СМП-2 представлены на рис. 5.3. В соответствии с техническим заданием на СМП-2 для разработки были определены пять задач (рис. 5.4).

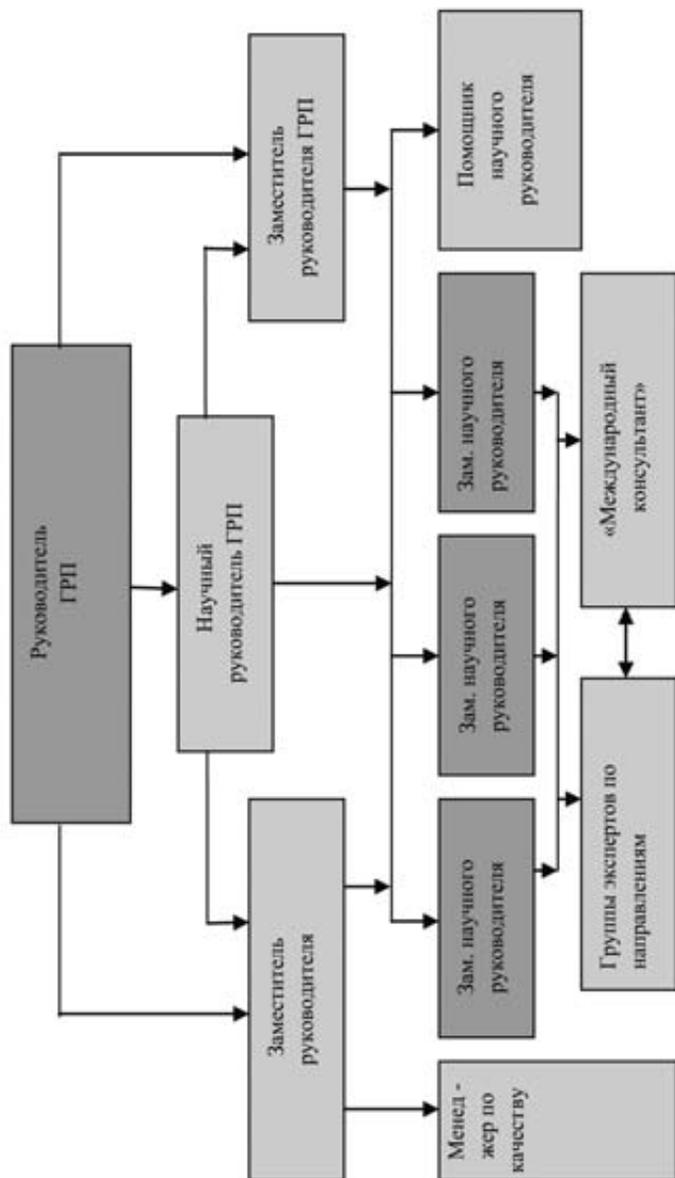


Рис. 5.3. Схема организации разработки СМП-2



Рис. 5.4. Взаимосвязь задач при разработке СМП-2

Задачей 1 определялись учреждение ГРП и организация ее работы. В связи с многочисленностью и разнородностью объектов рассмотрения ПКУ в составе ГРП было сформировано 11 рабочих групп, каждая из которых разрабатывала соответствующую подпрограмму (рис. 5.5). Кроме них в ГРП входили группа разработки ИСУП, группа обеспечения качества и группа подготовки итоговых отчетных материалов. Всего в состав рабочих групп вошло более 40 основных экспертов, представлявших ведущие научные и производственные организации России в рассматриваемой сфере деятельности — РНЦ КИ, ИБРАЭ РАН, НИКИЭТ, Научно-исследовательское проектно-технологическое бюро (НИПТБ) «Онега», Всероссийский научно-исследовательский проектный институт промышленной технологии, ВНИПИЭТ и др. В составе ГРП с апреля 2006 г. на постоянной основе работали представители «Международного консультанта».

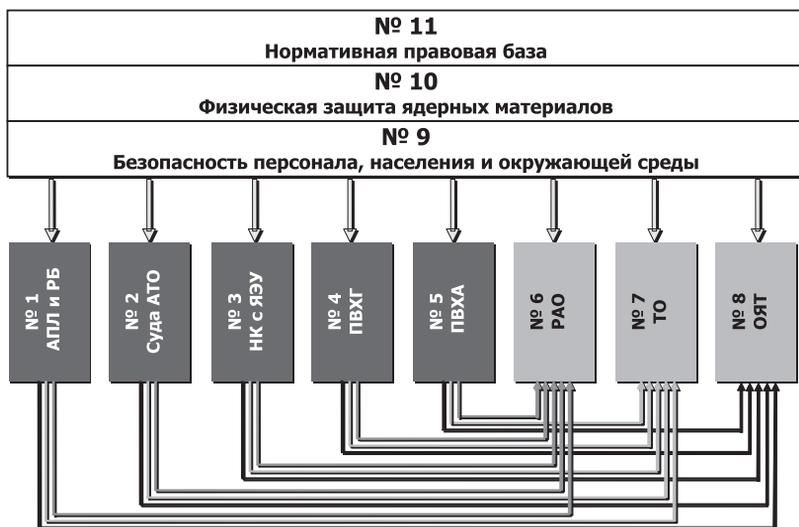


Рис. 5.5. Нумерация, наименования и взаимосвязи подпрограмм

Задачей 2 определялись работы в начальный период разработки СМП: разработка требований к исходной информации, предварительное определение объема, содержания и структуры ПКУ и Программы приоритетных проектов. Были определены основные источники и логика формирования проектов ПКУ и ППП (рис. 5.6).

Задачей 3 являлась разработка Программы приоритетных проектов. Разработка ППП была закончена к октябрю 2006 г., после чего прошла редакторскую доработку и подготовку к типографскому изданию. В апреле 2007 г. Программа приоритетных проектов была доложена на семинаре контактно-экспертной группы и экспертам ЕБРР в Лондоне. Всего в ППП было включено 76 проектов. Их реализация должна быть начата до 2011 г., ориентировочная стоимость программы составила около 600 млн евро.

Задачей 4 определялся порядок и требования к подготовке и проведению стратегических исследований (СИ). К проблемам, по которым было необходимо провести специальные исследования для определения стратегии дальнейших действий, было отнесено восемь работ:

- определение и обоснование критериев экологической реабилитации ПВХ (СИ-1);
- определение концепции обращения с ОВЧ реакторов АПЛ класса «Альфа» (СИ-2);
- анализ обращения с дефектным ОЯТ (СИ-3);

- анализ обращения с неперерабатываемым ОЯТ (СИ- 4);
- обоснование способа выгрузки ОЯТ и утилизации ПТБ «Лепсе» (СИ-5);
- разработка концепции, определяющей основные функциональные требования к выбору места расположения региональных объектов обращения, временного хранения и окончательного захоронения РАО (СИ-6);
- анализ обращения с токсичными отходами (СИ-7);
- совершенствование нормативной правовой базы (СИ-8).



Рис. 5.6. Источники и логика формирования проектов ПКУ

Поскольку работы по СИ-2 и СИ-5 проводились в рамках других проектов, данные исследования в рамках СМП-2 не проводились. Необходимые результаты были взяты из отчетов и информации предприятий, разрабатывающих эти проекты.

Каждое из стратегических исследований координировалось руководителем той подпрограммы, в интересах которой оно разрабатывалось. Взаимосвязь подпрограмм и стратегических исследований показана на рис. 5.7.

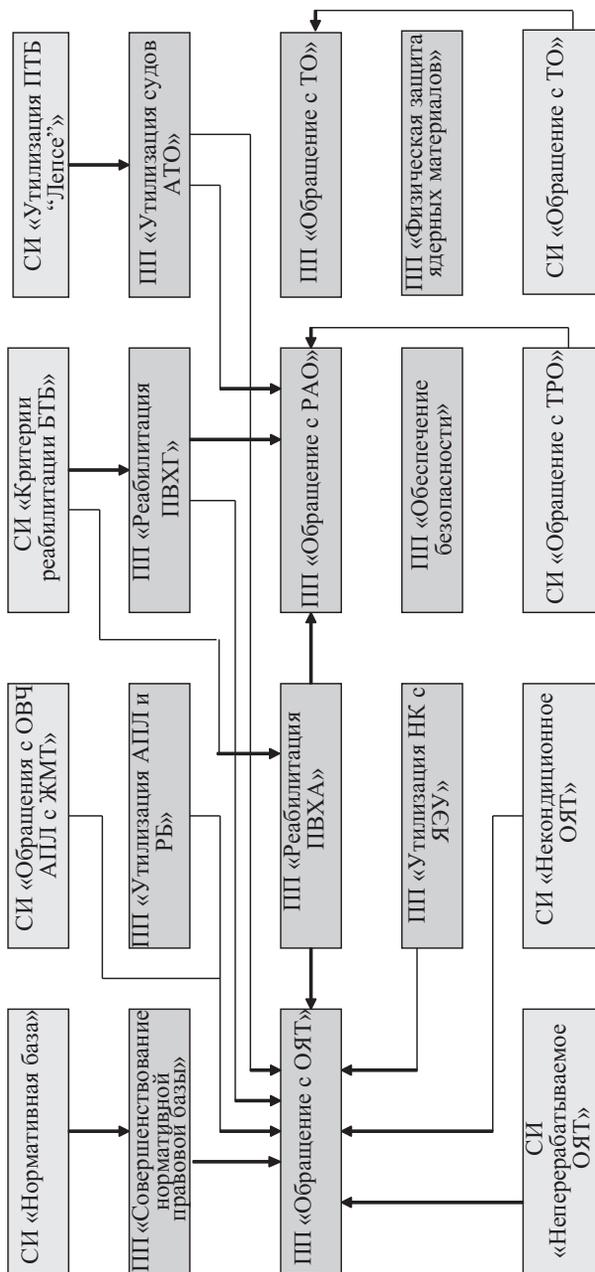


Рис. 5.7. Взаимосвязи подпрограмм и стратегических исследований

Из рассмотрения взаимосвязей следует, что, например, СИ-5 «Утилизация ПТБ “Лепсе”» ориентировано на подпрограмму «Утилизация судов АТО», а СИ-2 «Обращение с ОВЧ АПЛ с ЖМТ» — на подпрограмму «Обращение с ОЯТ». Необходимо отметить, что в координации СИ, результаты которых касались нескольких подпрограмм, участвовали представители этих подпрограмм. Например, результаты СИ-2 учитывали в своей работе эксперты подпрограмм «Экологическая реабилитация ПВХГ» и «Обращение с ОЯТ».

Задачей 5 определялись требования к разработке основного документа СМП — Программы комплексной утилизации.

Путем анализа ситуации, учета результатов стратегических исследований и результатов приоритизации были определены концепция (видение), назначение и цели высшего уровня; определены также конечные количественные цели для каждой из упомянутых подпрограмм. Разработаны комплексные стратегии достижения этих целей («дорожные карты»). Для проектов, реализующих данные стратегии, выполнены оценки стоимости, оценены проектные риски и разработаны стратегии их смягчения. Кроме того, выявлены все взаимосвязи между проектами и областями работ. Входные (исходные) данные, средства и методы, а также выходные данные для обеспечения разработки ПКУ в рамках СМП приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Содержание СМП

Исходные данные	Инструменты и методы	Результаты на выходе
Требования технического задания Характеристика объектов, проблем и узких мест Стратегические цели ПКУ Производственная база Результаты стратегических исследований Нормативная и правовая база	Процедура обеспечения качества Процедура сбора данных Процедура стратегического планирования Процедура планирования проекта Процедура оценки стоимости проекта Процедура приоритизации Процедура оценки рисков	Комплексная «дорожная карта» Функциональные диаграммы для объектов Стратегические технологические цепочки Структура декомпозиции работ Листы описания проектов Календарный план ПКУ Оценка стоимости отдельных проектов и жизненного (календарного) цикла программы в целом Регистр рисков и стратегии уменьшения рисков

5.1.4. Статус ПКУ и назначение стратегического планирования

Программа комплексной утилизации (экологической реабилитации) выведенных из эксплуатации объектов атомного флота с самого начала разрабатывалась как средство координации всей деятельности, направленной на ликвидацию угроз, исходящих от этих объектов. В рамках работ по СМП-2 был определен юридический статус ПКУ как программы доктринального уровня. Это, в свою очередь, позволило определить место ПКУ среди других федеральных и ведомственных документов в данной сфере деятельности и создать благоприятные условия для:

- получения поддержки со стороны потенциальных доноров — участников Глобального партнерства и тем самым активизации и концентрации их деятельности на наиболее актуальных проблемах;
- создания действенного механизма многостороннего финансирования комплексной программы в целом, а не отдельных проектов, зачастую не вполне увязанных со стратегией долгосрочной программы и ее конечными целями;
- создания механизма мониторинга и централизованной координации работ, финансирование которых осуществляется из различных источников, что позволит увеличить эффективность использования средств.

Международные договоры и соглашения, в которых участвует Российская Федерация, а также назначение ПКУ дают достаточные основания, чтобы впоследствии рассматривать ее как вклад России в выполнение обязательств, вытекающих из этих соглашений.

Российская Федерация — участник «Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами» (Конвенции), подписанной в 1997 г. в Вене. Статья 1.3.3 Конвенции устанавливает, что она «применяется к безопасности обращения с отработавшим топливом и с радиоактивными отходами, образующимися в результате осуществления военных или оборонных программ, в тех случаях, если и когда такие материалы окончательно передаются гражданским программам и обращение с ними происходит исключительно в рамках таких программ». Следует подчеркнуть, что все материалы, работы с которыми предусматриваются ПКУ, пока не переданы под контроль исключительно гражданским ведомствам, в частности Ростехнадзору. Однако если это произойдет в будущем, ПКУ может стать одним из примеров реализации Конвенции. Статьи 2.4 и 3.11 Конвенции накладывают на Российскую Федерацию определенные обязательства в отношении обращения с материалами, рассматриваемыми Конвенцией. Например, п. 2.4.III и 3.11.III требуют «учесть взаимосвязь различных стадий при

обращении с отработавшим топливом (радиоактивными отходами)», что предопределяет необходимость разработки комплексной программы обращения с ними. Далее, п. 2.4.VII и 3.11.VII требуют «не возлагать чрезмерного бремени на будущие поколения», тем самым предполагая решение имеющихся проблем в кратчайшие возможные сроки, что и является изначальной целью ПКУ.

Статья 3.12 (п. II) Конвенции предполагает, что «каждая Договаривающаяся Сторона своевременно принимает соответствующие меры для рассмотрения... результатов практической деятельности в прошлом с целью определения необходимости какого-либо вмешательства по причинам радиационной защиты, учитывая, что уменьшение вредного воздействия в результате сокращения дозы должно быть достаточным для обоснования ущерба и издержек, в том числе социальных издержек, связанных с таким вмешательством». ПКУ предоставляет всю необходимую информацию для принятия обоснованных решений в этой области: программа уделяет основное внимание не только проблемам радиационной защиты и безопасности, но и содержит анализ эффективности затрат на мероприятия по снижению радиационных, ядерных и экологических угроз.

Таким образом, ПКУ по существу может характеризовать выполнение ряда обязательств России как одной из стран — участниц Конвенции. Поэтому было бы логичным придание ПКУ в дальнейшем статуса документа, реализующего выполнение Российской Федерацией международных обязательств по «Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами». В этом случае в силу действующего в России законодательства, определяющего юридический статус и приоритет международных договоров, ПКУ одновременно приобрела бы достаточно высокий статус как в качестве внутрироссийского документа, так и в качестве документа, который может служить основанием для принятия донорами решения о возможности инвестиций в реализацию ПКУ.

В мае 2003 г. в Стокгольме Россия подписала «Рамочное соглашение о многосторонней ядерно-экологической программе в Российской Федерации» (МНЭПР). В соответствии с этим соглашением Россия взяла на себя дополнительные обязательства по реализации мероприятий, предусматриваемых СМП. Статья 1.2 МНЭПР устанавливает, что «Стороны стремятся избежать дублирования деятельности по оказанию содействия в рамках МНЭПР и обеспечить, чтобы такая деятельность дополняла деятельность в рамках других многосторонних или двусторонних фондов, соглашений, механизмов или договоренностей». В настоящее время единственно воз-

возможным инструментом координации многосторонних усилий по реабилитации Северо-Запада России в рамках МНЭПР может явиться ПКУ СМП.

Одно из важных отличий СМП и входящей в него ПКУ, например, от федеральных целевых комплексных программ в рассматриваемой сфере деятельности, утверждаемых правительством, состоит в отсутствии целевого финансирования. В этом отношении ПКУ не может считаться программой прямого действия и потому носит рамочный, доктринальный характер. В соответствии с разработанной в рамках СМП-2 процедурой стратегического планирования Программа комплексной утилизации должна служить основой для разработки краткосрочных и среднесрочных программ, на реализацию которых выделяется необходимое финансирование и в рамках которых осуществляется процедура планирования проектов. В качестве краткосрочных программ могут выступать не только целевые программы, но и программы реализации двусторонних и многосторонних соглашений, например, соглашения наподобие того, на основании которого Германия финансирует создание площадки ПДХ в губе Сайда. В результате такого подхода будет реализовано назначение СМП, определенное в техническом задании на его разработку и в процедуре стратегического планирования:

- быть основой для выбора проектов Росатомом и зарубежными инвесторами;
- быть основой для принятия долгосрочных стратегических решений;
- быть ориентиром при разработке краткосрочных и долгосрочных программ;
- способствовать перманентной оценке движения к конечной цели и принятию оптимальных решений при выборе приоритетных направлений работ.

Стратегический Мастер-план занимает особое место в ряду других программ, относящихся к проблемам утилизации атомного флота.

1. В Стратегическом Мастер-плане интегрированы не только все мероприятия, предусмотренные программами Росатома, планами и программами других ведомств, вовлеченных в работы по утилизации, двухсторонними и многосторонними международными соглашениями, но и ряд дополнительных мероприятий, разрабатываемых собственно в рамках СМП.

2. В отличие от большинства принятых ранее программ временной интервал планирования в СМП не ограничивается краткосрочными рамками (5—10 лет), а определяется периодом, необходимым для достижения конечных стратегических целей утилизации и реабилитации всех объектов.

3. СМП охватывает практически все выведенные из эксплуатации объекты атомного флота (как военного, так и гражданского) на Северо-Западе России с обслуживающей их инфраструктурой.
4. Примененный в ходе разработки СМП системный подход учитывает все многообразие и сложные взаимосвязи факторов и обстоятельств, что позволяет объективно выявить приоритетные направления и задачи, оптимизировать планирование всех работ по утилизации вплоть до достижения стратегических целей.
5. Особенностью СМП является и то обстоятельство, что его разработка не ограничивалась лишь анализом, обобщением и использованием выполненных ранее исследований, а кроме того, опиралась на комплекс специальных стратегических исследований, проведенных в рамках СМП.
6. Реализация такой масштабной комплексной программы, как СМП, требует применения проектно-ориентированного подхода к управлению. Для помощи в ее реализации была разработана специальная Информационная система управления программой.
7. СМП разрабатывается в интересах реализации задач, входящих прежде всего в компетенцию Росатома, утверждается Росатомом, но в то же время имеет международный статус, так как должен быть поддержан Ядерным исполнительным комитетом NDEP и одобрен Ассамблеей стран-доноров.
8. Новым элементом в разработке таких крупных национальных комплексных программ является участие в разработке СМП «Международного консультанта».
9. СМП является большим шагом вперед в систематизации видения, понимания проблемы в целом и особенно в определении стратегических путей достижения конечных целей. Без этого невозможны разумная организация работ, их планирование, синхронизация усилий многочисленных партнеров. В то же время СМП — не операционная программа, а концептуальная «дорожная карта». СМП — это генеральный план маршрута движения к стратегической цели и источник для более детальной разработки конкретных проектов в рамках программы по мере определения финансирования.
10. СМП включает Программу комплексной утилизации, представляющую собой план базовой линии для достижения конечных целей СМП. По мере продвижения по маршруту к достижению этих целей ПКУ будет служить ориентиром для текущего операционного планирования, в котором по мере получения будут учитываться дополнительная техническая информация, изменения в нормативной правовой базе и доступные финансовые ресурсы, что явится основой для принятия новых принципиальных решений.

5.2. Основные этапы разработки Программы комплексной утилизации

5.2.1. Общий подход к разработке ПКУ

Программа комплексной утилизации, будучи элементом СМП, состоит из совокупности проектов, сформированных в соответствии с логикой, разработанной в задаче 2.

На основе определения концепции (видения) СМП и задач ГРП были разработаны цели высшего уровня для ПКУ и в конечном счете определены количественные конечные цели и функциональные диаграммы для каждого объекта рассмотрения ПКУ.

Стратегическое планирование осуществлялось с использованием ряда руководящих принципов, обеспечивающих целостность и экономичность реализации стратегии при доминировании требований безопасности:

- применение общего технического подхода на всех объектах;
- применение апробированных решений там, где это возможно и обоснованно;
- максимальное использование существующих производственных возможностей и инфраструктуры;
- минимальное строительство дублирующих объектов инфраструктуры;
- расположение новых объектов по обращению с ОЯТ и РАО в местах наибольшего их сосредоточения;
- централизация мест хранения однотипных материалов (ОЯТ и РАО);
- размещение ОНАО на объектах происхождения и в специально отведенных местах.

Эти принципы были основаны на передовой российской и международной практике. В частности, подход к разработке СМП учитывал концепции принципов безопасности, применяемые британским Агентством по выводу из эксплуатации ядерных объектов (АВЭЯО). По каждому из перечисленных принципов были определены достоинства, примеры реализации и исключения (см., например, рис. 5.8).

На рис. 5.9 представлен стратегический переход от конечной цели («видения» цели ПКУ) к разработке проектов. Формирование «дорожной карты» перехода от текущего состояния объектов ПКУ к конечным состояниям осуществлялось «сверху вниз» после конкретизации конечных целей.

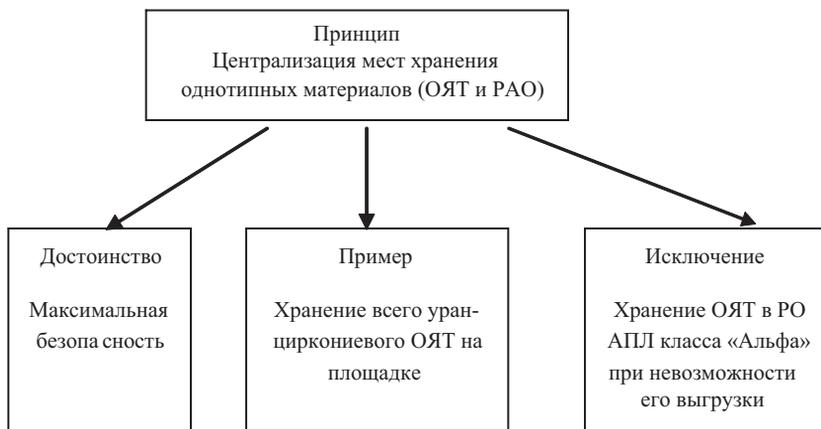


Рис. 5.8. Достоинство, пример реализации и исключение для одного из принципов стратегического планирования

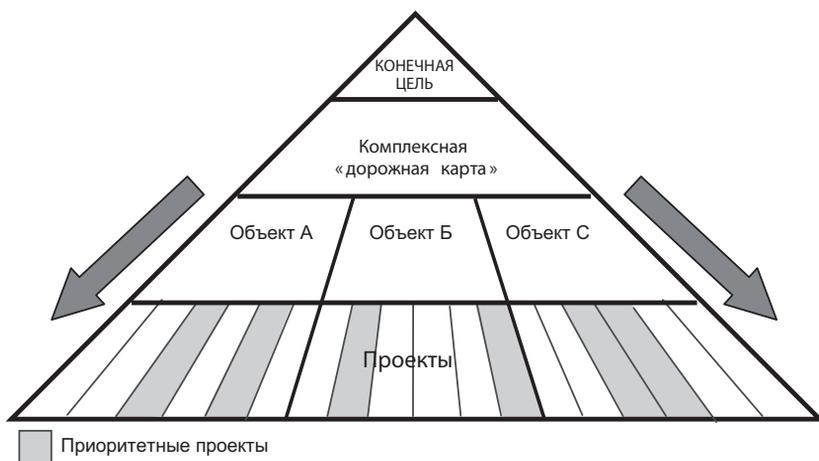


Рис. 5.9. Нисходящий процесс стратегического планирования

При разработке дорожных карт и функциональных диаграмм достижения конечных целей по каждому объекту учитывались результаты организованных в рамках СМП специальных стратегических исследований.

5.2.2. Основные процедуры при разработке и реализации ПКУ

Обеспечение качества разработки ПКУ. В основе обеспечения качества разработки Программы комплексной утилизации лежит действующая в Фонде экологической безопасности энергетики (ФЭБЭ) система менеджмента качества (СМК) табл. 5.2, которая отражает требования стандартов серии 9000 широко признанной Международной организации по стандартизации (ISO) и соответствующие требования, указанные в стандарте ISO 9001:2000 «Системы менеджмента качества. Требования».

СМК ФЭБЭ основана на внедрении следующих восьми принципов менеджмента качества, образующих основу стандартов ISO серии 9000:

- 1. Нацеленность на удовлетворение заказчика.* Организации зависят от своих заказчиков и потому должны понимать текущие и будущие потребности заказчиков, должны удовлетворять их требования и стараться превзойти их ожидания.
- 2. Лидерство руководства.* Руководители устанавливают единство целей и направления развития организации. Они должны создать и поддерживать такую атмосферу внутри организации, в которой люди могут быть полностью вовлечены в процесс достижения целей организации.
- 3. Вовлечение работников.* Работники на всех уровнях организации являются сущностью организации, и полное вовлечение позволяет использовать их способности на пользу организации.
- 4. Подход, основанный на процессе.* Желаемый результат достигается более эффективно, когда работы и соответствующие ресурсы управляются в рамках одного процесса.
- 5. Системный подход к управлению.* Идентификация, понимание и управление взаимосвязанными процессами в рамках одной системы является вкладом в эффективность организации и способность достигать ее цели.
- 6. Постоянное улучшение.* Целью организации должно быть постоянное улучшение общей результативности работ в организации.
- 7. Основанный на фактах подход к принятию решений.* Эффективные решения основаны на анализе данных и информации.
- 8. Взаимовыгодные отношения с поставщиками.* Организация и ее поставщики взаимозависимы, и установление взаимовыгодных отношений между ними повышает способность и тех, и других создавать положительный результат.

СМК ФЭБЭ соответствует предложенной ISO модели СМК, основанной на процессном подходе с целью повышения удовлетворенности потребителей

путем выполнения их требований. Приведенная на рис. 5.10 модель СМК, основанная на процессном подходе, иллюстрирует связи между процессами, представленными в разделах 4—8 стандарта ISO 9001:2000.

Таблица 5.2. Перечень основных документов СМК ФЭБ

№ п/п	Наименование документа	Обозначение документа
1	Политика и цели в области качества	ФЭБЭ СМК 01-2006
2	Руководство по качеству	ФЭБЭ СМК 02-2006
3	Управление документацией	ФЭБЭ СМК 03-2006
4	Управление записями	ФЭБЭ СМК 04-2006
5	Внутренние аудиты	ФЭБЭ СМК 05-2006
6	Управление несоответствующей продукцией (услугами)	ФЭБЭ СМК 06-2006
7	Корректирующие действия	ФЭБЭ СМК 07-2006
8	Предупреждающие действия	ФЭБЭ СМК 08-2006

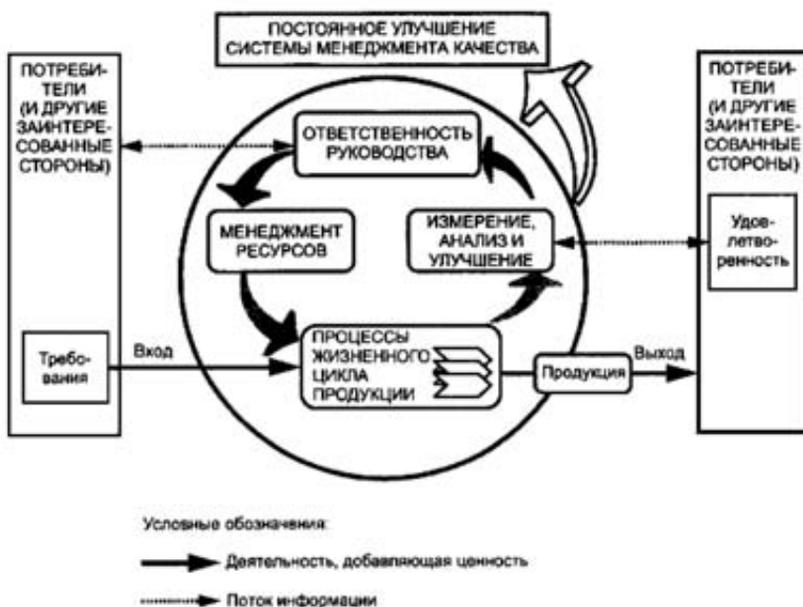


Рис. 5.10. Модель СМК

Эта модель показывает, что потребители играют существенную роль при определении входных данных. Мониторинг удовлетворенности потребителей требует оценки информации о восприятии потребителями выполнения их требований. Приведенная на рисунке модель охватывает все основные требования стандарта ISO 9001:2000, не детализируя их.

Управление качеством при выполнении работ по разработке ПКУ осуществлялось на всех этапах ее жизненного цикла и в соответствии с требованиями стандарта ISO 9001:2000. Для этого согласно условиям Контракта на услуги консультанта (Контракт) № NDEP-001-1-001 от 7 октября 2005 г. (приложение А — «Описание услуг») и принятой политике и целям в области качества ФЭБЭ разработал и внедрил «Общую программу обеспечения качества разработки и дальнейшего выполнения Программы комплексной утилизации» — ПОК(О) ПКУ.

ПОК(О) ПКУ основана на внедрении изложенных выше восьми принципов менеджмента качества, образующих основу стандартов ISO серии 9000, и разработана в соответствии с требованиями стандарта ISO 9001:2000. Поскольку в рамках ПКУ выполняется большой объем работ, связанных с необходимостью обеспечения ядерной и радиационной безопасности, из руководящих документов Международного агентства по атомной энергии были взяты дополнительные требования, чтобы дополнить требования стандарта ISO 9001:2000 где это необходимо. Основная цель ПОК(О) ПКУ — обеспечение качества разработки и дальнейшей реализации ПКУ.

ПОК(О) ПКУ устанавливает общие требования и порядок проведения планируемых и систематически осуществляемых действий персонала ФЭБЭ (Группы разработки программы) при разработке ПКУ, а также подрядчиков на выполнение работ по реализации ПКУ, необходимых для достижения высокого уровня качества разработки и дальнейшей реализации ПКУ.

Разработка ПКУ осуществлялась в соответствии с требованиями ISO 9001:2000. При этом в ФЭБЭ (ГРП) были определены и проанализированы требования, относящиеся к продукции (ПКУ), осуществлено планирование разработки ПКУ, определены входные данные, получены и проанализированы выходные данные, предусмотрена процедура управления изменениями разработки ПКУ, на всех стадиях жизненного цикла разработки ПКУ обеспечена ее идентификация и прослеживаемость.

Разработка ПКУ осуществлялась в соответствии с требованиями международно-правовых документов, а также законодательных и нормативных правовых актов России, перечень которых приведен в приложении 3 к ПОК(О) ПКУ.

Особое внимание при разработке ПКУ уделялось выбору и обоснованию используемых методических подходов и приемов к решению таких принципиально важных задач, как стратегическое планирование и планирование проектов, структурная декомпозиция работ и оценка проектов, общие

подходы к приоритезации проектов и процедура приоритезации проектов методом экспертных оценок, анализ, оценка и управление рисками, сбор и управление данными и др. Совокупность процедур ПОК(О), которые были разработаны и внедрены на этапе разработки ПКУ, а также процедур, которые предстоит разработать в процессе реализации ПКУ, приведена на рис. 5.11.

Так, в соответствии с процедурой «Процесс стратегического планирования для ПКУ» ФЭБЭ ПКУ 03-2007, целью которой является создание стратегической логической диаграммы для ПКУ, были идентифицированы требуемые проекты/подпроекты, необходимые для достижения ожидаемых результатов ПКУ, установлены приоритеты выполнения этих проектов/подпроектов, для каждого проекта/подпроекта определены объемы необходимых работ.



Рис. 5.11. Процедуры СМК при разработке и реализации ПКУ

«Процедура приоритизации проектов в рамках ПКУ» ФЭБЭ ПКУ 01-2006 применяется для ранжирования проектов, определенных в ПКУ и подлежащих приоритетному финансированию, и используется при применении экспертных оценок для ранжирования проектов, определенных в рамках Контракта, по степени значимости методом многокритериального анализа при недостатке количественной информации. Тот же подход (процедура) может применяться для выбора из альтернативных решений оптимального для очень сложных проблем или проблем, решение которых требует дальнейшего обсуждения, утверждения или согласования на высших уровнях.

Процедура «Анализ и оценка рисков ПКУ» ФЭБЭ ПКУ 02-2006 определяет порядок выявления и оценки наиболее характерных и важных рисков как для всей ПКУ в целом, так и для большинства проектов, входящих в ПКУ, причем на протяжении всего жизненного цикла любого из проектов. При этом содержание, характер и ожидаемые результаты этих процедур на разных этапах проекта изменяются по мере накопления практического опыта работы. Поэтому содержание работ по значительной части проектов в настоящее время не может быть определено в деталях, так как оно существенно зависит от результатов, которые должны быть получены на стадиях обследования, инвентаризации и разработки новых технологий, необходимых для проведения работ с обеспечением всех требований безопасности персонала и окружающей среды. Часть работ зависит также от принятия необходимых организационно-правовых и административных решений правительственными структурами, что явно лежит за рамками рассматриваемых в ПКУ проблем. В связи с этим после обсуждения проблемы с группой МК было принято решение выполнить на данной стадии процедуры планирования, идентификации и качественного анализа рисков, оставляя возможность проведения на более поздних этапах жизненного цикла ПКУ количественного анализа наиболее значимых рисков по мере накопления и уточнения необходимых для этого данных.

Для предоставления ГРП руководства по обеспечению применения согласованного подхода к сбору и управлению данными была разработана соответствующая процедура «Сбор и управление данными» ФЭБЭ ПКУ 05-2007, которая применима ко всем данным, необходимым для успешного выполнения как разработки, так и реализации ПКУ, и включает следующие аспекты деятельности:

- идентификацию источников начальных данных;
- проверку того, что инструментарий для сбора данных выверен и соответствует целям;
- сбор данных;
- перенос данных в формы для сбора данных, которые датируются и подписываются лицом, осуществляющим сбор данных;
- независимую верификацию правильности перенесения данных.

Во всех случаях такие формы, используемые при разработке ПКУ, как листы описания проектов, формы оценки стоимости проектов, все формы и таблицы, относящиеся к процедуре экспертных оценок приоритетов, и др., после обсуждения и согласования утверждались научным руководителем ГРП. При этом предпочтение преимущественно отдавалось хорошо зарекомендовавшим себя на практике апробированным подходам и методам.

Реализация указанных подходов и процедур наряду с общепринятыми процедурами управления ПОК(О) ПКУ позволила в целом реализовывать выполнение требований ПОК(О) ПКУ еще до ее формального внедрения в полном объеме и обеспечить качество решения задач на уровне, соответствующем международным стандартам ISO серии 9000. В то же время все эти методы адаптировались к специфическим условиям и особенностям конкретных объектов утилизации и экологической реабилитации в Северо-Западном регионе России и будут использоваться при выполнении работ по реализации ПКУ.

В процессе разработки ПКУ ФЭБЭ (ГРП) проводились *мониторинг и изменения* процессов СМК и характеристик продукции. При этом применимые методы и область их использования определены в документах СМК ФЭБЭ и процедурах управления ПОК(О) ПКУ, например, «Внутренние аудиты» ФЭБЭ СМК 05-2006 и «Внутренние и внешние аудиты ПОК(О) ПКУ» ФЭБЭ СМК 09-04-2006, «Управление несоответствующей продукцией» ФЭБЭ СМК 06-2006 и «Управление несоответствующей продукцией при разработке Программы комплексной утилизации» ФЭБЭ СМК 09-05-2006 и др.

Так, в соответствии с процедурой «Внутренние и внешние аудиты ПОК(О) ПКУ» ФЭБЭ СМК 09-04-2006 в апреле 2007 г. был проведен внутренний аудит для оценки соответствия деятельности по обеспечению качества требованиям, установленным в ПОК(О) ПКУ, а также контроля правильности и полноты выполнения требований ПОК(О) ПКУ. При этом объектами внутреннего аудита были реализация политики в области качества ФЭБЭ и выполнение задач и обязанностей, возложенных на руководство и специалистов подразделений ГРП при разработке ПКУ.

По результатам внутреннего аудита был составлен отчет с описанием обнаруженных несоответствий, замечаний и с выводами аудита, который был рассмотрен и согласован группой МК.

Управление записями при выполнении работ по разработке ПКУ осуществлялось также в соответствии с требованиями ISO 9001:2000, для чего применялась процедура СМК ФЭБЭ «Управление записями» ФЭБЭ СМК 04-2006 и была разработана процедура управления ПОК(О) ПКУ «Управление записями при разработке Программы комплексной утилизации» ФЭБЭ СМК 09-02-2006, которые устанавливают порядок подготовки, ведения, идентификации и хранения записей.

В ФЭБЭ (ГРП) действует система записей по качеству, которая отражает полную информацию и указывает, к чему они относятся, а также охватывает все записи, связанные с мониторингом выполнения работ по разработке ПКУ и обеспечением качества, а также сопутствующую информацию.

Процедура приоритизации проектов. При ранжировании проектов в рамках таких стратегических программ, как ПКУ, необходимо принимать во внимание множество факторов различной природы.

В подобных случаях в мировой практике широко применяется метод экспертных оценок — влияние многочисленных факторов оценивается высококвалифицированными экспертами в рассматриваемой области на основе их субъективных мнений. При этом оценки делаются интуитивно, но, учитывая большой опыт работы экспертов в данной области, можно рассчитывать, что выбранное ими решение (в случае достижения определенного единства в оценках) будет оптимальным.

Метод экспертных оценок имеет множество модификаций. Для ранжирования приоритетных проектов программы комплексной утилизации радиационно-опасных объектов в Северо-Западном регионе России было решено остановиться на подходе, принятом в АВЭЯО, в комбинации с методом сближения экспертных оценок «Дельфи». В значительной степени такой выбор обусловлен рекомендациями «Международного консультанта», который отметил следующие достоинства метода АВЭЯО:

- метод известен и признан в странах-донорах;
- метод апробирован при утилизации ядерно-опасных объектов;
- метод ориентирован на основные вопросы, заботящие ЭПСИ;
- метод учитывает мнение общественности и заинтересованных организаций.

Главная особенность подхода АВЭЯО заключается в том, что в его основу положен перечень базовых критериев приоритизации и факторов, уточняющих каждый из этих критериев. Вторая особенность подхода АВЭЯО — в отличие от обычных методов экспертных оценок он предусматривает многоступенчатость оценок по каждому критерию приоритизации. Эксперты сначала количественно оценивают влияние группы детализирующих факторов на критерий, а затем — влияние каждого фактора в группе. Роль приоритизации для достижения баланса между различными требованиями качественно показана на рис. 5.12.

Размер шестиугольника в центре, символизирующего процесс выбора приоритетов, может считаться грубой оценкой расходования средств. Чем больше шестиугольник перекрывает круговые области, тем больше различных требований может быть удовлетворено, однако тем больше расходование средств.

Несмотря на перечисленные достоинства метода АВЭЯО, он не может быть в чистом виде использован для приоритезации проектов утилизации и реабилитации ядерно-опасных объектов в Северо-Западном регионе.

При разработке метода АВЭЯО применительно к ПКУ эксперты не только обосновали шесть критериев, но и дали им количественные оценки с учетом влияния каждого. Кроме того, были введены два дополнительных критерия.



Рис. 5.12. Качественная иллюстрация процесса приоритезации

Для всех критериев разработаны соответствующие перечни факторов, которые разделены на группы. Для каждой группы факторов рекомендован диапазон весовых коэффициентов (вес 0 означает, что влияние данной группы факторов пренебрежимо мало). В пределах групп факторы также имеют вес, который оценивается по пятибалльной шкале от 0 до 4 (в этом случае вес 0 также свидетельствует об отсутствии какого-либо влияния). Для группы факторов рекомендованы весовые коэффициенты от 0 до 10. А каждый фактор, как было сказано выше, оценивается по пятибалльной шкале от 0 до 4.

Выбор группы экспертов является ключевым моментом при получении оценок данным методом, поскольку от состава рабочей группы в значительной степени зависит уровень доверия к полученным результатам. Вследствие этого правилам отбора экспертов в описании метода АВЭЯО уделено значительное внимание. В группу экспертов необходимо включать высококвалифицированных специалистов, представляющих различ-

ные ведомства, научно-исследовательские институты и организации, заинтересованные в наилучшем решении проблемы. Эксперты должны быть свободны от каких бы то ни было ограничений и корпоративных интересов. Области специализации экспертов должны перекрывать весь диапазон рассматриваемых проблем.

С учетом этих рекомендаций принято решение включить в группу экспертов, участвующих в процедуре приоритезации проектов в рамках ПКУ, представителей следующих организаций и ведомств:

- Росатома;
- Министерства обороны (ВМФ, Управление государственного надзора ядерной и радиационной безопасности);
- Ростехнадзора;
- Россудостроения;
- институтов Российской академии наук;
- отраслевых НИИ;
- организаций, ответственных за эксплуатацию ЯЭУ;
- администраций областей Северо-Западного региона.

Определено также общее количество экспертов — 14.

Процедура экспертных оценок дает хорошую основу для принятия решений при относительном единстве мнений экспертов, но малополезна при большом разбросе их мнений. В последнем случае используется метод «Дельфи», предназначенный для получения согласованной информации высокой степени достоверности от группы экспертов. В основе этого метода лежат следующие принципы:

- эксперты работают без непосредственных контактов между собой и при сохранении анонимности мнений или аргументации в защиту этих мнений;
- прямое обсуждение заменяется обменом информацией и мнениями с помощью опросных листов;
- в процессе обсуждения эксперты должны не только высказать свои мнения, но и привести их обоснование;
- в каждом следующем туре опроса экспертам выдается новая (уточненная) информация по высказанным мнениям, которая формируется в результате расчета совпадения точек зрения разных экспертов по ранее выполненным опросам;

- процесс продолжается до тех пор, пока продвижение в направлении повышения совпадения точек зрения не становится незначительным; после этого расходящиеся точки зрения фиксируются.

Практическое применение метода «Дельфи» проиллюстрировано на рис. 5.13. На предварительном этапе экспертам высылаются описание процедуры, после ознакомления с которой они должны подтвердить согласие с предлагаемым подходом или высказать замечания относительно системы оценок приоритетности проектов. На данном этапе эксперты могут внести предложения о включении в предлагаемую систему оценок своих критериев и факторов. Результатом этого этапа должно стать согласие применяемого подхода всеми экспертами и определение весов всех групп факторов, приведенных в описании процедуры.

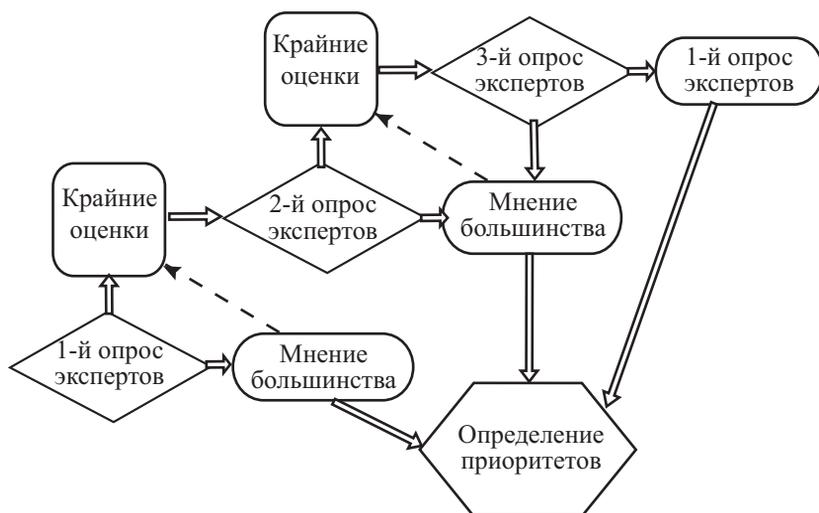


Рис. 5.13. Иллюстрация применения метода «Дельфи»

В группах, разрабатывающих подпрограммы ПКУ, по единой форме готовятся листы с описаниями проектов, представляемых для ранжирования.

Подготовленные листы с описаниями проектов высылаются экспертам, которые должны выставить свои оценки каждому проекту (первый опрос). По выставленным оценкам для каждого проекта определяется взвешенное среднее значение, которое является мерой значимости (приоритетности) проекта. В зависимости от полученных результатов по каждому проекту определяется, можно ли считать мнение экспертов достаточно «единодушным». Если разброс мнений экспертов удовлетворяют критерию «еди-

нодушия», дальнейшие опросы не проводятся. В противном случае для «спорных» проектов определяются эксперты, чье мнение отличается от большинства. Этим экспертам сообщаются результаты общего опроса и указывается мера отклонения их мнения от мнения большинства. После этого экспертов, давших крайние оценки, просят рассмотреть «спорные» проекты еще раз или обосновать свое мнение.

Результаты дополнительного опроса обрабатываются, и процесс повторяется. Процедура опроса проводится не более трех раз. Результаты, полученные после третьего опроса, считаются окончательными.

Необходимо учитывать, что установленные группой экспертов приоритеты являются предварительными и могут быть скорректированы с учетом ресурсных, финансовых или иных ограничений. Следует также иметь в виду, что принятие окончательного решения о порядке реализации того или иного проекта является прерогативой Росатома — ведомства, ответственного за утилизацию АПЛ, судов АТО, НК с ЯЭУ и реабилитацию бывших БТБ ВМФ.

Процедура оценки рисков. Программа комплексной утилизации представляет собой сложный комплекс большого числа взаимосвязанных работ. В процессах их выполнения неизбежно возникают различные случайные и непредвиденные обстоятельства, которые так или иначе воздействуют на выполнение проектов и программы в целом. Результаты этих воздействий могут быть как благоприятными, так и неблагоприятными с точки зрения достижения конечных целей рассматриваемой деятельности.

Согласно общепринятому в теории и практике управления проектами стандарту РМВОК риском называется неопределенное (непредвиденное) событие или условие, наступление которого может иметь положительное или отрицательное влияние на проект. Управление рисками состоит из нескольких основных взаимосвязанных процессов, которые составляют замкнутый контур обратной связи, как это показано на рис. 5.14.

Текущую стадию работ по ПКУ можно охарактеризовать как этап планирования и инициации программы в целом. Детальное содержание работ по значительной части проектов в настоящее время не может быть определено и будет выявлено только на стадии подготовки к реализации. Без этого невозможно выполнить конкретную идентификацию рисков по каждому проекту.

В этих условиях целью анализа являлись выявление и оценка наиболее характерных и важных рисков не для отдельных проектов, а для всей программы. Для достижения этой цели был разработан подход, основанный на анализе видов деятельности, характерных для проектов ПКУ. Подобный подход рекомендован ИСО-9000 при разработке систем управления качеством. Его идея иллюстрируется схемой на рис. 5.15.

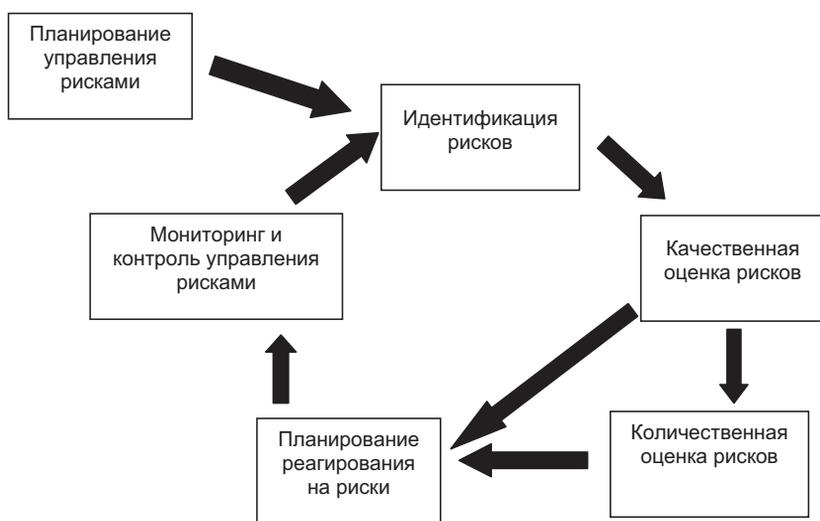


Рис. 5.14. Основные процессы управления рисками



Рис. 5.15. Подход к оценке рисков, основанный на анализе видов деятельности

В качестве первого шага был составлен классификатор (регистр) рисков, который может служить инструментом для всей последующей работы по анализу и управлению рисками. В основу классификации был положен принцип группировки рисков по областям возникновения. Такой подход

облегчает выявление рисков, характерных для всей программы в целом и для большинства отдельных проектов, входящих в состав ПКУ, оставляя вместе с тем возможность выявления специфических рисков для каждого индивидуального проекта. В составлении классификатора приняли участие эксперты, представляющие все группы разработчиков ПКУ. Классификаторы составлялись методом мозгового штурма и последующего обсуждения результатов в группах разработки. При этом был использован опыт разработки подобного классификатора, предоставленный «Международным консультантом» и основанный на опыте реализации проектов утилизации радиационно-опасных объектов за рубежом. Фрагмент перечня выявленных рисков с кратким описанием приведен в табл. 5.3.

Таблица 5.3. Фрагмент регистра рисков ПКУ

D	Технологии и инфраструктура	1	Отсутствие необходимой технологии
		2	Недостаточная обеспеченность ресурсами
		3	Неадекватность существующей инфраструктуры
		4	Неадекватность применяемой технологии и оборудования
		5	Низкое качество исходных данных
		6	Невозможность включения в существующую технологическую цепочку
E	Управленческий персонал	1	Низкая квалификация участников команды управления проектом
		2	Нехватка сертифицированных исполнителей в руководстве проектом
		3	Низкая культура корпоративного управления
		4	Отсутствие планов замещения вакансий
K	Промышленная санитария и гигиена	1	Нарушение существующих нормативов безопасности
		2	Несоответствие условий труда требованиям надзорных органов
		3	Выброс опасных материалов в окружающую среду превышает существующие нормативы
N	Кадровые ресурсы	1	Недостаточная численность квалифицированного персонала
		2	Для выполнения работ необходимо обучение персонала
		3	Недостаточная численность сертифицированного/аттестованного персонала

Затем был создан регистр видов деятельности. Группировка видов деятельности в целом соответствует жизненному циклу основных мероприятий ПКУ. В результате анализа был получен регистр видов деятельности, приведенный в табл. 5.4.

Таблица 5.4. Регистр видов деятельности для ПКУ

Группа	Наименование группы	Вид деятельности	Краткое описание
1	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы	1	Разработка новых технологий, процессов и т. п.
		2	Конструкторские разработки оборудования, установок, зданий и сооружений
2	Измерения, инвентаризация, обследование	1	Радиационное, инженерное, геологическое и т. п. обследование объектов, инвентаризация материалов и оборудования
3	Разработка документов	1	Концептуальные проекты и разработки
		2	Рабочая документация (рабочие чертежи, инструкции, регламенты и т. п.)
		3	Организационно-плановая документация включая требования безопасности, управление качеством и т. п.
		4	Календарное и бюджетное планирование
		5	Тендерно-контрактная документация
4	Лицензирование, сертификация, аттестация	1	Работа с ядерно- и радиационно-опасными материалами
		2	Работа с токсичными материалами
		3	Общего характера (например, строительство)
		4	При импорте оборудования и технологий

Табл. 5.4 (окончание)

Группа	Наименование группы	Вид деятельности	Краткое описание
5	Перемещение и транспортировка опасных материалов	1	Любые перемещения ядерных материалов (ЯМ), РАО, ТО
6	Упаковка и перепакровка опасных материалов	1	Любые операции по контейнеризованию, перечехловке, перепакровке ЯМ, РАО, ТО
7	Транспортировка морем плавучих объектов с опасными материалами на борту	1	Буксировка АПЛ, РБ, РО, НК
8	Поставки (включая транспортировку)	1	Поставка и транспортировка к месту работ оборудования, материалов, запчастей, персонала
9	Хранение опасных материалов	1	Операции, связанные с хранением ЯМ, РАО, ТО
10	Дезактивация	1	Здания, плавучие объекты, оборудование
		2	Почва, грунтовые воды, акватория
11	Строительство, реконструкция, изготовление зданий, установок, элементов инфраструктуры, оборудования	1	Работы с объектами общего назначения — новыми или при отсутствии загрязнения
		2	Работы с объектами общего назначения при наличии загрязнения
		3	Работы с объектами для обращения с ЯМ, РАО, ТО — новыми или при отсутствии загрязнения
		4	Работы с объектами для обращения с ЯМ, РАО, ТО при наличии загрязнения
12	Разделка, разборка, снос	1	Работы с загрязненными плавучими объектами
		2	Работы с загрязненными зданиями, сооружениями
		3	Работы с незагрязненными зданиями, сооружениями

На следующем этапе работы по каждому виду деятельности были идентифицированы, были оценены риски, а также выявлены наиболее приемлемые стратегии их предотвращения и/или смягчения последствий. Качественная оценка рисков проводилась по шкалам вероятности и тяжести последствий вида:

- вероятность риска — высокая (В), средняя (С), низкая (Н), очень низкая (ОН);
- последствия — тяжелые (Т), средние (С), низкие (Н).

Для каждого риска оценивалась вероятность его наступления и тяжесть последствий при отсутствии каких-либо мер предотвращения или смягчения, затем определялись возможные антирисковые стратегии, после чего оценивались остаточная вероятность и тяжесть последствий при условии принятия предложенных мер предотвращения и/или смягчения.

На основании анализа и оценки рисков по выбранным проектам и по всем видам деятельности в ПКУ можно сделать следующие выводы.

1. Риски, связанные с недостаточным финансированием (С1, С3), выявляются во всех проектах ПКУ, и их последствия оцениваются как весьма существенные. Никакой стратегии смягчения рисков не выработано; в качестве мер предотвращения предложено предусмотреть периодическое одобрение ПКУ Комитетом стран-доноров и уполномоченными правительственными организациями России, а также придание ПКУ статуса отраслевой целевой программы Росатома. Это фактически и осуществляется в настоящее время.

2. Форсмажорные риски выявляются для всех видов деятельности, осуществляемых непосредственно на объектах ПКУ. Эти риски по определению не имеют стратегий предотвращения и целиком находятся вне сферы контроля системы управления ПКУ. В качестве стратегии смягчения последствий предложено проводить постоянный мониторинг состояния аварийной готовности на объектах ПКУ, что предусмотрено в СДР управления ПКУ.

3. Риски, связанные с управленческим персоналом (Е1 и Е3), выявляются для всех видов деятельности в ПКУ. Для этих рисков предложены стратегии предотвращения:

- по каждому проекту в рамках ПКУ разрабатывается, утверждается и внедряется план проекта или план исследовательских работ (для проектов, включающих только вид деятельности 1.1);
- все тендерные документы по любому проекту в рамках ПКУ включают контрольные точки исполнения работ по проектам, которые контролируются и оцениваются в течение всего жизненного цикла проекта;

- все исполнители в системе управления программой (менеджеры программы, подпрограмм, проектов, исполнители низших звеньев) проходят надлежащее обучение и аттестацию.

Кроме того, в СДР системы управления ПКУ предусмотрена функция подготовки и обучения персонала.

4. Риски, связанные с системой управления качеством, выявляются для всех видов деятельности в ПКУ и имеют исходные оценки ВТ или ВС (высокая вероятность и тяжелые или средние последствия). Для этих рисков выработаны стратегии предотвращения и смягчения последствий.

По стратегии предотвращения:

- в ПКУ внедряется система управления качеством, соответствующая стандарту ИСО-9000;
- в тендерную документацию в рамках ПКУ необходимо включать специфичный для индивидуальных проектов план обеспечения качества, который основан на внедренной программе управления качеством ПКУ;
- в тендерную документацию ПКУ включается в качестве предварительного требования к участникам тендерного конкурса предоставление информации о действующей программе управления качеством и безопасностью работ.
- По стратегии смягчения:
- на протяжении всего жизненного цикла проекта проводится оценка внедрения системы обеспечения качества.

5. Риск, связанный с низким качеством исходных данных (D5), выявляется в большинстве видов деятельности в ПКУ. Для этого риска выработаны стратегии предотвращения и смягчения последствий.

По стратегии предотвращения:

- исходные данные и предположения, использованные при планировании проекта, систематически пересматриваются и оцениваются; получение необходимых дополнительных данных или уточнение имеющихся учитывается в базовой линии проекта (эта стратегия также идентифицирована как стратегия смягчения последствий);
- разработка концептуальной документации в ПКУ (1.1) проводится в предположении значительной неопределенности в исходных данных и содержит анализ чувствительности решений к вариации данных.
- По стратегии смягчения последствий:
- базовая линия предусматривает наличие резервных фондов средств и времени.

5.2.3. Основные результаты стратегических исследований

В СМП-1 были определены проблемы, по которым отсутствуют обоснованные концептуальные решения. Одной из них является обращение с дефектным отработавшим ядерным топливом. Штатная транспортно-технологическая система предусматривает вывоз только кондиционного топлива, состояние которого отвечает требованиям стандарта. Но в хранилищах ПВХГ и ПВХА, а также на ПТБ «Лепсе» находится большое количество ОТВС с механическими повреждениями и разгерметизированными твэлами, технология обращения с которыми не отработана.

Не менее сложна проблема обращения с уран-циркониевым и уран-бериллиевым ОЯТ, которое в настоящее время не может быть переработано по водно-экстракционной технологии на радиохимическом заводе РТ-1 ПО «Маяк» — единственном в России предприятии по переработке топлива.

Еще одна топливная проблема касается ОЯТ реакторов с жидкометаллическим теплоносителем. Отличительная особенность перезарядки и хранения отработавших выемных частей этих реакторов состоит в том, что выгрузка ОЯТ производится путем извлечения активной зоны из реактора в виде единой выемной части в комплекте с защитной пробкой и поглощающими стержнями системы управления и защиты. Хранятся ОВЧ на ПВХГ в специальных баках, заполненных эвтектическим сплавом свинец-висмут. Для обеспечения ядерной безопасности при хранении и транспортировке этих ОВЧ нужны специальные исследования.

Кроме проблем обращения с нестандартными видами ОЯТ требуются разработка концепции по обоснованию выбора мест расположения региональных объектов обращения, временного хранения и окончательного захоронения РАО, а также принятие принципиальных решений в области технической политики по обращению, уничтожению и захоронению токсичных отходов, образующихся при утилизации АПЛ и реабилитации ПВХ ОЯТ и РАО.

Наряду с техническими проблемами весьма актуальным оказалось совершенствование правовых вопросов. Так, в России не сформирована четкая правовая база, регулирующая работы по реабилитации загрязненных объектов, территорий и акваторий. Соответственно не определены критерии, которые должны служить ориентиром при проведении таких работ.

Всего в техническое задание на разработку СМП-2 было включено восемь стратегических исследований.

СИ-1 «Разработка и обоснование критериев экологической реабилитации ПВХ ОЯТ и РАО на Северо-Западе России». Исследование выполнено для обеспечения подпрограммы № 4 «Экологическая реабилитация ПВХ ОЯТ и РАО в поселке Гремиха» и подпрограммы № 5 «Экологическая реабилитация ПВХ ОЯТ и РАО в губе Андреева». Исполнителем СИ-1 является рабо-

чая группа, состоящая из экспертов ИБРАЭ РАН, РНЦ КИ, ИБФ, НИКИЭТа, ВНИИХТа.

СИ-2 «Рассмотрение и выбор оптимальных технологий обращения с ОЯТ реакторов с ЖМТ, включая выгрузку ОВЧ из реакторов и подготовку их к транспортированию на переработку или хранение и захоронение». Исследование выполнено для обеспечения подпрограммы № 4 «Экологическая реабилитация ПВХ ОЯТ и РАО в поселке Гремиха». Кроме того, результаты исследования учитывались в подпрограмме № 6 «Обращение с отработавшим ядерным топливом». Исполнителем СИ-2 является группа экспертов под руководством представителей РНЦ КИ.

СИ-3 «Обоснование и выбор оптимальных вариантов обращения с дефектным ОЯТ». Исследование выполнено для обеспечения подпрограммы № 6 «Обращение с отработавшим ядерным топливом». Кроме того, результаты исследования учитывались в подпрограммах № 2 «Утилизация судов АТО», № 4 «Экологическая реабилитация ПВХ ОЯТ и РАО в поселке Гремиха» и № 5 «Экологическая реабилитация ПВХ ОЯТ и РАО в губе Андреева». Исполнителем СИ-3 является группа экспертов под руководством представителей Федерального государственного унитарного предприятия «Опытное конструкторское бюро машиностроения».

СИ-4 «Разработка и выбор оптимальных вариантов обращения с неперебатываемым ОЯТ». Исследование выполнено для обеспечения подпрограммы № 6 «Обращение с отработавшим ядерным топливом». Результаты исследования учитывались также в подпрограммах № 2 «Утилизация судов АТО», № 4 «Экологическая реабилитация ПВХ ОЯТ и РАО в поселке Гремиха» и № 5 «Экологическая реабилитация ПВХ ОЯТ и РАО в губе Андреева». Исполнителем СИ-4 является группа экспертов под руководством представителей Всероссийского научно-исследовательского института неорганических материалов им. академика А. А. Бочвара.

СИ-5 «Комплексная утилизация ПТБ “Лепсе”. Разработка концептуальных решений». Исследование выполнено для обеспечения подпрограммы № 2 «Утилизация судов АТО». Исполнителями СИ-5 являются Мурманское морское пароходство, Опытное конструкторское бюро машиностроения, головной институт ВНИПИЭТа, Научно-исследовательское проектно-технологическое бюро «Онега».

СИ-6 «Разработка концепции, определяющей основные функциональные требования к выбору места расположения региональных объектов обращения, временного хранения и окончательного захоронения РАО в Северо-Западном регионе России». Исследование выполнено для обеспечения подпрограммы № 7 «Обращение с радиоактивными отходами в Северо-Западном регионе России». Исполнителем СИ-6 является Всероссийский

научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт промышленной технологии Росатома.

СИ-7 «Разработка концепции по обращению, уничтожению и окончательно захоронению токсичных отходов, образующихся при утилизации АПЛ и реабилитации ПВХ ОЯТ и РАО». Исследование выполнено для обеспечения подпрограммы № 8 «Обращение с токсичными отходами в Северо-Западном регионе России». Исполнителем СИ-7 является группа экспертов Научно-исследовательского проектно-технологического бюро «Онега».

СИ-8 «Разработка предложений по усовершенствованию нормативной правовой базы в сфере комплексной утилизации АПЛ и экологической реабилитации ПВХ ОЯТ и РАО». Исследование выполнено для обеспечения подпрограммы № 10 «Совершенствование нормативной правовой базы». Исполнителем СИ-8 является Центральный научно-исследовательский институт управления, экономики и информации Росатома.

В рамках СМП-2 стратегические исследования СИ-2 и СИ-5 не проводились. Необходимая информация по СИ-2 заимствована из проекта «Гремеха», который выполняется по заказу Комиссии по атомной энергии Франции, а информация по СИ-5 получена в виде комплекта проектной и организационной документации на утилизацию ПТБ «Лепсе». Эта документация была разработана на основании контракта TACIS 2003/070-254 между Еврокомиссией и Автономной некоммерческой организацией «Центр конверсионного сотрудничества в области утилизации оружия и военной техники “Аспект-Конверсия”» (АНО «Аспект-Конверсия»).

Ниже кратко приведены результаты перечисленных стратегических исследований, кроме СИ-2 и СИ-5, а также СИ-8 (предложения по усовершенствованию нормативной правовой базы в сфере комплексной утилизации АПЛ и экологической реабилитации ПВХ ОЯТ и РАО рассмотрены отдельно).

Результаты СИ-1. Анализ имеющихся данных показывает, что в настоящее время заметного влияния ПВХ на прилегающие территории не отмечается за исключением морской среды в прибрежных зонах (донные отложения, водоросли). Концентрации ^{137}Cs и ^{90}Sr в объектах окружающей среды в зоне наблюдения (ЗН) находятся на фоновом уровне. Удельные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в местных пищевых продуктах, собранных на территории зоны наблюдения, не превышают величин, установленных гигиеническими нормативами.

Выявленное в ходе обследования прибрежной полосы и акватории ПВХ радиоактивное загрязнение морской среды обусловлено двумя основными факторами:

- многолетней деятельностью ПВХ по приему и хранению отработавшего ядерного топлива, а также твердых и жидких РАО;

- поступлением радионуклидов с территории ПВХ с дождевыми и талыми водами.

На основе имеющихся данных можно заключить, что прошлая деятельность, осуществлявшаяся на акваториях ПВХ, являлась существенно более значимым фактором, обусловившим загрязнение, чем текущее и прошлое поступление радионуклидов с территории. Данные о концентрациях радионуклидов в морской воде и донных отложениях, полученные в ходе исследований, позволяют сделать вывод, что выявленное радиационное загрязнение акваторий носит локальный характер, а загрязненные участки занимают небольшие площади.

Отмечено, что потенциальную обеспокоенность заинтересованных сторон вызывает прежде всего возможный вынос радиоактивности в более отдаленные районы Баренцева моря. В связи с этим указывается, что проведение первоочередных работ в области обращения с ОЯТ и РАО и дезактивация наиболее загрязненных участков и объектов позволят устранить имеющиеся значимые источники потенциального поступления радионуклидов в акваторию и полностью исключить вынос радиоактивности в более отдаленные районы Баренцева моря как в среднесрочной, так и в долгосрочной перспективе.

Относительно химического загрязнения окружающей среды на территориях ПВХ и прилегающих районов существует значительная неопределенность. Обследование территорий ПВХ в губе Андреева и поселке Гремиха с целью выявления химического загрязнения технических объектов и окружающей среды не проводилось. Вместе с тем можно констатировать, что хозяйственная деятельность на территориях ПВХ сопровождается загрязнением окружающей среды нефтепродуктами и сбросами загрязненных сточных вод. Реабилитация губы Андреева и губы Червяной, где отмечаются видимые признаки хронического нефтяного загрязнения, должна рассматриваться как неотъемлемый элемент экологической реабилитации территорий ПВХ.

Объекты ПВХГ и ПВХА, их территории и акватории являются основными предметами реабилитации. В настоящее время нет утвержденных решений по конечным состояниям ПВХ и срокам их достижения, но в принципе возможны три базовых варианта, отличающихся уровнем регулирующего контроля над объектами:

- хранилище ОЯТ и/или могильник РАО;
- «коричневая лужайка»;
- «зеленая лужайка».

Выбор варианта конечного состояния объектов ПВХ определяет стратегию их экологической реабилитации.

С учетом многих обстоятельств можно заключить, что в течение ближайших 12—15 лет ПВХ будут эксплуатироваться как объекты радиационно-технологического назначения, функционирующие в рамках существующего правового поля. Этому статусу будут соответствовать все промежуточные и конечные состояния объектов ПВХ.

Вопрос о необходимости дополнительного нормативного обеспечения становится актуальным на более позднем этапе работ по экологической реабилитации в случае выполнения работ по захоронению РАО или при любых вариантах дальнейшего не радиационно-технологического использования ПВХ.

При проведении стратегического исследования проанализированы факторы, обуславливающие выбор наиболее приемлемого конечного состояния (стратегии реабилитации) объектов ПВХГ и ПВХА.

Результаты многофакторного анализа вариантов экологической реабилитации ПВХГ показали, что наиболее предпочтительной является стратегия «Перепрофилирование» — первоочередное немедленное удаление ОЯТ и РАО с последующим перепрофилированием объектов на иное радиационно-технологическое использование, например, на использование в качестве промежуточного хранилища вторичных РАО вплоть до принятия решения по конечному состоянию ПВХГ. При решении нормативно-законодательных вопросов по захоронению РАО стратегия «Захоронение на месте» получила оценку, близкую к стратегии «Перепрофилирование».

Применительно к ПВХА возможен вариант конечного состояния «Площадка для объекта общепромышленного использования», однако в нем отсутствует необходимость. Как и в случае с ПВХГ, стратегии «Захоронение на месте» и «Перепрофилирование» наиболее приемлемы и реалистичны. Для ПВХА стратегия «Захоронение на месте» соответствует варианту, принятому в отношении ОЯТ и РАО, в то время как стратегия «Перепрофилирование» в отношении сооружений и территории соответствует ему частично (подразумевается, что РАО будут захоронены на площадке, но дальнейший прием РАО для захоронения не предусматривается).

Как для ПВХГ, так и для ПВХА стратегия достижения конечного состояния «зеленая лужайка» признана нереалистичной по следующим причинам:

- исключительно высокая стоимость работ в малонаселенном регионе Севера;
- отсутствие практической потребности в такой чистой зоне в обозримом будущем.

Кроме того, этот вариант выходит за рамки 15-летнего периода, на который возможно прогнозировать развитие событий.

Таким образом, для обоснования критериев радиационной и радиоэкологической реабилитации ПВХ и районов их размещения в рамках стратегического исследования были отобраны два варианта конечного состояния ПВХ:

- площадка для объектов радиационно-технологического использования;
- площадка для объектов общепромышленного использования.

В первом случае реализуется вариант *планируемого облучения*, которое обусловлено проведением работ, связанных с обращением с источниками ионизирующего облучения, а также вариант существующего облучения, обусловленного радиоактивным загрязнением места проведения работ — территории промплощадки. Во втором случае реализуется только вариант *существующего облучения*.

К варианту планируемого облучения применяется нормативная база в области ядерной и радиационной безопасности, содержащая дозовые критерии радиационной защиты персонала и населения. Эта база, по всей видимости, не претерпит существенных изменений в ближайшие 15—20 лет.

В настоящее время дозы облучения персонала групп А и Б не превышают 5 мЗв в год. Средние дозы облучения персонала группы А составляют 3 мЗв в год. Средние дозы облучения персонала группы Б по результатам индивидуального дозиметрического контроля, выполненного специалистами ИБФ в 2005 г., составляют 0,8—0,9 мЗв в год (за счет техногенных источников, глобальных выпадений, природных радионуклидов в почве и стройматериалах). При этом значимых отличий в дозах облучения персонала группы Б, проживающего на территории зоны наблюдения, и жителей зоны наблюдения, не работающих на ПВХ, не выявлено.

Однако при перепрофилировании ПВХ после проведения работ по реабилитации возможно изменение режима работы персонала и увеличение времени нахождения в технологических помещениях. Для планирования и реализации мер радиационной защиты персонала и населения в соответствии с современными подходами МКРЗ следует установить значения граничных доз облучения. При этом в целях выработки критериев радиоэкологической реабилитации ПВХ требуется определить, какой вклад в суммарную дозу будет обусловлен остаточной радиоактивностью и какой — новой деятельностью с источниками излучения (если таковая предполагается). Рекомендуемые значения контрольных уровней и граничных доз приведены в табл. 5.5.

В выводах исследования рекомендуется, чтобы дозы, получаемые персоналом группы А от остаточного загрязнения территории и объектов ПВХ после проведения их реабилитации, не превышали 3 мЗв в год, а персоналом группы Б — 1 мЗв в год.

Рекомендовано также, чтобы после проведения перепрофилирования ПВХ для их дальнейшего радиационно-технологического использования сумма

доз от остаточного и планируемого (связанного с новой деятельностью) облучения для персонала группы А не превышала 10 мЗв в год (в два раза ниже соответствующего предела дозы по НРБ-99), а для персонала группы Б — 2 мЗв в год. Уменьшение доз ниже этих значений должно осуществляться по принципу оптимизации. При этом целью оптимизации радиационной защиты в первую очередь должно быть снижение доз планируемого облучения.

В случае ликвидации ПВХ и создания на его реабилитированной территории нового промышленного (не радиационно-опасного) объекта, персонал и население продолжают облучаться вследствие остаточного загрязнения зданий и территории. При этом дозы, получаемые работниками вновь созданного промышленного объекта, не должны превышать 1 мЗв в год.

Таблица 5.5. Дозовые критерии обеспечения радиационной защиты и безопасности персонала и населения по завершении радиоэкологической реабилитации ПВХ, мЗв в год

Состояния ПВХ после реабилитации	Категория облучаемых лиц	Контрольный уровень облучения от остаточного загрязнения	Граничная доза облучения от новой деятельности с источниками ИИ	Уровень суммарной дозы	Предел дозы
Радиационно-опасный объект	Персонал группы А	3,0	7,0	10,0	20 *
	Персонал группы Б	1,0	1,0	2,0	5 *
	Население, проживающее на территории ЗН	0,1	0,15	0,25	1 *
Промышленный объект (ликвидация ПВХ как радиационно-опасного объекта)	Работающие на промышленном объекте	1,0	—	1,0	1 **
	Население, проживающее на территории ЗН	0,1	—	0,1	1 **

* Предел дозы соответствует значению, установленному НРБ-99.

** Предел дозы для такого варианта облучения в НРБ-99 не указан.

Для населения, проживающего на территории ЗН, после перепрофилирования ПВХ контрольный уровень дозы от остаточного загрязнения уста-

новлен на уровне 0,1 мЗв в год как при наличии на территории ПВХ радиационно-опасного объекта, так и в случае ликвидации ПВХ и создания на его территории обычного промышленного объекта. При этом граничная доза от деятельности нового радиационно-опасного объекта рекомендована на уровне 0,15 мЗв в год. Снижение доз ниже этих значений должно осуществляться по принципу оптимизации. При этом целью оптимизации радиационной защиты в первую очередь должно быть снижение доз от планируемой деятельности, а не от остаточного загрязнения.

Предлагаемые значения граничных доз в случае ситуации планируемого облучения и уровни суммарных доз полностью укладываются в дозовые пределы, принятые в России для обращения с техногенными источниками излучения, а также в должной мере согласуются с рекомендациями МКРЗ и мировой практикой установления критериев реабилитации радиационно-загрязненных территорий. Это позволяет сделать вывод, что предлагаемые критерии обеспечивают социально приемлемый уровень реабилитации ПВХ и районов их размещения.

Предложенные по результатам стратегического исследования критерии реабилитации относятся к двум вариантам возможного использования ПВХ: как радиационно-опасного объекта и как общепромышленного объекта. Хотя полная ликвидация объекта и реабилитация территории до состояния «зеленой лужайки» признается нереалистичной, можно тем не менее предложить основной дозовый критерий неограниченного использования территории. Для использования территории без ограничений рекомендуется обеспечить граничное значение годовой эффективной дозы для критической группы населения от облучения, вызванного остаточным техногенным облучением, на уровне 0,3 мЗв в год.

Кроме перечисленных основных критериев реабилитации ПВХ в рамках СИ-1 определено несколько производных критериев реабилитации.

Остаточное радиоактивное загрязнение почвы. Производным критерием облучения работников от остаточного загрязнения может служить концентрация радионуклидов в почве отдельных участков территории ПВХ. Устанавливать конкретные значения этой величины не представляется целесообразным, поскольку достаточно установить контрольные уровни мощности эффективной дозы внешнего облучения.

На территории промплощадок ПВХ среднегодовая мощность эффективной дозы гамма-излучения, обусловленная остаточным загрязнением поверхностного слоя почвы, не должна превышать 1,8 мкЗв/ч, а на территории санитарной защитной зоны (СЗЗ) — 0,5 мкЗв/ч.

Остаточное радиоактивное загрязнение зданий и сооружений. Ограничения на остаточное загрязнение поверхностей производственных помещений устанавливаются в зависимости от их дальнейшего использования. В помещениях радиационно-опасных объектов среднегодовая мощность

эффективной дозы гамма-излучения, обусловленная остаточным загрязнением, не должна превышать 1,8 мкЗв/ч. Уровни остаточного радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей в помещениях постоянного и периодического пребывания персонала группы А могут составлять 0,15 от установленных НРБ-99 допустимых уровней радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей. В помещениях постоянного пребывания персонала группы Б загрязнение рабочих поверхностей может составлять 0,05 от допустимых уровней.

Перенос радиоактивных веществ остаточного загрязнения за пределы ПВХ. Водные потоки, образующиеся из атмосферных осадков и при таянии снега, приводят к смыву содержащихся в поверхностном слое почвы радионуклидов в прибрежную акваторию. В результате их миграции в почве происходит загрязнение поверхностных и подземных вод, а в конечном счете морской воды и морепродуктов. В качестве критериев реабилитации территории по данному показателю служат допустимые уровни содержания радионуклидов в морепродуктах в зоне наблюдения (численные значения этих уровней приведены в Санитарных правилах и нормах 2.3.2.1078-01).

Выбросы и сбросы радиоактивных веществ в окружающую среду. В случае дальнейшего использования ПВХ в качестве радиационно-опасного объекта следует ограничить выбросы в атмосферу и сбросы в море радиоактивных веществ.

Основным путем облучения населения при загрязнении морской среды является потребление морепродуктов. Очевидно, что при смыве радионуклидов в море не должны быть превышены допустимые удельные активности радионуклидов в морепродуктах, установленные Санитарными правилами и нормами 2.3.2.1078-01. С учетом потребления населением морепродуктов доза от поступления ^{137}Cs и ^{90}Sr с морепродуктами, удельные активности которых равны допустимым значениям, формируется в основном за счет потребления рыбы и составляет для критической группы населения (дети в возрасте 10—17 лет) 0,12 мЗв в год. Таким образом, допустимые сбросы ^{137}Cs и ^{90}Sr в морскую среду не должны приводить к облучению критической группы населения в результате потребления морепродуктов более чем примерно 0,1 мЗв в год. Существующие в настоящее время уровни концентраций радионуклидов в морепродуктах существенно ниже допустимых значений.

Критерии для морской среды. В отношении морской воды отсутствуют согласованные на международном уровне радиологические стандарты качества. В сложившейся практике качество морской воды оценивается в контексте защиты населения и окружающей среды.

В соответствии с этими положениями в качестве критериев для морской воды могут служить два взаимосвязанных параметра, которые уже приводились выше:

- допустимые уровни удельной активности радионуклидов в рыбе и морепродуктах (Санитарные правила и нормы 2.3.2.1078-01);
- дозы облучения критической группы населения в результате потребления морепродуктов (примерно 0,1 мЗв в год).

Экологические критерии. В рамках проведения стратегического исследования рассматривался вопрос о целесообразности использования экологических критериев с учетом разрабатываемых подходов к охране биоты. Поскольку в СЗЗ и ЗН ПВХ мощность дозы гамма-излучения не превышает флуктуаций естественного фона, а содержание радионуклидов в почве и растительности находится на уровне фоновых значений, установления экологических критериев не требуется. Параметры радиационной обстановки в СЗЗ и ЗН ПВХ обуславливают заведомое выполнение нормативов (уровней скрининга), предлагаемых сегодня различными организациями.

Критерии для участков химического загрязнения. Критерием реабилитации химически загрязненных участков территории ПВХ являются уровни загрязнения почв, при которых недопустимо целевое (в данном случае — промышленное) использование земель.

Основным нормативным документом, требуемым для установления критериев радиэкологической реабилитации ПВХ, должны стать гигиенические нормативы «Критерии и нормативы для реабилитации территорий и объектов ФГУП «СевРАО» Федерального агентства по атомной энергии, загрязненных техногенными радионуклидами». Гигиенические нормативы должны пройти согласование в установленном порядке, и ими должны руководствоваться организации, проводящие проектирование и выполнение мероприятий по реабилитации, а также ведомственные, объектовые и территориальные службы, осуществляющие надзор за радиационной безопасностью среды обитания человека в районе расположения ПВХ. Работа по подготовке гигиенических нормативов в настоящее время осуществляется в ИБФ в рамках сотрудничества с Норвежским агентством по радиационной защите в реализации проекта «Разработка критериев и нормативов реабилитации».

Результаты СИ-3. В основу классификации дефектного ОЯТ должно лечь состояние топлива, определяющее возможность его переработки и технологическую схему доставки на ПО «Маяк» с учетом экономических показателей переработки и доставки. ОСТ 95.957-93, разработанный во ВНИПИЭТе, относит к ОЯТ, которое не может быть принято на переработку, только ОТВС, погнутые при выгрузке и/или имеющие другие механические повреждения, прежде всего отсутствие захватов. В ОСТ не упоминается о герметичности

оболочек твэлов как показателе перерабатываемости. В то же время, как следует из консультаций, проведенных на ПО «Маяк», этот показатель в значительной степени определяет возможность размещения ОТВС в бассейне хранения и передачи через бассейн на переработку, так как через сквозные дефекты оболочек твэлов будут переходить растворимые продукты деления, что приведет к повышению активности среды бассейна.

Недостаток статистического материала не позволяет с достаточной достоверностью судить об общем количестве ОТВС, имеющих негерметичные твэлы, подготовка которых к транспортировке на переработку потребует создания специальных упаковок и оборудования. Даже если считать, что дефектное ОЯТ составляет 5% общего количества (а это, по мнению специалистов, оптимистичная оценка), проблема обращения с дефектным ОЯТ представляется чрезвычайно актуальной и затратной.

Состояние ОЯТ, влияющее на возможность и условия его транспортировки для переработки и на саму переработку, определяется двумя основными факторами:

- состоянием ОЯТ на момент окончания эксплуатации;
- условиями хранения ОЯТ.

Состояние топлива на момент окончания эксплуатации характеризуется степенью и характером повреждений оболочек твэлов, определяющими наличие прямого контакта топливной композиции с теплоносителем и выход в него продуктов деления. В качестве критерия состояния оболочек твэлов в процессе эксплуатации принята контролируемая величина осколочной активности теплоносителя первого контура.

Методика и периодичность контроля активных зон в процессе эксплуатации определяются нормативными документами, которые устанавливают три возможных состояния:

- *Нормальное состояние* активной зоны предполагает практически полную герметичность оболочек твэлов. Осколочная активность теплоносителя определяется либо поверхностными технологическими загрязнениями оболочек ураном при изготовлении, либо остаточным загрязнением ураном, поступившим из топлива негерметичных активных зон предыдущих загрузок.
- *Допустимое состояние* характеризуется наличием микротрещин в оболочках твэлов, через которые в теплоноситель выходят газообразные и летучие продукты деления.
- *Недопустимое состояние*, при котором имеет место прямой контакт топливной композиции с теплоносителем, признаком чего служит появление α -активности теплоносителя. Эксплуатация реактора в этом случае должна быть прекращена.

Приведенные критерии характеризуют состояние всех ТВС, входящих в состав активной зоны, и не дают информации о состоянии отдельных сборок. Для оценки количества ТВС с разгерметизированными твэлами требуются специальные контрольные операции, получившие название контроль герметичности оболочек (КГО). Контроль проводится путем измерения активности газовой среды, продуваемой через нагретую тепловыделяющую сборку. Технология и оборудование, необходимые для КГО, достаточно просты и отработаны, однако испытания в условиях ПТБ и ПВХ проводились только на единичных зонах, поскольку работы эти трудоемки, затратны и требуют соответствующей привязки оборудования к объекту и участия квалифицированного персонала.

Анализ результатов КГО показал, что рост активности теплоносителя в ходе эксплуатации активных зон может иметь монотонный или скачкообразный характер. Монотонное нарастание активности теплоносителя обычно вызывается разгерметизацией значительной части ТВС при износовом механизме разрушения твэлов. При этом уровни разгерметизации заметно отличаются от сборки к сборке. На зонах, перешедших в недопустимое состояние, значительная разгерметизация, определяющая осколочную активность теплоносителя, имеет место на 6—10% разгерметизированных ОТВС. На 40—50% оставшихся ОТВС фиксируется газовая неплотность. Остальные сборки сохраняют герметичность. Для зон, переход которых в недопустимое состояние характеризовался резким повышением активности, разгерметизация, как правило, фиксируется только на 1—3 ОТВС. Остальные сборки практически не имеют сквозных дефектов оболочек твэлов.

Наряду с анализом состояния ТВС КГО позволяет выбрать объект для следующего этапа исследования — оценки фактического состояния твэлов в конкретной ТВС. Такие исследования проводятся в «горячих» лабораториях специализированных институтов (ФЭИ, НИИАР, РНЦ КИ). По результатам исследований отмечается наличие двух типов дефектов:

- короткие сквозные трещины на наружной поверхности оболочек (практически без раскрытия кромок);
- протяженные трещины со значительным раскрытием, в районе которых возможно растрескивание и выкрашивание топливной композиции.

Через трещины первого типа контакт среды первого контура с топливом практически отсутствует. При эксплуатации в теплоноситель могут переходить только радиоактивные благородные газы и летучие продукты деления. Трещины второго типа могут привести к коррозии топливной композиции, вымыванию растворимых продуктов деления (Cs, Sr), выкрашиванию топливной композиции и переходу в теплоноситель частиц топлива.

По результатам исследований состояния оболочек твэлов дефектных ОТВС можно отметить, что в сборках, входящих в состав активных зон, переходу которых в недопустимое состояние предшествовало монотонное повышение активности теплоносителя первого контура, максимальное число разгерметизированных твэлов не превышает 50%.

Как уже указывалось, текущий уровень дефектности ОЯТ определяется не только состоянием топлива в момент его выгрузки из реактора, но и условиями последующего хранения. При этом прогрессирующее разрушение оболочек твэлов в процессе хранения отмечается только у ОТВС, имеющих разгерметизированные твэлы; герметичные ОТВС сохраняют целостность оболочек и практически не подвержены разрушению. Очень мало подвержены разрушению и твэлы, имеющие газовую неплотность. Эти обобщения позволяют дифференцированно подходить к анализу деградационных процессов в ходе длительного хранения ОТВС и получить уточненный количественный прогноз фактического состояния хранящегося топлива.

Рассматривая условия хранения ОТВС, следует оценить их для трех вариантов размещения ОЯТ:

- в реакторах АПЛ;
- в хранилищах плавучих технических баз;
- в хранилищах ПВХГ и ПВХА.

При этом следует оценивать три вида хранения:

- «мокрое» хранение в штатной среде и при нарушении требований к составу среды;
- сухое хранение в герметичных чехлах;
- смешанное хранение.

В реакторах АПЛ в настоящее время имеет место «мокрое» хранение в среде, отвечающей требованиям соответствующей документации (практически неизвестны случаи нарушения состава среды).

На ПТБ с 1984 г. внедрено хранение ОТВС в сухих чехлах, размещенных в заполненных водой бассейнах. В этом случае при отсутствии нарушений герметичности чехлов хранение осуществляется практически в сухой атмосфере. Следует отметить, что вода в бассейнах не соответствует требованиям и, как правило, имеет место значительное (в десятки раз) превышение содержания солей и хлор-ионов. Это может привести к разгерметизации пеналов, контакту среды с тепловыделяющими сборками и коррозии их элементов.

Нынешние ПВХ были спроектированы как береговые технические базы с бассейнами для выдержки ОЯТ. Выгруженные ОТВС размещались в специальных ячейках в сухих чехлах. Предусматривалось, что после выгрузки топлива из реакторов чехлы с ОЯТ размещаются на ПТБ, затем топливо в тех же чехлах передается на БТБ и в них же из хранилищ БТБ перегружается в транспортные контейнеры. После того как расчетным путем было установлено, что температура на поверхности оболочек твэлов даже при отсутствии охлаждения заведомо ниже допустимой, было принято решение об удалении воды из бассейнов выдержки. Однако добиться полного осушения не удалось. Хранилища БТБ подвержены сезонным колебаниям температуры, там скапливаются конденсат и атмосферные осадки. В не-

герметичные чехлы в начальный период хранения попало значительное количество влаги, а впоследствии дождь и снег. Значительная активность среды в чехлах свидетельствует о серьезных повреждениях ОТВС.

Рассматривая условия хранения, можно сделать предположения о возможных схемах деградации топлива. В первую очередь при оценке общего состояния ОЯТ следует оценить коррозионное воздействие среды хранения.

Как отмечалось выше, коррозионные процессы для топлива, хранящегося в реакторах, минимизированы поддержанием специального водного режима. Слабая коррозионная агрессивность среды и дополнительное ингибирование обеспечивают малую интенсивность коррозионных процессов и практически полное отсутствие деградации топлива.

Значительно сложнее оценить состояние ОЯТ, находящегося (или находившегося раньше) в мокром или «псевдосухо» хранении. Последнее подразумевает наличие влаги в негерметичных чехлах, связанное с недостаточным осушением бассейнов или атмосферными осадками. При значительных отклонениях состава среды хранения от норм по содержанию агрессивных примесей может происходить достаточно интенсивная коррозия топлива.

Исследования показали, что коррозионная деградация твэлов имеет место только при наличии на их оболочках сквозных дефектов большой протяженности (рис. 5.16). Новые дефекты в процессе хранения не появляются. Скорость выхода активности повышается с увеличением продолжительности испытаний, что свидетельствует о подрастании и дальнейшем раскрытии трещин.

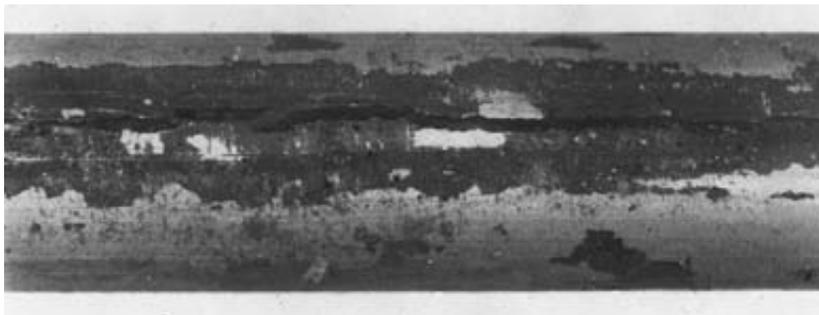


Рис. 5.16. Сквозная трещина оболочки твэла

Таким образом, на негерметичных твэлах, имеющих дефекты в виде газовых неплотностей (единичные нераскрытые трещины длиной 1—2 мм), процессы коррозионного разрушения проходят медленно, и дефекты в процессе хранения не получают существенного развития. На разгерметизированных твэлах, имевших многочисленные сквозные разрушения оболочек, трещины большой протяженности в процессе коррозии заметно

увеличиваются как в осевом, так и в радиальном направлениях. При наличии или появлении растрескивания композиции в районе трещин в ряде случаев отмечается выкрашивание частиц топлива и фрагментация твэлов.

Весьма существенное влияние на состояние ОТВС могут оказывать процессы неоднократного замораживания-размораживания воды, находящейся в чехлах. Здесь в первую очередь вызывают опасения сборки, имеющие протяженные раскрытые трещины. Возникающие при замораживании напряжения могут приводить к росту трещин и, возможно, к фрагментации твэлов.

Наиболее заметно в количественном отношении процессы деградации будут проходить в ПВХ, расположенном в губе Андреева. Примерно 30% находящихся там активных зон выгружены в аварийном состоянии. Количество ОТВС с разгерметизированными твэлами в таких зонах достигает 50—70%, из них до 10% имеют твэлы с раскрытыми дефектами большой протяженности. Такие ОТВС при длительном хранении могут подвергнуться значительным разрушениям вплоть до выкрашивания композиции и фрагментации. В чехлах, где размещены эти ОТВС, возможно наличие просыпей топливной композиции. Представляется, что вопросы переработки этих сборок следует рассматривать индивидуально. В ряде случаев переработка будет представлять собой сложную техническую задачу, поэтому для них необходимо оценить возможность и варианты организации длительного контролируемого хранения ОТВС. Ориентировочно количество таких ОТВС в губе Андреева может составить 600—750 шт.

К числу дефектных ОТВС, требующих индивидуального подхода, следует отнести также неизвлекаемые из чехлов сборки, например, распухшие или погнутые. Представляется, что ОТВС, имеющие подобные дефекты, не следует извлекать из чехлов. Скорее всего, должен быть решен вопрос о размещении их на длительное хранение.

С учетом изложенного предлагается следующая классификация дефектного ОЯТ по условиям и возможности его переработки:

- *Условно дефектное.* К этой категории относятся ОТВС, имеющие сквозные дефекты с небольшой площадью открытого топлива, контакт которого с водой бассейна на ПО «Маяк» минимален и не приведет к заметному выходу активности.
- *Дефектное.* ОТВС этого типа имеют сквозные дефекты с относительно большой площадью открытого топлива. В соответствии с требованиями ПО «Маяк» каждую такую сборку необходимо помещать в тонкостенный герметичный пенал.
- *Дефектное неперерабатываемое.* Такими считаются ОТВС, не соответствующие требованиям ОСТ В.95.957-93, а также имеющие значительные повреждения топливной части (фрагментация твэлов, просыпь топливной композиции и т. п.). Переупаковка таких сборок в пеналы и даже извлечение из пеналов или чехлов потребует создания сложного технологического оборудования и в некоторых случаях индивидуального под-

хода к каждой сборке. Выбор варианта обращения с такими ОТВС (переработка или длительное контролируемое хранение) должен определяться путем соответствующих технико-экономических исследований.

По основным конструктивным признакам ОТВС ЯЭУ ВМФ, хранящиеся на ПВХ «СевРАО», можно разделить на две группы. В первую входят ОТВС, которые использовались в реакторах первого поколения и в начальный период эксплуатации в реакторах второго поколения. Во вторую группу входят ОТВС, использовавшиеся в большинстве реакторов второго поколения. Кроме того, на хранении находятся тепловыделяющие сборки опытных и штатных активных зон реакторов атомных ледоколов, отличающиеся от сборок ЯЭУ ВМФ по конструкции и по входящим в их состав материалам. Основной целью этой работы было исследование характерных дефектов тепловыделяющих сборок и твэлов корабельных реакторов первого и второго поколений.

Наиболее типичным видом повреждений твэлов первой группы является разгерметизация твэлов, окисление топливной композиции, увеличение ее объема и заметное уменьшение проходного сечения сборки. Кожух сборки при этом деформировался слабо, препятствий для ее транспортировки, как правило, не возникало.

Разрушение оболочек твэлов из аустенитной нержавеющей стали носит хрупкий межзеренный характер (рис. 5.17). По мнению большинства специалистов, механизм разрушения аустенитной стали в этих условиях связан с коррозионным растрескиванием под напряжением.

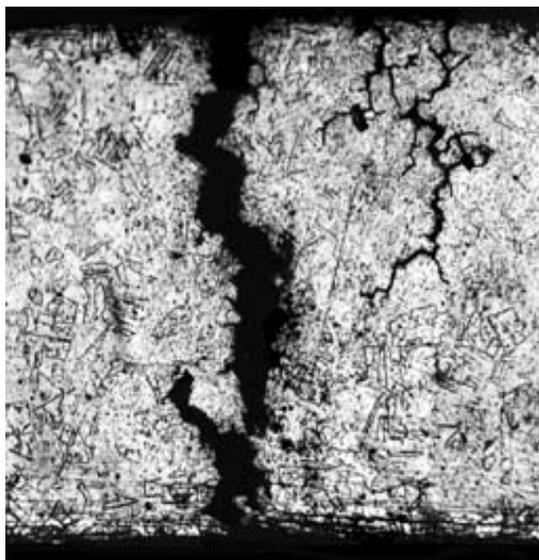


Рис. 5.17. Коррозионное растрескивание оболочки твэла

При попадании теплоносителя под оболочку происходит окисление топлива, которое сопровождается увеличением его объема. Это приводит к деформации оболочки. Также был обнаружен еще один механизм вторичного повреждения оболочек твэлов. Попадавший под оболочку во время стоянок теплоноситель при выходе на мощность вскипал и деформировал оболочку с большой скоростью. В этом случае разрушение имело вязкий характер (рис. 5.18).

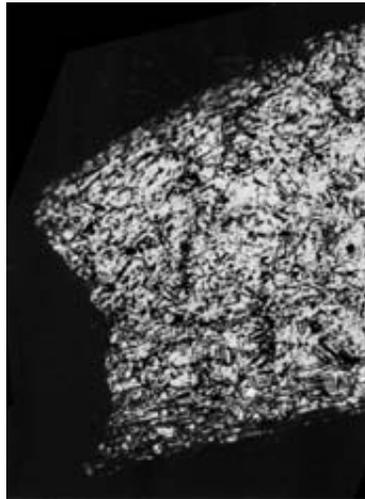
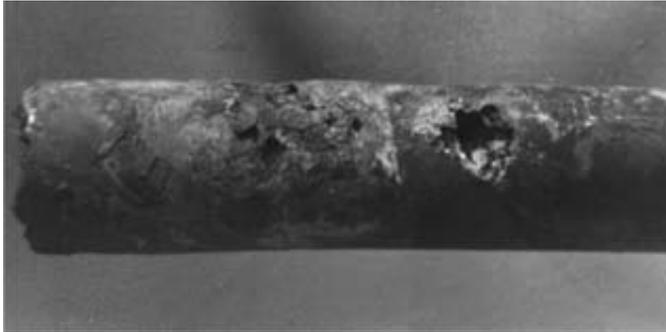


Рис. 5.18. Характер разрушения оболочки при вскипании под ней теплоносителя

Еще один вид разрушения — пережог оболочек твэлов — наблюдался в тех тепловыделяющих сборках, где был достигнут кризис теплоотдачи. Возникновение кризисных явлений приводило к наиболее серьезным разрушениям тепловыделяющих элементов с повреждением не только оболочки, но и самой топливной композиции.

Наиболее типичным видом повреждений твэлов второй группы, использовавшихся в большинстве реакторов второго поколения, является негерметичность твэлов вследствие образования микротрещин длиной от 3 до 50 мм, проходящих вдоль образующей стержня (рис. 5.19). Эти трещины расположены преимущественно в области максимального выгорания топлива (100—550 мм от нижнего торца твэла). Количество негерметичных элементов в сборе зависит от глубины выгорания топлива.

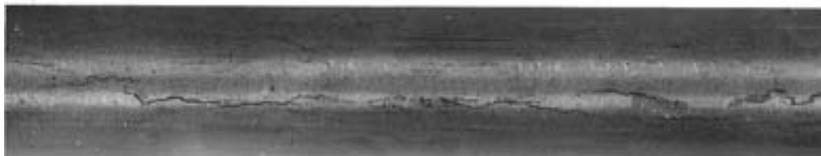
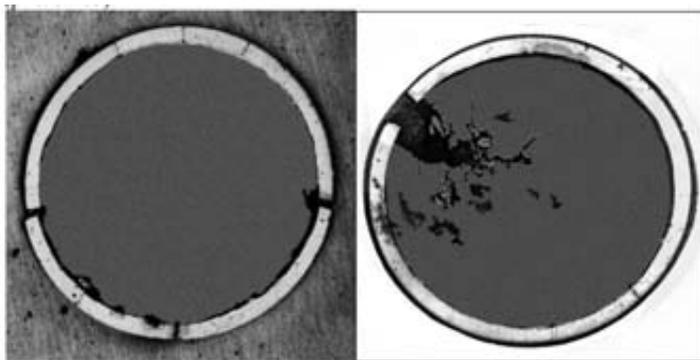


Рис. 5.19. Микротрещины оболочки твэла

На поверхности твэлов, работавших в режимах с кипением теплоносителя, образовывались значительные по толщине отложения примесей и коррозионных продуктов, содержащихся в теплоносителе. На поверхностях твэлов, работавших в условиях конвективного теплоотвода, толщина отложений, как правило, не превышала 5 мкм.

При образовании нескольких трещин наблюдается отслоение сердечника от оболочки (рис. 5.20а), а при образовании одной трещины она чаще всего распространяется вглубь сердечника (рис. 5.20б).



а

б

Рис. 5.20. Поперечные сечения дефектных твэлов

В процессе эксплуатации негерметичных твэлов раскрытие трещин их оболочек увеличивается (рис. 5.21 и 5.22), а топливная композиция окисляется, увеличивается в диаметре и частично вымывается (рис. 5.23).

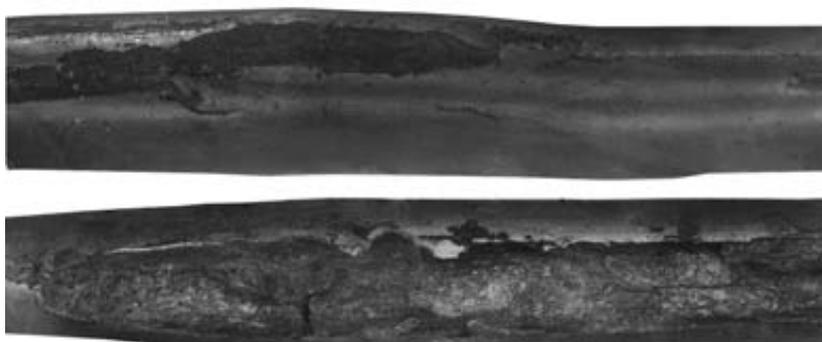


Рис. 5.21. Развитие дефекта в негерметичных твэлах

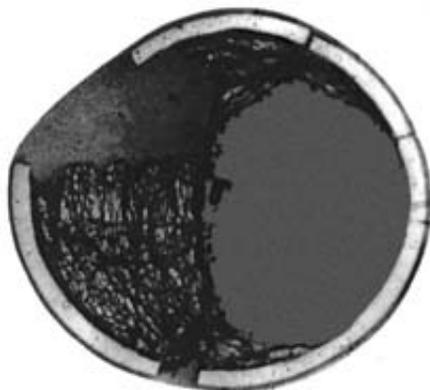


Рис. 5.22. Последствия длительной работы негерметичного твэла

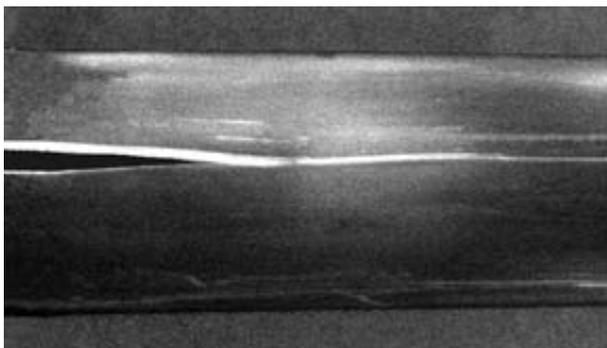


Рис. 5.23. Трещина в кожухе ОТВС

Металлографические исследования показали, что хрупкие межзеренные трещины могут служить концентраторами напряжений и провоцировать разрушение оболочек герметичных твэлов при длительном хранении в агрессивных средах. Обнаружено некоторое увеличение диаметра элементов (0,5—1,6%), которое в первом приближении пропорционально накоплению осколков деления.

Измерения рентгеновским методом упругих напряжений в цилиндрических оболочках отработавших твэлов свидетельствуют, что они приближаются к пределу текучести облученного материала (500—800 МПа). Вследствие этого, в частности, имеет место развитие дефектов при хранении ОЯТ в воде с высоким солесодержанием.

Наличие негерметичных твэлов с большой степенью взаимодействия с теплоносителем приводит к образованию просыпей. Появление просыпей негативно сказывается на безопасности технологических операций по обращению с ОЯТ. В связи с этим большое значение имеет сохранность кожуха ОТВС. При исследованиях установлено, что в большинстве сборок чехлы сохраняли целостность и несущую способность. Однако следует иметь в виду, что случаи разрушения чехлов имели место при перегрузочных операциях на АПЛ и технических базах.

Следует отметить, что во всех ОТВС, отобранных из активных зон, где по показаниям системы контроля герметичности оболочек фиксировалось возрастание активности теплоносителя, имеются негерметичные твэлы, причем число дефектных элементов и степень их разрушения тем выше, чем больше активность теплоносителя. Проанализировав и сравнив информацию об активности теплоносителя с данными исследований, можно отметить следующее. Значительная доля негерметичных твэлов с большой степенью взаимодействия с теплоносителем наблюдалась только в зонах, достигших предельного состояния по активности теплоносителя, и в тех случаях, когда разгерметизация была связана с износными механизмами. Именно эти зоны вызывают основные опасения с позиции образования просыпей. В зонах, где разгерметизация была связана с кризисными явлениями, как правило, наблюдалось небольшое количество разрушенных сборок, но со значительной степенью деградации топлива и конструктивных элементов. Очевидно, что эти два вида зон легко различаются по темпу роста активности теплоносителя.

Анализ имеющихся данных по состоянию активных зон, хранящихся в ПВХ «СевРАО» и ПТБ «Лепсе», позволяет сделать следующие выводы.

1. Нормативно установлены интегральные показатели состояния активных зон на конец эксплуатации (допустимое и недопустимое), определяемые показателем «активность теплоносителя» и характеризующие степень негерметичности оболочек твэлов. Степень негерметичности зависит от площади контакта открытого (т. е. не защищенного оболочкой) топлива с

теплоносителем и, следовательно, соответствует суммарной поверхности сквозных дефектов оболочек твэлов, в некоторых случаях дополнительно включающей поверхности, образовавшиеся при разрушении (растрескивании) топливной композиции.

2. Динамика изменения активности теплоносителя в процессе эксплуатации позволяет оценить количество разгерметизированных ОТВС в конкретной активной зоне. Монотонное пологое изменение активности вплоть до перехода в недопустимое состояние свидетельствует о разгерметизации значительного количества сборок. Резкое повышение осколочной активности теплоносителя, как правило, соответствует появлению значительных по раскрытию (площади открытого топлива) дефектов на 1—3 ОТВС. Следует отметить, что подавляющее большинство зон перешли в недопустимое состояние при массовом характере разгерметизации с плавным монотонным повышением активности.

3. Контроль герметичности оболочек, проводимый перед выгрузкой активных зон на атомных ледоколах и после выгрузки на стендах, показывает, что при монотонной динамике роста активности среды при переходе в недопустимое состояние значительная разгерметизация (поверхность открытого топлива) отмечается на 6—10% ОТВС, газовая неплотность (короткие трещины с малым раскрытием) — на 40—50%; остальные ОТВС сохраняют герметичность.

4. В соответствии с экспериментальными данными можно предположить значительную деградацию сильно разгерметизированных ОТВС в процессе хранения вплоть до фрагментации отдельных твэлов. Деградация герметичных и имеющих небольшие дефекты (условно дефектных) сборок не может быть особенно ощутимой. Таким образом, к дефектному перерабатываемому и дефектному неперерабатываемому ОЯТ из общего количества, хранящегося в губе Андреева, может быть отнесено 600—750 ОТВС.

5. Особые условия хранения топлива на ПТБ «Лепсе» (12 лет в морской воде) вызывают серьезные опасения в части состояния (не только герметичности, но и целостности) топливных частей ОТВС на значительном (до 50%) количестве хранящегося ОЯТ.

6. Для топлива, хранящегося на ПВХ в поселке Гремиха, решением проблемы обращения с ним, возможно, будет только перетаривание в новые чехлы и новые контейнеры. В то же время из-за отсутствия данных по состоянию этого ОЯТ на момент выгрузки потребуются дефектация ОТВС.

Результаты СИ-4. Определены наиболее приемлемые варианты обращения с неперерабатываемым ОЯТ в Северо-Западном регионе России:

- Уран-бериллиевое топливо реакторов с ЖМТ целесообразно доставлять в составе ОВЧ в НИИАР или ФЭИ для разборки. Вопрос о дальнейшем обращении с ним должен быть рассмотрен отдельно.

- Уран-циркониевое топливо реакторов ледокольного флота может быть переработано в НИИАР на радиохимическом комплексе с использованием перспективных топливных циклов на основе пирохимических технологий. Стоимость переработки всего U-Zr ОЯТ составляет примерно 62 млн долл, срок реализации проекта — семь-восемь лет.
- Альтернативой является переработка уран-циркониевого топлива на ПО «Маяк» с использованием модифицированной водно-экстракционной технологии. Стоимость переработки всего уран-циркониевого ОЯТ — примерно 68 млн долл., срок реализации проекта — восемь лет.
- Наряду с переработкой неперерабатываемого ОЯТ изучена возможность его длительного контролируемого хранения в наземных и подземных хранилищах:
 - В наземном хранилище ФГУП «Атомфлот» можно хранить в металлобетонных контейнерах ТУК-120 до 50% ледокольных ОТВС, находящихся в настоящее время на ПТБ «Лотта». Для полной разгрузки ПТБ «Лотта» необходимо использовать загрузку ОТВС в чехлы с двухъярусным расположением активных частей ОТВС. ОЯТ ледоколов, хранящееся на ПТБ «Лепсе», не предполагается размещать в хранилище ФГУП «Атомфлот». Общая стоимость строительства хранилища ФГУП «Атомфлот» составляет 15 млн фунтов стерлингов.
 - В подземном хранилище, расположенном в Кольском регионе на глубине 100—150 м, можно хранить все ледокольное ОЯТ в металлобетонных контейнерах или чехлах. Для хранения 4000 ОТВС с уран-циркониевым ОЯТ нужно примерно 120 контейнеров ТУК-120 (при двухъярусном размещении — 70 контейнеров). Полные затраты на строительство и эксплуатацию хранилища составляют: при хранении ОЯТ в чехлах — 71 млн долл., при одноярусном размещении ОТВС в контейнерах — 75—78 млн долл., при двухъярусном размещении ОТВС в контейнерах — 68—70 млн долл.
 - В подземном Нижнеканском хранилище, расположенном в Красноярском крае на глубине около 500 м, все ОТВС с уран-циркониевой композицией могут быть размещены в чехлах 26 (или 26м) без разборки либо уплотненно с двухъярусным размещением топливных частей. В первом случае общие затраты составят 130—150 млн долл., во втором — примерно 100 млн. Срок реализации проекта — 10—12 лет.

Результаты СИ-6. 1. В настоящее время в России отсутствуют нормативные документы, запрещающие захоронение радиоактивных отходов. В существующих нормативных документах, регламентирующих процедуры создания пунктов захоронения различных видов РАО, указано, что все технические

решения должны определяться и обосновываться в проекте с учетом характеристик РАО и природных условий на участке размещения объекта.

2. Российские и зарубежные подходы к обращению и захоронению РАО близки и не противоречат друг другу, в том числе по рекомендуемым характеристикам радионуклидов для захоронения РАО в приповерхностных условиях.

3. Близость отечественных и зарубежных концептуальных и методических подходов к обоснованию условий создания могильников долгоживущих РАО в глубоких геологических формациях была подтверждена при проведении совместных семинаров с обсуждением результатов исследований.

4. В России совершенствуется нормативная база по обращению с РАО, в том числе в направлении дальнейшего сближения с международными подходами. В ближайшее время предполагается разработать пакет технических регламентов по обращению с РАО вплоть до окончательного захоронения.

5. В настоящее время при финансовой поддержке и методической помощи зарубежных стран в Северо-Западном регионе ведущие российские организации проводят работы по совершенствованию обращения с РАО с целью улучшения экологической обстановки, в первую очередь в пунктах сосредоточения основных объемов РАО. При финансовой поддержке Великобритании, Швеции и Норвегии во ВНИПИЭТе разработано «Обоснование инвестиций по обращению с РАО на ПВХ в губе Андреева». Основные решения, разработанные для этой площадки, могут быть использованы при создании региональных центров и модернизации обращения с РАО на предприятиях региона.

6. По каждой стадии предпроектных и проектных работ для обоснования сооружения могильника РАО и его возведения представлены содержание и масштабы необходимых инженерно-геологических изысканий, состав регламентированной предпроектной и проектной документации. Приведена типовая схема процесса лицензирования и получения разрешений на создание регионального могильника РАО.

7. На основании анализа данных, предоставленных в отчете по СМП-1, разработана структурная модель распределения по объектам региона и характеристикам РАО, накопленных до 2007 г. и ожидаемых до 2020 г. Эта модель использована для разработки концептуальных решений по совершенствованию обращения с РАО в регионе и определения приоритетных направлений. В ходе дальнейшего выполнения работ будет проводиться уточнение и эволюционное развитие модели для повышения обоснованности технических решений по конкретным объектам.

8. Обоснованные оценки динамики изменения и перемещения накопленных и ожидаемых объемов РАО по годам в пределах периода до 2020 г.

могут быть получены на последующих стадиях, в том числе при выполнении проектов, разработка которых предложена в соответствии с техническим заданием по теме СИ-6. Динамика по годам зависит от технических решений и сроков выполнения работ по вводимым в эксплуатацию установкам переработки РАО, выводимым из эксплуатации существующим хранилищам, создаваемому региональному могильнику РАО, программам утилизации АПЛ, судов АТО, НК с ЯЭУ. Этапность и сроки выполнения работ будут в значительной степени определяться объемами финансирования по годам в течение указанного периода.

9. Приведены результаты анализа состояния дел по обращению с РАО в регионе, в том числе с учетом данных от ведущих предприятий, участвующих в утилизации объектов.

10. Выполнен анализ и построены гистограммы относительного распределения объемов различных видов РАО в Северо-Западном регионе. В связи с тем, что основная часть накопленных и ожидаемых отходов сосредоточена на территории ПВХ в губе Андреева, представлен детальный анализ объемов и характеристик различных видов РАО на указанной площадке, определены основные направления модернизации процессов обращения с РАО на базе применения современных технологий и оборудования.

11. Выполнен анализ российских нормативных документов по обращению, хранению и захоронению РАО, представлены основные функциональные требования по данной тематике и критерии приемлемости РАО, регламентируемые в этих нормативных документах. Существующий комплект нормативных документов позволяет выполнять работы по созданию объектов обращения, хранения и захоронения РАО в регионе. Целесообразно поддержать предложения, разрабатываемые по направлениям СИ-1 и СИ-8, о внесении необходимых изменений в нормативные документы и выделении из общего объема НАО группы очень низкоактивных отходов, близких по свойствам к принятой в ряде стран категории ОНАО.

12. Определены основные функциональные требования, предъявляемые к вновь создаваемым или модернизируемым центрам по обращению с РАО в регионе. Рекомендовано создать два центра — на ПВХ в губе Андреева и в районе Северодвинска.

13. На основании анализа характеристик РАО в Северо-Западном регионе, сравнения с международными и российскими нормативными требованиями по приповерхностному захоронению короткоживущих САО и НАО предварительно определено, что безопасно захоранивать такие отходы можно в капитальных подземных сооружениях в облегченных первичных упаковках. Для обоснования этого положения и определения оптимальных характеристик многобарьерной системы окончательной изоляции РАО и конструкции могильников РАО с учетом радионуклидных составов захора-

ниваемых отходов предлагается выполнить общерегиональный демонстрационно-исследовательский проект.

14. Проведен анализ ранее выполненных работ по обоснованию выбора участков размещения регионального могильника РАО для Северо-Западного региона. В приложении к итоговому отчету представлены подробные информационные материалы, а также анализ результатов ранее выполненных исследований по проекту TACIS и проекту могильника НАО и САО на архипелаге Новая Земля. Предложены варианты выбора участков в многолетнемерзлых породах и на Кольском полуострове. При обосновании выбора типов могильников для захоронения РАО с учетом их активности и радионуклидного состава предлагается учитывать изолирующие свойства всей многобарьерной системы — инженерных и природных барьеров. В некоторых случаях обоснованный выбор благоприятных свойств вмещающих пород и конструкции могильника позволит снизить требования к некоторым элементам системы инженерных барьеров. Результаты исследований и проектных проработок использованы при обосновании выбора участков для размещения региональных объектов хранения и захоронения РАО.

15. С целью освобождения площадок предприятий от ранее накопленных и вновь образующихся отходов рекомендуется создать региональный Центр длительного хранения и захоронения РАО (РЦКХ) в районе Сайда-губы. В этом центре дополнительно к существующему хранилищу реакторных отсеков утилизируемых АПЛ целесообразно создать:

- поверхностное накопительное хранилище кондиционированных РАО до отправки в региональный могильник;
- могильник для захоронения части короткоживущих НАО в подземных сооружениях на глубине нескольких десятков метров.

Размещение РЦКХ в районе Сайда-губы, вблизи от мест образования основных объемов РАО — ПВХ в губе Андреева, предприятий «Атомфлот», СРЗ «Нерпа», СРЗ-10 и других предприятий, расположенных в районе Мурманска, создаст дополнительные преимущества по экономическим и экологическим показателям.

1. На основании предварительного анализа природных условий и характеристик скального массива пород в районе Кольского полуострова в непосредственной близости от Сайда-губы предложены для дальнейшего изучения три участка, потенциально пригодные для создания указанных объектов регионального Центра длительного хранения и захоронения РАО.

2. На основании предварительного анализа природных условий и характеристик массива многолетнемерзлых пород на Югорском полуострове и скального массива пород на Кольском полуострове предложены для дальнейшего изучения пять участков, потенциально пригодных для создания

регионального могильника РАО: четыре на Югорском полуострове и один на Кольском полуострове.

3. В массиве многолетнемерзлых пород (на Югорском полуострове или архипелаге Новая Земля) может быть создан региональный могильник НАО и САО, в том числе для аналогичных отходов Кольской АЭС и Мурманского специализированного комбината радиационной безопасности «Радон». В результате будут практически освобождены от экологически опасных РАО все обжитые районы Мурманской и Архангельской областей. Будет эффективно решена не только экологическая проблема региона, но и улучшатся технико-экономические показатели создаваемого регионально-го могильника РАО. Кроме того, появится возможность долевого участия других организаций на этапе строительства могильника. Окончательный выбор участка для сооружения регионального могильника РАО может быть выполнен на дальнейших этапах.

4. Разработана «Концепция размещения региональных объектов обращения, хранения и окончательного захоронения РАО», в том числе ее цели, задачи, предлагаемые первоочередные мероприятия для реализации, вероятные места расположения объектов обращения, временного хранения и окончательного захоронения РАО в Северо-Западном регионе. Основные положения предлагаемой концепции по проблеме РАО для Северо-Западного региона соответствуют системному подходу, который используется в настоящее время в работах, проводимых под руководством Росатома с целью создания в России единой государственной системы обращения с РАО.

5. Предварительно определены вероятные места размещения региональных объектов и предлагаемые трассы перевозок различных видов РАО для переработки, хранения и окончательного захоронения.

6. Предложено шесть общерегиональных первоочередных проектов для разработки и обоснования основных технических решений по созданию региональных объектов обращения, хранения и окончательного захоронения РАО в Северо-Западном регионе для эффективного решения проблемы РАО.

7. В соответствии с разработанным комплексным подходом к решению проблемы РАО в Северо-Западном регионе выполнен предварительный анализ предложений ведущих предприятий — источников РАО по развитию инфраструктуры обращения с РАО на предприятиях региона.

Результаты СИ-7. В результате сопоставления достоинств и недостатков разработанных концептуальных решений был сделан вывод о предпочтительности создания центров переработки ТО в Мурманской и Архангельской областях. Одновременно были сформулированы основные функцио-

нальные требования к этим центрам и участкам переработки ТО, а также представлен состав оборудования, необходимого для организации переработки токсичных отходов по выбранному варианту.

При определении основных функциональных требований было задано, что объекты переработки ТО должны обеспечивать:

- накопление и временное хранение всех видов ТО;
- перевод водных растворов хромата и бихромата калия и нитрита натрия в твердое состояние;
- сжигание некондиционных нефтепродуктов;
- прессование соответствующих твердых ТО;
- сжигание горючих ТО;
- перевод карбидных илов в твердое состояние.

Для обеспечения выполнения перечисленных функций на каждом из областных центров необходима следующая инфраструктура:

- площадка временного хранения ТО;
- производственная линия по переработке водных растворов хромата и бихромата калия;
- производственная линия по переработке твердых ТО;
- производственная линия по переработке резины;
- производственная линия по переработке металлической тары, потерявшей потребительские свойства;
- производственная линия по переработке ртутных ламп;
- производственная линия по переработке карбидного ила.

Обобщенная для всех объектов Северо-Западного региона схема обращения с токсичными отходами выглядит следующим образом.

Общегородские полигоны захоронения ТО Северодвинска, Снежногорска, Полярного. Необходимая инфраструктура: производство по сортировке, компактированию, сжиганию твердых токсичных отходов.

Отправка:

- металлолома — на металлургические предприятия;
- резины:
 - из Северодвинска — на ЦС «Звездочка»;
 - из Снежногорска и Полярного — на СРЗ «Нерпа».

Хранение на территории полигонов: спрессованные и неспрессованные негорючие твердые токсичные отходы, а также зольные остатки.

ПВХ ОЯТ и РАО в поселке Гремиха и в губе Андреева. Необходимая инфраструктура: производство по компактированию металлической тары.

Отправка:

- люминесцентных ламп — на ФГУП «10 СРЗ» Министерства обороны;
- металлолома — на металлургические предприятия;
- строительных отходов — на полигон для захоронения.

ЦС «Звездочка» и СРЗ «Нерпа». Необходимая инфраструктура:

- площадка временного хранения ТО;
- производство по переработке водных растворов хромата и бихромата калия;
- производство по переработке твердых ТО;
- производство по переработке резины;
- производство по компактированию металлической тары;
- производство по переработке карбидного ила.

Отправка:

- металлолома — на металлургические предприятия;
- резинового вулканизата, концентрированных солей хромата и бихромата калия — потребителям;
- спрессованных и неспрессованных негорючих ТО, зольных остатков — на полигон для захоронения;
- строительных блоков — на реализацию;
- ртутных ламп:
 - с ФГУП МП «Звездочка» — на специализированные предприятия;
 - с ФГУП СРЗ «Нерпа» — на ФГУП «10 СРЗ» Министерства обороны.

ФГУП «10 СРЗ» Министерства обороны. Необходимая инфраструктура:

- производство по переработке ртутных ламп;
- площадка временного хранения ТО;
- производство по компактированию металлической тары;
- производство по переработке карбидного ила.

Отправка:

- горючих ТО, компактируемых негорючих ТО — на СРЗ «Нерпа»;
- ступы и отработанных сорбентов — на ртутные комбинаты;

- металллома — на металлургические предприятия;
- строительных блоков — на реализацию;
- некомпактируемых негорючих ТО — на полигон для захоронения.

ПО «Севмаш». Необходимая инфраструктура:

- площадка временного хранения ТО;
- производство по компактированию металлической тары;
- производство по переработке карбидного ила.

Отправка:

- ртутных ламп — на специализированные предприятия;
- горючих ТО, компактируемых негорючих ТО — на ЦС «Звездочка»;
- металллома — на металлургические предприятия;
- строительных блоков — на реализацию;
- некомпактируемых негорючих ТО — на полигон для захоронения.

На всех четырех заводах должны соблюдаться одинаковые правила относительно хранения изделий, содержащих полихлорбифенилы, а также относительно использования жидкости ПГВ и хладонов. В соответствии с этими правилами изделия, содержащие полихлорбифенилы, должны храниться на территории предприятий, а жидкости ПГВ и хладоны должны передаваться на склады ВМФ, использоваться заводами для своих нужд или отправляться предприятиям-изготовителям.

5.2.4. Краткий анализ производственной базы

Под производственной базой выполнения ПКУ понимается совокупность заводов с производственной инфраструктурой, судов АТО, хранилищ, площадок, подъемно-транспортного оборудования, контейнерного парка, подвижного состава для обращения с ОЯТ и РАО, а также других технических средств, обеспечивающих весь цикл работ по комплексной утилизации и экологической реабилитации объектов флота на Северо-Западе России.

Основными предприятиями, выполняющими более 75% работ по утилизации плавучих объектов, являются ЦС «Звездочка» в Архангельской области (рис. 5.24 и рис. 5.25) и СРЗ «Нерпа» в Мурманской области (рис. 5.26).



Рис. 5.24. Утилизация АПЛ в док-камере ЦС «Звездочка»



Рис. 5.25. ЦС «Звездочка»



Рис. 5.26. Общий вид СРЗ «Нерпа»

На долю двух других заводов (ПО «Севмашпредприятие» и Полярнинский СРЗ) приходится малая часть работ по утилизации кораблей.

Обращение с РО. Принятый на СРЗ «Нерпа» этапно-позиционный метод позволяет предприятию в течение календарного года, кроме утилизации АПЛ, выполнить работы по формированию до 14 реакторных отсеков из реакторных блоков.

Создание берегового ПДХ РО в губе Сайда позволяет достичь конечной цели утилизации АПЛ путем установки РО на длительное береговое хранение. В настоящее время введен в эксплуатацию первый пусковой комплекс, рассчитанный на хранение 28 РО.

Обращение с ОЯТ. В настоящее время в Северо-Западном регионе кроме БКВ в качестве плавучих средств выгрузки ОЯТ из реакторов АПЛ могут использоваться: в Мурманской области — ПТБ «Имандра» и ПТБ «Малина», в Архангельской области — ПТБ «Малина».

В Мурманской области для приема ОТВС из хранилищ ПТБ и транспортировки их к причалу железнодорожного терминала используется ПТБ «Лотта».

В период с 2000 по 2005 г. в ПВХГ была восстановлена и реконструирована транспортно-технологическая система выгрузки ОВЧ из реакторов АПЛ класса «Альфа».

В оперативном обороте Северо-Западного региона сейчас находится 78 радиационно-защитных контейнеров. Наиболее напряженным с точки зрения достаточности парка транспортных контейнеров будет период вывоза ОЯТ из ПВХА.

В рамках работ по утилизации АПЛ и НК с ЯЭУ в Северо-Западном регионе до конца 2010 г. по штатной схеме для переработки на ПО «Маяк» должно быть вывезено 1688 чехлов с ОЯТ, на что потребуется 21 рейс спецшелона. Анализ использования спецшелонов в 2004—2006 гг. подтвердил реальность такого плана.

Обращение с РАО. Объекты, занимающиеся обращением с РАО на заводах в Мурманской и Архангельской областях, обладают минимально необходимой для ограниченного решения этой задачи инфраструктурой включая переработку ЖРО и компактирование ТРО. Однако с началом утилизации судов АТО и экологической реабилитации ПВХ существующая инфраструктура уже не сможет обеспечить надлежащее обращение с ТРО. В первую очередь необходимо создать РЦКХ в губе Сайда с возможностью принимать и контролируемо длительно хранить контейнеры с ТРО разных категорий.

5.2.5. Краткий анализ нормативной правовой базы

Подробный анализ правового поля в сфере комплексной утилизации АПЛ по состоянию на конец 2004 г. был проведен при разработке СМП-1. За время, прошедшее с момента разработки СМП-1, произошли определенные позитивные изменения. Были приняты федеральные законы «О ратификации Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим ядерным топливом и о безопасном обращении с радиоактивными отходами» от 4 ноября 2005 г. № 139-ФЗ и «О ратификации Венской конвенции о гражданской ответственности за ядерный ущерб» от 21 марта 2005 г. № 23-ФЗ. В рамках СМП-2 выполнено стратегическое исследование (СИ-8), в котором рассматривались следующие задачи:

1. Уточнить «Перечень нормативных актов, обеспечивающих эффективное выполнение работ по комплексной утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ, судов АТО и экологической реабилитации территорий ПВХ ОЯТ и РАО».
2. Провести анализ действующей законодательной, нормативной правовой и нормативно-технической базы по регулированию безопасности работ по комплексной утилизации АПЛ и экологической реабилитации ПВХ в части дублирования, противоречивости или отсутствия необходимых норм.
3. Разработать предложения по внесению изменений и дополнений в нормативные правовые акты, федеральные нормы и правила, нормативные и технические документы в области государственного регулирования безопасности с целью:
 - совершенствования взаимодействия органов государственного регулирования безопасности при согласовании проектной документации по комплексной утилизации АПЛ и экологической реабилитации ПВХ;
 - введения в нормативные документы специальной категории РАО — «очень низкоактивные отходы»;
 - уточнения и обоснования радиационного и санитарно-гигиенического статуса реакторных отсеков, необходимого для организации их длительного хранения.

При решении задач 1 и 2 вместо рассмотрения вертикальной иерархии нормативных актов был разработан и применен иной подход, основанный на тематическом структурировании документов (рис. 5.27).

<p>1. Международный режим безопасности использования атомной энергии и обеспечения экологической безопасности применительно к процессам комплексной утилизации</p> <p>1.1. Международные договоры о нераспространении ядерного оружия. 1.2. Документы МАГАТЭ, формирующие правовую основу гарантии 1.3. Контроль за ядерным экспортом 1.4. Учет, контроль и физическая защита ядерных материалов 1.5. Международный режим противодействия ядерному терроризму и незаконному обороту радиоактивных материалов</p> <p>1.6. Ядерный суд и обеспечение безопасности мореплавания 1.7. Обеспечение экологической безопасности 1.8. Международные экологические программы и инициативы 1.9. Оперативное оповещение о ядерной аварии или радиационном инциденте и оказание помощи в случае ядерной аварии. 1.10. Глобально-правовая ответственность за ядерный ущерб</p>	<p>2. Государственное управление и государственное регулирование безопасности в сфере комплексной утилизации АПЛ</p> <p>2.1. Система федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих государственное управление и регулирование безопасности в сфере комплексной утилизации АПЛ 2.2. Разграничение полномочий и координация деятельности органов государственного регулирования безопасности в сфере комплексной утилизации АПЛ 2.3. Правовое положение объектов комплексной утилизации 2.4. Лицензирование основных видов деятельности в сфере комплексной утилизации АПЛ 2.5. Обеспечение ядерной, радиационной и экологической безопасности</p> <p>2.6. Обращение с ОЯТ и РАО 2.11. Размещение и сооружение объектов комплексной утилизации 2.12. Проведение государственной экологической экспертизы</p>	<p>3. Технические, санитарно-гигиенические требования к безопасному проведению комплексной утилизации АПЛ</p> <p>3.1. Требования к безопасности, распространяющиеся на все этапы утилизации АПЛ 3.2. Требования к безопасности, предъявляемые к отдельным этапам утилизации АПЛ</p>	<p>4. Экологическая реабилитация территорий и акваторий</p>	<p>5. Информирование органов власти и населения региона при проведении радиационно-опасных работ. Взаимодействие с общественностью</p>
--	---	--	--	---

Рис. 5.27. Тематическое структурирование нормативно-правовых актов, регулирующих сферу комплексной утилизации и экологической реабилитации территорий ПВХ

Такой подход позволил провести расширенный и более углубленный поиск нормативно-правовых актов, регулирующих сферу комплексной утилизации и экологической реабилитации территорий. Результат оказался весьма впечатляющим. Прежде считалось, что перечень нормативно-правовых актов, регулирующих рассматриваемую деятельность, составляет примерно 200 позиций, а в результате нового поиска было выявлено около 900 документов, имеющих отношение к этому процессу.

В процессе анализа были рассмотрены практически все основные нормативные документы, вошедшие в уточненный перечень. Это позволило определить случаи дублирования, противоречивости, отсутствия четкого определения терминов, имеющиеся пробелы в законодательстве, а также степень соответствия правовой базы в сфере комплексной утилизации АПЛ и экологической реабилитации ПВХ требованиям международного правового режима безопасного использования атомной энергии.

Результаты анализа позволили еще раз подтвердить сделанный в СМП-1 вывод, что существующая нормативно-правовая база России в целом обеспечивает безопасное проведение работ в сфере комплексной утилизации АПЛ, международное сотрудничество в этой сфере и соответствует международным стандартам в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности. Удалось также выявить определенные недостатки и разработать предложения по их устранению. В частности, сформулированы предложения по совершенствованию законодательной базы в сфере комплексной утилизации АПЛ и экологической реабилитации ПВХ ОЯТ и РАО. Составлен список указов президента Российской Федерации, постановлений и распоряжений правительства, приведенных в уточненном перечне, нуждающихся во внесении изменений в связи с проведением административной реформы федеральных органов исполнительной власти (65 позиций).

Было внесено предложение по совершенствованию взаимодействия регулирующих органов при согласовании проектной документации по комплексной утилизации выведенных из эксплуатации объектов атомного флота и экологической реабилитации территорий. В связи с этим отмечена настоятельная необходимость разработки административного регламента исполнения Росатомом функции государственного заказчика — координатора работ по комплексной утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и экологической реабилитации объектов, связанных с временным хранением ОЯТ и РАО, что предусмотрено п. 5.3.4 положения о Федеральном агентстве по атомной энергии.

Такой документ должен стать основой для любых взаимодействий госорганов в сфере комплексной утилизации и при согласовании проектной документации по комплексной утилизации в частности.

Было также внесено предложение о порядке введения категории «очень низкоактивные отходы». Зарубежный опыт показывает, что выделение категории твердых ОНАО, содержащих техногенные радионуклиды произ-

водственных отходов, соответствующей по своему содержанию принятой в ряде зарубежных стран категории VLLW, и переход к строительству для них наземных сооружений позволяет снизить стоимость захоронения этих отходов примерно в десять раз. Границы категории ОНАО могут быть выбраны в пределах 0,3—100 кБк/кг с введением ограничений по удельной и суммарной активности на отдельные упаковки и на общее количество активности для всего хранилища. Эта категория радиоактивных отходов должна иметь определенные характеристики, для чего необходимо внести изменения и дополнения в следующие федеральные нормы и правила: ОСПОРБ-99 (п. 3.12.1), СПОРО-2002 (п. 3.6, 3.8, 3.9).

В нормативных документах, регламентирующих общие процессы комплексной утилизации АПЛ, в разделах «Термины и определения» не дается четкого определения термина «реакторный отсек» с учетом его очевидной специфической особенности как радиоактивно загрязненного объекта (изделия), подготовленного для долговременного хранения. В отчете по СИ-8 вносится предложение по формулировке этого термина.

5.2.6. Допущения, принятые при составлении ПКУ

При разработке СМП исходили из того, что существующая ситуация, так или иначе влияющая на процесс комплексной утилизации АПЛ на Северо-Западе России, не претерпит больших изменений и будет способствовать выполнению ПКУ. В частности, предполагалось следующее:

1. Финансовое обеспечение ПКУ будет достаточным для выполнения проектов в сроки, определенные базовой линией программы. В том числе:

- реализация соглашений по двусторонним и многосторонним контрактам не будет затягиваться по процедурным и другим причинам;
- финансирование работ из государственного бюджета будет не ниже достигнутого уровня;
- суммарное ежегодное финансирование за счет всех источников будет соответствовать сумме, определенной в программе;
- инфляция и курсы валют в период реализации программы будут на прогнозируемом уровне.

2. Существующие взаимосвязи между проектами и ресурсы в достаточной мере учтены при разработке ПКУ и не могут помешать выполнению проектов в установленные сроки. В частности:

- обращение с ОЯТ и отходами, образующимися при реализации проектов, будет обеспечено существующей инфраструктурой;
- имеющиеся и создаваемые в ходе реализации ПКУ ресурсы (вода, электроэнергия, дороги, теплоснабжение и т. п.) достаточны для выполнения проектов в соответствии с планом;

- в период выполнения ПКУ не произойдет сбоев в обеспечении проектов ресурсами;
 - при выполнении программы не возникнет необходимости в выполнении крупных дополнительных работ, сдвигающих сроки выполнения проектов ПКУ;
 - усиление мер физической защиты и обеспечения безопасности на объектах не повлияет на планы выполнения работ.
3. Возможные изменения в вопросах нормативного правового обеспечения не повлияют на сроки выполнения проектов и программы в целом. В частности:
- возможные изменения не нарушат процесса лицензирования: действующие лицензии останутся в силе, а новые будут оформлены своевременно;
 - возможные ужесточения требований к охране окружающей среды не повлекут за собой серьезных изменений в планировании проектов;
4. Состояние трудовых ресурсов будет достаточным для выполнения программы комплексной утилизации. В частности:
- численность и квалификация работников предприятий соответствует необходимым требованиям в течение всего периода выполнения программы;
 - условия для персонала при выполнении проектов не хуже достигнутого уровня и не приведут к снижению производительности труда.
5. Погодные и иные внешние экстремальные условия не повлекут за собой задержек выполнения проектов. В частности:
- планирование работ по реализации ПКУ произведено с учетом климатических условий в местах проведения работ, а экстремальные погодные условия не приведут к остановке работ.
6. Результаты научных исследований не вызовут появления принципиально иных подходов к оценке приоритетов, требующих ревизии программы комплексной утилизации в целом. В частности:
- не выявленные ранее условия на объектах не потребуют значительных изменений в планах работ;
 - не выявленные ранее токсичные или радиоактивные загрязнения не приведут к изменению планов.
7. Информация, необходимая для формирования контрактов и технических заданий на проекты, будет доступна для лиц, принимающих непосредственное участие в этой работе.

5.3. Структура декомпозиции работ

СДР для ПКУ была разработана в соответствии с процедурой, описанной в «Руководстве к своду знаний по управлению проектами» (РМВоК). Она включает в себя следующие шаги:

- идентификацию основных промежуточных результатов и соответствующих им работ;
- определение структуры и организации СДР;
- последовательное разложение элементов СДР высших уровней на элементы нижних уровней, в которых раскрывается более детальное содержание работ;
- присвоение СДР кодов.

Структурная декомпозиция одной и той же совокупности работ может быть выполнена по-разному. В качестве основного структурообразующего признака могут быть выбраны объект работ, предполагаемый исполнитель (субъект работ), направление финансовых потоков и т. д.

ПКУ является программой стратегического уровня планирования. С учетом этого обстоятельства было признано достаточным ограничиться пятью уровнями структурной декомпозиции.

Первый уровень СДР составляет ПКУ в целом. Ей был присвоен СДР-код 1.

Второй уровень СДР образуют подпрограммы. Элементы второго уровня можно разбить на три группы.

- Первую группу составляют пять подпрограмм, в которые объединяются работы, выполняемые непосредственно на объектах утилизации и реабилитации. Это подпрограммы утилизации плавучих объектов: АПЛ и РБ (1.1), суда АТО (1.2) и НК с ЯЭУ (1.3), а также подпрограммы реабилитации ПВХ в поселке Гремиха (1.4) и губе Андреева (1.5).
- Вторая группа подпрограмм объединяет работы, направленные на решение проблем инфраструктурного обеспечения всех процессов обращения с опасными материалами (ОЯТ, РАО, ТО), являющимися продуктами утилизации и реабилитации, за пределами объектов — источников возникновения этих материалов. Такими образом, объектами работ для подпрограмм этой группы фактически являются сами указанные материалы, и в эту группу входят три подпрограммы: обращение с РАО (1.6), обращение с ТО (1.7) и обращение с ОЯТ (1.8).
- Наконец, в третью группу также объединены три подпрограммы, в которых представлены работы, направленные на создание безопасных условий и нормативно-правовое обеспечение работ в рамках ПКУ. Это подпрограммы радиоэкологического мониторинга (1.9), физической

защиты ядерных материалов (1.10) и совершенствования нормативно-правовой базы (1.12). Для первых двух подпрограмм объектами работ являются сами системы РЭМ и физической защиты.

В качестве отдельного элемента второго уровня СДР выделено управление ПКУ (1.11). Структура второго уровня СДР ПКУ представлена на рис. 5.28.



Рис. 5.28. Структура второго уровня СДР ПКУ

Третий уровень СДР создан для удобства классификации; его элементами являются группы проектов (основных элементов СДР), сформированных по одному из двух принципов:

1. Проекты, однотипные по технологии, целям, содержанию, ресурсам и организации работ, но направленные на работы с различными объектами. Такие группы получили наименование мультипроектов. Типичные примеры мультипроектов — плановая утилизация АПЛ (1.1.1), РБ (1.1.2), ПМ (1.2.1).
2. Проекты, направленные на работы с одним и тем же объектом, но различающиеся по содержанию, необходимым ресурсам, технологии и организации работ, объединяются в мегапроекты. Примеры мегапроектов — утилизация ПТБ «Лепсе» (1.2.5) и ТАРК (1.3.1), создание систем АСКРО, Мурманская область (1.9.1).

Декомпозиция подпрограмм на мульти- и мегапроекты проведена также в основном по объектовому принципу. Для подпрограмм 1.1—1.3 (утилизация плавучих объектов), а также подпрограмм 1.9 и 1.10 реализация этого принципа очевидна — в мультипроекты объединены работы с однотипными объектами, сгруппированными по технологическому (серийные, несерийные, аварийные АПЛ) или географическому (АСКРО Мурманской и Архангельской области) принципу.

Сходный принцип применен при декомпозиции инфраструктурных подпрограмм 1.6—1.8 — в мегапроекты объединены работы, направленные на модернизацию существующей структуры обращения с РАО, ТО или ОЯТ, унификацию технологий и средств упаковки и транспортировки материалов, разработку и создание концептуально новых элементов инфраструктуры. Для подпрограммы совершенствования нормативно-правовой базы руководящий принцип декомпозиции на мегапроекты — уровень и тип документов, подготовка которых является целью того или иного проекта (федеральные законы, нормы и правила, регламенты отраслевого и межотраслевого характера, отраслевые инструкции и методические рекомендации).

Несколько более сложной оказывается ситуация с подпрограммами реабилитации ПВХГ и ПВХА (1.4 и 1.5). Последовательное и прямолинейное проведение объектового принципа декомпозиции оказалось затруднительным по следующим причинам:

- количество объектов в обоих случаях очень велико (до 40), что лишает структуру простоты и наглядности;
- ряд объектов обладает «смешанными» характеристиками по их текущему состоянию: например, в хранилищах и на открытых площадках хранения ТРО может также храниться ОЯТ, а в хранилищах ОЯТ есть также ТРО и ЖРО.

Поэтому для структурной декомпозиции этих подпрограмм был применен смешанный объектно-функциональный принцип. При этом в мегапроекты объединяются работы, направленные на непосредственное обращение с материалами — продуктами утилизации (ОЯТ, РАО, ТО), а также работы, направленные на техническое, технологическое и конструкторское обеспечение работ по обращению (например, обращение с ОЯТ и РАО на ПВХА, 1.5.3 и 1.5.4 соответственно; обращение с ОЯТ ВВР и ЖМТ на ПВХГ, 1.4.4 и 1.4.5 соответственно). При декомпозиции подпрограмм 1.4 и 1.5 на мегапроекты также ставилась цель минимизировать логические связи между отдельными проектами, принадлежащими к разным мегапроектам, что создает предпосылки для лучшей управляемости ходом реализации ПКУ.

Основное содержание работ раскрывается на четвертом уровне СДР, элементы которого названы проектами.

Декомпозиция мультипроектов на проекты осуществлена в основном по принципу «один проект на один объект». Лишь в некоторых случаях работы по одному объекту разбиты на несколько проектов. Это обусловлено либо большой сложностью объекта (ТАРК), либо стремлением облегчить финансирование наиболее неотложных работ за счет разделения общего объема работ на более мелкие части (АПЛ «Папа» № 501, затонувшая АПЛ «Ноябрь» № 289).

Более сложным оказывается процесс декомпозиции мегапроектов, особенно для подпрограмм 1.4 и 1.5. В этом случае использовались детализированные функциональные диаграммы реабилитации ПВХА и ПВХГ. Ка-

ждый блок на этих диаграммах сопоставлен тому или иному проекту (или группе проектов) соответствующей части СДР. Пятый уровень СДР образуют составные части проектов, которые условно названы фазами. В действительности элементы пятого уровня могут быть как собственно фазами (т. е. группами логически взаимосвязанных работ, в результате выполнения которых достигается один из важных результатов проекта), так и отдельными более мелкими и относительно независимыми совокупностями работ, которые реализуют определенную для проекта цель только при условии выполнения всего комплекса работ. Элементы пятого уровня внесены в структуру в тех случаях, когда необходимо более детально показать логические связи между проектами либо если это существенно для объяснения оценок стоимости выполнения проектов.

Полученная в результате СДР с элементами четвертого уровня для ПКУ приведена в табл. 5.6.

Группа проектов 1.4.5.6—1.4.5.8 и 1.4.3.13, в которой сосредоточены работы по вывозу ОВЧ ЖМТ реакторов из ПВХГ и дальнейшего долгосрочного обращения с ними, показана в табл. 5.6 как наиболее проработанный в настоящее время вариант. Включение этих проектов в базовую линию ПКУ позволит получить хотя бы предварительную оценку длительности и стоимости этих работ. Окончательный выбор одного из вариантов будет сделан по результатам дополнительного ТЭИ, также включенного в базовую линию ПКУ (проект 1.8.3.1). Нет также окончательного решения по 9-й ОВЧ, проект 1.4.5.9 включен как один из рассматриваемых вариантов.

Таблица 5.6. СДР ПКУ

СДР Код	СДР наименование элемента
1.1	Утилизация АПЛ и РБ
<i>1.1.1</i>	<i>Плановая утилизация АПЛ</i>
1.1.1.1	Утилизация АПЛ «Ноябрь»
1.1.1.1.1	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.1.2	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.2	Утилизация АПЛ «Эхо-II»
1.1.1.2.1	Перевод АПЛ на СРЗ
1.1.1.2.2	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.2.3	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.3	Утилизация АПЛ «Эхо-III»
1.1.1.3.1	Перевод АПЛ на СРЗ
1.1.1.3.2	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.3.3	Формирование РО, постановка в ПДХ
1.1.1.4	Утилизация АПЛ «Виктор»

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.1.1.4.1	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.4.2	Формирование РО, постановка в ПДХ
1.1.1.5	Утилизация АПЛ «Виктор»
1.1.1.5.1	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.5.2	Формирование РО, постановка в ПДХ
1.1.1.6	Утилизация АПЛ «Виктор»
1.1.1.6.1	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.6.2	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.7	Утилизация АПЛ «Виктор»
1.1.1.7.1	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.7.2	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.8	Утилизация АПЛ «Виктор»
1.1.1.8.1	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.8.2	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.9	Утилизация АПЛ «Виктор»
1.1.1.9.1	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.9.2	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.10	Утилизация АПЛ «Виктор»
1.1.1.10.1	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.10.2	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.11	Утилизация АПЛ «Виктор»
1.1.1.11.1	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.11.2	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.12	Утилизация АПЛ «Янки»
1.1.1.12.1	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.12.2	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.13	Утилизация АПЛ «Янки»
1.1.1.13.1	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.13.2	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.14	Утилизация АПЛ «Янки»
1.1.1.14.1	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.14.2	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.15	Утилизация АПЛ «Тайфун»
1.1.1.15.1	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.16	Утилизация АПЛ «Тайфун»
1.1.1.16.1	Разработка проекта утилизации

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.1.1.16.2	Перевод АПЛ на акваторию Северодвинска
1.1.1.17.3	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.17.4	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.17	Утилизация АПЛ «Сиерра»
1.1.1.17.1	Разработка проекта утилизации
1.1.1.17.2	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.17.3	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.18	Утилизация АПЛ «Оскар-II»
1.1.1.18.1	Разработка проекта утилизации
1.1.1.18.2	Перевод АПЛ на акваторию Северодвинска
1.1.1.18.3	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.18.4	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.19	Утилизация АПЛ «Акула»
1.1.1.19.1	Разработка проекта утилизации
1.1.1.19.2	Перевод АПЛ на МП «Звездочка»
1.1.1.19.3	Выгрузка ОЯТ
1.1.1.19.4	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.20	Утилизация АПЛ «Ноябрь»
1.1.1.20.1	Формирование РО, постановка в ПДХ
1.1.1.21	Утилизация АПЛ «Виктор-III»
1.1.1.21.1	Демонтаж оборудования на плаву
1.1.1.21.2	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.22	Утилизация АПЛ «Виктор-III»
1.1.1.22.1	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.1.1.23	Утилизация АПЛ «Альфа»
1.1.1.23.1	Формирование РО, постановка в ПДХ
1.1.2	Утилизация аварийных АПЛ и РБ
1.1.2.1	Утилизация АПЛ «Альфа» № 910
1.1.2.1.1	Перевод АПЛ на «СРЗ «Нерпа»
1.1.2.1.2	Утилизация оконечностей АПЛ и монтаж плавучих емкостей к реакторному отсеку
1.1.2.1.3	Разработка технологии дезактивации
1.1.2.1.4	Разработка документации выгрузки ОВЧ
1.1.2.1.5	Подготовка инфраструктуры выгрузки ОВЧ в поселке Гремиха
1.1.2.1.6	Перевод РБ в поселок Гремиха
1.1.2.1.7	Нормализация радиационной обстановки
1.1.2.1.8	Выгрузка ОВЧ

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.1.2.1.9	Перевод РБ на СРЗ «Нерпа»
1.1.2.1.10	Формирование РО, постановка в ПДХ
1.1.2.2	Радиационное и подводно-техническое обследование АПЛ класса «Ноябрь» № 289 и места затопления АПЛ
1.1.2.2.1	Разработка программы и методики
1.1.2.2.2	Подготовка сил и средств
1.1.2.2.3	Проведение радиационного обследования
1.1.2.3	Подъем и утилизация затонувшей АПЛ «Ноябрь»
1.1.2.3.1	Разработка проекта подъема АПЛ
1.1.2.3.2	Подъем АПЛ и перевод на СРЗ
1.1.2.3.3	Выгрузка ОЯТ
1.1.2.3.4	Формирование РО, постановка в ПДХ
1.1.2.4	Утилизация РБ «Эхо-II»
1.1.2.4.1	Радиационное обследование РБ
1.1.2.4.2	Дезактивация РБ
1.1.2.4.3	Доработка проекта утилизации РБ
1.1.2.4.4	Формирование РО, постановка в ПДХ
1.1.2.5	Утилизация РБ «Альфа», № 900
1.1.2.5.1	Разработка проекта утилизации РБ с ОЯТ
1.1.2.5.2	Формирование РО, постановка в ПДХ
1.1.3	Утилизация РБ
1.1.3.1	Утилизация РБ АПЛ 2006 г. (СРЗ «Нерпа»): «Янки» № 400, 470, 451
1.1.3.2	Утилизация РБ АПЛ 2007 г. (СРЗ «Нерпа»): «Янки» №
1.1.3.3	Утилизация РБ АПЛ 2007 г. (СРЗ «Нерпа»): «Альфа» № 905, бл. 120; «Ноябрь» №
1.1.3.4	Утилизация РБ АПЛ 2007 г. (Полярнинский СРЗ): «Виктор-II» №
1.1.3.5	Утилизация РБ АПЛ 2008 г. (СРЗ «Нерпа»): «Дельта-1» № ; «Альфа» № ; «Янки» № ; «Чарли-II»; «Эхо-II»; «Виктор»
1.1.3.6	Утилизация РБ АПЛ 2008 г. (Полярнинский СРЗ): «Виктор III», «Виктор-II»
1.1.3.7	Утилизация РБ АПЛ 2009 г. (СРЗ «Нерпа»): «Дельта-II» № ; «Дельта-III» № ; «Янки»; «Ноябрь»; «Виктор-II» № ; «Виктор-III»; «Эхо-II» № ; «Чарли-II»

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.1.3.8	Утилизация РБ АПЛ 2009 г. (Полярнинский СРЗ): «Эхо-II» №
1.1.3.9	Утилизация РБ АПЛ 2010 г. (СРЗ «Нерпа»): «Чарли-II» № ; «Дельта-I» № ; «Эхо-II» № ; «Виктор-I» № ; «Янки» ; «Отель»
1.1.3.10	Утилизация РБ АПЛ 2010 г. (Полярнинский СРЗ): «Ноябрь»; «Виктор-I» №
1.1.3.11	Утилизация РБ АПЛ 2011 г. (СРЗ «Нерпа»): «Эхо-II»; «Янки» № ; «Дельта-I»; «Виктор-II» № ; «Виктор-III» № ; «Отель» №
1.1.3.12	Утилизация РБ АПЛ 2011 г. (Полярнинский СРЗ): «Ноябрь»; «Эхо-II» №
1.1.3.13	Утилизация РБ АПЛ 2012 г. (СРЗ «Нерпа»): «Виктор-III» № ; «Виктор» № ; «Тайфун» № ; Чарли-II»; «Эхо-II»
1.1.3.14	Утилизация РБ АПЛ 2012 г. (Полярнинский СРЗ): «Оскар» №
1.1.3.15	Утилизация РБ АПЛ 2013 г. (СРЗ «Нерпа»): «Виктор-III» № ; «Виктор» № ; «Янки» № ; «Оскар» № ; «Тайфун»
1.1.3.16	Утилизация РБ АПЛ 2013 г. (Полярнинский СРЗ): «Виктор-III»
1.1.3.17	Утилизация РБ АПЛ 2014 г. (СРЗ «Нерпа»): «Тайфун» ; «Папа» ; «Акула» ; «Сиерра».
1.1.4	<i>Инфраструктура утилизации АПЛ</i>
1.1.4.1	Создание наземного пункта длительного хранения РО «Сайда»
1.1.5	<i>Утилизация несерийных АПЛ</i>
1.1.5.1	Выгрузка ОЯТ АПЛ «Папа»
1.1.5.1.1	Разработка документации на утилизацию
1.1.5.1.2	Подготовка инфраструктуры и оборудования выгрузки ОЯТ
1.1.5.1.3	Выгрузка ОЯТ
1.1.5.2.	Утилизация АПЛ «Папа»
1.1.5.2.1	Формирование РБ, постановка в ПВХ
1.2	Утилизация судов АТО
1.2.1	<i>Утилизация ПТБ</i>
1.2.1.1	Утилизация ПТБ «ПМ-50»
1.2.1.1.1	Разработка проекта утилизации ПТБ проекта 326М: ПМ-50, ПМ-78, ПМ-124, ПМ-128
1.2.1.1.2	Перевод ПМ-50 на СРЗ, формирование упаковки с постановкой в ПДХ
1.2.1.2	Утилизация ПТБ «Володарский» ОАО ММП
1.2.1.2.1	Разработка КПОД на утилизацию ПТБ «Володарский»

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.2.1.2.2	Перевод ПТБ «Володарский» на СРЗ, формирование упаковки с постановкой в ПДХ
1.2.1.3	Утилизация МСТ «Северка»
1.2.1.3.1	Разработка КПОД на утилизацию МСТ «Северка»
1.2.1.3.2	Перевод ПТБ на СРЗ. Формирование упаковки с постановкой в ПДХ
1.2.1.4	Утилизация ПТБ ПМ-124
1.2.1.4.1	Конвертовка ПТБ ПМ-124 с постановкой в ПВХ на временное хранение
1.2.1.4.2	Временное хранение ПТБ ПМ-124 в ПВХ
1.2.1.4.3	Перевод ПТБ ПМ-124 на СРЗ. Формирование упаковки с постановкой в ПДХ
1.2.1.5	Утилизация ПТБ ПМ-78
1.2.1.5.1	Конвертовка ПТБ ПМ-78 с постановкой в ПВХ на временное хранение
1.2.1.5.2	Временное хранение ПТБ ПМ-78 в ПВХ
1.2.1.5.3	Перевод ПТБ ПМ-78 на СРЗ. Формирование упаковки с постановкой в ПДХ
1.2.1.6	Утилизация ПТБ ПМ-128
1.2.1.6.1	Конвертовка ПТБ ПМ-128 с постановкой в ПВХ на временное хранение
1.2.1.6.2	Временное хранение ПТБ ПМ-128 в ПВХ
1.2.1.6.3	Перевод ПТБ ПМ-128 на СРЗ. Формирование упаковки с постановкой в ПДХ
1.2.2	<i>Утилизация технических танкеров</i>
1.2.2.1	Утилизация ТНТ-8 (затонувший)
1.2.2.1.1	Разработка проекта подъема ТНТ
1.2.2.1.2	Подъем ТНТ и перевод на СРЗ
1.2.2.1.3	Радиационное обследование ТНТ
1.2.2.1.4	Разработка проекта утилизации ТНТ
1.2.2.1.5	Утилизации ТНТ. Упаковка ТРО
1.2.2.2	Утилизация ТНТ-12
1.2.2.2.1	Перевод ТНТ на СРЗ
1.2.2.2.2	Радиационное обследование ТНТ
1.2.2.2.3	Разработка проекта утилизации ТНТ
1.2.2.2.4	Утилизация ТНТ. Упаковка ТРО
1.2.2.3	Утилизация ТНТ-19
1.2.2.3.1	Перевод ТНТ на СРЗ
1.2.2.3.2	Радиационное обследование ТНТ
1.2.2.3.3	Разработка проекта утилизации ТНТ
1.2.2.3.4	Утилизация ТНТ. Упаковка ТРО
1.2.2.4	Утилизация ТНТ-29

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.2.2.4.1	Временное хранение ТНТ в ПВХ
1.2.2.4.2	Разработка проекта утилизации ТНТ
1.2.2.4.3	Перевод конвертованного ТНТ на СРЗ
1.2.2.4.4	Утилизация ТНТ. Упаковка ТРО
1.2.3	<i>Утилизация ПЕК</i>
1.2.3.1	Утилизация ПЕ-11
1.2.3.2	Утилизация ПЕ-12
1.2.3.3	Утилизация ПЕ-62
1.2.3.4	Утилизация ПЕ-957
1.2.3.5	Утилизация ПЕ-953
1.2.3.6	Утилизация ПЕ-973
1.2.3.7	Утилизация ПЕ-976
1.2.3.8	Утилизация ПЕ-977
1.2.3.9	Утилизация ПЕ-986
1.2.3.10	Утилизация ПЕ-987
1.2.3.11	Утилизация ПЕ-991
1.2.3.12	Утилизация ПЕ-992
1.2.3.13	Утилизация ПЕ-997
1.2.3.14	Утилизация ПЕ-998
1.2.3.15	Утилизация ПЕ-173
1.2.4	<i>Утилизация ПКДС</i>
1.2.4.1	Утилизация ПКДС-49
1.2.4.1.1	Постановка на стпель. Радиационное обследование ПКДС
1.2.4.1.2	Разработка проекта утилизации ПКДС
1.2.4.1.3	Утилизация ПКДС. Упаковка ТРО
1.2.5	<i>Утилизация ПТБ «Лепсе»</i>
1.2.5.1	Разработка, согласование и утверждение рабочей, конструкторской и проектной документации на утилизацию ПТБ «Лепсе»
1.2.5.1.1	Разработка рабочей, конструкторской и проектной документации
1.2.5.1.2	Согласование и утверждение Российскими надзорными органами
1.2.5.2	Закупка, изготовление и поставка оборудования и системы обеспечения работ, выполняемых на СРЗ «Нерпа», включая стенд-имитатор
1.2.5.3	Подготовка инфраструктуры СРЗ «Нерпа»
1.2.5.4	Нормализация радиационной обстановки в ХОЯТ ПТБ «Лепсе»
1.2.5.5	Подготовка ПТБ «Лепсе» к переводу на ФГУП «СРЗ “Нерпа”»
1.2.5.6	Перевод на СРЗ «Нерпа»
1.2.5.7	Утилизация ПТБ «Лепсе» включая формирование блоков хранения и постановку в ПДХ

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.2.5.7.1	Первый этап формирования блоков хранения, подготовка к выгрузке ОЯТ
1.2.5.7.2	Обращение с РАО, временная выгрузка на открытую площадку
1.2.5.7.3	Выгрузка ОЯТ включая закупку контейнеров и перевозку ОЯТ на «Атомфлот»
1.2.5.7.4	Второй этап формирования блоков хранения включая упаковку ТРО и постановку БХ в ПДХ
1.3	Утилизация НК с ЯЭУ
<i>1.3.1</i>	<i>Утилизация ТАРК</i>
1.3.1.1	Разработка ТЭИ вариантов утилизации ТАРК
1.3.1.2	Разработка комплекта проектной и организационной документации в обеспечение выгрузки ОЯТ из реакторов и утилизации ТАРК
1.3.1.3	Подготовительные работы и выгрузка ОЯТ из реакторов ТАРК
1.3.1.4	Разделка ТАРК с формированием РП и постановкой в ПДХ
1.4	Экологическая реабилитация ПВХГ
<i>1.4.1</i>	<i>КИРО</i>
1.4.1.1	Проведение комплексного обследования зданий, сооружений, территории и акватории. Глобальное КИРО
1.4.1.2	Предварительное радиологическое и инженерное обследование и принятие мер радиационной защиты для ПВХТРО
<i>1.4.3</i>	<i>Создание специальной инфраструктуры</i>
1.4.3.1	Восстановление комплекса перегрузки ОВЧ
1.4.3.2	Восстановление причала 9
1.4.3.3	Пункт дезактивации автотранспорта
1.4.3.4	Подготовительные работы по обеспечению ядерной и радиационной безопасности
1.4.3.5	Изготовление двух мобильных санпропускников, поставка дополнительного оборудования к ним
1.4.3.6	Поставка дополнительных приборов дозиметрического и спектрометрического контроля и измерений на территорию ФГУП «СевРАО» в ЗАТО г. Островной
1.4.3.7	Проект и сооружение временного укрытия для размещения ОЯТ и РАО
1.4.3.9	Ремонт здания 19
1.4.3.10	Оборудование места для переодевания персонала в здании 218
1.4.3.11	Ремонт дока и модернизация оборудования
1.4.3.12	Подготовка инфраструктуры здания 1 к вывозу чехлов 22
1.4.3.13	Создание инфраструктуры по разборке ОВЧ в НИИАР (ФЗИ)
1.4.4	Обращение с ОЯТ ВВР с целью его вывоза

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.4.4.1	Разработка концептуального проекта по перемещению ОЯТ и ТРО с ПВХТРО и из приемных гнезд здания 1 во временные укрытия
1.4.4.2	Освидетельствование ОЯТ, составление дефектной ведомости
1.4.4.3	Проект и изготовление установки по удалению воды из контейнеров типа 6 и 11 с минимизацией вторичных высокоактивных отходов
1.4.4.4	Разработка и изготовление контейнеров «матрешка» для перемещения контейнеров с дефектными ОТВС
1.4.4.5	Подготовка к вывозу и вывоз на накопительную площадку «Атомфлота» кондиционных ОТВС с ПВХГ на ПТБ «Лотта» для последующей отправки в ПО «Маяк» на переработку
1.4.4.6	Подготовка к вывозу контейнеров типов 6 и 11 с дефектными ОТВС в НИИАР на переработку
1.4.4.7	Подготовка дефектных ОТВС в чехлах 22 из здания 1 для отправки в НИИАР на переработку
1.4.4.8	Перечехловка дефектных ОТВС ВВР из контейнеров ТК-6 и ТК-11 и чехлов 22, отправка их в ПО «Маяк» для переработки
1.4.5	<i>Обращение с ОЯТ ЖМТ с целью его вывоза</i>
1.4.5.1	Создание безопасных условий хранения ОВЧ АПЛ класса «Альфа»
1.4.5.2	Разработка концептуального проекта по обращению с ОВЧ АПЛ класса «Альфа»
1.4.5.3	Разработка и изготовление контейнеров для транспортировки ОВЧ
1.4.5.4	Разработка проекта по вывозу ОВЧ
1.4.5.5	Вывоз ОВЧ из ПВХГ
1.4.5.6	Разборка ОВЧ на твэлы в НИИАР (ФЗИ)
1.4.5.7	Разработка технологии и создание инфраструктуры по переработке топлива
1.4.5.8	Переработка ОЯТ из ОВЧ в НИИАР (ФЗИ)
1.4.5.9	Прием на хранение 9-й ОВЧ
1.4.6	<i>Обращение с ТРО</i>
1.4.6.1	Разработка рабочего проекта по перемещению ТРО с ПВХТРО во временные укрытия
1.4.6.2	Перетаривание ВАО из контейнеров БЕТ8, БЕТ4 и БЕТ2 в защитные контейнеры на ПВХТРО
1.4.6.3	Закупка контейнеров для транспортировки СУЗ
1.4.6.4	Разработка ТТС, оборудования и приспособлений для перемещения элементов стержней СУЗ из приемков 1 и 2 здания 1 в защитные контейнеры

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.4.6.5	Перемещение элементов стержней СУЗ из «проблемного» контейнера здания 19 и прямков 1 и 2 здания 1 в защитные контейнеры
1.4.6.6	Перетаривание и перемещение ТРО с ПВХТРО в укрытие
1.4.6.7	Обращение с средне- и низкоактивным ТРО
1.4.6.8	Обращение с вторичным высокоактивным ТРО
1.4.7	<i>Обращение с ЖРО</i>
1.4.7.1	Анализ и выбор технологии по переработке ЖРО с целью минимизации вторичных отходов. Проект и изготовление установки. Модернизация установки «Поток-2»
1.4.7.3	Обращение с средне- и высокоактивным ЖРО
1.4.7.4	Переработка накопленных ЖРО в ТРО и подготовка к вывозу вторичных ТРО
1.4.8	<i>Реабилитация зданий и сооружений</i>
1.4.8.1	Разработка проекта и ликвидация ПВХТРО
1.4.8.2	Ликвидация хранилищ ЖРО
1.4.8.3	Разработка документации, разделка ПЕК, затаривание и перемещение ТРО
1.4.8.4	Проект дезактиваций зданий для использования в процессе ЭР, дезактивация
1.4.8.5	Проект дезактиваций зданий после завершения ЭР
1.4.9	<i>Реабилитация территории ПВХГ</i>
1.4.9.1	Разработка проекта реабилитации грунта ПВХГ
1.4.9.2	Реабилитация открытой площадки у скалы для временного хранения контейнеров ТУК и ОТВС
1.4.9.3	Реабилитация территории у хранилищ ЖРО
1.4.9.4	Реабилитация территории у ПВХТРО
1.4.9.5	Реабилитация территории у зданий 1, 1А, между доком и зданием 1Б
1.4.9.6	Разработка технологии обращения с ОНАО
1.4.9.7	Подготовка площадки для захоронения на месте строительных отходов и ТРО ОНАО
1.4.10	<i>Реабилитация акватории</i>
1.4.10.1	Разработка проекта реабилитации акватории
1.4.10.2	Реабилитация акватории, в том числе от загрязнений нефтепродуктами
1.4.11	<i>Обращение с ТО</i>
1.4.11.1	Создание производственного участка в ПВХГ по компактированию и подготовке к вывозу металлической тары

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.4.11.2	Вывоз токсичных отходов
1.5	Экологическая реабилитация ПВХА
1.5.1	Создание инфраструктуры для обращения с ОЯТ и РАО
1.5.1.1	Реконструкция и создание элементов инфраструктуры для обращения с ОЯТ и РАО в ПВХА (здание 50, система водоснабжения, стационарный причал)
1.5.2	Создание инфраструктуры общего назначения
1.5.2.1	Создание элементов инфраструктуры общего назначения в обеспечение проведения строительно-монтажных работ в ПВХА (здание 167, полигон строительного мусора, сооружения № 166, 163, 161, 303, 13А, 154, 162, 164, 164А, 208)
1.5.2.2	Продолжение строительных работ по реконструкции систем энерго-снабжения, инженерных сетей, систем пожаротушения, транспортно-перегрузочного оборудования
1.5.3	Обращение с ОЯТ с целью его вывоза
1.5.3.1	Разработка методики и изготовление опытного образца устройства для контроля состояния ОЯТ. Отработка технологии выгрузки ОЯТ на нескольких ячейках. Подтверждение критериев категоризации ОЯТ
1.5.3.2	Разработка проектной и рабочей документации для строительства комплекса зданий и сооружений для обращения с ОЯТ и подготовки его к вывозу с территории ПВХА
1.5.3.3	Выгрузка ОЯТ из БСХ и контейнеров, перечехловка ОЯТ и подготовка его к вывозу из ПВХА
1.5.3.4	Проектирование и изготовление перегрузочного агрегата и вспомогательного модуля для обращения с ОЯТ
1.5.3.5	Разработка технологии обращения с дефектным ОЯТ и просыпями ОЯТ
1.5.3.6	Проектирование и строительство здания 153 для подготовки ОЯТ к отправке на ПО «Маяк»
1.5.3.7	Подготовительные работы для строительства здания 153
1.5.3.8	Разработка, изготовление и закупка оборудования для транспортировки ОЯТ в пределах ПВХА
1.5.4	Обращение с ТРО
1.5.4.1	Разработка проектной документации комплекса по обращению с ТРО, в том числе рабочей документации для строительства сооружений 201, 202 — укрытий над заглубленными хранилищами
1.5.4.2	Инженерное и радиационное обследование заглубленных хранилищ ТРО №№ 7, 7А, 7Б, 7Б1, 7Г, 7Е, сооружений 67 и 67А и бетонного блока 7Д

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.5.4.3	Разработка проекта и реконструкция существующего хранилища ТРО (здания 67)
1.5.4.4	Строительство модулей выгрузки в хранилище кондиционированных ТРО здания 67А и сооружения 7Д
1.5.4.5	Разработка технологии выгрузки ТРО из заглубленных хранилищ, их выгрузка и кондиционирование. Подготовка ТРО, в том числе вторичного, к длительному хранению.
1.5.4.6	Строительство опытно-промышленного приповерхностного хранилища для очень низкоактивных отходов
1.5.4.7	Строительство хранилища кондиционированных ТРО
1.5.4.8	Закупка необходимых контейнеров
1.5.4.10	Строительство здания переработки ТРО (здание 203)
1.5.4.11	Строительство сооружений 201, 202 — укрытий над заглубленными хранилищами
1.5.4.12	Переработка ТРО, в том числе вторичных, и подготовка к вывозу в Региональное хранилище
1.5.5	<i>Обращение с ЖРО</i>
1.5.5.1	Разработка проектной и рабочей документации для строительства комплекса переработки ЖРО (новое здание №1)
1.5.5.2	Строительство здания № 1 (сооружение переработки ЖРО)
1.5.5.3	Выбор и поставка мобильной установки для переработки ЖРО в период строительства инфраструктуры
1.5.5.5	Переработка ЖРО, в том числе сложного физико-химического состава
1.5.6	<i>Реабилитация здания 5</i>
1.5.6.1	Вывод из эксплуатации здания 5. Этап 1. Срочные ремонтно-восстановительные работы и выбор варианта
1.5.6.2	Создание установки для дезактивации почвы
1.5.6.3	Дезактивация радиоактивного грунта вокруг здания 5 и в районе ручья
1.5.6.4	Подготовка ОБИН, разработка рабочего проекта по выводу из эксплуатации здания № 5, удаление остатков ОЯТ, дезактивация и демонтаж здания в соответствии с выбранным вариантом
1.5.6.5	Окончательная реабилитация территории после демонтажа здания 5
1.5.7	<i>Реабилитация зданий, сооружений</i>
1.5.7.1	Проведение работ по демонтажу и реабилитации отдельных зданий и сооружений ПВХА
1.5.7.2	Выбор технологии, разработка проекта реабилитации БСХ и работы по их реабилитации

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.5.7.3	Разработка проекта реабилитации бывших хранилищ ТРО и ЖРО
1.5.7.4	Реабилитация бывших хранилищ ТРО и ЖРО
1.5.8	<i>Реабилитация территории</i>
1.5.8.1	Дополнительные гидрогеологические и радиоэкологические обследования территории
1.5.8.2	Берегоукрепление в районе зданий 67 и 7Д
1.5.8.3	Проведение дезактивации загрязненной территории ПВХА
1.5.8.4	Реабилитация и благоустройство территории ПВХА
1.5.9	<i>Реабилитация акватории</i>
1.5.9.1	Проведение комплексного радиационного обследования акватории и прибрежной полосы в районе ПВХА, определение уровней радионуклидов в донных отложениях губы Западная Лица с целью выявления картины распространения загрязнений вглубь акватории и оценки выноса радиоактивности в Мотовский залив
1.5.9.2	Ликвидация аномальных загрязнений техногенными радионуклидами прибрежной полосы и донных отложений
1.5.10	<i>Обеспечение радиационной безопасности, физзащита и АСКРО</i>
1.5.10.1	Проведение работ и приобретение оборудования в обеспечение радиационной безопасности персонала
1.5.10.2	Строительство учебного Центра (здание 163) и его оборудование тренажерами и учебными стендами
1.5.10.3	Усовершенствование системы физзащиты объектов и территории, наружные сети связи, сигнализации и оповещения
1.5.10.4	Создание системы радиационного контроля и мониторинга в ПВХА
1.5.11	<i>Обращение с ТО</i>
1.5.11.1	Создание производственного участка в ПВХА по компактированию и подготовке к вывозу металлической тары
1.5.12	<i>Управление подпрограммой</i>
1.5.12.1	Разработка, согласование и утверждение планов работ по реабилитации объектов и территории ПВХА
1.5.12.2	Разработка проекта структуры управления и контроля хода выполнения проектов в ПВХА
1.6	Обращение с РАО в С-3 регионе
1.6.1	<i>Модернизация существующей инфраструктуры обращения с РАО на предприятиях Северо-Западного региона России</i>
1.6.1.1	Модернизация инфраструктуры обращения с РАО на ФГУП «Звездочка»
1.6.1.1.1	Модернизация установки сжигания ТРО (объект 163) на ФГУП «Звездочка»

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.6.1.1.2	Модернизация технологических линий переработки ЖРО на ФГУП «Звездочка»
1.6.1.1.3	Ликвидация временного хранилища ТРО (объект 162) на ФГУП «Звездочка» и реабилитация занимаемой им территории
1.6.1.2	Модернизация инфраструктуры обращения с РАО на ФГУП «Севмаш-предприятие»
1.6.1.2.1	Реконструкция площадки временного хранения ТРО на ФГУП «Севмаш-предприятие»
1.6.1.2.2	Модернизация объектов обращения с ЖРО: объекта 377 для сбора и межоперационного хранения и системы приема и хранения ЖРО в плавучих цистернах на ФГУП «Севмашпредприятие»
1.6.1.3	Модернизация инфраструктуры обращения с РАО на ФГУП «Нерпа»
1.6.1.3.1	Модернизация и создание новых элементов систем дезактивации и дозиметрического контроля на ФГУП «Нерпа»
1.6.1.3.2	Модернизация системы обращения с ЖРО на ФГУП «Нерпа»: реконструкция системы сбора и временного хранения ЖРО; ремонт эксплуатируемых и строительство новых плавучих емкостей ПЕК-50
1.6.1.3.3	Расширение, реконструкция и модернизация существующих площадок хранения ТРО на ФГУП «Нерпа»
1.6.1.3.4	Реконструкция системы вентиляции и восстановление целостности корпусно-строительных конструкций эллинга на ФГУП «Нерпа»
1.6.1.3.5	Модернизация утилизационного комплекса на стапельной плите ФГУП «Нерпа»
1.6.1.4	Инвентаризация и приведение в безопасное состояние ТРО в существующих хранилищах ФГУП «Атомфлот»
1.6.1.7	Ликвидация хранилища ТРО на Мироновой горе на ФГУП «ПО «Севмашпредприятие»
1.6.2	<i>Региональные объекты обращения, хранения и окончательного захоронения РАО в Северо-западном регионе России</i>
1.6.2.1	Разработка и создание РЦКХ РАО в губе Сайда
1.6.2.1.1	I этап
1.6.2.1.2	II этап
1.6.2.1.4	Создание/закупка мобильной установки переработки ЖРО (включая ВАО и ЖРО сложного физ.-хим. состава) для РЦКХ в губе Сайда
1.6.2.2	Разработка ОБИН на создание регионального хранилища ТРО и могильника НАО на площадке в районе Сайда-губы
1.6.3	<i>Упаковка, транспортировка и хранение РАО</i>
1.6.3.1	Разработка, изготовление, испытания и сертификация контейнеров для хранения ТРО, в том числе и высокоактивных

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.6.3.2	Переработка САО, ВАО ЖРО и ЖРО сложного физ.-хим. состава мобильной установкой с использованием судна-контейнеровоза
1.6.3.3	Сбор и доставка НАО, САО ТРО с предприятий и ПВХГ в РЦКХ и ВАО ТРО в ПВХА судном-контейнеровозом
1.6.3.4	Прием, кондиционирование и долговременное хранение ТРО в РЦКХ РАО
1.7	Обращение с ТО в С-3 регионе
1.7.1	<i>Создание инфраструктуры переработки ТО на предприятиях Северо-Западного региона России</i>
1.7.1.1	Организация центра переработки токсичных отходов на ФГУП «МП "Звездочка"»
1.7.1.1.1	Реконструкция площадки временного хранения токсичных отходов на ФГУП «МП "Звездочка"»
1.7.1.1.2	Создание производственной линии по переработке резины на ФГУП «МП "Звездочка"»
1.7.1.1.3	Создание производственной линии по переработке пастообразных ТО на ФГУП «МП "Звездочка"»
1.7.1.1.4	Создание производственной линии по переработке водных растворов хромата калия на ФГУП «МП "Звездочка"»
1.7.1.1.5	Создание производственной линии по компактированию металлической тары на ФГУП «МП "Звездочка"»
1.7.1.2	Организация центра переработки токсичных отходов на ФГУП «СРЗ "Нерпа"»
1.7.1.2.1	Строительство площадки временного хранения и переработки твердых токсичных отходов на ФГУП «СРЗ "Нерпа"»
1.7.1.2.2	Создание производственной линии по компактированию металлической тары на ФГУП «СРЗ "Нерпа"»
1.7.1.2.3	Создание производственной линии по переработке резины на ФГУП «СРЗ "Нерпа"»
1.7.1.2.4	Создание производственной линии по переработки водного раствора хромата калия и нитрита натрия на ФГУП «СРЗ "Нерпа"»
1.7.1.2.5	Создание производственной линии по переработке пастообразных ТО на ФГУП «СРЗ "Нерпа"»
1.7.1.3	Организация участка переработки токсичных отходов на ФГУП «10 СРЗ» МО РФ
1.7.1.3.1	Создание производственной линии по переработке пастообразных ТО на ФГУП «10 СРЗ» МО РФ
1.7.1.3.2	Создание производственной линии по компактированию металлической тары на ФГУП «10 СРЗ» МО РФ

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.7.1.3.3	Создание производства по демеркуризации люминесцентных ламп на ФГУП «10 СРЗ» МО РФ
1.7.1.4	Организация участка переработки токсичных отходов на ФГУП «ПО "Севмашпредприятие"»
1.7.1.4.1	Создание производственной линии по переработке пастообразных ТО на ФГУП «ПО "Севмаш"»
1.7.1.4.2	Создание производственной линии по компактированию металлической тары на ФГУП «ПО "Севмаш"»
1.7.1.5	Разработка проекта и изготовление универсальных контейнеров для временного хранения и транспортировки токсичных отходов
1.7.2	<i>Создание инфраструктуры по обращению с накопленными твердыми ТО на общегородских объектах конечного размещения отходов населенных пунктов Северо-Западного региона России</i>
1.7.2.1	Создание комплекса по сортировке и переработке накопленных твердых ТО на общегородском объекте конечного размещения отходов Снежногогорска
1.7.2.2	Создание комплекса по сортировке и переработке накопленных твердых ТО на общегородском объекте конечного размещения отходов Северодвинска
1.7.2.3	Создание комплекса по сортировке и переработке накопленных твердых ТО на общегородском объекте конечного размещения отходов Полярного
1.8	Обращение с ОЯТ в С-3 регионе
1.8.1	<i>Совершенствование существующей транспортно-технологической инфраструктуры обращения с ОЯТ</i>
1.8.1.1	Разработка проектной документации и реконструкция моста через Никольское устье реки Северная Двина
1.8.1.1.1	Документация на строительство моста
1.8.1.1.2	Строительство моста
1.8.1.3	Модернизация пункта перевалки ОЯТ на ФГУП «Атомфлот»
1.8.1.4	Сооружение накопительной площадки для временного хранения ОЯТ (включая дефектное) на ФГУП «ПО "Маяк"»
1.8.2	<i>Транспортировка и упаковка ОЯТ</i>
1.8.2.1	Разработка документации и строительство судна-контейнеровоза для транспортировки ОЯТ и ТРО
1.8.2.2	Определение номенклатуры и изготовление дополнительного количества стандартных чехлов и контейнеров
1.8.2.3	Разработка и изготовление упаковок для дефектного ОЯТ ВВР (тонкостенные пеналы, чехлы, «корзины» ТУК)

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.8.2.4	Разработка унифицированной технологии извлечения и упаковки дефектного ОЯТ
1.8.2.5	Вывоз ОЯТ с ПВХА и ПВХГ для отправки на ФГУП «Маяк»
1.9	Радиоэкологический мониторинг
1.9.1	<i>Создание и/или модернизация систем АСКРО и РКОС, Мурманская область</i>
1.9.1.1	Усовершенствование системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования Мурманской области
1.9.1.1.1	Создание кризисных центров в Мурманской области
1.9.1.1.2	Усовершенствование и интеграция АСКРО Мурманской области
1.9.1.1.3	Обеспечение линиями связи и системы оперативной экспертной поддержки систем АСКРО и аварийного реагирования Мурманской области
1.9.1.1.4	Поставка и ввод в эксплуатацию четырех мобильных комплексов радиационной разведки для использования ФГУП «СевРАО» и Администрацией Мурманской области
1.9.1.2	Создание Центральной территориальной лаборатории радиоэкологического мониторинга (ЦТЛ РЭМ) Мурманской области
1.9.1.2.1	Проектирование ЦТЛ
1.9.1.2.2	Создание ЦТЛ Мурманской области
1.9.1.3	Обоснование и модернизация системы регламентного контроля окружающей среды (РКОС) предприятий Мурманской области
1.9.2	<i>Создание и/или модернизация систем АСКРО и РКОС, Архангельская область</i>
1.9.2.1	Усовершенствование системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования Архангельской области
1.9.2.1.1	Усовершенствование системы аварийного реагирования Архангельской области
1.9.2.1.2	Усовершенствование автоматизированной системы радиационного мониторинга Архангельской области
1.9.2.1.3	Обеспечение линиями связи и системы оперативной экспертной поддержки систем АСКРО и аварийного реагирования Архангельской области
1.9.2.1.4	Разработка и создание передвижных лабораторий радиационного мониторинга на базе автомобилей и катеров
1.9.2.2	Создание Центральной территориальной лаборатории радиоэкологического мониторинга (ЦТЛ РЭМ) Архангельской области
1.9.2.2.1	Проектирование ЦТЛ

Табл. 5.6 (продолжение)

СДР Код	СДР наименование элемента
1.9.2.2.2	Создание ЦТЛ Архангельской области
1.9.2.3	Обоснование и модернизация системы регламентного контроля окружающей среды (РКОС) предприятий Архангельской области
1.10	Физическая защита
1.10.1	<i>Создание и/или модернизация систем физической защиты, Мурманская область</i>
1.10.1.1	<i>Совершенствование комплекса ИТСФЗ Филиала №1 ФГУП «СевРАО» (губа Андреева)</i>
1.10.1.2	<i>Совершенствование комплекса ИТСФЗ Филиала №2 ФГУП «СевРАО» (поселок Гремиха)</i>
1.10.1.3	Модернизация физической защиты ФГУП СРЗ «Нерпа» (технические и инженерные средства)
1.10.1.3.1	Проектирование ФЗ СРЗ «Нерпа»
1.10.1.3.2	Модернизация ФЗ СРЗ «Нерпа»
1.10.1.4	Совершенствование комплекса ИТСФЗ ФГУП «Атомфлот»
1.10.1.5	Модернизация системы охраны периметра территории ФГУП «10 СРЗ», объектов, расположенных внутри охраняемой территории и на острове Шалим
1.10.2	<i>Создание и/или модернизация систем физической защиты, Архангельская область</i>
1.10.2.1	Модернизация системы физической защиты ЯМ, ЯУ на ЯОО ФГУП «МП "Звездочка"»
1.10.2.1.1	Проектирование ФЗ ФГУП «МП "Звездочка"»
1.10.2.1.2	Модернизация ФЗ СРЗ «Нерпа»
1.11	Управление ПКУ
1.12	Совершенствование нормативно-правовой базы
1.12.1	<i>Разработка проектов федеральных законов в области государственного регулирования безопасности</i>
1.12.1.1	Разработка федерального закона «О гражданской ответственности за ядерный ущерб и ее финансовом обеспечении»
1.12.1.2	Разработка федерального закона «Об обращении с РАО»
1.12.1.3	Разработка федерального закона «Об обращении с отработавшим ядерным топливом»
1.12.1.4	Разработка федерального закона «О контроле за оборотом радиоактивных материалов»
1.12.2	<i>Разработка нормативных актов</i>

Табл. 5.6 (окончание)

1.12.2.1	Разработка нормативного акта о внесении изменений в нормативные правовые акты в соответствии с новой структурой федеральных органов исполнительной власти, ведомственные регламенты, определяющие организацию их взаимодействия при согласовании проектов при использовании атомной энергии
1.12.3	<i>Разработка и введение в действие федеральных норм и правил</i>
1.12.3.1	Разработка нормативного документа «Основные требования к реабилитации территорий, загрязненных радиоактивными веществами»
1.12.3.2	Разработка нормативного документа «Правила вывода из эксплуатации пунктов хранения ядерных материалов»
1.12.3.3	Разработка нормативного документа «Правила вывода из эксплуатации пунктов хранения РАО»
1.12.3.4	Разработка нормативного документа «Правила закрытия пунктов захоронения РАО (ПЗРО)»
1.12.4	<i>Введение в законодательные, нормативные и правовые акты, федеральные нормы и правила по ядерной и радиационной безопасности специальной категории «очень низкоактивные отходы» (промышленные отходы, содержащие техногенные радионуклиды)</i>
1.12.4.1	Подготовка и согласование «Временного разрешения на обращение с РАО в губе Андреева и поселке Гремиха с использованием категории ОНАО»
1.12.4.2	Подготовка изменений и дополнений в федеральные нормы и правила ОСПОРБ-99, п. 3.12.1 и СПОРО—2002, п. 3.6, 3.8, 3.9
1.12.5	<i>Разработка нормативных методических указаний</i>
1.12.5.1	Разработка документа «Радиационно-гигиенические требования к блоку реакторного отсека утилизированной АПЛ. Методические указания» (условное название)

Если условиями контракта предусмотрено предоставление подрядчиком его частной СДР по проекту, являющемуся предметом контракта, четвертый (или пятый, если он присутствует в данном элементе) уровень СДР ПКУ должен являться верхним уровнем частной СДР подрядчика. Иначе говоря, любая запланированная подрядчиком работа должна быть однозначно отнесена к одному и только одному элементу четвертого (пятого) уровня СДР. При этом подрядчику не разрешается вносить какие бы то ни было изменения в структуру ПКУ по выполняемому им проекту.

Вместе с тем на протяжении длительного жизненного цикла ПКУ неизбежно возникнет необходимость внесения изменений в СДР путем введения новых элементов, удаления излишних или реструктуризации действующей СДР. Такие изменения могут производиться только путем строго регламентированных и утвержденных процедур, что обеспечит сохранение целостности и согласованности всей необходимой для управления ПКУ информации.

5.4. Календарное и финансовое планирование ПКУ

Данные о содержании и последовательности выполнения работ, составляющих ПКУ, образуют в совокупности техническую базовую линию, в которой сосредоточена вся информация о процессах и ресурсах (включая финансовые), необходимых для достижения стратегических целей программы.

Начальная техническая базовая линия представляет собой формальное описание последовательности работ, взаимодействия между ними, требований и ограничений, необходимых для достижения ожидаемого конечного результата СМП. На ее основе разрабатываются оценки стоимости работ и график их выполнения, позволяющий управлять ходом работ на протяжении всего периода реализации СМП.

Техническая базовая линия ПКУ постоянно развивается в течение всего жизненного цикла программы. На ее основе осуществляются мониторинг хода работ и корректировка планов.

Разработка календарного плана. ПКУ необходима для эффективного руководства реализацией программы в течение всего жизненного цикла СМП. Календарный план обеспечивает возможность контролировать своевременность выполнения всех работ в соответствии с принятым бюджетом. Включение в календарный план оценок стоимости и ресурсов обеспечивает:

- эффективное управление стоимостью отдельных проектов и программы в целом;
- эффективное управление ресурсами;
- прогнозирование потребности в ресурсах, позволяющее принимать решения по их перераспределению (привлечение трудовых ресурсов, загрузка оборудования, размещение оборудования на площадках и т. п.);
- эффективный мониторинг и составление отчетности по программе;
- выявление работ, находящихся на критическом пути.

Календарный план ПКУ разрабатывался в соответствии с методологией, описанной в «Руководстве к своду знаний по управлению проектами (РМВоК)», с учетом следующих особенностей:

- ПКУ разрабатывается в условиях, когда значительная часть работ, входящих в ее состав, уже выполняется в рамках федеральных программ и международных договоров и соглашений, а некоторые из них уже завершены или близки к завершению;

- ПКУ в отличие от целевых программ и портфелей проектов не предполагает непосредственного финансирования, а будет использована как основополагающий документ при составлении краткосрочных и среднесрочных планов реализации определенных в ней мероприятий независимо от источника финансирования.

Календарный план ПКУ разработан в соответствии с процедурой стратегического планирования, применявшейся в ходе всей разработки СМП, на основе информации из нескольких источников:

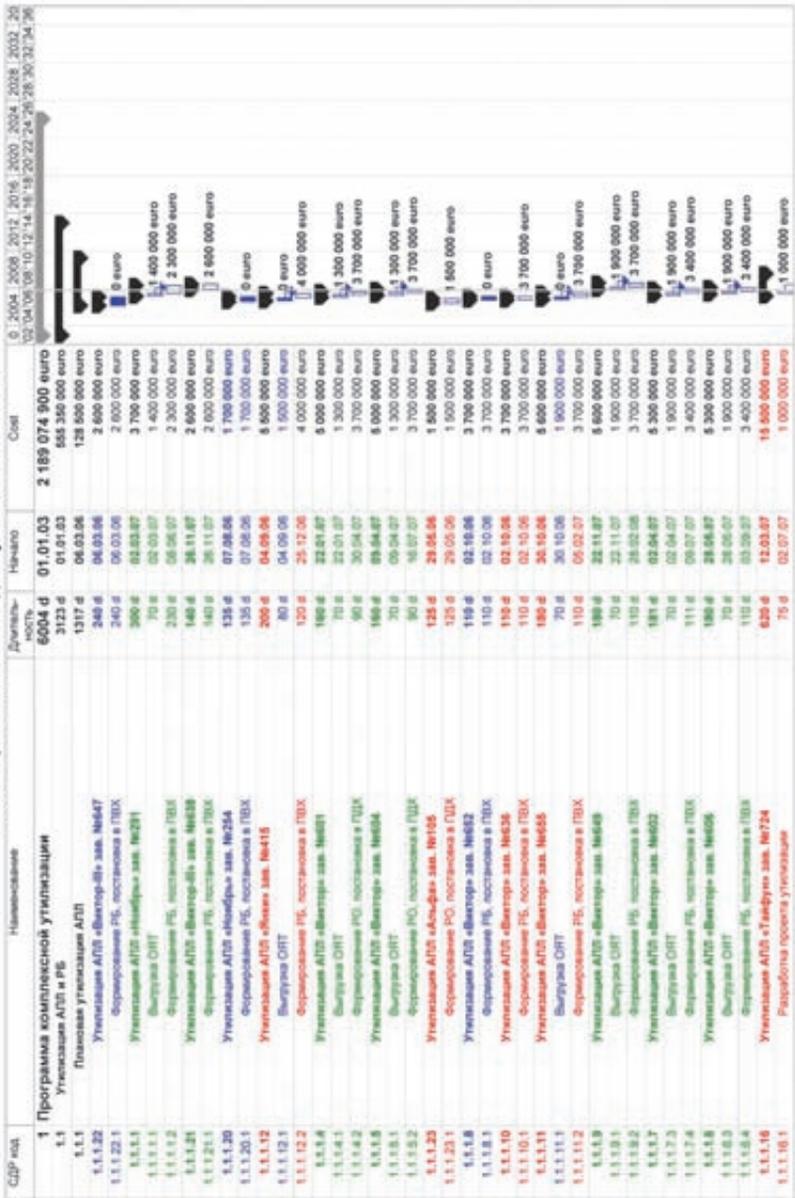
- анализа логических последовательностей, определенных комплексной «дорожной картой» и стратегиями обращения с объектами утилизации и реабилитации, рассмотренных в разделе 2.1, а также функциональными диаграммами реабилитации ПВХА и ПВХГ (раздел 2.2);
- данных предприятий-исполнителей о фактическом состоянии текущих работ, идентифицированных как мероприятия по реализации ПКУ;
- структуры декомпозиции работ ПКУ;
- листов описания проектов, в которых содержится необходимая информация о содержании работ, включенных в каждый отдельный проект, их стоимости и способе ее оценки, логических связях между отдельными проектами, определяющих технологическую последовательность их выполнения и возможность параллельной работы по нескольким проектам на одном объекте;
- результатов процедуры приоритизации проектов.

При составлении календарного плана разработчики ПКУ исходили из ряда дополнительных предположений и условий, рассмотренных ранее.

Полная диаграмма Ганта ПКУ приведена в табл. 5.7, где приняты следующие обозначения:

- синим цветом выделены СДР коды и названия завершенных проектов;
- красным цветом выделены проекты, выполняемые в настоящее время и обеспеченные финансированием;
- зеленым цветом выделены проекты, по которым финансирование запланировано в рамках двусторонних или многосторонних соглашений.

Таблица 5.7. Полная диаграмма Ганта ПКУ



Стратегические подходы к решению экологических проблем, связанных с выведенными из эксплуатации объектами атомного флота на Северо-Западе России

Табл. 5.7. (продолжение)

СФР код	Наименование	Длительность, мес	Начало	Сред
1.1.1.16.2	Перевод АПЛ на инвентарь Северодвинска	75 д	12.03.07	2 500 000 евро
1.1.1.16.3	Выгулка ОРТ	135 д	15.10.07	2 600 000 евро
1.1.1.16.4	Формирование РБ, поставка в ГРБХ	340 д	07.04.08	9 400 000 евро
1.1.1.17	Утилизация АПЛ «Смерть» зав. №650	265 д	25.02.08	8 000 000 евро
1.1.1.13.1	Выгулка ОРТ	85 д	25.02.08	1 900 000 евро
1.1.1.13.2	Формирование РБ, поставка в ГРБХ	180 д	23.06.08	4 100 000 евро
1.1.1.14	Утилизация АПЛ «Объект» зав. №439	265 д	12.05.08	8 000 000 евро
1.1.1.14.1	Выгулка ОРТ	85 д	12.05.08	1 900 000 евро
1.1.1.14.2	Формирование РБ, поставка в ГРБХ	180 д	08.09.08	4 100 000 евро
1.1.1.17	Утилизация АПЛ «Смерть» зав. №3001	822 д	09.03.09	6 400 000 евро
1.1.1.17.1	Разработка проекта утилизации	170 д	07.04.10	1 000 000 евро
1.1.1.17.2	Выгулка ОРТ	70 д	01.12.10	1 300 000 евро
1.1.1.17.3	Формирование РБ, поставка в ГРБХ	555 д	09.03.09	4 100 000 евро
1.1.1.18	Утилизация АПЛ «Оскар» зав. №617	382 д	28.09.08	10 600 000 евро
1.1.1.18.1	Разработка проекта утилизации	75 д	03.11.08	1 000 000 евро
1.1.1.18.2	Перевод АПЛ на инвентарь Северодвинска	75 д	25.09.08	1 800 000 евро
1.1.1.18.3	Выгулка ОРТ	85 д	16.02.09	1 800 000 евро
1.1.1.18.4	Формирование РБ, поставка в ГРБХ	195 д	15.06.09	6 000 000 евро
1.1.1.19	Утилизация АПЛ «Акула» зав. №621	300 д	06.07.09	8 100 000 евро
1.1.1.19.1	Разработка проекта утилизации	75 д	06.07.09	1 000 000 евро
1.1.1.19.2	Перевод АПЛ на ИТ «Эвродан»	75 д	06.07.09	1 700 000 евро
1.1.1.19.3	Выгулка ОРТ	70 д	19.10.09	1 300 000 евро
1.1.1.19.4	Формирование РБ, поставка в ГРБХ	155 д	25.01.10	4 100 000 евро
1.1.1.3	Утилизация АПЛ «Экво» зав. №635	200 д	12.06.08	4 300 000 евро
1.1.1.3.1	Перевод АПЛ на СФЗ	20 д	12.05.08	600 000 евро
1.1.1.3.2	Выгулка ОРТ	70 д	09.06.08	1 400 000 евро
1.1.1.3.3	Формирование РБ, поставка в ГРБХ	110 д	15.09.08	2 300 000 евро
1.1.1.2	Утилизация АПЛ «Экво» зав. №642	200 д	16.06.10	4 200 000 евро
1.1.1.2.1	Перевод АПЛ на СФЗ	20 д	16.06.10	600 000 евро
1.1.1.2.2	Выгулка ОРТ	70 д	14.07.10	1 400 000 евро
1.1.1.2.3	Формирование РБ, поставка в ГРБХ	110 д	20.10.10	2 300 000 евро
1.1.1.16	Утилизация АПЛ «Тайфун» зав. №713	265 д	17.07.06	10 500 000 евро
1.1.1.16.1	Формирование РБ, поставка в ГРБХ	265 д	17.07.06	10 500 000 евро
1.1.2	Утилизация авиационных АПЛ в РБ	1835 д	02.10.06	85 800 000 евро
1.1.2.1	Утилизация АПЛ «Сальва» зав. № 916	648 д	02.10.06	13 600 000 евро
1.1.2.2	Разработка и подготовка технико-экономического обоснования АПЛ «Класс «Искра» №639 и места заложения АПЛ «Искра» и утилизация запущенной АПЛ «Искра» зав. №209	170 д	06.01.07	300 000 евро
1.1.2.3	Разработка проекта подьема АПЛ	648 д	11.01.10	68 700 000 евро
1.1.2.3.1	Подъем АПЛ и перевод на СФЗ	130 д	11.01.10	3 200 000 евро
1.1.2.3.2	Выгулка ОРТ	350 д	12.07.10	59 800 000 евро
1.1.2.3.3		70 д	14.11.11	1 400 000 евро

Табл. 5.7. (продолжение)

СДР код	Наименование	Длительность	Начало	Сост
1.1.2.3.4	Формирование РО, поставщика в ГЦХ	90 д	27.02.12	2 300 000 евро
1.1.2.4	Утилизация РБ «Эко» зак. №833	248 д	11.01.10	3 800 000 евро
1.1.2.4.1	Радиационное обследование РБ	60 д	11.01.10	200 000 евро
1.1.2.4.2	Деактивация РБ	60 д	05.04.10	550 000 евро
1.1.2.4.3	Доработка проекта утилизации РБ	40 д	28.08.10	250 000 евро
1.1.2.4.4	Формирование РО, поставщика в ГЦХ	88 д	23.08.10	2 800 000 евро
1.1.2.5	Утилизация РБ «Альфа» зак. №800	160 д	09.01.12	1 400 000 евро
1.1.2.5.1	Работы по проекту утилизации РБ с ОРТ	80 д	09.01.12	200 000 евро
1.1.2.5.2	Формирование РО, поставщика в ГЦХ	80 д	30.04.12	1 200 000 евро
1.1.3	Утилизация РБ	2188 д	01.08.06	129 000 000 евро
1.1.3.1	Утилизация РБ АПЛ 2006 г. (СРЗ «Ирма») «Сельма» №1400, 470, 451	80 д	01.08.06	3 150 000 евро
1.1.3.1.1	Утилизация РБ АПЛ 2007 г. СРЗ «Ирма»	80 д	01.08.06	3 150 000 евро
1.1.3.2	Утилизация РБ АПЛ 2007 г. СРЗ «Ирма»	249 д	02.10.09	8 200 000 евро
1.1.3.2.1	«Сельма» №423, 431, 432, 402	245 д	02.10.09	5 200 000 евро
1.1.3.3	Утилизация РБ АПЛ 2007 г. СРЗ «Ирма»	246 д	30.07.07	8 200 000 евро
1.1.3.3.1	«Сельма» № 305, 66, 120, «Ирма» №203, 200	245 д	30.07.07	8 200 000 евро
1.1.3.4	Утилизация РБ АПЛ 2007 г. Полларинский СРЗ	166 д	08.01.07	2 000 000 евро
1.1.3.4.1	«Виктор» №180/1, 602	165 д	08.01.07	2 000 000 евро
1.1.3.5	Утилизация РБ АПЛ 2008 г. СРЗ «Ирма»	245 д	08.01.08	16 900 000 евро
1.1.3.5.1	«Дельта» № 312, 328, 337, 338, 339, «Альфа» №161 915, 108, 107, «Сельма» № 401, 421, «Эльма» №603, «Эко» №	245 д	08.01.08	16 900 000 евро
1.1.3.6	Утилизация РБ АПЛ 2008 г. Полларинский СРЗ	245 д	10.03.08	2 000 000 евро
1.1.3.6.1	«Виктор» № 647, «Виктор» № 621	245 д	10.03.08	2 000 000 евро
1.1.3.7	Утилизация РБ АПЛ 2009 г. СРЗ «Ирма»	245 д	08.01.09	18 200 000 евро
1.1.3.7.1	«Дельта» №10341, 342, 353 354, «Дельта» №16 355, 373, «Ирма» № 461, «Ирма» № 285, «Виктор» № 803, 804, «Виктор» № 301, «Эко» № №15 530, 534, «Ирма» №	245 д	08.01.09	18 200 000 евро
1.1.3.8	Утилизация РБ АПЛ 2009 г. Полларинский СРЗ	245 д	10.03.09	2 000 000 евро
1.1.3.8.1	«Эко» № №16 543, 539	245 д	10.03.09	2 000 000 евро
1.1.3.9	Утилизация РБ АПЛ 2010 г. СРЗ «Ирма»	245 д	10.03.09	2 000 000 евро
1.1.3.9.1	«Ирма» №16 902, 904, 905, «Дельта» №16 324, 325, «Эко» № №16 538, 544, «Виктор» № №16 600, 603, 611, «Сельма» №440, «Сельма» № 901	245 д	08.01.10	15 600 000 евро
1.1.3.10	Утилизация РБ АПЛ 2010 г. Полларинский СРЗ	245 д	10.03.10	2 000 000 евро
1.1.3.10.1	«Ирма» № 264, «Виктор» № 613	245 д	10.03.10	2 000 000 евро
1.1.3.11	Утилизация РБ АПЛ 2011 г. СРЗ «Ирма»	246 д	10.01.11	15 600 000 евро
1.1.3.11.1	«Ирма» № 537, «Сельма» № 414, 420, 432, 441, «Дельта» № 311, «Виктор» № 605/627, «Виктор» № №16 296, 297, «Сельма» №16 602, 607	245 д	10.01.11	15 600 000 евро
1.1.3.12	Утилизация РБ АПЛ 2011 г. Полларинский СРЗ	245 д	10.03.11	2 000 000 евро
1.1.3.12.1	«Ирма» № 261, «Эко» № № 542	245 д	10.03.11	2 000 000 евро
1.1.3.13	Утилизация РБ АПЛ 2012 г. СРЗ «Ирма»	245 д	10.01.12	15 600 000 евро

Стратегические подходы к решению экологических проблем, связанных с выведенными из эксплуатации объектами атомного флота на Северо-Западе России

Табл. 5.7. (продолжение)

СДР код	Наименование	Длительность, год	Начало	Стоимость, млн руб.
1.1.3.13.1	«Вентор-Ил» №№ 641, 643, 645, 648, 652, 655, «Вентор» №№ 605, 608, «Тайфун» № 712, «Царь-Ил» № 811, «Эхо-Ил» №№	245 д	10.01.12	15 000 000 евро
1.1.3.14	Утилизация РБ АПЛ 2012 г., Поларисский СРЗ	245 д	12.03.12	2 400 000 евро
1.1.3.15.1	«Оскар» №№ 605, 608	245 д	12.03.12	2 400 000 евро
1.1.3.15.1	Утилизация РБ АПЛ 2013 г. СРЗ «Нерпа»	245 д	10.01.13	13 000 000 евро
1.1.3.15.1	«Вентор-Ил» №№ 636, «Вентор» №№ 602, 606, «Блиц» №№ 415, 430, 450, «Оскар» №№ 617, 662, «Тайфун» №713	245 д	10.01.13	13 000 000 евро
1.1.3.16	Утилизация РБ АПЛ 2013 г., Поларисский СРЗ	245 д	11.03.13	1 000 000 евро
1.1.3.16.1	«Вентор-Ил» № 636	245 д	11.03.13	1 000 000 евро
1.1.3.17	Утилизация РБ АПЛ 2014 г., СРЗ «Нерпа»	245 д	06.01.14	7 200 000 евро
1.1.3.17.1	«Тайфун» № 724, «Гала» № 5013, «Аурис» № 821, «Смерч» № 3001	245 д	06.01.14	7 200 000 евро
1.1.4	Инфраструктура утилизации АПЛ	1571 д	01.01.03	197 000 000 евро
1.1.4.1	Создание маломощного пункта длительного хранения РО «Сайда»	1571 д	01.01.03	197 000 000 евро
1.1.4.1.1	Знак 1.1	262 д	01.01.03	31 400 000 евро
1.1.4.1.2	Знак 1.2	262 д	01.01.04	31 400 000 евро
1.1.4.1.3	Знак 1.3	262 д	01.01.05	31 400 000 евро
1.1.4.1.4	Знак 1.4	262 д	01.01.06	31 400 000 евро
1.1.4.1.5	Знак 1.5	262 д	02.01.07	31 400 000 евро
1.1.4.1.6	Знак 2	1564 д	03.01.06	45 000 000 евро
1.1.5	Утилизация аварийных АПЛ	600 д	06.01.08	15 000 000 евро
1.1.5.1	Выгрузка ОРТ АПЛ «Гала» зав. №801	600 д	06.01.08	7 600 000 евро
1.1.5.1.1	Разработка документации на утилизацию	150 д	06.01.08	1 500 000 евро
1.1.5.1.2	Подготовка инфраструктуры и оборудования выгрузки ОРТ	170 д	06.08.09	4 500 000 евро
1.1.5.1.3	Выгрузка ОРТ	180 д	01.04.09	1 600 000 евро
1.1.5.2	Утилизация АПЛ «Гала» зав. №801	160 д	06.12.09	7 400 000 евро
1.1.5.2.1	Формирование РБ, поставка в ПДХ	180 д	06.12.09	7 400 000 евро
1.2	Утилизация судов АТО	1738 д	06.08.07	65 666 900 евро
1.2.1	Утилизация ПТБ	1620 д	14.01.08	14 641 900 евро
1.2.1.1	Утилизация ПТБ №48	365 д	04.03.08	3 485 900 евро
1.2.1.1.1	Утилизация ПТБ №48	95 д	01.03.10	485 900 евро
1.2.1.1.2	Утилизация ПТБ №134, «ГМ-135»	160 д	12.07.10	1 970 000 евро
1.2.1.2	Перевод ПТБ «Волдарский» ОАО ММТ	290 д	10.01.11	2 130 000 евро
1.2.1.2.1	Утилизация ПТБ «Волдарский» ОАО ММТ	95 д	10.01.11	160 000 евро
1.2.1.2.2	Разработка ПКОД на утилизацию ПТБ «Волдарский»	195 д	23.05.11	1 970 000 евро
1.2.1.3	Перевод ПТБ «Волдарский» на СРЗ, формирование упаковки	275 д	07.02.11	1 544 000 евро
1.2.1.3.1	Утилизация МСТ «Север»	85 д	07.02.11	160 000 евро
1.2.1.3.2	Разработка ПКОД на утилизацию МСТ «Север»	190 д	20.06.11	1 384 000 евро
1.2.1.3.3	Перевод ПТБ на СРЗ, формирование упаковки с поставкой в ПДХ	190 д	20.06.11	1 384 000 евро
1.2.1.4	Утилизация ПТБ ПМ-124	1240 д	14.01.09	2 837 000 евро

Табл. 5.7. (продолжение)

СРР код	Наименование	Длительность, лет	Начало	Срок	Стоимость, млн руб.
1.2.14.1	Конвертация ПТБ ПМ-124 с поставкой в ГВБ на временное хранение	255 д	14.01.08	580 000 евро	6 1004 3008 13012 30108 10300 3004 3038 10303 20
1.2.14.2	Временное хранение конвертованной ПТБ ПМ-124 в ГВБ	750 д	05.01.09	280 000 евро	302 04109 00 102 13 14 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36
1.2.14.3	Перевод конвертованной ПТБ ПМ-124 на СРЗ, формирование упаковки с поставкой в ГВБ	156 д	16.01.12	1 977 000 евро	1 800 040 евро
1.2.15	Утилизация ПТБ ПМ-78	1420 д	14.01.08	2 837 000 евро	1 800 040 евро
1.2.15.1	Конвертация ПТБ ПМ-78 с поставкой в ГВБ на временное хранение	205 д	14.01.08	580 000 евро	1 800 040 евро
1.2.15.2	Временное хранение конвертованной ПТБ ПМ-78 в ГВБ	970 д	05.01.09	280 000 евро	1 800 040 евро
1.2.15.3	Перевод конвертованной ПТБ ПМ-78 на СРЗ, формирование упаковки с поставкой в ГВБ	156 д	24.09.12	1 977 000 евро	1 800 040 евро
1.2.16	Утилизация ПТБ ПМ-128	1620 д	14.01.08	2 837 000 евро	1 800 040 евро
1.2.16.1	Конвертация ПТБ ПМ-128 с поставкой в ГВБ на временное хранение	205 д	14.01.08	580 000 евро	1 800 040 евро
1.2.16.2	Временное хранение конвертованной ПТБ ПМ-128 в ГВБ	1170 д	05.01.09	280 000 евро	1 800 040 евро
1.2.16.3	Перевод конвертованной ПТБ ПМ-128 на СРЗ, формирование упаковки с поставкой в ГВБ	156 д	01.07.13	1 977 000 евро	1 800 040 евро
1.2.2	Утилизация термических отходов	1206 д	09.01.08	2 680 000 евро	1 100 000 евро
1.2.2.1	Утилизация ТНТ в (дальнейшем)	1288 д	04.02.08	2 100 000 евро	2 100 000 евро
1.2.2.1.1	Работа проекта подъям ТНТ	60 д	04.02.08	200 000 евро	200 000 евро
1.2.2.1.2	Подъям ТНТ и перевод на СРЗ	20 д	05.05.08	435 000 евро	435 000 евро
1.2.2.1.3	Радиационное обследование ТНТ	15 д	02.06.08	45 000 евро	45 000 евро
1.2.2.1.4	Работа проекта утилизация ТНТ	90 д	23.05.08	280 000 евро	280 000 евро
1.2.2.1.5	Утилизация ТНТ, Упаковка ТРО	156 д	12.04.12	1 100 000 евро	1 100 000 евро
1.2.2.2	Утилизация ТНТ-12	1023 д	09.02.09	1 885 000 евро	1 160 000 евро
1.2.2.2.1	Перевод ТНТ на СРЗ	13 д	09.02.09	160 000 евро	1 160 000 евро
1.2.2.2.2	Радиационное обследование ТНТ	25 д	02.03.09	45 000 евро	45 000 евро
1.2.2.2.3	Работа проекта утилизация ТНТ	60 д	06.04.09	280 000 евро	280 000 евро
1.2.2.2.4	Утилизация ТНТ, Упаковка ТРО	156 д	12.04.12	1 100 000 евро	1 100 000 евро
1.2.2.3	Утилизация ТНТ-19	1243 д	07.04.08	1 585 000 евро	1 585 000 евро
1.2.2.3.1	Перевод ТНТ на СРЗ	15 д	07.04.08	160 000 евро	1 585 000 евро
1.2.2.3.2	Радиационное обследование ТНТ	25 д	28.04.08	45 000 евро	45 000 евро
1.2.2.3.3	Работа проекта утилизация ТНТ	60 д	02.06.08	280 000 евро	280 000 евро
1.2.2.3.4	Утилизация ТНТ, Упаковка ТРО	156 д	12.04.12	1 100 000 евро	1 100 000 евро
1.2.2.4	Утилизация ТНТ-29	1206 д	09.01.08	1 780 000 евро	1 780 000 евро
1.2.2.4.1	Временное хранение ТНТ в ГВБ	965 д	05.01.08	220 000 евро	220 000 евро
1.2.2.4.2	Работа проекта утилизация ТНТ	60 д	04.05.11	280 000 евро	280 000 евро
1.2.2.4.3	Перевод конвертованного ТНТ на СРЗ	15 д	27.07.11	160 000 евро	1 600 000 евро
1.2.2.4.4	Утилизация ТНТ, Упаковка ТРО	160 д	31.05.12	1 100 000 евро	1 100 000 евро
1.2.3	Утилизация ПЕК	1275 д	04.02.08	8 880 000 евро	8 880 000 евро
1.2.3.1	Утилизация ПЕК-11, Радиационное обследование ПЕК	150 д	03.11.08	280 000 евро	280 000 евро
1.2.3.2	Утилизация ПЕК-12, Радиационное обследование ПЕК	150 д	03.11.08	280 000 евро	280 000 евро

Стратегические подходы к решению экологических проблем, связанных с выведенными из эксплуатации объектами атомного флота на Северо-Западе России

Табл. 5.7. (продолжение)

СДР код	Наименование	Длительность, мес/д	Начало	Стоимость, млн евро
1.2.5.1.1	Первый этап формирования Блока сравнения подстанций в выгравированном ОРТ	181 д	06.06.08	3 430 000 евро
1.2.5.1.2	Образование СРНО, временная выгрузка на выгравированном площадке	489 д	18.04.10	2 000 000 евро
1.2.5.1.3	Выгрузка ОРТ, включая закупку оборудования и персонала ОИТ на "Альбатрос"	379 д	18.04.10	2 200 000 евро
1.2.5.1.4	Второй этап формирования Блока сравнения, включая установку ПТО и поставку БК в ПЦК	528 д	18.04.10	2 300 000 евро
1.3	Увеличение НК с ЯЗУ	1124 д	09.01.06	61 600 000 евро
1.3.1	Утилизация ТАРУ	1124 д	09.01.06	61 800 000 евро
1.3.1.1	Разработка ТЭМ параметров утилизации НК с ЯЗУ	120 д	09.01.06	400 000 евро
1.3.1.2	Разработка комплекса проектной и организационной документации в обеспеченные выгрузки ОИТ из реакторов и утилизация ТАРУ	260 д	25.06.08	1 000 000 евро
1.3.1.3	Подготовительные работы и выгрузка ОИТ из реакторов ТАРУ	120 д	11.11.09	4 300 000 евро
1.3.1.4	Раздача ТАРУ с формованием РП и поставкой в ПЦК	524 д	28.04.10	45 500 000 евро
1.4	Экологическая реабилитация ПВМТ	5300 д	01.01.04	175 848 000 евро
1.4.1	Проектирование ИРО	469 д	04.04.06	3 300 000 евро
1.4.1.1	Проведение комплексного обследования зданий, сооружений, т.п.	450 д	04.04.06	2 000 000 евро
1.4.1.2	Проектирование радиологического и инженерного обследования и принятие мер радиационной защиты для ПБАТРО	415 д	04.04.06	800 000 евро
1.4.3	Создание специальной инфраструктуры	2680 д	01.01.04	63 693 000 евро
1.4.3.1	Восстановление комплекса перемещения ОИТ	794 д	01.01.04	0 евро
1.4.3.2	Восстановление комплекса 9	522 д	12.01.09	700 000 евро
1.4.3.3	Пункт дезактивации автотранспорта	349 д	04.06.07	900 000 евро
1.4.3.4	Подготовительные работы по обеспечению ядерной и радиационной безопасности	522 д	03.04.06	400 000 евро
1.4.3.5	Исполнение двух выключенных саморазрушения, поставка дополнительного оборудования и нематериальных средств	372 д	01.06.06	500 000 евро
1.4.3.6	Поставка дополнительных приборов дозиметрического и спектрометрического контроля и измерений на территории ФГУП "СибАТО" в ЗАТО г. Островной	372 д	01.07.06	690 000 евро
1.4.3.7	Проект и сооружение временного участка для размещения ОИТ и РАО	794 д	11.01.10	7 500 000 евро
1.4.3.8	Ремонт здания 19	522 д	05.05.11	603 000 евро
1.4.3.10	Оборудование места для перемещения персонала в з. 218	522 д	07.06.07	340 000 евро
1.4.3.11	Ремонт дома и инженерное оборудование	794 д	02.04.06	1 000 000 евро
1.4.3.12	Партизанская инфраструктура з. 1 в вывозе мусора 22	720 д	07.11.07	600 000 евро
1.4.3.13	Создание инфраструктуры по работе ОИТ в ИРМАР (8346)	1306 д	08.01.10	40 000 000 евро
1.4.4	Обращение с ОИТ ВВР с целью его вывоза	2193 д	03.01.06	20 038 000 евро
1.4.4.1	Разработка эксплуатационного проекта по перемещению ОИТ в ПТО с ПБАТРО и из привала ПМЗ. Здание 1 по привалу	744 д	03.10.05	3 430 000 евро
1.4.4.2	Создание инфраструктуры ОИТ, составление дефектной ведомости	483 д	03.01.06	300 000 евро

Стратегические подходы к решению экологических проблем, связанных с выведенными из эксплуатации объектами атомного флота на Северо-Западе России

Табл. 5.7. (продолжение)

СДР код	Наименование	Длительность, д	Начало	Cost
1.4.4.2	Проект и изготовление установок по удалению воды из высокоактивных отходов	784 д	02.01.06	2 300 000 евро
1.4.4.4	Разработка и изготовление контейнеров, предназначенных для транспортировки отходов	1044 д	06.04.07	2 300 000 евро
1.4.4.5	Подготовка к выводу контейнерных установок на ППБ «Лотва» для отправки в ПО «Маяк» на переработку	784 д	07.04.06	6 000 000 евро
1.4.4.6	Подготовка к выводу контейнерных установок на переработку в ПО «Маяк» на переработку	784 д	07.04.06	5 000 000 евро
1.4.4.7	ПТС в ППО «Аполло» на переработку	522 д	07.04.10	700 000 евро
1.4.4.8	Перевозка ПТС на частоте 22, отправка их на «Маяк» для переработки	522 д	01.04.11	1 000 000 евро
1.4.5	Обращение с ОНТ ХМТ с целью его вывоза	4818 д	04.04.05	72 375 000 евро
1.4.5.1	Создание безопасных условий хранения СВЧ-АПО в «Маяк»	784 д	04.04.05	1 100 000 евро
1.4.5.2	Разработка концептуального проекта по обращению с СВЧ-АПО в «Маяк»	784 д	30.03.09	2 600 000 евро
СДР код	Наименование	Длительность, д	Начало	Cost
1.4.5.3	Разработка и изготовление контейнеров для транспортировки СВЧ	1044 д	28.11.08	3 470 000 евро
1.4.5.4	Разработка проекта по вывозу СВЧ	1044 д	28.11.08	2 000 000 евро
1.4.5.5	Вывоз СВЧ из ПБЗУГ	784 д	28.11.12	5 000 000 евро
1.4.5.6	Разборка СВЧ на территории НИИ64Р (БСМ)	1834 д	02.12.15	12 000 000 евро
1.4.5.7	Разработка технологии и создание инфраструктуры по переработке	784 д	06.01.10	25 000 000 евро
1.4.5.8	Переработка ОНТ на СВЧ в НИИ64Р (БСМ)	1528 д	02.12.15	20 000 000 евро
1.4.5.9	Прям на хранение 3-й СВЧ	206 д	09.01.08	1 000 000 евро
1.4.6	Обращение с ТРО	2864 д	01.12.06	14 300 000 евро
1.4.6.1	Разработка рабочего проекта по переработке ТРО с ПБВТРО на атомном корабле	522 д	06.01.08	600 000 евро
1.4.6.2	Переработка БАО на контейнерах БЕТ4 и БЕТ3 в закрытых контейнерах на ПБВТРО	1482 д	01.12.06	1 800 000 евро
1.4.6.3	Закупка контейнеров для транспортировки СУЗ	202 д	08.01.10	2 000 000 евро
1.4.6.4	Разработка ТЭС, оборудования и приспособлений для перемещения элементов стержней СУЗ из «кормильности» контейнера в ц. 19 и приемки 1 и 2 здания 1 в закрытые контейнеры	1044 д	01.02.07	2 600 000 евро
1.4.6.5	Перемещение элементов стержней СУЗ из «кормильности» контейнера в ц. 19 в защитные контейнеры	522 д	02.02.11	500 000 евро
1.4.6.6	Переработка и перемещение ТРО с ПБВТРО в урны	784 д	09.04.12	2 000 000 евро
1.4.6.7	Обращение с «средней» и низкоактивным ТРО	1044 д	06.05.13	2 000 000 евро
1.4.6.8	Обращение с вторичными высокоактивным ТРО	784 д	10.04.15	3 000 000 евро
1.4.7	Обращение с ЖРО	3456 д	02.04.07	4 600 000 евро
1.4.7.1	Анализ и выбор технологии по переработке ЖРО с целью снижения радиоактивности. Проект изготовления установок. Модернизация установок «Лотва»	784 д	02.04.07	600 000 евро
1.4.7.3	Обращение со «средней» и высокоактивным ЖРО	522 д	10.01.13	2 000 000 евро

Табл. 5.7. (продолжение)

СДР код	Наименование	Длительность	Начало	Срок	Горизонтальный график Гantt
1.4.7.4	Переработка наполненных ЖРО в ТРО и подготовка к выводу из эксплуатации ТРО	2672 д	02.04.10	2 000 000 евро	
1.4.8	Рейбилитация зданий	3687 д	07.08.07	3 600 000 евро	
1.4.8.1	Разработка проекта и ликвидация ПБХТРО	784 д	10.04.15	1 000 000 евро	
1.4.8.2	Ликвидация траншеи ЖРО	1628 д	07.08.07	1 000 000 евро	
1.4.8.3	Разработка документации, разработка ПЕК, заграждение и демонтаж ТРО	1044 д	05.05.17	500 000 евро	
1.4.8.4	Проект демонтажной здания для использования в процессе ЗР, демонтаж	522 д	11.01.10	50 000 евро	
1.4.8.5	Проект демонтажной здания после завершения ЗР	522 д	05.05.17	50 000 евро	
1.4.9	Рейбилитация территории	3986 д	09.01.09	3 600 000 евро	
1.4.9.1	Разработка проекта рейбилитации грунта ПБХТ	242 д	12.01.09	100 000 евро	
1.4.9.2	Рейбилитация открытой площадки и сваи для временного хранения контейнеров ТУХ и ОТВС	522 д	12.01.09	500 000 евро	
1.4.9.3	Рейбилитация территории у краинца ЖРО	784 д	20.04.21	800 000 евро	
1.4.9.4	Рейбилитация территории у ПБХТРО	266 д	12.04.18	400 000 евро	
1.4.9.5	Рейбилитация территории у здания 1, 1А, вывоз доски и т.п.	522 д	19.04.18	800 000 евро	
1.4.9.6	Разработка технологии обращения со СпАО	522 д	09.01.09	1 000 000 евро	
СДР код	Наименование	Длительность	Начало	Срок	Горизонтальный график Гantt
1.4.9.7	Подготовка площадки для захоронения на месте строительных отходов и ТРО СпАО	133 д	10.01.12	30 000 евро	
1.4.10	Рейбилитация автотрассы	3482 д	12.01.10	1 000 000 евро	
1.4.10.1	Разработка проекта рейбилитации автотрассы	522 д	12.01.10	100 000 евро	
1.4.10.2	Рейбилитация автотрассы, в том числе от загрязненных нефтепродуктами	522 д	06.04.21	1 000 000 евро	
1.4.11	Образование с ТО	2742 д	11.01.10	280 000 евро	
1.4.11.1	Создание производственного участка в ПБХТ по комплектации и подготовке к вывозу металлической тары	391 д	11.01.10	250 000 евро	
1.4.11.2	Вывоз топливных отходов	133 д	10.01.20	30 000 евро	

Стратегические подходы к решению экологических проблем, связанных с выведенными из эксплуатации объектами атомного флота на Северо-Западе России

Табл. 5.7. (продолжение)

СДР код	Наименование	Длительность, месяцев	Начало	Срок
1.5	Экологическая реабилитация ПБХА	8283 д	01.11.06	618 790 000 евро
1.5.1	Создание инфраструктуры для обращения с ОНТ и РАО	1286 д	23.02.06	11 400 000 евро
1.5.1.1	Проектирование и создание элементов инфраструктуры для обращения с ОНТ и РАО в ПБХА (задание 50, системы водоснабжения, сточный дренаж)	1286 д	23.02.06	11 400 000 евро
1.5.2	Создание инфраструктуры общего назначения	1626 д	01.11.06	39 100 000 евро
1.5.2.1	Создание элементов инфраструктуры общего назначения в ПБХА	1293 д	02.10.06	20 700 000 евро
1.5.2.2	Продолжение строительных работ по реконструкции систем водоснабжения, инженерных сетей, системы пожаротушения, вентиляции и кондиционирования	1044 д	01.11.06	18 400 000 евро
1.5.3	Обращение с ОНТ с целью его вывоза	2636 д	02.04.07	252 700 000 евро
1.5.3.1	Разработка методики и изготовления опытного образца устройства контроля состояния ОНТ. Разработка технологии обращения с ОНТ на удаленных объектах. Подтверждение пригодности обращения с ОНТ	522 д	07.02.08	2 300 000 евро
1.5.3.2	Разработка проектной и рабочей документации для строительства комплекса зданий и сооружений для обращения с ОНТ и подготовка его к вывозу с территории ПБХА	456 д	09.05.08	9 100 000 евро
1.5.3.3	Вывозка ОНТ на БСК и контейнеров, ларчеловка ОНТ и подготовка его к вывозу из ПБХА	1568 д	08.02.12	142 000 000 евро
1.5.3.4	Проектирование и изготовление переносимого агрегата и вывоза опытного образца для обращения с ОНТ	208 д	05.11.07	12 000 000 евро
1.5.3.5	Разработка технологии обращения с дефектными ОНТ и пробами ОНТ	649 д	08.02.10	24 000 000 евро
1.5.3.6	Разработка проектной и рабочей документации для строительства здания 133 для переработки ОНТ, строительство ТЭЦ «Маяк»	798 д	03.04.07	33 800 000 евро
1.5.3.7	Подготовка работ для строительства здания 133	523 д	03.04.07	4 500 000 евро
1.5.3.8	Разработка, изготовление и монтаж оборудования для переработки ОНТ в здании ПБХА	1044 д	16.08.07	24 000 000 евро
1.5.4	Обращение с ТРО	4771 д	02.05.06	138 100 000 евро
1.5.4.1	Разработка проектной документации комплекса по обращению с ТРО, в том числе рабочей документации для строительства здания 201, 202 – третий этап заступления в эксплуатацию	653 д	08.02.07	3 740 000 евро
1.5.4.2	Импорт и радиационное обследование заступленных в эксплуатацию ТРО №№ 7, 7А, 7Б, 7В, 7Г, 7Д, сооружений 67 и 67А и бетонного блока 1Д	266 д	02.05.06	420 000 евро
1.5.4.3	Разработка проекта и реализация строительства здания ТРО (здание В)	208 д	06.06.07	2 600 000 евро
1.5.4.4	Строительство водной выгрузки в здании радиационных ТРО здания 7А и сооружений ТД	266 д	20.06.09	1 500 000 евро
1.5.4.5	Строительство радиационных ТРО на заступлении в эксплуатацию и выгрузки и длительного хранения, в том числе водородной и длительного хранения	350 д	35.02.08	2 600 000 евро
1.5.4.6	Строительство опытно-промышленного приспособленного агрегата для слабодатных отходов	522 д	22.02.08	3 300 000 евро
1.5.4.7	Строительство здания складирования ТРО	784 д	22.02.08	9 240 000 евро
1.5.4.8	Закупка необходимых контейнеров	784 д	08.01.10	3 600 000 евро

Табл. 5.7. (продолжение)

СФР код	Наименование	Длительность, мес.	Начало	Cost
1.5.4.10	Строительство здания переработки ТРО (здание 203)	784 д	11.08.09	2 300 000 евро
1.5.4.11	Строительство сооружений 201, 202 – урбанист. над-заглубленные хранилища	1044 д	11.08.09	4 000 000 евро
1.5.4.12	Переработка ТРО, в том числе вторичных и подготовка к вывозу в Региональное хранилище	3132 д	13.08.12	105 000 000 евро
1.5.6	Обращение с ЖРО	4546 д	24.01.07	79 600 000 евро
1.5.5.1	Разработка проектов и рабочей документации для строительства комплекса переработки ЖРО (Новое здание №1)	522 д	24.01.07	1 800 000 евро
1.5.5.2	Строительство здания №1 (освоение территории ЖРО)	522 д	23.01.09	18 300 000 евро
1.5.5.3	Выбор и поставка мобильной установки для переработки ЖРО в период строительства инфраструктуры	196 д	09.01.08	800 000 евро
1.5.5.5	Переработка ЖРО, в том числе сложного флюкс-химического состава	4100 д	08.10.06	49 600 000 евро
1.5.6	Реабилитация здания 5	4534 д	03.09.07	34 820 000 евро
1.5.6.1	Выезд на эксплуатацию здания 5. Эпир 1. Срывные ремонтно-восстановительные работы и выбор вариантов	395 д	03.09.07	2 250 000 евро
1.5.6.2	Создание установки для деактивации почвы	522 д	09.01.08	450 000 евро
1.5.6.3	Деактивация радиационного грунта вокруг здания 5 и в районе 1	133 д	10.02.10	120 000 евро
1.5.6.4	Подготовка СБРЧ, разработка рабочего проекта по вывозу из эксплуатации здания №5, удаление остатков ОНТ, деактивация и демонтаж здания в соответствии с выбранными вариантами	4176 д	09.01.08	30 000 000 евро
1.5.6.5	Осуществление реабилитации территории после демонтажа здания	266 д	11.01.24	2 600 000 евро
1.5.7	Реабилитация здания, сооружений	3487 д	02.10.06	43 460 000 евро
1.5.7.1	Проведение работ по демонтажу и реабилитации зданий (зданий и сооружений) ПБМА	658 д	02.10.06	750 000 евро
1.5.7.2	Выбор технологии, разработка проекта реабилитации БСХ и работы по их реабилитации	1044 д	11.02.19	30 000 000 евро
1.5.7.3	Разработка проекта реабилитации бывших хранилищ ТРО и ЖРО	522 д	09.01.08	790 000 евро
1.5.7.4	Реабилитация бывших хранилищ ТРО и ЖРО	784 д	08.01.10	12 000 000 евро
1.5.8	Реабилитация территории	5212 д	08.01.06	720 000 евро
1.5.8.1	Дополнительные гидроэкологические и радиологические обследования территории	1978 д	08.01.06	200 000 евро
1.5.9.2	Беречь/улучшить в районе зд.67 и 7Д	133 д	22.05.08	170 000 евро
1.5.9.3	Проведение деактивации зараженной территории ПБМА. Деактивация и утилизация установки для реабилитации почвы	180 д	14.08.24	250 000 евро
1.5.9.4	Реабилитация и благоустройство территории ПБМА	180 д	23.04.25	100 000 евро
1.5.9	Реабилитация автостоянок	532 д	09.01.08	1 700 000 евро
1.5.9.1	Комплексное радиационное обследование автостоянок и бывшей почвы ПБМА, проведение урбанист. реконструкции в дренаже отложения загрязнений вглубь автостоянок и оценки выносов	266 д	09.01.08	1 000 000 евро
1.5.9.2	Ликвидация аномалий загрязнения территории и оценки выносов радионуклидами прибрежной почвы и дренажных отложений	266 д	15.01.09	700 000 евро
1.5.10	Обеспечение радиационной безопасности, физзащита и АСКРО	4457 д	09.01.06	17 200 000 евро

Стратегические подходы к решению экологических проблем, связанных с выведенными из эксплуатации объектами атомного флота на Северо-Западе России

Табл. 5.7. (продолжение)

СФР код	Наименование	Длительность	Начало	Срок
1.6.10.1	Проектирование работ и проведение работ по ликвидации объектов в г.Светлогорске	4817 д	08.01.08	1 800 000 евро
1.5.10.2	Строительство участка (дл. 163) в его оборудовании	655 д	01.04.08	12 500 000 евро
1.5.10.3	Усовершенствование системы флота защиты объектов и территории, нарушение сети связи, санитализация и оповещение	266 д	09.01.08	1 500 000 евро
1.5.10.4	Создание системы радиационного контроля и мониторинга в ГВХА	266 д	09.01.08	1 400 000 евро
1.5.11	Обращение с ТО	391 д	11.01.10	250 000 евро
1.5.11.1	Создание производственного участка в ГВХА по комплектации и подготовке к вывозу металлической тары	11.01.10	250 000 евро	
1.5.12	Управление подпрограммой	266 д	09.01.08	850 000 евро
1.5.12.1	Разработка, согласование и утверждение плана работ по реабилитации объектов и территории ГВХА	266 д	09.01.08	300 000 евро
1.5.12.2	Разработка проекта структуры управления и контроля хода выполнения проекта в ГВХА	266 д	09.01.08	550 000 евро
1.6	Обращение с РАО в С-3 регионе	4891 д	09.01.08	409 190 000 евро
1.6.1	Модернизация существующей инфраструктуры обращения с РАО на предприятиях Северо-западного региона России	1827 д	09.01.08	116 600 000 евро
1.6.1.1	Upgrade of RW management infrastructure at FSUE «Jugradobskhsk»	1044 д	09.01.08	24 300 000 евро
1.6.1.1.1	Модернизация установки Связки ТРО (объект 103) на ФГУП «Эвандра»	1044 д	09.01.08	4 000 000 евро
1.6.1.1.2	Модернизация технологических линий переработки ЖРО на ФГУП «Эвандра»	823 д	09.01.08	4 000 000 евро
1.6.1.1.3	Улучшение процесса хранения ТРО (объект 182) на ФГУП «Эвандра» и реконструкция линии на ФГУП «Светлогорск»	1044 д	09.01.08	16 300 000 евро
1.6.1.2	Модернизация инфраструктуры обращения с РАО на ФГУП «Светлогорск»	794 д	09.01.08	7 700 000 евро
1.6.1.2.1	Реконструкция площадки временного хранения ТРО на ФГУП «Светлогорск»	523 д	09.01.08	1 300 000 евро
1.6.1.2.2	Модернизация объектов обращения с ЖРО, объекта 377 для сбора и консервационного хранения в системе прачма и хранения ЖРО в плавучих цистернах на ФГУП «Светлогорск»	794 д	09.01.08	6 400 000 евро
1.6.1.3	Модернизация инфраструктуры обращения с РАО на ФГУП «Норда»	1305 д	09.01.08	86 600 000 евро
1.6.1.3.1	Модернизация и создание новых элементов системы дезактивации и дозиметрического контроля на ФГУП «Норда»	794 д	09.01.08	14 500 000 евро
1.6.1.3.2	Модернизация системы обращения с ЖРО на ФГУП «Норда» (улучшение системы сбора и хранения ЖРО, ремонт аккumulирующих и строительных новых главных емкостей ПЭЖ-50)	794 д	09.01.08	6 500 000 евро
1.6.1.3.3	Расширение, реставрация и модернизация существующих площадях хранения ТРО на ФГУП «Норда»	1305 д	09.01.08	15 600 000 евро

Табл. 5.7. (продолжение)

СДР код	Наименование	Длительность	Начало	Cost
1.6.1.3.4	Реконструкция системы вентиляции и восстановления целостности корпусно-строительных конструкций здания на ФГУП «Норд»	522 д	09.01.06	5 000 000 евро
1.6.1.3.5	Модернизация утилизационного комплекса на сталелитейной площадке ФГУП «Норд» для обращения с крупногабаритным металлургическим ТРО	522 д	09.01.06	15 000 000 евро
1.6.1.4	Инкапсуляция и приведение в безопасное состояние ТРО в существующих хранилищах ФГУП «Атомфлот»	1827 д	09.01.06	20 000 000 евро
1.6.1.5	Ликвидация хранилища ТРО на Мирской горе на ФГУП «ГРО «Севмашпридметель» и реабилитация территории	1566 д	09.01.06	8 000 000 евро
1.6.2	Региональные объекты обращения, хранения и окончательного захоронения РАО в Северо-западном регионе России	1828 д	09.01.06	291 600 000 евро
1.6.2.1	Разработка и создание РЦОХ РАО в г. Свояда	1828 д	09.01.06	290 000 000 евро
1.6.2.1.1	1 этап	1306 д	09.01.06	150 000 000 евро
1.6.2.1.2	II этап	522 д	10.01.13	120 000 000 евро
1.6.2.1.4	Создание/закупка мобильной установки переработки ЖРО (включая ВАО и ЖРО сложного состава) для РЦОХ Свояда	1044 д	09.01.06	20 000 000 евро
1.6.2.2	Наработка опыта на создание регионального хранилища ТРО и мобильного НХО на площадке в районе г. Свояда	522 д	10.01.11	1 500 000 евро
СДР код	Наименование	Длительность	Начало	Cost
1.6.3	Переработка, кондиционирование, конгелирование, транспортировка и хранение РАО в Северо-западном регионе России	4693 д	09.01.06	1 000 000 евро
1.6.3.1	Разработка, испытание, установка и сертификация контейнеров для хранения и транспортировки ТРО, в том числе вывоза в РАО для ФГУП «СевРАО»	522 д	09.01.06	1 000 000 евро
1.6.3.2	Переработка САО, ВАО ЖРО и ЖРО сложного состава, составление маршрута установки с использованием груза-контейнера	1044 д	10.01.12	0 евро
1.6.3.3	Сбор и доставка НАО, САО ТРО с предприятий и ПБОУ в РЦОХ и ВАО ТРО в ПБМА судном-контейнером	3647 д	10.01.12	0 евро
1.6.3.4	Планирование и доопределение хранилища ТРО в РЦОХ РАО	3385 д	10.01.13	0 евро
1.7	Обращение с ТРО в СЗ регионе	1233 д	11.01.10	64 351 000 евро
1.7.1	Создание инфраструктуры переработки ТРО на предприятиях Северо-западного региона России	1233 д	11.01.10	40 351 000 евро
1.7.1.1	Организация центра переработки токсичных отходов на ФГУП «Лавозач»	1944 д	01.10.10	13 790 000 евро
1.7.1.1.1	Реконструкция площадки временного хранения токсичных отходов на ФГУП «МП «Лавозач»	1044 д	01.10.10	5 200 000 евро
1.7.1.1.2	Создание производственной линии по переработке отходов на ФГУП «МП «Лавозач»	652 д	01.10.10	3 800 000 евро

Стратегические подходы к решению экологических проблем, связанных с выведенными из эксплуатации объектами атомного флота на Северо-Западе России

Табл. 5.7. (продолжение)

СФР код	Наименование	Длительность	Начало	Cost
1.7.1.1.3	Создание производственной линии по переработке отходов ТО на ФГУП «МП «Звездочка»	784 д	01.10.10	2 600 000 евро
1.7.1.1.4	Создание производственной линии по переработке вторичных ресурсов промывки калия на ФГУП «МП «Звездочка»	652 д	01.10.10	2 000 000 евро
1.7.1.1.5	Создание производственной линии по комплектованию металлургической тары на ФГУП «МП «Звездочка»	391 д	01.10.10	200 000 евро
1.7.1.2	Организация центра переработки токсичных отходов на ФГУП «СРЗ «Нерола»	1044 д	01.10.10	20 800 000 евро
1.7.1.2.1	Строительство площадки временного хранения и переработки твердых токсичных отходов на ФГУП «СРЗ «Нерола»	1044 д	01.10.10	8 700 000 евро
1.7.1.2.2	Создание производственной линии по комплектованию металлургической тары на ФГУП «СРЗ «Нерола»	391 д	01.10.10	200 000 евро
1.7.1.2.3	Создание производственной линии по переработке руды на ФГУП «СРЗ «Нерола»	652 д	01.10.10	3 800 000 евро
1.7.1.2.4	Создание производственной линии по переработке отходов реактора промывки калия и вторичного сырья на ФГУП «СРЗ «Нерола»	784 д	01.10.10	5 600 000 евро
1.7.1.2.5	Создание производственной линии по переработке лагосторбиных ТО на ФГУП «СРЗ «Нерола»	784 д	01.10.10	2 500 000 евро
1.7.1.3	Организация участка переработки токсичных отходов на ФГУП «10 СРЗ» МО РФ	973 д	11.01.10	5 600 000 евро
1.7.1.3.1	Создание производственной линии по переработке лагосторбиных ТО на ФГУП «10 СРЗ» МО РФ	784 д	01.10.10	1 200 000 евро
1.7.1.3.2	Создание производственной линии по комплектованию металлургической тары на ФГУП «10 СРЗ» МО РФ	391 д	01.10.10	200 000 евро
1.7.1.3.3	Создание производства по димеризации лагосторбиных лагов на ФГУП «10 СРЗ» МО РФ	784 д	11.01.10	4 200 000 евро
1.8	Радиологическая мониторинг	1381 д	01.11.08	38 390 000 евро
1.8.1	Создание янги модернизации системы АСВРО и РКЭС, Мурманская область	1381 д	01.11.08	21 290 000 евро
1.8.1.1	Ускорение создания системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования Мурманской области	828 д	01.11.08	4 890 000 евро
1.8.1.1.1	Создание региональных центров в Мурманской области	828 д	01.11.08	1 314 000 евро
1.8.1.1.2	Ускорение создания и интеграции АСВРО Мурманской области	828 д	01.11.08	1 682 000 евро
1.8.1.1.3	Обеспечение линиями связи и системы оперативной акустической поддержки систем АСВРО и аварийного реагирования Мурманской области	828 д	01.11.08	1 285 000 евро
1.8.1.1.4	Поставка и ввод в эксплуатацию четырех мобильных комплексов радиационной разведки для использования ФГУП «СивРАС» и Администрацией Мурманской области	828 д	01.11.08	399 000 евро
1.8.1.2	Создание Центральной территориальной лаборатории радиологического мониторинга (ЦТЛ РЗМ) Мурманской области	548 д	09.01.08	8 800 000 евро
1.8.1.2.1	Проектирование ЦТЛ	263 д	09.01.08	880 000 евро
1.8.1.2.2	Создание ЦТЛ Мурманской области	283 д	12.01.09	7 920 000 евро

Табл. 5.7. (продолжение)

СДР код	Наименование	Детальность	Начало	Срок
1.10.2	Перепрофилирование на основе шагов	785.6	01.10.08	7 600 000 евро
1.10.2.1	Создание явля и модернизация системы физической защиты Атомной электростанции	785.6	01.10.08	7 600 000 евро
1.10.2.1.1	Модернизация системы физической защиты ЯМ, РУ на РОО	203.6	01.10.08	700 000 евро
1.10.2.1.2	Проектирование ФЭ БУПТ «МТ» «Электра» Модернизация ФЭ СФЗ «Итера»	522.6	05.10.08	7 110 000 евро
1.12	Сверенствование нормативно-правовой базы	1796.6	09.01.08	2 970 000 евро
1.12.1	Разработка проекта федеральных законов в области государственного регулирования безопасности	784.6	09.01.08	2 370 000 евро
1.12.1.1	Разработка федерального закона «О гражданской ответственности за ядерный ущерб и ее финансировании»	784.6	09.01.08	600 000 евро
1.12.1.2	Разработка федерального закона «Об обращении с РАО»	662.6	09.01.08	600 000 евро
1.12.1.3	Разработка федерального закона «Об обращении с РАО»	718.6	09.01.08	630 000 евро
1.12.1.4	Разработка федерального закона «О порядке за оборотов радиоактивных материалов»	754.6	09.01.08	540 000 евро
1.12.2	Разработка нормативных актов	784.6	09.01.08	46 000 евро
1.12.2.1	Разработка проекта вышеназванных в соответствии с корой структурой федеральных органов в нормативные правовые акты и межотраслевые регламенты, определяющие организацию взаимодействия при согласовании проектов при использовании атомной энергии	784.6	09.01.08	46 000 евро
1.12.3	Разработка и введение в действие Федеральных норм и правил	262.6	09.01.08	187 000 евро
1.12.3.1	Разработка нормативного документа «Основные требования к выводу из обращения, хранению, захоронению радиоактивных материалов»	262.6	09.01.08	58 000 евро
1.12.3.2	Разработка нормативного документа «Правила вывоза из эксплуатации пунктов хранения ядерных материалов»	262.6	09.01.08	43 000 евро
1.12.3.3	Разработка нормативного документа «Правила вывоза из эксплуатации пунктов хранения РАО»	262.6	09.01.08	43 000 евро
1.12.3.4	Разработка нормативного документа «Правила закрытия пунктов хранения РАО (ПЗРО)»	262.6	09.01.08	43 000 евро
1.12.4	Введение в законодательные, нормативные и правовые акты, Федеральные нормы и правила по ядерной и радиационной безопасности специальной категории «Специальные отходы» (неопасные отходы, содержащие токсичность)	1796.6	09.01.08	290 000 евро
1.12.4.1	Подготовка и согласование «Временного разрешения на обращение с РАО в г.п.б. Андреева и пос. Третьяка с использованием категории СМО»	262.6	09.01.08	145 000 евро
1.12.4.2	Подготовка изменений и дополнений в Федеральные нормы и правила «ОСГОР-99, пункт 3.12.1 и СПРО-2002, пункты 3.6, 3.8, 3.9»	262.6	22.07.13	145 000 евро
1.12.5	Разработка нормативных методических указаний	624.6	09.01.08	66 000 евро
1.12.5.1	Разработка документа «Радиационно-гигиенические требования к блоку реакторного отхода утилизированной АПЛ. Методические указания (Условное название)»	524.6	09.01.08	66 000 евро

Календарный план показывает логическую последовательность работ, которые должны быть выполнены для достижения конечных целей СМП. В табл. 5.8 приведены ожидаемые даты достижения основных стратегических целей в соответствии с планом, а также наиболее важные вехи плана, достижение которых обеспечит выполнение конечных целей.

Таблица 5.8. Наиболее важные вехи достижения конечных целей СМП, определенные в соответствии с календарным планом ПКУ

№	Цель	СДР код проекта	Год достижения
1	Утилизация всех выведенных из эксплуатации плывучих объектов атомного флота к 2015 г. и размещение РО, РП и БХ в ПДХ в губе Сайда на длительное хранение (70—100 лет)		
а	Введена в строй вторая очередь ПДХ в губе Сайда	1.1.4.1	2008
б	Окончена плановая утилизация АПЛ; выгруженное ОЯТ вывезено за пределы региона; РБ и РО помещены в ПВХ или ПДХ	1.1.1.19	2010
в	Окончена утилизация НК с ЯЭУ, РП помещено в ПДХ	1.3.1.4	2012
г	Окончена утилизация аварийных и несерийных АПЛ; выгруженное ОЯТ вывезено за пределы региона; РО и РБ помещены в ПДХ	1.1.2.5	2012
д	Окончена утилизация судов АТО (кроме ПТБ)	1.2.3.12	2012
е	Окончена утилизация ПТБ «Лепсе», БХ помещены в ПДХ, ОЯТ вывезено за пределы региона (уран-циркониевое ОЯТ помещено на долговременное безопасное хранение)	1.2.5.5	2012
ж	Окончена утилизация ПТБ (кроме ПТБ «Лепсе»); БХ помещены в ПДХ	1.2.1.6	2014
з	Окончена плановая утилизация РБ, содержащихся на плаву; РО помещены в ПДХ	1.1.3.17	2014
2	Безопасное извлечение и вывоз из региона на ПО «Маяк» всего ОЯТ АПЛ с ВВР, находящегося в различных местах хранения (АПЛ, ПТБ, ПВХ) к 2018 г.		
3	Помещение всего перерабатываемого в настоящее время ОЯТ, являющегося «наследием» прошлых работ, на безопасное промежуточное хранение к 2015 г.		
а	Введено в строй специализированное судно-контейнеровоз для перевозки ОЯТ и РАО	1.8.2.1	2012

Табл. 5.8 (продолжение)

№	Цель	СДР код проекта	Год достижения
	б ОЯТ (включая дефектное и неперерабатываемое) вывезено из ПВХГ за пределы региона	1.4.5.5 *	2015
	в ОЯТ (включая дефектное и неперерабатываемое) вывезено из ПВХА за пределы региона / помещено на безопасное долговременное хранение	1.8.2.5	2018
4	Реабилитация ПВХА и ПВХГ до конечных состояний, не приносящих вреда здоровью человека и окружающей среде и дающих возможность будущего использования этих территорий в иных целях, определенных установленным в России порядком, к 2025 г.		
	а Здания, территория и акватория ПВХГ реабилитированы в соответствии с установленными критериями конечного состояния	1.4.10.2	2025
	б Здания, территория и акватория ПВХА реабилитированы в соответствии с установленными критериями конечного состояния	1.5.8.4	2025
5	РАО, являющееся «наследием» прошлых работ, текущих и будущих видов деятельности, надлежащим образом упакованы и помещены в безопасные (с возможностью извлечения) условия долговременного хранения на период как минимум 50 лет		
	а Введена в строй первая очередь РЦКХ РАО в губе Сайда	1.6.2.1	2013
	б Введена в строй вторая очередь РЦКХ РАО в губе Сайда	1.6.2.1	2015
	в РАО из ПВХГ передано на долговременное хранение в РЦКХ РАО	1.4.7.4	2023
	г РАО из ПВХА передано на долговременное хранение в РЦКХ РАО	1.5.5.5	2024
6	Обращение с токсичными отходами, являющимися «наследием» прошлых работ, текущих и будущих видов деятельности, осуществляется в соответствии с требованиями; ТО надлежащим образом захораниваются или перерабатываются для повторного использования		

Табл. 5.8 (окончание)

№	Цель	СДР код проекта	Год достижения
7	а Региональная инфраструктура обращения с ТО модернизирована и сдана в эксплуатацию	1.7.1	2014
	Создана и внедрена информационная система управления программой, позволяющая осуществлять управление программой и проектами. Она соответствует международным стандартам, обеспечивает необходимую прозрачность и возможность использования в соответствии с существующими требованиями к защите информации		
8	Объекты, инфраструктура и практика ведения работ модернизированы с целью обеспечения безопасно-го и безущербного для здоровья выполнения работ в рамках ПКУ		
	а Системы РЭМ и РКЭС созданы и сданы в экс-плуатацию в Северо-Западном регионе	1.9.1, 1.9.2	2011

* Данный проект включен в СДР и базовую линию ПКУ как один из возможных вариантов обращения с ОВЧ ЖМТ реакторов.

Основным ресурсом, определяющим возможности реализации ПКУ, является своевременное и полное финансирование работ, входящих в проекты программы. Поэтому, несмотря на то что ПКУ не является объектом прямого финансирования, важно получить как можно более полное и обоснованное представление о необходимых затратах на ее реализацию, чтобы обеспечить правильное планирование и исполнение бюджета.

Общая стоимость ПКУ складывается из двух главных компонентов:

- инвестиционных затрат на выполнение работ, входящих в проекты;
- затрат жизненного цикла, связанных с обслуживанием объектов и инфраструктуры ПКУ

Исходные данные для определения инвестиционных затрат содержатся в листах описания проектов.

Затраты жизненного цикла связаны с выполнением работ, не включенных непосредственно в один из проектов ПКУ, но необходимых для завершения соответствующего технологического цикла (например, обращение с РАО, образующимися при утилизации АПЛ, вплоть до их окончательного захоронения).

Методы оценки стоимости:

- на основе смет, входящих в комплект проектной и организационной документации;

- параметрический метод, основанный на фактической стоимости выполненных в прошлом аналогичных работ, с учетом масштабных различий и инфляции;
- на основе оценок, выполненных по заказу ГРП в ходе разработки СМП специализированным подразделением НИПТБ «Онега»;
- на основе экспертных оценок с использованием данных предварительных технико-экономических исследований или ОБИН (если такие исследования проводились).

Последний метод дает оценки с наибольшей степенью неопределенности, особенно в тех случаях, когда предварительные исследования не проводились.

Оценки стоимости жизненного цикла могут оказать значительное влияние на разработку стратегического плана. Они особенно важны, когда необходимо провести полноценный анализ различных вариантов достижения выбранной конечной цели с точки зрения экономической эффективности, когда оценивается реальная стоимость достижения поставленной цели.

Чтобы обеспечить оптимизацию затрат жизненного цикла, разработка ПКУ проводилась в соответствии с основными стратегическими принципами, рассмотренными ранее. Подобная концепция руководящих принципов применялась британским УВЗЯО. Она основана на признании того, что главным основанием при планировании той или иной работы является максимальное снижение угроз и защита окружающей среды. Считается, что разработанная таким образом стратегия приводит к снижению затрат жизненного цикла. Более детальный анализ затрат жизненного цикла может потребоваться в будущем для корректировки планов реализации ПКУ.

Базовая линия ПКУ учитывает следующие затраты жизненного цикла:

- Затраты, связанные с жизнеобеспечением и поддержкой имеющейся и создаваемой инфраструктуры на ПВХА и ПВХГ, могут составлять существенную часть общих затрат на реабилитацию этих объектов, так как длительность периода соответствующих работ весьма велика. В настоящее время в ПКУ эти затраты учитываются как усредненная постоянная величина ежегодных расходов за весь период работ вплоть до завершения ПКУ. По данным «СевРАО», эти затраты составляют ежегодно примерно 2,5 млн евро по каждой площадке. В процессе реализации проектов ПКУ величина необходимых затрат жизненного цикла для ПВХА и ПВХГ может меняться как в сторону увеличения (ввод новой инфраструктуры), так и в сторону уменьшения (вывод из эксплуатации и демонтаж неиспользуемых объектов), поэтому в дальнейшем стоимость затрат жизненного цикла необходимо периодически пересматривать.
- Содержание ПВХ, ПДХ и РЦКХ РАО в губе Сайда потребует затрат в течение многих десятилетий, в том числе и после завершения ПКУ. В общей стоимости ПКУ учтены суммарные затраты на содержание ПВХ и ПДХ вплоть до 2025 г., которые по данным СевРАО приблизительно по-

стоянны и составляют примерно 1 млн евро ежегодно. В отличие от ПВХ и ПДХ затраты на содержание РЦКХ РАО в настоящее время не могут быть оценены даже приблизительно, так как проектирование этого объекта находится на самой начальной стадии.

- Затраты на обслуживание транспортной инфраструктуры (судно-контейнеровоз) за длительный период транспортных операций в рамках ПКУ могут оказаться сравнимыми с соответствующими инвестиционными затратами и стоимостью собственно операций по перевозке или даже превосходить их. Затраты на содержание судна-контейнеровоза учитываются с начала его принятия в промышленную эксплуатацию до завершения транспортных работ в ПКУ как ежегодные постоянные расходы в сумме примерно 0,5 млн евро.

Таким образом, учитываемые в ПКУ суммарные ежегодные затраты жизненного цикла составляют примерно 6 млн евро до принятия в эксплуатацию судна-контейнеровоза и примерно 6 млн евро после этой даты вплоть до завершения ПКУ. Как уже отмечалось, в ходе реализации проектов ПКУ стоимость затрат жизненного цикла будет систематически анализироваться, и в оценки будущих затрат будут вноситься соответствующие изменения.

Некоторые другие затраты жизненного цикла исключены из базовой линии ПКУ.

Затраты, связанные с обращением с РАО и ТО, образующимися в результате утилизации плавучих объектов, в ПКУ явно не учитываются. Эти работы выполняются судоремонтными предприятиями, привлекаемыми в качестве субподрядчиков, и указанные затраты покрываются за счет стоимости контракта, включающего не прямые расходы исполнителя.

Затраты на поддержание в работоспособном состоянии завода РТ-1 ПО «Маяк» не учитываются в ПКУ. Ежегодный объем переработки ОЯТ в рамках ПКУ составляет лишь несколько процентов от общего потенциала предприятия, и оценки этих затрат в существенной степени зависят от общего оборота ПО «Маяк».

Затраты жизненного цикла будущих региональных или федеральных пунктов захоронения (долговременного хранения) ОЯТ, РАО и ТО, не входящих в перечень объектов СМП, также не учитываются в ПКУ. Предполагаемые объемы материалов, которые могут быть направлены из объектов ПКУ в такие хранилища, составляют лишь малую часть их предполагаемого оборота.

Затраты жизненного цикла при обращении с неперерабатываемым в настоящее время ОЯТ включены в базовую линию ПКУ в виде одного из возможных вариантов, представленного проектами 1.4.5.6—1.4.5.9 и 1.4.3.13. Однако обоснованной стратегии долгосрочного обращения с таким топливом пока нет. Признано необходимым провести дополнительное технико-экономическое исследование, в котором стоимость жизненного цикла для этого вида ОЯТ будет детально проанализирована для различных вариантов дальнейшего обращения с ним. При этом дополнитель-

ные проекты, которые могут возникнуть в результате выполнения данного исследования, будут идентифицированы, оценены и включены в ПКУ в соответствии с процедурой контроля изменений. Возможный рост стоимости ПКУ при этом принимается во внимание как риск.

Суммирование инвестиционной составляющей ПКУ, определенной из календарного плана и оценок стоимости проектов, указанных в листах описания, и учитываемых затрат жизненного цикла приводит к бюджетной кривой, показанной на рис. 5.29. В табл. 5.9 приводятся эти же данные по отдельным подпрограммам и ПКУ в целом. На рисунке и в таблице общая сумма затрат разбита на четыре статьи:

- имеющееся и запланированное финансирование (в табл. 5.9 — существующее);
- дополнительно необходимое финансирование;
- возможное как вариант дополнительное финансирование в случае:
 - принятия решений о подъеме и утилизации затонувшей АПЛ «Ноябрь» (2010 — 2012 гг.);
 - дальнейшего обращения с ОВЧ ЖМТ реакторов в НИИАРе (после 2010 г.);
- учитываемые затраты жизненного цикла.



Рис. 5.29. Бюджет ПКУ

Таблица 5.9. Финансирование ПКУ и отдельных подпрограмм на 2008—2025 гг., тыс. евро

Подпрограмма	Финансирование	Год														Всего									
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		2022	2023	2024	2025					
1.1	Требование	33 855	44 326	40 680	39 681	39 328	34 285	7 329																	
	Средствозаказ	32 130	37																						
	Взношение				26 320	39 232	3 061																		281 081
Всего		66 986	44 363	66 000	56 883	22 379	34 285	7 329																	
1.2	Требование	3 923	1 129	4 738	8 385	9 627	2 759	600																	
	Средствозаказ	34 733	21 622	3 239	2 563	499																			
	Всего	38 656	22 651	7 978	10 948	10 126	2 759	600																	73 728
1.3	Требование	1 001	2 283	38 329	22 595	7 449																			
	Средствозаказ																								
	Всего	1 001	2 283	38 329	22 595	7 449																			51 667
	Требование	1 838	5 996	17 867	14 386	7 732	4 132	4 145	3 512	2 756	1 978	1 121	746	706	528	447	692	590	128						
	Средствозаказ	1 130	1 321	1 236	285																				
	Взношение			15 952	16 265	16 309	8 152	7 969	538	4 583	4 549	4 549	4 549	4 561	4 549	4 233									
Всего	3 028	7 316	35 055	30 956	24 011	12 284	12 114	4 050	6 717	6 467	5 600	5 265	5 267	5 077	4 680	682	590	128	359 357						
1.5	Требование	28 401	37 207	37 720	21 264	39 308	35 549	35 436	35 436	42 186	42 186	21 866	19 340	12 740	11 866	11 866	12 166	8 827	272						
	Средствозаказ	36 389	19 790	10 026	4 653	389																			
	Всего	64 790	56 997	47 746	25 917	39 697	35 549	35 436	35 436	42 186	42 186	21 866	19 340	12 740	11 866	11 866	12 166	8 827	272						526 087
1.6	Требование	38 786	39 546	26 662	18 382	8 278	4 250	2 881	5																
	Средствозаказ	36 752	36 440	36 388	32 866	29 807	59 093	59 978	15 844	15 021	300														
	Всего	75 538	75 986	63 050	51 138	38 795	63 343	62 779	15 899	15 021	300														
1.7	Требование		1 321	5 286	5 286	4 549	1 004																		

Общая суммарная стоимость подпрограмм ПКУ составляет около 2 млрд евро.

Бюджетная кривая типична для программ утилизации и реабилитации, в которых требуется быстрое снижение радиационных угроз и скорейшее выполнение сложных ключевых приоритетных работ. При этом возникает необходимость крупных инвестиций на ранней стадии реализации программы.

Для оценки стоимости работ привлекались разнообразные источники. Однако в ходе реализации ПКУ по мере накопления практического опыта и уточнения планов некоторые из этих оценок могут пересматриваться.

Стратегия СМП исходила из необходимости скорейшего вывоза ОЯТ из региона и ускоренной подготовки хранящихся в различных местах РАО к надежной изоляции от окружающей среды. Для достижения этих стратегических целей в качестве приоритетных было необходимо выполнить несколько крупных проектов и мегапроектов в течение ближайших нескольких лет, в том числе:

- проекты 1.5.3.4, 1.5.3.6, 1.5.3.7 и 1.5.3.8 общей стоимостью примерно 75 млн евро, направленные на создание комплекса по обращению с ОЯТ в ПВХА, должны быть начаты уже в текущем году, чтобы обеспечить начало выгрузки и вывоза ОЯТ из ПВХА с 2012 г.;
- проекты 1.8.1.3, 1.8.1.4 и 1.8.2.1 общей стоимостью примерно 85 млн евро обеспечивают бесперебойность вывоза ОЯТ из региона;
- проект 1.6.2.1 (первый этап и закупка мобильной установки переработки ЖРО) общей стоимостью примерно 170 млн евро обеспечит возможность безопасного обращения с РАО в период ускоренной подготовки вывоза ОЯТ с территорий ПВХА и ПВХГ.

При этом исключалась возможность приостановки или затягивания работ, связанных с утилизацией плавучих объектов: АПЛ, ТАРК, судов АТО, в том числе ПТБ «Лепсе». Их дальнейшее нахождение на плаву было бы связано с возрастанием вероятности затопления из-за деградации технического состояния и значительным ростом затрат на их обслуживание. Кроме того, снижение темпов утилизации кораблей и судов на Северо-Западе России привело бы к недоиспользованию производственного потенциала и социальной напряженности на предприятиях отрасли.

В целом откладывание выполнения этих работ на более поздние, чем два-три ближайших года, сроки не только отодвинуло бы радикальное решение острых региональных проблем обеспечения безопасности накопленных ОЯТ и РАО, но и потребовало бы дополнительных средств на обеспечение текущей безопасности радиационно-опасных объектов.

Принятая стратегия достижения конечных целей ПКУ на Северо-Западе России требует концентрации средств в период 2008—2011 гг.

5.5. Основные итоги разработки СМП

В ходе выполнения второй фазы разработки СМП, включающего ПКУ, впервые были получены результаты по стратегическому интегрированному планированию разнородных, масштабных и долгосрочных работ, связанных с ликвидацией наследия «холодной войны» на Северо-Западе России. Объектом стратегического планирования являлось обращение с выведенными из состава ВМФ радиационно-опасными объектами в ходе их утилизации (экологической реабилитации), а также с обеспечивавшей их инфраструктурой, ОЯТ, РАО и ТО.

В ходе разработки СМП:

- систематизированы исходные данные по более чем 150 радиационно-опасным объектам флота и обеспечивавшей инфраструктуры, размещенным в различных местах Северо-Западного региона (в Мурманской и Архангельской областях);
- обоснованы стратегические конечные цели обращения с объектами ПКУ, достижение которых устраняет или минимизирует до приемлемого уровня угрозы для персонала, населения и окружающей среды от объектов рассмотрения ПКУ;
- разработаны «дорожные карты» перехода от нынешнего состояния до достижения конечных целей по всем без исключения объектам с учетом уже принятых и предполагаемых стратегических решений, в частности в ходе разработки СМП были учтены результаты стратегических исследований по определению критериев реабилитации ПВХ, введению новой категории для ТРО «очень низкоактивные отходы», по обращению с дефектным и неперерабатываемым ОЯТ и др;
- при формировании базовой линии ПКУ был использован и адаптирован к условиям России опыт разработки стратегических программ вывода из эксплуатации ядерных и радиационно-опасных объектов Великобритании в части процедуры приоритезации проектов;
- с участием «Международного консультанта» и с учетом международного опыта проведения аналогичных работ была разработана и адаптирована методология оценки и смягчения рисков при реализации ПКУ;
- с участием «Международного консультанта», международного и российского опыта при разработке ПКУ были реализованы процедуры обеспечения качества с учетом положений стандарта ISO 9001.2000;
- при формировании базовой линии программы были учтены все наиболее существенные производственно-технологические и организационные связи объектов утилизации и ресурсные возможности инфраструктур

туры, что позволило создать интегрированный план действий на длительный период.

В составе базовой линии ПКУ было идентифицировано 236 проектов, определяющих выполнение работ 10 подпрограмм в период 2007—2025 гг. За этот период будут достигнуты следующие основные результаты:

- выгружено из реакторов АПЛ и ТАРК, а также из различных хранилищ и отправлено на ПО «Маяк» более 4600 условных чехлов ОТВС суммарной активностью около $4 \cdot 10^{17}$ Бк;
- вывезены из региона на разборку 9 ОВЧ реакторов АПЛ класса «Альфа» суммарной активностью около $7 \cdot 10^{16}$ Бк;
- выгружено из хранилищ ПВХ и ПТБ, подготовлено к длительному контролируемому хранению и помещено в хранилище ФГУП «Атомфлот» около 70 ТУК-120 с неперерабатываемым ОЯТ на срок до 50 лет;
- создано региональное хранилище для долгосрочного хранения разных категорий ТРО в губе Сайда;
- утилизированы все выведенные из состава ВМФ АПЛ, НК с ЯЭУ, суда АТО; сформированы и установлены в ПДХ РО 120 РО, 2 РП и 7 БХ с размещенными там ТРО;
- с территорий ПВХ вывезено все ОЯТ и РАО (кроме ОНАО), образована «коричневая лужайка» для обеспечения радиационно-технического использования; на ПВХ созданы хранилища ОНАО; акватории ПВХ дезактивированы.

Главным условием осуществления базовой линии ПКУ является ее финансовое обеспечение. Было определено, что общая стоимость программы за период с 2007 по 2025 г. составит около 2 млрд евро. Получено распределение финансирования программы по годам.

В ходе проведения процедуры приоритизации были идентифицированы 52 приоритетных проекта, начало которых ориентировано на период до 2011 г. Стоимость программы приоритетных проектов на этот период составляет около 600 млн евро.

При разработке СМП была подготовлена к реализации информационная система управления программой (ИСУП). Использование ИСУП при реализации программы позволит осуществлять мониторинг программы, ее оперативную коррекцию с учетом происходящих изменений.

Разработанная ПКУ не является программой прямого действия, не предполагает получения целевого финансирования и должна служить:

для Росатома:

- ориентиром при формировании краткосрочных целевых программ, в том числе Федеральной целевой программы утилизации и экологической реабилитации выведенных из эксплуатации объектов флота;
- обоснованием для принятия стратегических решений и выбора акцентов при финансировании проектов в этой сфере деятельности;
- основанием при выборе ориентиров международного сотрудничества и взаимодействия со странами-донорами;

для международных организаций и стран-доноров:

- основанием для выбора объектов финансирования и направлений международного сотрудничества в сфере комплексной утилизации АПЛ на Северо-Западе России;
- инструментом проведения странами-донорами оценок технико-экономической эффективности проектов включая повышение уровня безопасности в регионе, повышение физической защиты и улучшение экологии.

5.6. Контроль хода реализации СМП. Корректировка ПКУ

В ходе реализации практически любой программы действий неизбежно возникают отклонения фактического хода работ от первоначально разработанного плана. Это утверждение тем более справедливо для столь масштабной и долговременной программы, как ПКУ.

При этом адекватное управление реализацией программы требует постоянного контроля за состоянием работ и принятия организационных и технических решений, обеспечивающих минимизацию возникающих отклонений от плана при сохранении постоянной нацеленности общего комплекса запланированных действий на достижение стратегической конечной цели (видения). В зависимости от причин и масштабов возникших отклонений принимаемые решения могут потребовать пересмотра каких-либо элементов общего плана, перераспределения привлекаемых ресурсов, отказа от выполнения некоторых объемов работ или включения в план не предусмотренных ранее работ и т. п.

За время, прошедшее после окончания разработки СМП и его утверждения в качестве руководящего документа для разработки проектов и программ в области комплексной утилизации объектов атомного флота на Северо-Западе России (декабрь 2007 г.) до подготовки к печати этой книги, в ряде разделов ПКУ произошли значительные изменения. С вводом в опытную (июль 2008 г.), а затем и в промышленную (январь 2010 г.) эксплуатацию

ИСУП осуществляется постоянный контроль за возникающими в ходе реализации ПКУ отклонениями от плана, а также корректировка базовой линии и структуры декомпозиции работ ПКУ в тех разделах, где возникает необходимость.

Напомним, что базовая линия ПКУ разрабатывалась без привязки к источникам финансирования и фактически без учета ограничений по бюджету программы. Таким образом, основной причиной возникающих в ходе реализации ПКУ отклонений от плана является несоответствие выделяемого финансирования намеченным календарными планами срокам реализации отдельных проектов.

Важнейшими из других причин, вызывающих необходимость пересмотра ПКУ, являются:

- негативные результаты НИОКР, демонстрирующие неэффективность или невозможность реализации технических решений, положенных в основу составленного плана;
- разработка (вне рамок ПКУ) новых технологий, дающих возможность достичь намеченных локальных целей с меньшими затратами времени и/или ресурсов;
- изменение приоритетов выполнения отдельных мероприятий, обусловленное политическими или социально-экономическими обстоятельствами.

В последующих частях данного раздела кратко рассматривается состояние работ по отдельным подпрограммам ПКУ и описываются внесенные в СДР и базовую линию изменения.

5.6.1. Утилизация АПЛ и РБ

Работы по разделам 1.1.1 и 1.1.3 подпрограммы «1.1. Утилизация АПЛ и РБ» проводятся в целом без существенных отклонений от базовой линии ПКУ. По состоянию на июль 2010 г. мультипроект «Плановая утилизация АПЛ» близок к завершению. Источник финансирования (и соответственно плановый срок) не определен для одной АПЛ класса «Оскар»; по остальным АПЛ работы либо завершены, либо проводятся, либо находятся в стадии контрактных переговоров. При этом очевиден существенный прогресс в достижении конечных целей СМП для объектов этой подпрограммы: на долговременном сухом хранении в ПДХ РО «Сайда» в октябре 2007 г. находились 7 РО, а в августе 2010 г. — уже 40 РО (рис. 5.30).



Рис. 5.30. Реакторные отсеки в ПДХ РО «Сайда» в октябре 2007 г. (вверху)
и в августе 2010 г. (внизу)

Работы по разделу 1.1.4 практически завершены. По сравнению с первоначальной версией ПКУ в этот раздел включены работы по поставке дополнительного оборудования на предприятия, выполняющие физические работы по утилизации АПЛ.

Значительный прогресс достигнут также в работах по разделу 1.1.2 «Утилизация аварийных АПЛ и РБ». В 2009 г. успешно завершена выгрузка ОВЧ из АПЛ класса «Альфа» № 910, сформирован и подготовлен к переводу на временное хранение на плаву в ПВХ трехотсечный блок (рис. 5.31). Этот комплекс работ финансировался совместно Францией и Россией.



Рис. 5.31. Блок АПЛ «Альфа» № 910, размещенный в доке СД-10 для дезактивации и выгрузки ОВЧ

Принято также новое решение, меняющее объем работ по данному разделу ПКУ. Обоснована принципиальная возможность выгрузки ОЯТ из последнего объекта с ЖМТ — аварийного реакторного блока «Альфа» № 900. В настоящее время при финансовой поддержке Франции проводятся проектные работы по разработке необходимой инфраструктуры и приспособлений, а также обоснованию безопасности работ для персонала и окружающей среды. Предполагается, что в 2011 г. реактор из блока будет целиком извлечен и помещен на временное хранение в хранилище Х-1. В 2012 г. ОЯТ из реактора будет извлечено поканально. Тем самым окажется возможным полностью удалить из региона ОЯТ ЖМТ реакторов.

Наконец, утилизация уникальной АПЛ класса «Папа» № 501 (раздел 1.1.5) проводится при совместном финансировании грантом 006 ЭПСИ (подготовка к выгрузке ОЯТ) и России (формирование трехотсечного блока с ОЯТ на борту). Последняя работа завершена, а работы по гранту 006 находятся в стадии согласования детальной структуры декомпозиции работ и календарного плана. По предварительным оценкам весь комплекс работ может быть завершен в 2014 г.

5.6.2. Утилизация судов АТО

Основные изменения в подпрограмме 1.2 связаны с началом работ по подготовке к утилизации ПТБ «Лепсе», финансируемых ЭПСИ.

Положенная в основу мегапроекта 1.2.5 ПКУ структура декомпозиции работ была полностью пересмотрена в процессе согласования контрактной документации с ЕБРР, представляющим донора основной части работ — ЭПСИ. При этом изменились как СДР, так и базовая линия мегапроекта. Диаграмма Ганта, отражающая текущее состояние работ, приведена в табл. 5.10.

5.6.3. Утилизация НК с ЯЭУ

В связи с решением Министерства обороны России о приостановке работ по утилизации ТАРК «Адмирал Ушаков» эта подпрограмма заморожена.

5.6.4. Экологическая реабилитация ПВХГ

Значительные изменения в структуре декомпозиции работ по подпрограмме 1.4 связаны с решением Росатома об ускорении вывоза ОЯТ с площадки ПВХ в поселке Гремиха. В этой проблеме имелись два критических узла:

- отсутствие инфраструктуры, необходимой для перегрузки ОЯТ, хранившегося в контейнерах типов 6 и 11 на ПВХ ТРО;
- отсутствие средств транспортировки выгруженного ОЯТ морским путем до перевалочной площадки ФГУП «Атомфлот».

Работы по созданию необходимой инфраструктуры для перегрузки ОЯТ ВВР из контейнеров типа 6 в ТУК были включены в мультипроект 1.4.3 подпрограммы «Экологическая реабилитация ПВХГ» и успешно выполнены при совместном финансировании Франции и России.

Для транспортировки ТУК из ПВХ Гремиха в Мурманск были выполнены проектные, а затем и физические работы по переоборудованию теплохода «Серебрянка» под перевозку ОЯТ морским путем (рис. 5.32). Эти работы включены в подпрограмму 1.8 «Обращение с ОЯТ».



Рис. 5.32. Теплоход «Серебрянка»

В результате в 2008 и 2009 гг. с территории ПВХГ было вывезено 588 ОТВС ВВР. В настоящее время проведены также работы по детальному обследованию некондиционных ОТВС, разрабатывается инфраструктура, необходимая для обращения с таким топливом.

В связи с успешным завершением работ по дезактивации и выгрузке ОВЧ из РБ АПЛ «Альфа» № 910 запланированы необходимые работы по ремонту элементов инфраструктуры выгрузки ОВЧ.

Частично изменено также содержание работ по обращению с ТРО в части, касающейся уточнения состояния ТРО в приемках здания 1.

Скорректированная СДР подпрограммы 1.4 приведена в табл. 5.11.

В табл. 5.12 показана диаграмма Ганта для работ по подготовке и вывозу некондиционных ОТВС из ПВХГ, включающая ряд работ из подпрограммы 1.8 «Обращение с ОЯТ».

**Таблица 5.11. Скорректированная СДР ПКУ по подпрограмме
«Экологическая реабилитация ПВХГ»**

Код СДР	Наименование СДР	Состояние финансирования	Контракт
1.4	ПВХ Гремиха		
1.4.1	<i>КИРО</i>		
1.4.1.1	Проведение комплексного обследования зданий, сооружений, территории и акватории	Финансируется (Франция)	4600113504
1.4.1.2	Предварительное радиологическое и инженерное обследование и принятие мер радиационной защиты для ПВХТРО	Финансируется (ЕС)	2003/076-788
1.4.3	<i>Создание специальной инфраструктуры</i>		
1.4.3.1	Восстановление комплекса перегрузки ОВЧ	Финансируется (РФ)	
1.4.3.2	Пункт дезактивации автотранспорта		
1.4.3.3	Проект и изготовление установки по удалению воды из контейнеров типов 6 и 11 с минимизацией вторичных высокоактивных отходов	Финансируется (Франция)	4000298905
1.4.3.4	Усовершенствование системы физической защиты ПВХГ	Финансируется (ЭПСИ)	NDEP-002-2-004
1.4.3.5	Изготовление двух мобильных сан-пропускников, поставка дополнительного оборудования к ним	Финансируется (Франция)	2129/05,215 4/05, 28.05 СУ/51-1Ф
1.4.3.6	Ремонт и ввод в эксплуатацию трансформаторных подстанций	Не финансируется	
1.4.3.7	Ремонт здания 44 (дизельная подстанция)	Финансируется (Франция)	4000277211
1.4.3.8	Подготовка инфраструктуры и документации к вывозу первой партии кондиционных ОТВС, выгруженных из контейнеров типа 6	Финансируется (РФ)	ГК № П.2Г.04.04.0 8.2057
1.4.3.9	Ремонт здания 19	Финансируется (Франция)	4000277210

Табл. 5.11 (продолжение)

Код СДР	Наименование СДР	Состояние финансирования	Контракт
1.4.3.10	Оборудование места для переобедания персонала в здании 218	Финансируется (Франция)	4000276101
1.4.3.11	Ремонт дока и модернизация оборудования		
1.4.3.11.1	Ремонт отдельных систем, механизмов и конструкций сухого дока	Финансируется (Франция)	4000277212
1.4.3.11.2	Ремонт уплотнителей затвора сухого дока, трубопровода ДУ-1000 и механизмов насосной станции	Финансируется (Франция)	4000352233
1.4.3.12	Подготовка инфраструктуры здания 1 к вывозу чехлов 22		
1.4.3.13	Выполнение проектных работ к подготовке инфраструктуры для вывоза кондиционных ОТВС с технической территории филиала № 2 ФГУП «СевРАО» в ЗАТО г. Островной	Финансируется (Франция)	4000223093
1.4.3.14	Разработка проекта оборудования для перетарки некондиционных ОТВС ВВР в контейнерах типов б и 11	Финансируется (Франция)	4000264028
1.4.3.15	Ремонт крана мостового электрического МК 75/20	Финансируется (Франция)	4000350876
1.4.4	Обращение с ОЯТ ВВР с целью его вывоза		
1.4.4.1	Разработка концептуального проекта по перемещению ОЯТ и ТРО с ПВХТРО и из приемных гнезд здания 1 во временные укрытия	Финансируется (ЭПСИ)	NDEP-002-2-001
1.4.4.2	Приведение в безопасное состояние ПВХТРО в поселке Гремиха, инвентаризация ОТВС, составление дефектной ведомости	Финансируется (Франция)	4000294319
1.4.4.3	Реализация работ по удалению воды из контейнеров с ОТВС на ПВХТРО филиала № 2 ФГУП «СевРАО в ЗАТО г. Островной	Финансируется (РФ)	

Табл. 5.11 (продолжение)

Код СДР	Наименование СДР	Состояние финансирования	Контракт
1.4.4.4	Разработка концептуального проекта по обращению с ОЯТ и РАО и реабилитации технической территории ПВХГ	Финансируется (Франция)	4000264028
1.4.4.5	Перемещение контейнеров типа 6 (первая партия) и перетаривание ОТВС ВВР в ТК-18 по штатной схеме	Финансируется (РФ)	ГК № П.2Г.04.04.0 8.2057
1.4.4.6	Перемещение контейнеров типа 6 (вторая партия) и перетаривание ОТВС ВВР в ТК-18 по штатной схеме	Финансируется (РФ)	ГК № П.2Г.04.04.0 8.2057
1.4.4.7	Проведение обследования и подготовки к вывозу некондиционных ОТВС в контейнерах типов 6 и 11 на ПВХТРО в ПВХГ	Планируется (Франция)	9В2057
1.4.5	<i>Обращение с ОЯТ ЖМТ с целью его вывоза</i>		
1.4.5.1	Создание безопасных условий хранения ОВЧ АПЛ класса «Альфа»	Финансируется (ЭПСИ)	NDEP-002-2-001
1.4.5.2	Разработка концептуального проекта по обращению с ОВЧ АПЛ класса «Альфа»	Финансируется (Франция)	4000264028
1.4.5.3	Доставка 10 контейнеров ТУК для транспортировки ОВЧ		
1.4.5.4	Разработка проекта по вывозу ОВЧ		
1.4.6	<i>Обращение с ТРО</i>		
1.4.6.1	Разработка рабочего проекта по перемещению ТРО с ПВХТРО во временные укрытия		
1.4.6.2	Перетаривание ВА0 из контейнеров БЕТ8, БЕТ4 и БЕТ2 в защитные контейнеры на ПВХТРО		
1.4.6.3	Закупка контейнеров для транспортировки СУЗ		
1.4.6.4	Разработка концептуального проекта по безопасному извлечению и дальнейшему обращению с ТРО из прямиков № 1 и 2 у сооружения 1		

Табл. 5.11 (окончание)

Код СДР	Наименование СДР	Состояние финансирования	Контракт
1.4.6.5	Перемещение элементов стержней СУЗ из «проблемного» контейнера здания 19 в защитные контейнеры		
1.4.6.6	Перетаривание и перемещение ТРО с ПВХТРО в укрытие		
1.4.7	Обращение с ЖРО		
1.4.8	Реабилитация зданий		
1.4.9	Реабилитация территорий		
1.4.10	Реабилитация акватории		
1.4.11	Обращение с ТО		

Наибольшие изменения в СДР ПКУ по сравнению с первоначальной версией произошли в подпрограмме 1.5. Это связано в первую очередь с наибольшей сложностью объекта, а также со значительным изменением технических решений по обращению с ОЯТ и РАО, хранящихся на территории ПВХА.

В период между завершением разработки СМП и началом опытной эксплуатации ИСУП были проанализированы версии СДР и календарных планов по подпрограмме 1.5, разработанные в рамках СМП и в рамках деятельности Координационной технической группы (КТГ) по планированию работ в губе Андреева. Анализ выявил наличие значимых расхождений между двумя документами как в части структуры декомпозиции работ, так и по срокам выполнения и содержанию мероприятий. Для устранения этих расхождений была проведена надлежащая корректировка обоих документов, и к началу опытной эксплуатации ИСУП СДР календарный план работ в губе Андреева, который используется КТГ для анализа, выработки рекомендаций и принятия решений по реализации плана работ, полностью соответствовал структуре СМП.

В период опытной эксплуатации ИСУП также проводились надлежащие корректировки СДР подпрограммы 1.5. Наиболее важной корректировкой стало включение в программу комплекса работ по обеспечению ускоренной выгрузки ОЯТ из контейнеров типа 6, находящихся в хранилищах БСХ (емкости 2А и 3А) и на площадке ТРО 7Е на территории ПВХА. Этот комплекс работ частично меняет логику подготовки строительства комплекса по обращению с ОЯТ (здание 153). Функциональная диаграмма, описывающая последовательность работ по подготовке строительной площадки укрытия емкостей БСХ, показана на рис. 5.33.

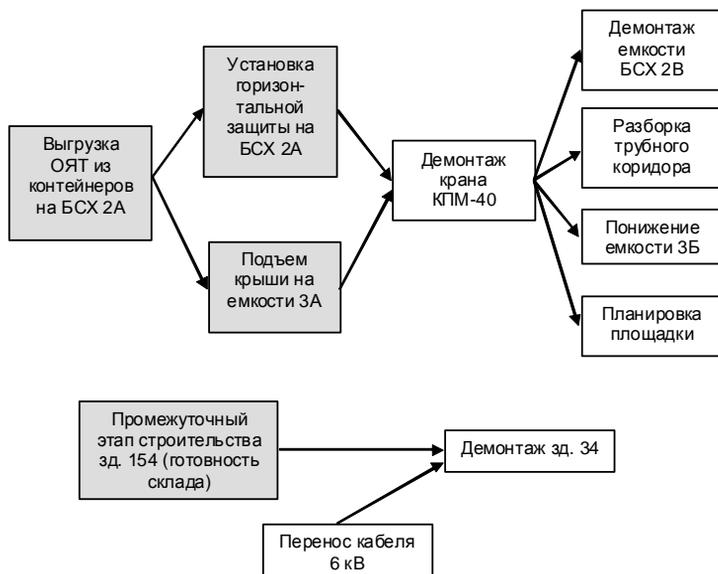


Рис. 5.33. Последовательность выполнения работ по подготовке строительства укрытия емкостей БСХ и предшествующих им работ

В табл. 5.13 и 5.14 отражен ход работ по созданию комплекса по обращению с ОЯТ и его основной части — здания 153 укрытия емкостей БСХ.

Скорректированная СДР подпрограммы 1.5 приведена в табл. 5.15. Детализированный долгосрочный календарный план работ в ПВХА в настоящее время включает в себя свыше 1800 отдельных мероприятий.

5.6.5. Обращение с РАО

Важнейшим изменением в подпрограмме 1.6 является начало работ по проектированию и строительству РЦКХ РАО, финансируемого ФРГ. Помимо этого выполнен ряд работ по модернизации существующей инфраструктуры обращения с РАО.

После окончательного утверждения концепции обращения с РАО на Северо-Западе России будет уточнено содержание работ раздела 1.6.3, в частности, объем работ по проектированию, изготовлению и сертификации контейнеров для транспортировки ТРО.

Таблица 5.15. Скорректированная СДР ПКУ по подпрограмме «Экологическая реабилитация ПВХА»

Код СДР	Наименование СДР	Состояние финансирования	Контракт
1.5	ПВХ Андреева		
1.5.1	Создание инфраструктуры для обращения с ОЯТ		
1.5.1.1	Техническое задание на обращение с ОЯТ	Финансируется (Великобритания)	КР09
1.5.1.2	Предложение на проектирование комплекса обращения с ОЯТ	Финансируется (Великобритания)	КР10
1.5.1.3	Легкое укрытие для хранения пустых контейнеров		
1.5.1.3.1	Проектирование легкого укрытия для хранения контейнеров	Финансируется (Великобритания)	ЗН006
1.5.1.3.2	Проведение физических работ по строительству легкого укрытия на ПВХ в губе Андреева	Финансируется (Великобритания)	ЗН028
1.5.1.4	Проект ремонта и переноса крана КПМ 40 с территории возле БСХ на причал ПМК-67	Финансируется (Великобритания)	ЗН022
1.5.1.5	Ремонт крана КПМ 40	Финансируется (Великобритания)	ЗН031
1.5.1.6	Изолирующее укрытие БСХ — предварительные/подготовительные работы		
1.5.1.6.1	Анализ проб воды из БСХ и здания 6	Финансируется (Великобритания)	ЗН002
1.5.1.6.2	Обследование БСХ ЗА	Финансируется (Великобритания)	ЗН003
1.5.1.6.3	Реализация водообустройства в районе БСХ	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.6.4	Перемещение контейнеров с ЗА	Финансируется (РФ)	
1.5.1.7	Изолирующее укрытие БСХ — проектирование и закупка		
1.5.1.7.1	Нормализация радиационной обстановки на ЗА — разработка документации	Финансируется (Великобритания)	ЗН023
1.5.1.7.2	Рабочее проектирование горизонтальной защиты и замены пробок на емкостях 2А и 2Б	Финансируется (Великобритания)	ЗН 026 с дополнениями

Табл. 5.15 (продолжение)

Код СДР	Наименование СДР	Состояние финансирования	Контракт
1.5.1.7.3	Изготовление и испытание полно-масштабных макетов биологической защиты	Финансируется (Великобритания)	ЗН034
1.5.1.7.4	Закупка Brokk и Hiab	Финансируется (Великобритания)	ЗН038
1.5.1.7.5	Закупка горизонтальной биологической защиты для емкостей 2А и 2Б	Финансируется (Великобритания)	ЗН 040 с дополнениями
1.5.1.7.6	Закупка горизонтальной биологической защиты для БСХ 3А	Финансируется (Великобритания)	ЗН041
1.5.1.7.7	Закупка стандартного оборудования для нормализации радиационной обстановки на емкости 3А	Финансируется (Великобритания)	ЗН42
1.5.1.7.8	Тележка НІАВ — проектирование и изготовление	Финансируется (Великобритания)	ЗН 038 (дополнение)
1.5.1.7.9	Закупка крышек для ёмкости 3А	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.7.10	Закупка и изготовление дополнительного стандартного/специального оборудования для установки горизонтальной защиты на емкости 3А	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.7.11	Опытная эксплуатация/испытания оборудования для установки горизонтальной защиты на емкости 3А	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.7.12	Закупка крышек для ячеек емкостей 2А и 2Б	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.7.13	Закупка и изготовление стандартного/специального оборудования для установки горизонтальной защиты на емкостях 2А и 2Б	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.7.14	Опытная эксплуатация/испытания оборудования для установки горизонтальной защиты на емкостях 2А и 2Б	Финансируется (Великобритания)	ЗН 26-5
1.5.1.8	Изолирующее укрытие БСХ — реализация		
1.5.1.8.1	Реализация работ по емкостям БСХ 2А и 2Б	Финансируется (Великобритания)	ЗН26доп. 6

Табл. 5.15 (продолжение)

Код СДР	Наименование СДР	Состояние финансирования	Контракт
1.5.1.8.2	Подготовка площадки для емкости ЗА	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.8.3	Реализация работ по изоляции БСХ ЗА	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.8.4	Демонтаж ограждений и крыши БСХ	Не финансируется	
1.5.1.9	Проектная документация по комплексу ОЯТ		
1.5.1.9.1	Техническое решение по комплексу обращения с ОЯТ	Финансируется (Великобритания)	ЗН014
1.5.1.9.2	ТЗ и ЗП на комплекс обращения с ОЯТ	Финансируется (Великобритания)	ЗН018
1.5.1.9.3	Комплект проектной документации, государственная экспертиза и разрешение на строительство комплекса обращения с ОЯТ в ПВХА	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.10	Сооружение здания 153 комплекса по обращению с ОЯТ		
1.5.1.10.1	Рабочие чертежи на зд.153 комплекса обращения с ОЯТ — рамочное соглашение с генеральным подрядчиком	Финансируется (Великобритания)	
1.5.1.10.2	Пакет 1 — строительство здания 153 комплекса обращения с ОЯТ	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.10.3	Инженерные сети здания 153 — закупка и монтаж	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.10.4	Пакет 2 — изготовление и поставка кранов здания (З) (поставка ЕБРР)	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.10.5	Оборудование по обращению и загрузке топлива в контейнеры	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.10.6	Монтаж оборудования в здании 153	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.10.7	Перегрузочная машина		
1.5.1.10.7.1	Разработка устройств и приспособлений	Финансируется (Великобритания)	ЗН017
1.5.1.10.7.2	Эскизное проектирование перегрузочного агрегата	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.10.7.3	Изготовление макетов изделий для испытания ПО	Финансируется (Великобритания)	ЗН032

Табл. 5.15 (продолжение)

Код СДР	Наименование СДР	Состояние финансирования	Контракт
1.5.1.10.7.4	Изготовление перегрузочной машины для ОЯТ	Планируется (Великобритания)	
1.5.1.10.7.5	Монтаж/ испытания перегрузочного агрегата для ОЯТ	Не финансируется	
1.5.1.10.7.6	Эскизное проектирование малого оборудования по извлечению ОЯТ (задача Е ТЗ ТАСИС)	Планируется (ЕС)	
1.5.1.10.7.7	Управление эскизным проектированием перегрузочного оборудования	Финансируется (Великобритания)	ЗН04
1.5.1.11	Хранилище контейнеров — здание 151		
1.5.1.11.1	Проектная документация по зданию 151	Финансируется (Великобритания)	ЗН036
1.5.1.11.2	Подготовительные работы по строительству здания 151	Планируется (ЭПСИ)	
1.5.1.11.3	Строительство здания и общестроительные работы	Планируется (ЭПСИ)	
1.5.1.11.4	Инженерные сети здания	Планируется (ЭПСИ)	
1.5.1.11.5	Рабочие чертежи, изготовление и установка спецоборудования	Планируется (ЭПСИ)	
1.5.1.12	Система транспортировки контейнеров	Планируется (ЭПСИ)	
1.5.1.13	Здание 154 — хранилище с механическим цехом		
1.5.1.13.1	Рабочее проектирование	Финансируется (Великобритания)	ЗН011
1.5.1.13.2	Разработка, согласование, утверждение проектно-сметной документации на перенос и перспективную реконструкцию кабельных линий 6 кВ	Финансируется (Великобритания)	ЗН025
1.5.1.13.3	Выполнение физических работ по переносу и перспективной реконструкции кабельных линий 6 кВ	Финансируется (Великобритания)	ЗН035
1.5.1.13.4	Подготовка площадки под строительство здания 154 — снос зданий	Финансируется (Великобритания)	ЗН030
1.5.1.13.5	Пусковой комплекс 1	Финансируется (Великобритания)	

Табл. 5.15 (продолжение)

Код СДР	Наименование СДР	Состояние финансирования	Контракт
1.5.1.13.6	Пусковой комплекс 2 (участок де-активации)	Не финансируется	
1.5.1.14	Ввод в эксплуатацию комплекса по обращению с ОЯТ	Не финансируется	
1.5.1.15	Демонтаж крана КПМ-40	Планируется (РФ)	
1.5.1.16	Разработка и создание автоматизированной системы учета и контроля ядерных материалов (СУИК)	Финансируется (ЕС)	
1.5.1.18	Подготовка к проведению закупок по грантовому соглашению с ЭПСИ на грузоподъемные и транспортные средства системы обращения с ОЯТ в ПВХА (ГИСО07)	Финансируется (ЭПСИ)	
1.5.2	Создание инфраструктуры общего назначения		
1.5.2.1	Полигон строительного мусора	Финансируется (Норвегия)	
1.5.2.2	Расходные материалы	Финансируется (Норвегия)	
1.5.2.3	Строительный городок и открытая площадка хранения строительных материалов	Финансируется (Великобритания)	ЗН004
1.5.2.4	Рабочее проектирование здания 162 — гараж	Финансируется (Великобритания)	ЗН007
1.5.2.5	Строительство здания 162 — гараж	Не финансируется	
1.5.2.6	Рабочее проектирование здания 167 — столовая и тренажерный центр	Финансируется (Великобритания)	ЗН008
1.5.2.7	Строительство здания 167 — столовая и тренажерный центр	Планируется (Норвегия)	
1.5.2.8	Проект инфраструктуры — тендер и предконтрактные работы	Финансируется (Норвегия)	
1.5.2.9	Разработка проекта инфраструктуры	Финансируется (Норвегия)	04-05/10 (доп. соглашение 04-05/17)
1.5.2.10	Физические работы по прокладке дорог и инженерных сетей		
1.5.2.10.1	Дороги и подъездные пути	Планируется (Норвегия)	
1.5.2.10.2	Бытовая канализация,	Планируется	

Табл. 5.15 (продолжение)

Код СДР	Наименование СДР	Состояние финансирования	Контракт
	система очистки стоков	(Норвегия)	
1.5.2.10.3	Водоотведение, канализация, противопоаводковая защита	Планируется (Норвегия)	
1.5.2.10.4	Сигнализация и связь	Планируется (Норвегия)	
1.5.2.10.5	Энергоснабжение	Планируется (Норвегия)	
1.5.2.10.6	Питьевая вода и пожарный водопровод	Планируется (Норвегия)	
1.5.2.11	Доработка проекта по реконструкции технологического причала ПМК-67	Финансируется (Великобритания)	ЗН021
1.5.2.12	Реконструкция стационарного причала (сооружение № 32)	Финансируется (Норвегия)	04-05/26
1.5.2.13	Укрытие для одного транспортного средства		
1.5.2.14	Склад химикатов и сыпучих материалов (здание 161)	Не финансируется	
1.5.2.15	Пожарное депо	Планируется (РФ)	
1.5.3	Обращение с ОЯТ с целью его вывоза		
1.5.3.1	Изготовление/поставки контейнеров ТУК-108 (ТК-18)		
1.5.3.2	Изготовление/поставки чехлов для упаковки ОЯТ		
1.5.3.4	Выгрузка и вывоз ОЯТ из контейнеров типов 6, 11, 12	Финансируется (РФ)	
1.5.4	Инфраструктура обращения с РАО		
1.5.4.1	Установки по обращению с ТРО (203) и ЖРО (1) и хранилище ТРО (205)		
1.5.4.1.1	Предконтрактная работа	Финансируется (Италия)	40,41
1.5.4.1.2	Базовый проект и УЧРП	Планируется (Италия)	
1.5.4.1.3	Рабочий проект и реализация		
1.5.4.1.3.1	Рабочее проектирование установок по обращению с РАО	Планируется (Италия)	
1.5.4.1.3.2	Сооружение установки по обращению с ТРО (здание 203)	Планируется (Италия)	

Табл. 5.15 (продолжение)

Код СДР	Наименование СДР	Состояние финансирования	Контракт
1.5.4.1.3.3	Сооружение установки по обращению с ЖРО (здание 1)	Планируется (Италия)	
1.5.4.1.3.4	Сооружение временного хранилища кондиционированных ТРО (здание 205)	Планируется (Италия)	
1.5.4.2	Здания 201 и 202		
1.5.4.2.1	Подготовительные работы	Финансируется (Италия)	160, 160/1 и доп. Соглашения
1.5.4.2.2	Проектирование зданий 201 и 202	Планируется (Италия)	
1.5.4.2.3	Дополнительные геоизыскания по зданиям 201 и 202	Планируется (Италия)	
1.5.4.2.4	Строительство зданий 201 и 202	Планируется (Италия)	
1.5.4.3	Хранилище ОНАО		
1.5.4.3.1	Предварительные работы по хранилищу ОНАО	Финансируется (Швеция)	28.07.СУ/Р-5Ш
1.5.4.3.2	Рабочее проектирование хранилища ОНАО	Финансируется (Швеция)	5-С/08
1.5.4.3.3	Демонтаж двух емкостей для хранения мазута	Планируется (Швеция)	
1.5.4.3.4	Физические работы по сооружению хранилища ОНАО	Планируется (Швеция)	
1.5.5	Обращение с РАО		
1.5.6	Реабилитация здания 5		
1.5.6.1	Первоочередные ремонтные работы и выбор вариантов реабилитации	Финансируется (ЭПСИ)	NDEP-004-1-001
1.5.6.2	Разработка технической, рабочей и контрактной документации по зданию 5		
1.5.6.3	Физические работы по реабилитации здания 5		
1.5.7	Реабилитация зданий и сооружений		
1.5.8	Реабилитация территории		
1.5.9	Реабилитация акватории		
1.5.10	Радиационная безопасность, физическая защита		
1.5.10.1	Санитарные пропускники 2 шт. (здания 160 и 210)	Финансируется (Великобритания)	
1.5.10.2	Площадка дезактивации № 2 (здание 209)	Финансируется (Великобритания)	

Табл. 5.15 (продолжение)

Код СДР	Наименование СДР	Состояние финансирования	Контракт
1.5.10.3	Вторая очередь системы АСКРО	Финансируется (Великобритания)	81025/131 (Поправка №3)
1.5.10.4	Лаборатория здания 50, закупка оборудования	Финансируется (Великобритания)	ЗН019
1.5.10.5	Доборудование площадок дезактивации № 1 и 2	Планируется (Великобритания)	
1.5.10.6	Здание 166 — сооружение гражданской обороны		
1.5.11	Обращение с ТО		
1.5.13	Техническая поддержка		
1.5.13.1	Обзор гидрогеологической ситуации в районе БСХ	Финансируется (Великобритания)	КР01
1.5.13.2	Горячие камеры	Финансируется (Великобритания)	КР02
1.5.13.3	Горизонтальная защита емкостей БСХ (концепция)	Финансируется (Великобритания)	КР03
1.5.13.4	Удаление ЖРО из БСХ	Финансируется (Великобритания)	КР04
1.5.13.5	Изолирующее укрытие емкости ЗА	Финансируется (Великобритания)	КР05
1.5.13.6	Задание на проектирование по проекту губы Андреева	Финансируется (Великобритания)	КР06
1.5.13.7	Экспертиза и утверждение ОБИН	Финансируется (Великобритания)	КР07
1.5.13.8	Разработка дополнительного проекта перегрузочной машины	Финансируется (Великобритания)	КР08
1.5.13.9	Строительная технология	Финансируется (Великобритания)	КР11
1.5.13.10	Сертификация контейнеров	Финансируется (Великобритания)	КР12
1.5.13.11	Инженерные изыскания в губе Андреева для разработки пакетов работ	Финансируется (Великобритания)	
1.5.13.12	Обследование спецканализации	Финансируется (Великобритания)	
1.5.13.13	Обследование внутримплощадочных сетей и коммуникаций	Финансируется (Великобритания)	ЗН005
1.5.13.14	Выбор генеральной подрядной организации	Финансируется (Великобритания)	ЗН009

Табл.5.15 (окончание)

Код СДР	Наименование СДР	Состояние финансирования	Контракт
1.5.13.15	Транспортировка ОЯТ на ПО «Маяк», исследование МТО	Финансируется (Великобритания)	ЗН037
1.5.13.16	Правовое обеспечение	Финансируется (РФ)	
1.5.14	Подготовка территории		
1.5.14.1	Снос зданий 12, 21 и 40	Финансируется (Великобритания)	
1.5.14.5	Удаление нефтепродуктов и дизельного топлива	Финансируется (Великобритания)	
1.5.14.6	Демонтаж емкости льяльных вод	Финансируется (Великобритания)	
1.5.14.7	Демонтаж старого причала	Финансируется (Великобритания)	
1.5.14.8	Снос здания 1, трубного коридора и перенос электросетей		
1.5.14.8.1	Снос надземной части здания 1	Финансируется (Великобритания)	ЗН013
1.5.14.8.2	Снос подвала здания 1	Финансируется (Великобритания)	ЗН027
1.5.14.9	Вывод из эксплуатации и демонтаж емкостей 2В и 2Г	Финансируется (Великобритания)	ЗН029
1.5.14.10	Снос здания 34	Не финансируется	

5.6.6. Обращение с ТО

Подпрограмма 1.7 существенных изменений не претерпела. Выполнены предусмотренные СМП работы по созданию элементов региональной системы обращения с ТО на предприятиях, выполняющих работы по утилизации АПЛ. Вопрос о создании инфраструктуры обращения с накопленными ТО в населенных пунктах Мурманской и Архангельской областей пока не решен, и содержание работ по этому разделу нуждается в дальнейшем уточнении.

5.6.7. Обращение с ОЯТ

Значительные структурные изменения в подпрограмме 1.8 обусловлены началом практических работ по вывозу ОЯТ из ПВХ в поселке Гремиха и в губе Андреева. Для обеспечения этих мероприятий потребовалось не только выполнить или запланировать ряд проектов непосредственно на площадках (см. подпрограммы 1.4 и 1.5), но и включить в ПКУ проекты

развития региональной инфраструктуры обращения с РАО — дооборудование теплохода «Серебрянка», превращающее его в средство морской транспортировки контейнеров с ОЯТ, проектирование и изготовление специального перегрузочного контейнера малого веса и новых выемных частей для контейнеров ТУК-18 для обеспечения возможности перегрузки и транспортировки некондиционного ОЯТ.

После решения о дальнейшем обращении с ОЯТ ЖМТ реакторов в НИИАР возникла необходимость включить в ПКУ работы, обеспечивающие процесс транспортировки ОВЧ из хранилища в ПВХГ к месту дальнейшего обращения. Это прежде всего проектирование и изготовление контейнеров для транспортировки и временного хранения ОВЧ и средств их доставки, а также подготовка инфраструктуры НИИАР к приему контейнеров с ОВЧ.

Наконец, полный цикл обращения с некондиционным ОЯТ должен предусматривать также ряд работ по подготовке инфраструктуры ПО «Маяк» к приему и переработке этого топлива.

Скорректированная СДР подпрограммы 1.8 приведена в табл. 5.16.

5.6.8. Радиоэкологический мониторинг

После завершения работ по усовершенствованию региональной системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования в Мурманской области аналогичные работы, финансируемые ЭПСИ, начаты в Архангельской области. Остальные разделы подпрограммы остались неизменными.

5.6.9. Физическая защита

Частично выполнены работы по модернизации системы физической защиты на СРЗ «Нерпа». В стадии подготовки находится контракт на модернизацию физической защиты на ЦС «Звездочка».

5.6.10. Совершенствование нормативно-правовой базы

Существенных изменений в подпрограмме совершенствования нормативно-правовой базы не произошло.

Вступил в силу нормативный документ, обеспечивающий правовую основу для создания хранилищ промышленных отходов очень низкой активности непосредственно на территории площадок ПВХА и ПВХГ. Закончена подготовка законопроекта об обращении с РАО, и этот документ рассматривается законодательными органами России. В процессе разработки закон об обращении с ОЯТ.

**Таблица 5.16. Скорректированная СДР подпрограммы
«Обращение с ОЯТ»**

Код СДР	Наименование СДР	Состояние финансирования	Контракт
1.8	Обращение с ОЯТ в С-3 регионе		
1.8.1	<i>Совершенствование транспортно-технологической инфраструктуры</i>		
1.8.1.1	Реконструкция моста через Никольское устье		
1.8.1.1.1	Документация на строительство моста		
1.8.1.1.2	Строительство моста		
1.8.1.3	Модернизация пункта перевалки ОЯТ на ФГУП «Атомфлот»		
1.8.1.4	Сооружение ПВХ ОЯТ на ФГУП ПО «Маяк»		
1.8.1.5	Разработка проекта и создание инфраструктуры для приема и временного хранения контейнеров с ОВЧ на площадке НИИАР		
1.8.1.6	Подготовка инфраструктуры ПО «Маяк» к приему и обращению с некондиционными ОТВС ВВР в кассетах и чехлах		
1.8.1.7	Изучение возможности использования контейнерной площадки ФГУП «Атомфлот» для временного хранения контейнеров с ОВЧ		
1.8.2	<i>Транспортировка и упаковка ОЯТ</i>		
1.8.2.1	Разработка и строительство судна-контейнеровоза	Финансируется (Италия)	1-T1-2008
1.8.2.2	Изготовление дополнительных чехлов и контейнеров		
1.8.2.3	Разработка и изготовление упаковок для дефектного ОЯТ ВВР		
1.8.2.4	Технология извлечения и упаковки дефектного ОЯТ		
1.8.2.5	Вывоз ОЯТ с ПВХА и ПВХГ для отправки на ФГУП «Маяк»		
1.8.2.5.1	Вывоз первой партии кондиционных ОТВС ВВР из ПВХГ	Финансируется (РФ)	ГК № П.2Г.04.04.0 8.2057

Табл. 5.16 (окончание)

Код СДР	Наименование СДР	Состояние финансирования	Контракт
1.8.2.5.2	Вывоз второй партии кондиционных ОТВС ВВР из ПВХГ	Финансируется (РФ)	ГК № П.2Г.04.04.0 8.2057
1.8.2.5.3	Вывоз ОЯТ, выгруженного из контейнеров типа б с территории ПВХА с использованием ПТБ «Имандра»		
1.8.2.5.4	Вывоз ОВЧ ЖМТ реакторов АПЛ «Альфа» из ПВХГ		
1.8.2.6	Разработка проектной документации, дооборудование и сертификация теплохода «Серебрянка» для морской перевозки ОТВС ВВР в ТК-18	Финансируется (РФ)	ГК № П.2Г.04.04.0 8.2057
1.8.2.7	Проектирование и изготовление перегрузочного контейнера массой не более 9 т для обращения с ОЯТ в чехлах 22 и каскетами контейнеров типа б		
1.8.2.7.1	Проектирование перегрузочного контейнера массой не более 9 т	Финансируется (Франция)	4000264028
1.8.2.7.2	Изготовление и сертификация перегрузочного контейнера массой не более 9 т		
1.8.2.8	Проектирование и изготовление контейнеров для транспортировки и временного хранения ОВЧ	Финансируется (Италия)	
1.8.2.9	Проектирование и изготовления средства транспортировки контейнеров с ОВЧ		
1.8.2.10	Проектирование и сертификация ТУК-18 с новыми выемными частями и сопутствующего перегрузочного оборудования для транспортировки некондиционных ОТВС ВВР		
1.8.3	<i>Долгосрочное обращение с «проблемным» ОЯТ</i>		
1.8.3.1	Концепция обращения с дефектным и не переработанным ОЯТ		

Литература

1. Арутюнян Р. В., Калинин Р. И., Высоцкий В. Л. и др. Радиационные риски населения при утилизации атомных подводных лодок // Вопросы утилизации АПЛ. — 2002. — № 1. — С. 46—49.
2. Сивинцев Ю. В., Высоцкий В. Л., Данилян В. А. Сравнительная оценка опасности воздействия химического и радиационного факторов на персонал и население при утилизации атомных подводных лодок // Атом. энергия. — 2003. — Т. 95, вып. 3. — С. 222—238.
3. Данилян В. А., Высоцкий В. Л., Никитин В. С. и др. Влияние утилизации атомных подводных лодок на радиоэкологическую обстановку Северодвинска // Атом. энергия. — 2002. — Т. 92, вып. 5. — С. 396—414.
4. Калинин Р. И., Баринов В. Н., Высоцкий В. Л. и др. Некоторые актуальные проблемы безопасности при утилизации радиационно-опасных объектов // IV Международная конференция «Радиационная безопасность: транспортирование радиоактивных материалов. АТОМТРАНС-2003». 22—26 сентября 2003 г. — СПб., 2003. — С. 178—182.
5. Саркисов А. А., Билашенко В. П., Высоцкий В. Л. и др. Анализ радиационных последствий эксплуатации атомного флота России в обоснование безопасности создания плавучих АЭС // Изв. Рос. акад. наук. Энергетика. — 2004. — № 6. — С. 94—101.
6. Саркисов А. А., Высоцкий В. Л., Денскевич А. В. и др. Результаты начального этапа радиационного мониторинга района затопления АПЛ «К-159» // Изв. Рос. акад. наук. Энергетика. — 2004. — № 6. — С. 102—108.
5. Стратегический Мастер-план утилизации и экологической реабилитации объектов атомного флота на Северо-западе России: Резюме. — М.: ИБРАЭ РАН, 2007.
7. Сивинцев Ю. В., Васильев А. П., Высоцкий В. Л. и др. Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию: Радиоэкологические последствия удаления радиоактивных отходов в Арктические и Дальневосточные моря («Белая книга-2000»). — М.: ИздАТ, 2005. — 624 с.
8. Амозова Л. П., Арутюнян Р. В., Высоцкий В. Л. и др. Концептуальные подходы к созданию региональной системы радиоэкологического мониторинга в Мурманской области // Изв. Рос. акад. наук. Энергетика. — 2005. — № 5.
9. Аден В. Г., Ахунов В. Д., Высоцкий В. Л. и др. Конечные цели и технологические схемы утилизации атомных подводных лодок, надводных кораблей с ядерными энергетическими установками, судов

- атомного технологического обслуживания и экологической реабилитации объектов инфраструктуры в Северо-Западном регионе России // Изв. Рос. акад. наук. Энергетика. — 2005. — № 5. — С. 62—72.
10. *Саркисов А. А., Высоцкий В. Л., Шведов П. А.* и др. Радиационно-техническое состояние судов атомного технологического обслуживания, подлежащих утилизации // Вопросы утилизации АПЛ. — 2005. — № 2 (6). — С. 16—21.
 11. *Богатов С. А., Высоцкий В. Л., Саркисов А. А.* и др. Анализ радиоактивного загрязнения окружающей среды, обусловленного выведенными из эксплуатации объектами атомного флота на Северо-Западе России // Атом. энергия. — 2006. — Т. 101, вып. 1. — С. 23—34.
 12. *Антипов С. В., Ахунов В. Д., Высоцкий В. Л.* и др. Обоснование приоритетов при комплексной утилизации и экологической реабилитации объектов атомного флота // Атом. энергия. — 2006. — Т. 101, вып. 1. — С. 11—17.
 13. *Сивинцев Ю. В., Высоцкий В. Л., Калинин Р. И.* и др. Количественные критерии реабилитации береговых технических баз ВМФ // Атом. энергия. — 2006. — Т. 101, вып. 1. — С. 49—56.
 14. *Васильев А. П., Аден В. Г., Высоцкий В. Л.* и др. Радиоэкологическое состояние территории и акватории в губе Андреева // Атом. энергия. — 2006. — Т. 101, вып. 1. — С. 35—49.
 15. *Арутюнян Р. В., Богатов С. А., Высоцкий В. Л.* и др. Создание системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования в Мурманской области // Атом. энергия. — 2006. — Т. 101, вып. 1. — С. 69—76.
 16. *Саркисов А. А., Сивинцев Ю. В., Высоцкий В. Л.* и др. Атомное наследие холодной войны на дне Арктики. — М.: ИБРАЭ РАН, 2006. — 76 с.
 17. *Высоцкий В. Л., Богатов С. А., Большов Л. А.* и др. Проблемы обращения с радиоактивными отходами утилизируемых ядерных и радиационно-опасных объектов ВМФ на Северо-Западе России // II Международный ядерный форум 2—5 октября 2007 г. — СПб., 2007. — С. 105—107.
 18. *Саркисов А. А., Сивинцев Ю. В., Высоцкий В. Л., Никитин В. С.* Радиоэкологические проблемы радиационной реабилитации арктических морей // Атом. энергия. — 2007. — Т. 103, вып. 6. — С. 369—381.
 19. *Саркисов А. А., Билашенко В. П., Высоцкий В. Л.* и др. Ожидаемые радиационные и радиоэкологические последствия эксплуатации плавающих атомных теплоэлектростанций // Атом. энергия. — 2008. — Т. 104, вып. 3. — С. 178—187.
 20. *Высоцкий В. Л.* Научно-технические и нормативно-правовые проблемы создания системы обращения со слабоактивными отходами в Северо-Западном регионе России // Материалы КЭГ МАГАТЭ 5—7 марта 2008 г. — Оксфорд, 2008. — 10 с.

21. *Высоцкий В. Л., Никитин В. С., Куликов К. Н., Иванов С. А.* Стратегия обращения с токсичными отходами, образующимися при утилизации и реабилитации в Северо-Западном регионе // *Материалы КЭГ МАГАТЭ 24—26 сентября 2008 г.* — Париж, 2008. — 7 с.
22. *Высоцкий В. Л., Никитин В. С., Куликов К. Н.* и др. Обращение с токсичными отходами утилизации и реабилитации ядерных объектов в Северо-Западном регионе России // *Атом. энергия.* — 2008. — Т. 105, вып. 6. — С. 345—352.
23. *Богатов С. А., Гаврилов С. Л., Киселев В. П.* и др. Усовершенствование системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования в Мурманской области // *Материалы третьего международного экологического форума «Природа без границ» 11—13 ноября 2008 г.* — Владивосток, 2008. — 2 с.
24. *Высоцкий В. Л.* Научно-технические и нормативно-правовые проблемы создания системы обращения со слабоактивными отходами в Северо-Западном регионе России // *Вопросы утилизации АПЛ.* — 2008. — № 1. — С. 36—61.
25. *Саркисов А. А., Высоцкий В. Л., Богатов С. А.* и др. Стратегия обращения с радиоактивными отходами, образующимися при утилизации и реабилитации ядерных и радиационно-опасных объектов на Северо-Западе России // *Изв. Рос. акад. наук. Энергетика.* — 2009. — № 5.
26. *Саркисов А. А., Антипов С. В., Большой Л. А.* и др. Стратегические подходы в решении проблем комплексной утилизации выведенных из эксплуатации объектов российского атомного флота в Северо-Западном регионе России // *Изв. Рос. акад. наук. Энергетика.* — 2005. — № 5.
27. *Антипов С. В.* Результаты и перспективы международного сотрудничества в целях ликвидации угроз, исходящих от выведенных из эксплуатации радиационно-опасных объектов флота // *Изв. Рос. акад. наук. Энергетика.* — 2005. — № 5.
28. *Гонцарюк Н. И., Калинин Р. И., Папковский Б. П.* и др. Состояние и научно-технические проблемы утилизации АПЛ, выведенных из состава ВМФ // *Изв. Рос. акад. наук. Энергетика.* — 2005. — № 5.
29. *Аден В. Г., Васильев А. П., Григорьев А. В.* и др. Состояние и проблемы экологической реабилитации и дальнейшего использования бывшей береговой технической базы ВМФ в губе Андреева // *Изв. Рос. акад. наук. Энергетика.* — 2005. — № 5.
30. *Билашенко В. П., Гонцарюк Н. И., Калинин Р. И.* и др. Состояние и научно-технические проблемы утилизации надводных кораблей (судов) с ЯЭУ и судов атомно-технологического обслуживания на Северо-Западе России // *Изв. Рос. акад. наук. Энергетика.* — 2005. — № 5.

Научное издание

**СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ
К РЕШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ,
СВЯЗАННЫХ С ВЫВЕДЕННЫМИ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ОБЪЕКТАМИ АТОМНОГО ФЛОТА
НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ**

*Утверждено к печати Ученым советом
Института проблем безопасного развития атомной энергетики
Российской академии наук*

Редактор *А. И. Иоффе*

Издательство «Наука»
117997, Москва, Профсоюзная ул., 90
Зав. редакцией *М. В. Грачева*
Редактор издательства *Е. А. Жукова*

Оригинал-макет подготовлен ООО «Комтехпринт»
Иллюстрации приведены в авторской редакции

Формат 60×90¹/₁₆. Бумага офсетная 80 г/м²
Печать офсетная. Гарнитура «Оффицина»
Уч.-изд. л. 21,7 Заказ № 20920

Заказное

Отпечатано с готовых диапозитивов типографией ООО «Инфолио-Принт»