

Рабочие материалы Беллоны

BELLONA

Атомная губа Андреева

Александр Никитин

Ноябрь 2009



www.bellona.ru

Опубликовано
The Bellona Foundation

Норвегия:

Эл.почта: bellona@bellona.no

Россия:

Эл.почта: info@bellona.ru

Бельгия:

Эл.почта: europa@bellona.org

США:

Эл.почта: usa@bellona.org

URL:

<http://www.bellona.ru/>

<http://www.bellona.org/>

<http://www.bellona.no/>

Автор рабочих материалов: Александр Никитин.

Рабочие материалы доступны на русском и английском языках. Перевод с русского на английский Марии Каминской.

Все права защищены © BELLONA -- Перепечатки разрешаются только со ссылкой на источник

Список сокращений

АПЛ –	атомная подводная лодка
АЭС –	атомная электростанция
БК –	базовый контейнер
БСХ –	блок сухого хранения
БТБ –	береговая техническая база
БЭР (бэр) –	биологический эквивалент рентгена
ВНИПИЭТ –	Восточно-европейский головной научно-исследовательский институт энергетических технологий
ЖРО –	жидкие радиоактивные отходы
ЭСР –	зона строго режима
НИКИЭТ –	Научно-исследовательский и конструкторский институт электротехники
ОВОС –	оценка воздействия на окружающую среду
ОТВС –	отработавшая тепловыделяющая сборка
ОЯТ –	отработавшее ядерное топливо
ПВХ –	пункт временного хранения
ПМ –	плавучая мастерская
ПТБ –	плавучая техническая база
РАО –	радиоактивные отходы
РВ –	радиоактивные вещества
СевРАО –	Северное предприятие по обращению с радиоактивными отходами
СРБ –	Служба радиационной безопасности
СТВС –	свежая тепловыделяющая сборка
СУЗ –	система управления и защиты
СЦР –	самопроизвольная цепная реакция деления
ТВЭЛ –	тепловыделяющий элемент
ТК –	транспортный контейнер
ТНТ –	топливно-наливной танкер
ТРО –	твердые радиоактивные отходы
ТУ СФ –	Техническое управление Северного флота
ТУК –	транспортный упаковочный контейнер

Содержание

Список сокращений	5
Содержание	7
Введение	8
1. Хранилище ОЯТ в губе Андреевой	10
Конструкция хранилища ОЯТ в здании № 5.....	10
Конструктивные недостатки, как причина случившегося.....	11
Схема транспортировки ОЯТ от причала в хранилище здания № 5 ..	12
Авария в хранилище ОЯТ.....	12
Первое официальное сообщение	12
Хронология событий.....	13
Причины появления трещин в обшивке правого бассейна	14
Начало ликвидации аварии и её последствий	14
Самопроизвольная (самоподдерживающаяся) цепная ядерная реакция деления (СЦР): теория и практика	16
Последствия аварии и её ликвидации	17
Блоки сухого хранения (БСХ)	18
Проект блоков сухого хранения	18
Радиоактивные отходы (ТРО и ЖРО).....	19
2. Новаторы	22
Сезон неопределенностей	22
Кража свежего ядерного топлива	22
Первые международные проекты	23
Новый хозяин и старые проблемы с ОЯТ	25
Проекты выгрузки ОЯТ из БСХ.....	29
Первый вариант	31
Второй вариант	31
Технология, которую предлагает Росатом	33
Комментарии и предложения экспертов.....	35
Заключение	37

Введение

В 1995 году Беллона подготовила доклад «Северный флот – потенциальный риск радиоактивного загрязнения региона», в котором впервые опубликовала данные по экологической ситуации в береговой технической базе в губе Андреевой. В то время вся информация по береговой технической базе (БТБ) в губе Андреевой была засекречена и многие данные, приведенные Беллоной, в докладе были не достаточно точными. Но, несмотря на это, еще тогда, 14 лет назад, было ясно, что Андреева губа представляет собой бомбу замедленного действия. Даже для тогдашнего губернатора Мурманской области Комарова данные по Андреевой губе, опубликованные Беллоной, оказались большой неожиданностью. Препятствием для начала работ по приведению БТБ в безопасное состояние было то, что база принадлежала военно-морскому флоту, и допуск на её территорию гражданского персонала был полностью закрыт. Правительство РФ признало важность и опасность проблем, накопившихся на БТБ губы Андреевой, и в своем постановлении от 28.05.1998 года № 518 указало, что должна быть проведена экологическая реабилитация бывшей береговой технической базы ВМФ.

Прошло пять лет после публикации Беллоны, и два года после выхода выше указанного постановления, прежде чем последовало распоряжение Правительства РФ от 09.02. 2000 года № 220-р, в соответствии с которым губа Андреева была передана в ведение Минатома (в настоящее время Росатома). Для выполнения работ по подготовке и практической работы на объектах БТБ была создана новая специальная структура – Федеральное государственное унитарное предприятие «Северное предприятие по обращению с радиоактивными отходами» ФГУП «СевРАО» (г. Мурманск) и филиал № 1 ФГУП «СевРАО» в ЗАТО г. Заозерск (для работ на БТБ в губе Андреева). Губу Андрееву открыли для иностранных доноров. В проекте по экологической реабилитации бывшей береговой технической базы ВМФ участвуют Великобритания, Норвегия и Швеция.

В представленном документе Беллона приводит подробное описание аварии в губе Андреевой, анализирует экологическую ситуацию в настоящее время, излагает свою позицию по принятым техническим, технологическим и экономическим решениям и дает оценку тому, что сделано для приведения БТБ в безопасное состояние в течении прошедших 14 лет.

Глава 1

1. Хранилище ОЯТ в губе Андреевой

В 1961-1963 годах в губе Андреевой была построена и введена в эксплуатацию 569-я береговая техническая база (БТБ-569). Для хранения ОЯТ на береговой технической базе было построено хранилище бассейного типа (здание № 5). Первая очередь хранилища была введена в эксплуатацию в 1962 году, вторая – в 1973 году.

Здание хранилища, как и все другие сооружения БТБ, строили солдаты срочной службы военного стройбата. Следует сказать, что в то время в стройбат призывали солдат в основном из среднеазиатских и закавказских республик СССР, как правило, без образования и плохо знающих русский язык. Им нельзя было доверить никакого оружия, кроме лопаты и лома. Их использовали на самых тяжелых и опасных для здоровья работах на Крайнем Севере и других подобных территориях. Качество сооружений, которые строились их руками, было ужасное.

В конце 1989 года береговая техническая база фактически прекратила выполнять функции по обслуживанию атомных подводных лодок (АПЛ) и по приему ОЯТ и радиоактивных отходов (РАО). Выполнялись только отдельные работы, связанные с хранением ОЯТ и РАО. С 1990 по 1997 год на БТБ -569 лишь однажды была использована емкость 2Б блока сухого хранения (БСХ) для загрузки в нее 60-80 чехлов с ОЯТ с плавмастерских (ПМ) и выгрузки из нее такого же количества ОЯТ для отправки его на химкомбинат «Маяк».

28.05.1998 года в постановлении Правительства РФ № 518 экологическая реабилитация бывшей БТБ-569 была признана важной задачей. По распоряжению Правительства РФ от 09.02.2000 года № 220-р, БТБ-569 была передана в ведение Минатома (сейчас – Росатом) для проведения практических мероприятий по ее реабилитации. Для выполнения работ на объектах БТБ было создано Федеральное государственное унитарное предприятие «Северное предприятие по обращению с радиоактивными отходами» (СевРАО) и филиал № 1 ФГУП СевРАО в ЗАТО г. Заозерск (для работ на БТБ-569 в губе Андреевой).

Конструкция хранилища ОЯТ в здании № 5

Хранилище было выполнено в виде двух прямоугольных бетонных камер (бассейнов), облицованных изнутри сталью, объем каждого бассейна – 1000 м³. Общая длина здания – около 70 м, высота – 18 м, длина бассейнов – 60 м, ширина бассейнов – 3 м, глубина – 6 м. Объем воды в бассейне первой очереди (в правой и левой части) – около 600 м³, второй очереди (в правой и левой части) – около 1400 м³.

Проектная емкость хранилища составляла около 2 тысяч чехлов с ОЯТ. Впоследствии, за счет уменьшения шага между чехлами в бассейне второй очереди, емкость хранилища была доведена до 2550 чехлов (около 550 в первой очереди и около 2000 во второй).

Отработавшее ядерное топливо в хранилище находилось под защитным слоем воды (мокрый способ хранения) в чехлах (по 5 или 7 ОТВС в каждом). Вес одного чехла вместе с топливом – около 350 кг.

Кронштейны для подвески чехлов размещались над зеркалом воды. Чехлы удерживались в воде с помощью мощных цепей, которые крепились на консолях в определенной геометрической решетке с определенным шагом, который обеспечивал ядерную безопасность, не давая возможности возникнуть самопроизвольной цепной реакции деления (СЦР). Все операции с чехлами должны были выполняться под водой.

Вода находилась как в самом бассейне, так и непосредственно в чехлах. Контакт между охлаждающей водой бассейна и той, которая находилась в чехлах с ОТВС, по проекту не предусматривался. Защитный слой воды (от зеркала воды бассейнов до рабочей части тепловыделяющих сборок) достигал 4-х метров, что, по замыслу

конструкторов, должно было обеспечивать защиту персонала от гамма-излучений и отвод тепла, выделяемого ОЯТ.

Контроль за качеством воды и примесей в бассейнах хранилища должен был осуществляться с помощью комплекса химической водоочистки, который строился по соседству. Это было огромное здание высотой с шестизэтажный дом. Была смонтирована система трубопроводов, которая соединяла комплекс с другими зданиями БТБ. В комплекс водоочистки входили три емкости, которые позже были переоборудованы в блоки сухого хранения ОЯТ(БСХ). Однако, комплекс в эксплуатацию так введен и не был, сначала он был законсервирован, а затем демонтирован и разграблен. Поэтому качество воды в бассейнах хранилища практически никем и ничем не контролировалось. Периодически воду очищали с помощью очистных транспортных установок.

Конструкция здания № 5, а также различного оборудования, которое использовалось для хранения ОЯТ в хранилище, было несовершенным. В результате чего радиоактивному загрязнению подвергались как само здание, так и территория вокруг него, а также персонал (личный состав), работающий в хранилище.

Конструктивные недостатки, как причина случившегося

Когда потек левый бассейн хранилища, возник вопрос, какое количество радиоактивной воды вытекает в Мотовский залив Баренцева моря. Чтобы это определить, через каждые два часа в зону строгого режима здания № 5 посылали матроса, который длинной палкой измерял уровень воды в бассейне.

Радиационная обстановка в здании №5 была не благоприятной. На том рабочем месте, где должны были работать матросы, мощность гамма-излучения иногда достигала 15-20 рентген/час. Такие высокие уровни гамма-излучения были связаны с конструктивными недостатками чехлов-кассет, в которые перегружались сборки с ОЯТ.

Чехлы-кассеты были сделаны из нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т и имели конструкцию, позволяющую заливать в них воду для отвода тепла от ОЯТ. Внизу чехла-кассеты имелось отверстие для слива воды, которое закрывалось красно-медной мембраной. Перед отправкой чехлов-кассет с ОЯТ на комбинат «Маяк» персонал специальным дыроколом пробивал эти мембраны в каждом чехле. Высокорадиоактивная вода сливалась на рабочее место, а затем стекала в бассейн хранилища. Другим способом эту операцию выполнить было невозможно. Часть тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ), находящихся в чехлах, были не герметичны. После пробивания мембран в чехлах рабочее место дезактивировалось, но полностью дезактивировать его было невозможно. Дезактивация производилась с помощью обычной щетки и стирального порошка, растворенного в воде. Радиоактивные вещества (РВ), попадая на металл, глубоко проникали в микротрещины, поэтому на рабочем месте гамма-фон достигал иногда 15-20 рентген/час. Это были принципиальные ошибки проектировщиков хранилища ОЯТ в здании № 5.

Кроме указанных конструктивных недостатков были и другие, например:

1. В хранилище было место, которое называлось «загрузочной плитой» (персонал называл это просто «рабочим местом»). На загрузочной плите никогда не работал винтовой подпятник, т.е. техническое приспособление, с помощью которого чехол с ОЯТ должен был удерживаться в вертикальном положении при выгрузке его из базового контейнера (БК) в бассейн хранилища. Из-за того что не работал винтовой подпятник, чехлы с ОЯТ очень часто срывались с рабочего места вниз под защитную плиту. В результате невозможно было завести на рабочее место следующий чехол с ОЯТ. Других приспособлений для удержания сорвавшегося чехла не было.
2. Нижняя подвеска, на которой удерживался под водой чехол с ОЯТ, имела не надежную конструкцию. Поэтому при малейшем ударе о консоль или загрузочную плиту чехлы с ОЯТ срывались с подвесок и падали на дно бассейна.

3. В хранилище ОЯТ не было предусмотрено специального устройства для пробивания медных мембран, которые находились в нижней части чехла, и последующего слива высокоактивной воды, находящейся в чехле, в специальную емкость. Поэтому вода, как правило, сливалась в бассейн.
4. В хранилище не работала стационарная система очистки воды бассейнов от радионуклидов. Поэтому вода в бассейнах (особенно в левом) имела высокую активность. Мобильные очистные установки, которые пытались использовать, были малоэффективны. Более того, эти установки, которые располагались рядом с «рабочим местом», сами являлись мощным источником гамма-излучения.
5. Конструкторы хранилища ошиблись, полагая, что остаточных тепловыделений от ОЯТ будет достаточно для того, чтобы вода в бассейне зимой не замерзала. Поэтому при низких температурах для предотвращения замерзания воды в бассейн вынуждены были подавать пар, что стало причиной распространения радиоактивности в окружающую среду.
6. В хранилище не было специальных емкостей для слива радиоактивной воды, которая образовывалась во время приборки помещения. Поэтому радиоактивную воду сливали на территорию.
7. Несовершенной была конструкция базового контейнера, в который с плавмастерских выгружались еще теплые чехлы с ОЯТ. Через открытые горловины БК выходило плотное облако радиоактивного пара, который распространялся по территории.
8. Не было технологии, с помощью которой можно было бы безопасно осуществлять ревизию ОТВС, что впоследствии сказалось на уровне безопасности.

Схема транспортировки ОЯТ от причала в хранилище здания № 5

Плавучие технические базы (ПТБ) проектов 326 (326М) и 2020, доставляли ОТВС в губу Андрееву к стационарному технологическому причалу. Автопоезд на базе большегрузных автомобилей БелАЗ и КрАЗ доставлял на причал перегрузочный базовый контейнер. Затем контейнер с помощью судового крана ПТБ снимался с автомобиля и устанавливался на плиту хранилища ПТБ, где в него перегружались чехлы-кассеты с ОТВС. После этого контейнер погружался на автомобиль и транспортировался к месту разгрузки в здание №5. Протяженность маршрута транспортировки составляла приблизительно 350 м. Перегрузка транспортного контейнера с автопоезда осуществлялась в транспортном коридоре хранилища. 15-тонным краном контейнер переносился к специальному гнезду, где из него по очереди извлекались чехлы-кассеты. Чехлы с помощью цепных подвесок и однотонной крановой тележки транспортировались под водой по технологическому залу хранилища и закреплялись на кронштейнах в отведенных для них ячейках.

Это была достаточно несовершенная и опасная технология. Верхняя часть чехла с помощью гака и примитивной подвески крепилась к цепи. Затем чехол с ОЯТ, который висел на цепи, крановой тележкой тащили между консолями. Малейший удар цепи о консоль приводил к тому, что чехол срывался с подвески и падал на дно бассейна. В результате на дне бассейна образовались завалы из чехлов с ОЯТ.

По такой схеме хранилище в здании № 5 использовалось с 1964 по 1982 год. В феврале 1982 года персоналом было зафиксировано падение уровня воды в правом бассейне, после чего начались мероприятия по выводу хранилища ОЯТ из эксплуатации.

Авария в хранилище ОЯТ

Первое официальное сообщение

Первое официальное открытое сообщение об аварии было опубликовано в апреле 1993 года в докладе правительственной комиссии по вопросам, связанным с захоронением в море радиоактивных отходов, под руководством А. В. Яблокова.

Ликвидация аварии осуществлялась с 1982 по 1989 год.

Окончательный анализ причин и последствий аварии до настоящего времени официально не проведен, а следовательно, и не опубликован.

Хронология событий

В феврале 1982 года потек правый бассейн в хранилище здания № 5. Обслуживающим персоналом была замечена наледь на наружной правой стороне здания. По величине наледи предположили, что утечка воды составляет примерно 30 литров в сутки. Чтобы ликвидировать эту течь, руководство предложило засыпать в бассейн 20 мешков муки, т.е. «заклеить» трещину мучным тестом. Естественно, эта «высокая технология» ликвидации аварии к ожидаемому результату не привела. Для выяснения причин течи и подготовки предложений была создана рабочая группа с привлечением проектантов хранилища. Решили, что причиной утечки явилось разрушение металлической облицовки бассейна.

На апрель 1982 года обстановка в текущем хранилище характеризовалась следующими параметрами: общие протечки достигли 150 литров в сутки, гамма-фон на наружной стене в месте образования наледи – 1,5 рентген/час, гамма-фон в подвале хранилища – 1,5 рентген/час, активность грунта в подвале хранилища – около 2×10^{-2} кюри/литр, активность ручья, протекающего около здания хранилища, – около 2×10^{-4} кюри/литр.

В августе 1982 года, по предложению проектанта хранилища, начались работы по бетонированию подвальной части здания №5. Было залито около 600 м³ бетона. Однако выполненные работы оказались также неэффективными.

В конце сентября 1982 года течь из аварийного правого бассейна резко увеличилась и достигла угрожающих размеров – 30 тонн в сутки. Появилась реальная опасность оголения верхних частей тепловыделяющих сборок с прямой угрозой облучения персонала, а также радиоактивного загрязнения всей прилегающей акватории и устья реки Западная Лица. В связи с этим было предложено для защиты от гамма-излучений над правым бассейном установить железо-свинцово-бетонные перекрытия с последующим переводом находящихся там тепловыделяющих сборок на технологию сухого хранения.

5 октября 1982 года был утвержден план первоочередных аварийных работ, которым предусматривалось:

- перекрытие правого бассейна биологической защитой;
- ввод в строй внештатной водоочистой установки для снижения активности охлаждающей воды в обоих бассейнах;
- подготовка левого бассейна к полной разгрузке;
- прокладка резервных трубопроводов для подпитки и аварийного осушения бассейнов;
- форсирование работ по дооборудованию первой емкости ЗА для перегрузки в неё ОЯТ из аварийного хранилища;
- постоянная дезактивация всей территории, примыкающей к зданию № 5.

Однако план полностью выполнен не был. В частности, не проводилась дезактивация всей территории, а также не были проложены резервные трубопроводы для подпитки и аварийного осушения бассейнов.

В ноябре 1982 года начались работы по перекрытию правого бассейна. Во время проведения этих работ было зафиксировано падение уровня воды в левом бассейне. За неделю средняя утечка воды из левого бассейна достигла 10 тонн в сутки при её удельной активности 3×10^{-4} кюри/литр. Эксперты считают, что такую большую течь левого бассейна могли вызвать работы по перекрытию правого бассейна. Сверху на правый бассейн были положены тысячи тонн биологической защиты. Это привело к перекосам в конструкции здания, разгерметизации левого бассейна, и к счастью не вызвало разрушения всего здания № 5.

На декабрь 1982 года в аварийном хранилище наблюдалась следующая обстановка: было завершено перекрытие правого бассейна, вся вода из бассейна вытекла в залив. В левом бассейне средняя утечка воды с удельной активностью около 4×10^{-4} кюри/литр, составляла около 3 тонн в сутки. Уровень воды в бассейне поддерживался на отметке 4-х метров. Около 30% поверхности бассейна было перекрыто бетонными плитами.

14 февраля 1983 года прибывшая в губу Андрееву специальная комиссия Министерства обороны подтвердила решение главного радиолога ВМФ о запрете эксплуатации хранилища, за исключением работ, связанных с ликвидацией аварии. С этого времени в хранилище здания № 5 ОЯТ больше не загружалось.

С марта 1983 года по начало сентября 1987 года шла выгрузка ОЯТ из левого бассейна. Все топливо из левого бассейна было выгружено и отправлено на «Маяк», за исключением того, которое оказалось на дне бассейна.

Причины появления трещин в обшивке правого бассейна

Существовало несколько версий причин появления трещин в обшивке правого бассейна:

1. Плохое качество сварных швов обшивки бассейнов.
2. Подвижки скального грунта, от которых могли треснуть сварные швы обшивки.
3. Резкие температурные колебания воды, которые привели к созданию температурных напряжений в сварных швах, а затем и к их разрушению.

По мнению экспертов, последняя версия является наиболее вероятной по следующим причинам. В бассейнах хранилища не было системы подогрева воды. Считалось, что остаточных тепловыделений от ОТВС, которые будут находиться на выдержке в бассейнах не менее трех лет, вполне достаточно, чтобы вода в не отапливаемом помещении хранилища в условиях Заполярья не замерзала. Практика эксплуатации хранилища в здании № 5 показала, что при температуре окружающей среды ниже -15°C бассейны покрывались льдом.

Чем ниже была температура окружающей среды, тем естественно толще был лед. Когда бассейны хранилища покрылись слоем льда толщиной до 20 см, было принято решение плавить лед с помощью пара. Технически это делалось так: прорубалась лунка во льду бассейна, в нее опускалась труба, через которую сутками из котельной подавался пар. Это и было наиболее вероятной причиной температурных перекосов, вследствие которых и произошло разрушение сварных швов металлических обшивок правого бассейна.

Начало ликвидации аварии и её последствий

Для обнаружения местонахождения трещины в металлической обшивке необходимо было спуститься в бассейн. Но сделать это было невозможно, поскольку на дне бассейна находилось большое количество сорвавшихся с подвесок кассет с ядерным топливом. Было принято решение накрыть правый бассейн толстым слоем свинца, бетонными плитами и мешками с песком. Огромный вес биологической защиты (свинец, металл и т. д.), которой был накрыт правый бассейн, вызвал перекосы в конструкции, что стало вероятной причиной того, что потек левый бассейн. Течь в бассейне усилилась и радиоактивная вода в большом количестве (до 40 тонн в сутки) начала вытекать в залив. Через некоторое время течь увеличилась до 350-400 тонн в сутки.

Для поддержания минимального уровня, персонал вынужден был закачивать воду в левый бассейн через пожарные рукава из котельной. Если из бассейна вытекало больше воды, чем закачивалось, и уровень ее понижался, в помещении резко возрастала гамма-активность.

В июне 1983 года ввели в строй первую, переоборудованную для ОЯТ подземную емкость БСХ. После чего началась выгрузка левого бассейна. Всего из левого бассейна было выгружено более 1114 чехлов-кассет (т.е. не менее 7500 ОТВС). Основная масса выгруженного ОЯТ была вывезена на химкомбинат «Маяк». Двадцать пять сильно деформированных чехлов-кассет с ОЯТ были растасканы по дну бассейна и оставались там лежать еще длительное время. Решение о растаскивании упавших чехлов-кассет по

дну бассейна было вызвано беспокойством о том, что в хранилище могут возникнуть условия для образования СЦР. Операция по растаскиванию упавших чехлов была достаточно опасной и потребовала изготовления специальных захватов и другого оборудования. Кроме того, для выполнения этой операции необходимо было с помощью газорезочного оборудования демонтировать часть строительных конструкций самого бассейна выдержки. Для того что бы предотвратить возможность возникновения СЦР, бассейн засыпали бором, который является поглотителем нейтронов. Во время растаскивания часть чехлов, которые были не очень повреждены, удалось поднять и выгрузить из бассейна. 25 очень сильно поврежденных чехлов оставались лежать в левом бассейне до в 1989 года.

Радиоактивную воду из левого бассейна слили в подземную емкость, используя пожарные рукава. Герметичность этой емкости никто не проверял. При операции по перекачке этой воды большая часть территории Андреевой губы была загрязнена радиоактивными веществами. Системы дезактивации территории Андреевой губы не было, поэтому за 30 лет эксплуатации территория никогда не очищалась от радионуклидов. В лучшем случае это делал дождь, который смывал все в залив.

Частичная выгрузка ОЯТ из аварийного хранилища не решила полностью проблему. В чехлах, которые валялись в осушенном бассейне, осталась вода, которая начала замерзать и рвать металлические оболочки чехлов и тепловыделяющих сборок. Это означало, что топливо из ОТВС в какой-то момент могло бы оказаться на дне бассейна. Для решения этой проблемы предлагалось много вариантов, в том числе заморозить жидким азотом самого здания № 5 вместе с фундаментом и скалой, на которой оно стояло. В итоге было решено залить в аварийные бассейны здания № 5 воду, как биологическую защиту, и по штатной технологии произвести выгрузку оставшегося там аварийного топлива.

Была создана бригада под руководством Капитана 1 ранга В. К. Булыгина. Булыгин предложил выгружать ядерное топливо без воды открытым способом, с применением свинцовых экранов, освинцованных стекол и телекамер. Это вариант был принят. Работы начались осенью 1988 года и были приостановлены в декабре. Причиной остановки была несовершенная технология, которая не позволяла быстро, а главное безопасно выгружать аварийное топливо. За две смены работы по принятой технологии удавалось поднять из аварийного бассейна 5-7 чехлов, или 35-50 сборок с ОЯТ, а выгрузить предстояло в общей сложности около 12 тысяч сборок. По оценкам персонала, который в то время работал в губе Андреевой, на операцию по выгрузке аварийного ОЯТ в общей сложности было привлечено более 1000 матросов, которые получали дозы облучения от 10 до 25 рентген за один заход (рабочий период). Это притом, что принятая сейчас допустимая доза от внешних источников облучения для лиц, непосредственно работающих с излучениями, составляет 5 бэр (биологический эквивалент рентгена) в год. Карточки доз облучения матросы, как правило, не получали, никаких документов, в которых бы говорилось, что они участвовали в ликвидации ядерно-опасных завалов и радиационной аварии в здании № 5, им при демобилизации не выдавалось, а значит никакие блага социальной защиты, которые впоследствии были приняты, на них не распространяются.

В дальнейшем, технология выгрузки была изменена, кроме этого было использовано новое усовершенствованное оборудование. В частности был изготовлен контейнер специальной конструкции, который позволял вместо 35 сборок с ОТВС выгружать до 375 сборок в сутки. Это в свою очередь снизило дозовые нагрузки на ликвидаторов.

Перегрузку аварийного ядерного топлива из здания № 5 производили в блоки сухого хранения (БСХ). Схема выгрузки, по воспоминаниям свидетелей была следующей: Автомобиль КраЗ, на котором был установлен контейнер, подъезжал с аварийным ядерным топливом к емкостям БСХ, и все содержимое контейнера вынималось из него краном и перегружалось в ячейки БСХ.

Ячейка БСХ представляла собой ржавую трубу высотой 4 метра и диаметром 400 мм и 275 мм, которая сверху накрывалась негерметичной крышкой. Многие чехлы с ОЯТ были сильно деформированы от ударов о стальное днище бассейна или вовсе разрушены льдом. У некоторых были выдавлены верхние свинцовые пробки. Иногда из тепловыделяющих сборок просыпалось ядерное топливо. Мощность гамма-излучения от него была очень высокой. Матрос с помощью обычной лопаты и щетки собирал его и сыпал в ржавые трубы БСХ. По воспоминаниям людей, принимавших участие в ликвидации аварии, такое «свободное» обращение с просыпями топлива приводило к тому, что в процессе перегрузки топлива в БСХ несколько раз возникали явления, которые ученые называют «нейтронной вспышкой». Такие же случаи по свидетельству очевидцев имели место и в бассейнах здания №5.

Самопроизвольная (самоподдерживающаяся) цепная ядерная реакция деления (СЦР): теория и практика

Возможность возникновения и развития СЦР подтверждается практикой. За период использования атомной энергии на различных предприятиях Минатома России (СССР), только по официальным данным, произошло 13 аварийных случаев с развитием СЦР. В основном это происходило на химико-металлургических предприятиях при обращении с высокообогащенным ураном и плутонием. Есть несколько случаев возникновения ядерных вспышек в лабораторных условиях. Это, как правило, было связано с ошибками персонала, в результате которых создавались критические условия при работе с высокообогащенными материалами. В нормальных условиях высокообогащенный уран (в нашем случае ОЯТ) располагают так, чтобы он находился в докритических условиях. Например, в мокрых хранилищах ОЯТ отработавшие сборки размещают на определенном расстоянии, с установленным шагом. Это вызвано тем, что в отработавшем топливе процесс деления ядер не затухает, и в результате этого образуются новые нейтроны, которые при столкновении с ядрами могут вызывать следующее деление и т. д.

Предельные условия, когда в делящемся веществе (ОЯТ) возникает цепная реакция, называют критическими. Они характеризуются плотностью, геометрией (критическими размерами) и массой вещества (критической массой). Критическая масса сильно зависит от состава материалов, изменяясь от десятка граммов при его очень высоком обогащении. При критических условиях коэффициент размножения нейтронов (K) достигает значения единицы. В надкритическом состоянии $K > 1$. Коэффициент размножения (K) сильно зависит от степени обогащения делящегося материала (урана-235). При обогащении 15% (в лодочных активных зонах обогащение около 30%) цепная реакция деления может происходить в области быстрых нейтронов, т. е. без замедлителя (например, воды). Однако вероятность образования СЦР еще больше увеличивается при наличии воды, т. е. когда высокообогащенный уран и вода образуют смесь. Вода является замедлителем нейтронов, который гасит их скорость и энергию и тем самым увеличивает вероятность столкновений и новых ядерных делений.

Практика показывает, что при наличии вышеуказанных условий возникновение СЦР на объектах, подобных хранилищу в Андреевой губе, вполне вероятно, поскольку для топлива с большим обогащением создать сверхкритические условия вполне возможно. Например, собрать просыпавшееся топливо в ячейку и тем самым создать в ней критическую массу (или создать определенную плотность или геометрию). Известен и характер протекания процесса в подобных условиях. Например, учеными ОАО «ВНИИАЭС» были изучены и смоделированы процессы СЦР в хранилищах АЭС, а также выполнены оценки сопутствующих потоков нейтронного и гамма-излучения, которые возникают при этом. Установлено, что процесс СЦР будет носить кратковременный характер – в виде нейтронной вспышки. Возникновение таких вспышек неоднократно имело место на комбинатах, которые обогащают уран, а также на «Маяке». Практически все известные случаи СЦР произошли на этих предприятиях.

При вспышке происходит разогрев, а затем наблюдается самогашение цепной реакции за счет действия отрицательных температурных реактивных эффектов. Интенсивность этого процесса зависит от многих факторов – количества топлива,

участвующего в СЦР, геометрических параметров места, где возникла ядерная реакция, степени герметичности и прочности оболочки емкости, в которой произошла реакция, наличия замедлителя (воды) и т. д. Взрыва, подобного тому, который происходит в атомной бомбе, в условиях хранилища, конечно, произойти не может, поскольку нет конструктивных условий атомной бомбы. Но, тем не менее, возникновение кратковременной СЦР в виде вспышки вполне возможно, и это приведет к формированию потоков нейтронов деления и мгновенного излучения, которые существенно ухудшают радиационную обстановку вокруг объекта.

Изложенное выше принципиально подтверждает то, что наблюдали ликвидаторы в Андреевой губе.

В журнале «Атомная энергия» был опубликован материал, в котором ученые также подтверждали возможность возникновения СЦР в хранилище губы Андреевой, имея в виду возникновение нейтронной вспышки. По расчетам ученых, вероятность этого события достаточно маленькая – 10^{-6} . Однако следует иметь в виду, что при подсчете вероятности наступления того или иного события ее величина сильно зависит от заданных начальных условий. И вряд ли ученые из московских институтов могли увидеть и представить себе те условия, в которых выгружалось ОЯТ из аварийного хранилища. Сегодня также невозможно полностью спрогнозировать условия, в которых будет выгружаться ОЯТ из БСХ, и действия при этом персонала.

В природе случаются совершенно непредсказуемые события. Например, никто не мог даже приблизительно подсчитать вероятность столкновения двух спутников (американского и российского) в космосе на высоте 800 км. Однако такое столкновение произошло. И мы должны помнить и понимать, что вероятность – категория относительная.

Последствия аварии и ее ликвидации

Было полностью выгружено все находящееся в здании № 5 ОЯТ – это примерно 1500 чехлов (в том числе 25 чехлов, оставшихся на дне левого бассейна). Здание № 5 сейчас не используется и находится в крайне неудовлетворительном техническом состоянии. Дезактивация здания не проводилась. На дне хранилища зафиксированы отдельные участки с большим гамма-излучением до 40 рентген/час, что свидетельствует о возможных просыпях ядерного топлива из упавших ОТВС. Заливка dna твердеющими консервирующими составами предполагалась, но осуществлена не была. По оценке специалистов, все внутренние конструкции здания и размещенное там оборудование относится к категории высоко- и средне- активных отходов. Были предложения по использованию здания № 5 в качестве хранилища твердых радиоактивных отходов (ТРО). Однако серьезных проработок по данному варианту не проводилось, и в настоящий момент ясности и тем более проекта по дальнейшему использованию здания либо его полной ликвидации нет.

Куда делись сотни тонн радиоактивной воды из правого аварийного бассейна здания № 5, до сих пор остается загадкой. Существует мнение, что вода из аварийного бассейна ушла в подземные природные формации. Исследований по проверке предположений по этому вопросу не проводилось. Вероятнее всего, вся вода ушла в залив.

Самым неприятным фактом является то, что после проведения аварийных работ по разгрузке бассейнов здания № 5 система учета расположения ОЯТ в хранилищах сухого типа была нарушена. Были утеряны данные по количеству и состоянию ОЯТ в Андреевой губе. Планировалось провести инвентаризацию и составить картограмму, но никто этим заниматься не стал, поскольку восстановить эти данные практически невозможно. Такая неопределенность отрицательно влияет на ядерную и радиационную безопасность. Не имея данных по энерговыработке топлива и времени выдержки его в хранилище, невозможно подсчитать условия обеспечения его радиационной и ядерной безопасности, в том числе и условия возникновения (или не возникновения) СЦР.

Блоки сухого хранения (БСХ)

Проект блоков сухого хранения

Проект использования под хранение ОЯТ (в том числе и выгруженного из аварийного хранилища здания № 5) пустующих заглубленных емкостей, которые первоначально предназначались для приема жидких РАО, был разработан по предложению Технического управления Северного флота. Проект был утвержден командующим Северным флотом, и в ценах 1982 года оценивался в 400 тысяч рублей.

Была выбрана технология сухого способа хранения ОЯТ. Проектное решение заключалось в переоборудовании трех пустующих 1000-кубовых емкостей нефункционирующего комплекса водоочистки в сухое хранилище. Предполагалось, что это будет временное хранилище на 3-4 года. Проект нового хранилища разрабатывался организациями Минатома. По плану, капитальное строительство нового хранилища должно было начаться в 1984 году.

В ноябре 1982 года военные строители начали работы по переоборудованию первой емкости (3А). Переоборудование заняло 6 месяцев, и в июне 1983 года емкость 3А была введена в эксплуатацию. Вторая и третья емкости (2А и 2Б) принимались в эксплуатацию последовательно в 1985-1986 годах. Первая емкость была оборудована под 900 чехлов, вторая и третья – под 1200 чехлов каждая. Для загрузки и выгрузки чехлов с БСХ был смонтирован порталый кран – КПМ-40, с вылетом стрелы 30 м и грузоподъемностью 40 тонн. Там же был оборудован пост санитарной обработки и дозиметрического контроля, а также узел спецвентиляции. В сухие хранилища было перегружено все ОЯТ из аварийного здания № 5, а также ОЯТ, выгруженное из АПЛ начиная с 1984 года в результате плановых перезарядок.

Строили блок сухого хранения солдаты строительного батальона. В емкости диаметром 18 м и глубиной 4 м вставили вертикально ржавые трубы из обычной стали. Трубы имели высоту 4 м. Трубы, диаметром 400 мм крепились между собой арматурой с помощью сварки. В целях ядерной безопасности трубы устанавливались с определенным шагом, а межтрубное пространство заливалось бетоном. В каждой емкости приблизительно по 1000 труб. Емкость 3А не была накрыта крышей и оборудована вентиляцией с соответствующими фильтрами, очищающими воздух от радиоактивных веществ.

Хотя крыша в емкости 3А была необходима хотя бы для того, чтобы исключить попадание в ячейки атмосферных осадков. Емкости 2А и 2Б оборудовали негерметичной съемной крышей, которая позволяла атмосферным осадкам проникать в ячейки с ОЯТ. Таким образом, БСХ, практически был спроектирован и функционировал под открытым небом. Атмосферные осадки, попадавшие в трубы БСХ, и талая вода становились в ячейках БСХ радиоактивными. Система вентиляции и очистки воздуха в этих сооружениях присутствовала, но она никогда не работала. При работах внутри этих емкостей необходимо было надевать респираторы для защиты органов дыхания от радиоактивных аэрозолей. Эти респираторы были эффективны только при плюсовых температурах. При температуре -15 °С они примерзали к лицу. Когда для загрузки ОЯТ поднимали съемную крышу, из емкостей 2А или 2Б плотным облаком поднимался вверх радиоактивный пар, поскольку в отработавшем топливе еще продолжались остаточные тепловыделения. Этот радиоактивный пар был большой проблемой для персонала.

Перегрузка аварийного топлива из здания № 5 в емкости БСХ, шла прямо в воду, поскольку все трубы были залиты дождевой водой. Загружали чехлы-кассеты в ячейки емкостей открытым способом без штатной свинцовой защиты. Было немало случаев, когда погнутый чехол-кассета заходил в ячейку емкости только наполовину. Тогда персонал подымал краном штатный базовый контейнер, весом в 15 тонн, и этим контейнером аккуратно задвигали (вдавливали) погнутый чехол в ячейку БСХ. По свидетельству очевидцев были случаи когда при подъеме краном аварийного чехла-кассеты с ОЯТ ядерное топливо высыпалось из него прямо на бетон.

Первой в эксплуатацию была введена емкость 3А. Ячейки этой емкости были быстро загружены ОЯТ. После загрузки хранилища на него сверху были положены бетонные

блоки. Вся эта конструкция была негерметична. Поэтому уже в 1989 году, когда персонал производил аварийную перегрузку ОЯТ из здания № 5, практически все ячейки в емкости 3А были залиты дождевой водой. Уже тогда загрузка аварийных чехлов-кассет с ОЯТ проводилась в ячейки емкости 3А, которые были заполненные наполовину или полностью водой. Вода, вытесненная в момент загрузки в ячейку чехла-кассеты и разливалась по бетонной поверхности емкости, создавая дополнительный радиационный фон.

Та же ситуация была и со второй емкостью 2Б. Она хотя и имела съемную крышу, но все равно в ней практически все ячейки были залиты водой. При проектировании и строительстве БСХ на основе емкостей, предназначенных под ЖРО, полагали, что они облицованы нержавеющей сталью полностью, т. е. были герметичными. Потом выяснилось, что в емкостях 3А и 2Б днища сталью не облицованы. Это обстоятельство является важным, поскольку в этих емкостях находится больше всего аварийного ядерного топлива, выгруженного из здания № 5. Это топливо хранится там и в разгерметизированном состоянии, в виде поломанных льдом сборок с высыпающейся из них топливной композицией.

По данным исследований от от поверхностей ячеек емкости 3А «светит» порядка 20 рентген/час. Это возможно только при наличии в воде частиц ОЯТ. Могильника ТРО в то время не было, поэтому радиоактивное тряпье выбрасывалось в металлических контейнерах в море, или этими тряпками набивали ржавые трубы ячеек БСХ. Состояние большей части чехлов-кассет неизвестно, так как начиная с 1989 года, полной ревизии не проводилось. Несколько лет назад пробовали поднять для ревизии чехол-кассету краном КПМ-40, грузоподъемностью 40 тонн, но не смогли, чехол остался стоять на месте. Даже в самой благополучной емкости крышки, которыми накрывались трубы, так прижавели (прикипели) к трубам, что, как сказано в отчете, разжимной домкрат, развивающий усилие в 500 кг, не преодолел усилия сцепления прослойки ржавчины между стенкой ячейки и крышкой. Это значит, что оттуда пробку не изъять. Ее надо вырезать. Анализируя картограмму гамма-поля в обследованной зоне емкости 2А БСХ, можно увидеть, что уровни мощностей гамма-излучения над крышками ячеек достаточно высокие, несмотря на то, что с момента их загрузки прошло 20 лет.

Работы по ликвидации ядерно-опасной ситуации и радиационной аварии в здании № 5 завершили 13 декабря 1989 года.

Вся тяжесть ликвидации радиационной аварии легла на плечи молодых матросов, оставшихся без социальной защиты государства и без наград. Они заплатили за ликвидацию аварии в здании № 5 самую высокую цену – свое здоровье.

Радиоактивные отходы (ТРО и ЖРО)

Загрязнение территории Андреевой губы радиоактивными веществами было и остается колоссальным. Закрытых и специально оборудованных хранилищ твердых и жидких радиоактивных отходов на БТБ-569 не было, и нет до сих пор.

Твердые радиоактивные отходы хранились в Андреевой губе в семи местах, в том числе на трех открытых площадках. Самая большая из этих площадок (площадка № 3) находится в 200-х метрах от залива в южной части базы и расположена на сопке значительно выше по отношению к другим объектам. Территория площадки была обнесена колючей проволокой, и на ней под открытым небом длительное время складировались различные твердые радиоактивные отходы. Под категорию ТРО, кроме оборудования и конструкций реакторных установок, попадают всякого рода загрязненные материалы, используемые при перегрузках активных зон реакторов, а также спецодежда матросов (а иногда и их новое обмундирование, которое стало радиоактивным по разным причинам). На площадку № 3 в свое время были вывезены загрязненные радионуклидами бетонные плиты, на которых проводили дезактивацию

колес автомобилей, перевозивших транспортные контейнеры с ОЯТ. Здесь же хранились транспортные контейнеры, в которых перевозили ядерное топливо и чехлы-кассеты для ОЯТ, которые использовались для хранения стержней-поглотителей СУЗ. Кроме этого под открытое небо на площадку № 3 была вывезена биологическая защита (песок, свинец, металлические листы), которая была снята с правого бассейна перед тем как начали выгрузку из него ОЯТ. Потом, во время сильных ветров, весь радиоактивный песок разносило по всей территории, и люди, которые там работали, вдыхали эту радиоактивную пыль.

На этой же площадке размещались оборотные транспортные контейнеры (ТК), в которых ОЯТ доставлялось в губу Андрееву на плавбазах «Северка» и «Лепсе». В некоторых чехлах оставались остатки топлива, от них «светило» до 60 рентген/час, но это никого не смущало. Крышки ТК были негерметичны и также заливались дождевой водой. Затем эта высокоактивная вода сливалась в левый бассейн, что усугубляло радиационную обстановку в нем. В зимнее время вода в ТК, которые находились на площадке № 3, замерзала, и использовать их было практически невозможно. Специальные устройств, для того чтобы растопить лед в ТК, не было. Самодельные устройства способствовали распространению радиоактивных аэрозолей по территории Андреевой губы. Но другого выхода у нас не было.

В середине 1990-х годов в районе площадки № 3 были построены могильники (заглубленные хранилища) для ТРО. Сверху могильники закрыты плитами. По косвенным данным, могильники утратили герметичность и заполнены водой. Точное количество, состав и состояние твердых отходов, находящихся в них, неизвестно. Часть высокоактивных ТРО находится в двух емкостях, предназначенных для хранения жидких радиоактивных отходов. Эти емкости установлены в здании № 6, бывшем хранилище перегрузочного оборудования. Сами емкости негерметичны и заполнены грунтовыми водами, которые уже превратились в жидкие радиоактивные отходы. Обследовать эти емкости пока не удастся, поэтому точное количество ТРО, находящихся в этих емкостях, также неизвестно.

Твердые и жидкие радиоактивные отходы подразделяются на три категории: низкоактивные, среднеактивные и высокоактивные.

Однако сортировки отходов по категориям при хранении их на БТБ-569 не осуществлялось, поэтому выполнить сейчас точную инвентаризацию и классификацию твердых радиоактивных отходов не представляется возможным. Последняя инвентаризация, проведенная в 2007 году, показала, что на площадках открытого хранения ТРО хранится в несколько раз больше, чем было указано в официальных отчетах во время передачи БТБ от ВМФ в Минатом. Измерение мощности дозы гамма-излучения на поверхности контейнеров с ТРО показали большие (в десятки раз) различия по мощностям излучения, что свидетельствует о значительной неоднородности радиоактивных отходов, находящихся внутри, а также о наличии внутри контейнеров отдельных сильных источников. Количество высокоактивных ТРО, которые хранятся на площадках губы Андреевой, приведено в таблице (см. ниже). Но следует иметь в виду, что эти данные на сегодняшний день могут быть неточными.

Таблица 1. ТРО в Андреевой губе

Тип ТРО	Способ хранения в настоящее время	Место хранения	Количество, ед.
Гильзы со стержнями-поглотителями СУЗ реакторов АПЛ	В чехлах для ОЯТ	Открытые площадки	Около 5500 шт.
Сорбенты (шихты) фильтров активности 1-го и 3-го контуров реакторных установок	В специальных контейнерах-ловушках (фильтрах-ловушках)	Открытые площадки	306 контейнеров

АПЛ			
Подвески ионизационных камер	В контейнерах	Открытые площадки	133 шт.

Для хранения жидких радиоактивных отходов использовались четыре емкости здания № 6. Емкости выполнены из бетона, облицованы сталью и заглублены на полную высоту. Срок их эксплуатации давно истек, три из них негерметичны, и ЖРО контактируют с грунтовыми водами. Попытка откачать жидкость окончилась неудачей, цистерны опять заполнились водой. Жидкие радиоактивные отходы хранились также в 14 плавучих емкостях, которые затем были разрезаны, а ЖРО из них растеклись по береговой черте и попали в прилегающую акваторию. Следует отметить, что во время паводков и дождей источником ЖРО в губе Андреевой является вся территория.

Особую радиационную проблему представляет сегодня бывшее хранилище отработавшего ядерного топлива (здание № 5). Можно с уверенностью сказать, что все здание представляет собой твердый высокоактивный отход, технологии утилизации которого пока не существует. В здании радиоактивными веществами пропитаны стены и фундамент, на наружной поверхности стен мощность эквивалентной дозы достигает до 10-20 мЗв/час. Мощность дозы вдоль ручьев, которые стекают во время дождей и паводков от здания, достигает 100-200 мЗв/ час. В пробах бетона и кирпича, которые были высверлены из стен здания и фундамента, удельная активность по ^{137}Cs достигает 3×10^8 Бк/кг, а по ^{90}Sr – 4×10^6 Бк/кг. Грунт вокруг здания загрязнен до 10⁹ Бк/кг. Эти радионуклиды, смываемые талыми и дождевыми водами, постепенно расширяют зону загрязнения и распространяются на берег залива и акваторию. Внутри здания, в бассейнах, остался слой ила, содержащий радиоактивные вещества. Излучение вблизи дна бассейнов составляет 100 мЗв/час, в отдельных точках достигает 200-600 мЗв/час, что свидетельствует о наличии в иле фрагментов топлива. Толщина слоя ила достигает 10 см, удельная активность по ^{137}Cs достигает 3×10^8 Бк/кг, по ^{90}Sr – $7,5 \times 10^8$ Бк/кг, а альфа-излучающих радионуклидов – до $7,5 \times 10^4$ Бк/кг. Эти показатели свидетельствуют о том, что ил на дне бассейна является среднеактивным, а в некоторых местах и высокоактивным отходом. В технологическом зале на полу – толстый слой пыли от бетонных плит, которые использовались для защиты от излучений во время выгрузки отработавшего топлива. Удельная активность пыли достигает 3×10^9 Бк/кг. Она содержит, в том числе, и альфа-излучающие радионуклиды (9×10^5 Бк/кг). Пыль, ил, стены и фундамент здания являются сильными источниками загрязнения прилегающей территории. Поэтому здание № 5 является вторым после БСХ источником радиационной опасности и загрязнения территории и акватории. Сегодня нет информации об активности радионуклидов, находящихся в почве под зданием № 5. Но уже сейчас очевидно, что после демонтажа здания необходимо будет удалять большое количество загрязненного грунта для предотвращения попадания радионуклидов в море. Весь грунт и все здание являются твердыми радиоактивными отходами, для которых необходимо будет строить специальное хранилище или могильник.

Таким образом, при реабилитации территории БТБ-569 все указанные выше хранилища, емкости, могильники и здания необходимо будет демонтировать и утилизировать. Ни одно из существующих ныне хранилищ и емкостей не может быть использовано в дальнейшем без риска радиоактивного загрязнения территории и акватории.

Глава 2

2. Новаторы

Сезон неопределенностей

13 декабря 1989 года были завершены работы по перегрузке ОЯТ из здания № 5 в БСХ.

Начиная с 1990 года, БТБ в губе Андреевой начала сворачивать свою работу по приему ОЯТ, выгружаемого из подводных лодок, и отправке его на «Маяк». Основное хранилище ОЯТ мокрого типа (здание № 5) было выведено из эксплуатации, и использовать его по прямому назначению было невозможно. Новое сухое хранилище могло быть использовано только для хранения того топлива, которое уже длительное время находилось в мокрых хранилищах ПМ и остаточные тепловыделения которого были существенно уменьшены. Таким образом, значимость БТБ-569 как основного хранилища ОЯТ Северного флота постепенно снижалась. Последняя операция по приему ОЯТ от плавбаз и отгрузка ОЯТ для вывоза его на «Маяк» была осуществлена в 1993 году. После этого БТБ в губе Андреевой занималась в основном приемом радиоактивных отходов для хранения их на своей территории. Это были, как правило, твердые (металлические) радиоактивные отходы и использованная (радиоактивная) шихта из фильтров первого контура, которая продолжала накапливаться на флоте, поскольку шли перезарядки ядерного топлива реакторов действующих АПЛ и выгрузка ОЯТ из утилизирующих АПЛ.

Профессионализм личного состава постепенно снижался. Персонал БТБ-569 занимался в основном хозяйственными работами, обслуживанием зданий и хранилищ, а также операциями, связанными с обращением с радиоактивными отходами и свежим ядерным топливом, которое еще хранилось в здании № 34. Ушли люди, которые занимались хранением ОЯТ и ликвидацией аварии. Пришел новый начальник, которого в основном интересовала карьера и новое высокое воинское звание. Некоторые подразделения БТБ-569, например лаборатория физического пуска реакторов, еще сохранилась, но продолжала работать уже с другими техническими базами Северного флота и с заводами, на которых шла выгрузка или загрузка ядерного топлива в реакторы АПЛ.

В это же время на БТБ произошло чрезвычайное происшествие. Это было первое на Северном флоте хищение около 2 килограммов высокообогащенного ядерного топлива со склада БТБ (здания № 34). Случилось это в 1993 году. Топливо хранилось в виде свежих тепловыделяющих сборок, предназначенных для загрузки в реакторы АПЛ типа «Тайфун».

Кража свежего ядерного топлива

Здание № 34, это полуподвальное сооружение находилось в нескольких метрах от основной дороги, которая проходила через территорию БТБ, недалеко от здания № 50 и площадки № 3.

В настоящее время это здание используется как склад для технического имущества СевРАО. Обычно в здании № 34 хранилось не более шести активных зон. СТВС располагались в пеналах по пять штук в каждом. Пеналы с СТВС выгружались краном с плавмастерской на автомобиль КраЗ. Поскольку автомобиль не имел соответствующего оборудования и не был приспособлен для перевозки пеналов с СТВС, то неоднократно были случаи когда пеналы падали с грузовика (с высоты более четырех метров) на железобетонную поверхность.

В здании № 34 пеналы снимались с машины и компоновались в зоны. Зону, состоящую из пеналов с СТВС, связывали проволокой, что бы предохранить пеналы от падения. В здание № 34 можно было загрузить максимально восемь свежих зон, но, как правило, там находилось не более шести.

Кража произошла 29 июля 1993 года.

В этот день были арестованы два человека, которые смогли украсть 1,8 кг обогащенного урана-235 из здания № 34. Один из украденных урановых стержней похитители успели демонтировать. Поскольку их интересовал уран, а не металл, то похитители отделили (отрезали) активную часть, в которой находится уран, от технологической подвески. Вся тепловыделяющая сборка достаточно тяжелая и большая по размерам, поэтому ее демонтаж был необходим также для удобства обращения с нею в дальнейшем. Отделить активную часть нелегко, поэтому матросы, которые украли сборку успели осуществить эту операцию только с одной СТВС.

Первые международные проекты

Ситуация на БТБ в губе Андреевой ухудшалась. Инфраструктура базы быстро старела и под воздействием сурового северного климата постепенно разрушалась. БСХ, которое строилось как временное и которое планировалось использовать 3-4 года, превратилось в долгосрочную проблему для всех. Технические ошибки и просчеты, допущенные в процессе проектирования и строительства БСХ, становились все более явными. Руководители, которые принимали решения и отвечали за эти решения, ушли, сложив с себя полномочия и ответственность. Спрашивать было не с кого.

Флот и армия сокращались и деградировали. На Северном флоте интенсивно выводились из эксплуатации АПЛ, а средств, ресурсов и мощностей на их утилизацию не было. У причалов стояло около сотни выведенных из эксплуатации и неутилизированных подводных лодок и надводных кораблей. Моряки и гражданский персонал по полгода не получали заработную плату. Было ясно, что никаких средств на поддержание безопасности ОЯТ, которое хранилось в БСХ, а тем более на строительство нового хранилища не будет. В то время международные программы помощи на Севере России еще не работали и никто, по большому счету, не представлял той реальной опасности, которая была сосредоточена на территориях баз Северного флота.

В 1993 году проблемой губы Андреевой начала заниматься Беллоны. В 1993 году вышел первый материал в норвежской национальной газете «Афтенпостен». В 1994 году вышел доклад Беллоны «Источники радиоактивного загрязнения в Мурманской и Архангельской областях», где была представлена первая информация о губе Андреевой и аварии там. А в 1996 году вышел доклад Беллоны «Северный флот — потенциальный источник радиоактивного загрязнения региона», где по Андреевой губе была впервые приведена подробная информация о губе Андреевой.

Тогдашний губернатор Мурманской области Е. Комаров открыто заявил в прессе, что он и не подозревал, что в области есть такие опасные объекты, как Андреева губа. Последовали различные инициативы от Норвегии, которая была крайне обеспокоена тем, что происходило у ее границ, а также от других стран. Эти инициативы не всегда встречали поддержку, поскольку военные тщательно прятали свои «секреты», в том числе и от своих начальников. Однако «секреты» сами «вылезали» наружу.

В 1997 году, по сообщению военных, на территории губы Андреевой образовался интенсивный радиоактивный ручей, который, как заявляли военные, вытекал из-под здания № 5 и впадал в залив Западная Лица. Источник ручья военным точно установить не удалось, поэтому решили сделать отвод и перекрыть его.

Это был первый международный проект в губе Андреевой. Власти Норвегии предложили профинансировать проект по ликвидации этого ручья. Выполнение проекта было затруднено, поскольку в то время Министерство обороны РФ не желало предоставлять доступ международным экспертам на объект в губе Андреевой. Несмотря на это Норвегия согласилась поддержать проект, выделив на отвод ручья, впадающего в залив Западная Лица, от хранилища ОЯТ (здание № 5) около \$817,0 тыс. Проект завершился в конце 1999 года. Все работы на объекте были выполнены российской

стороной. Норвегия получила отчет о проделанной работе в виде фотографий. Покупку фотоаппарата тоже профинансировала Норвегия.

28.05.1998 года вышло постановление Правительства РФ № 518 «О мерах по ускорению утилизации атомных подводных лодок и надводных кораблей с ядерными энергетическими установками, выведенных из состава ВМФ, и экологической реабилитации радиационно-опасных объектов ВМФ». Согласно этому постановлению Минатом (Росатом) должен был принять от Минобороны функции государственного заказчика и координатора программы комплексной утилизации выведенных из состава ВМФ АПЛ и реабилитации радиационно-опасных объектов ВМФ (в том числе и Андреевой губы).

С 1998 по 2000 год для выполнения указанного постановления создавались различные бюрократические структуры, такие как Управление экологии и снятия с эксплуатации ядерных объектов Минатома, Комитет по конверсии, ядерной и радиационной безопасности Мурманской администрации и др.

Зимой 2000 года созданное распоряжением Правительства РФ № 220-р СевРАО начало прием от ВМФ береговых технических баз в губе Андреевой и в Гремихе. Все формальности по приему БТБ Северного флота были завершены в 2001 году.

1998-2001 годы можно назвать переходными. Это такое смутное время, когда старый хозяин уже не хозяин, а новый еще не хозяин, т. е. никому ничего делать по большому счету не надо. Начиная с 1993 и заканчивая 2001 годом никаких работ, направленных на решение главной задачи по вывозу огромного количества ОЯТ из хранилища Андреевой губы, не выполнялось. А ситуация с хранением ОЯТ, как показывают нынешние оценки, ухудшалась практически ежедневно. Поэтому Андрееву губу закрыли для посещения людей, которые могли бы увидеть нежелательную картину или задать неудобные вопросы. Ссылаясь на формальные причины, довольно долго дальше административно-хозяйственного комплекса («Норвежской деревни») не пускали никого – ни журналистов, ни парламентариев, ни депутатов, ни тем более общественников и их экспертов.

Причина, по которой военные хозяева Андреевой губы ничего не предпринимали на протяжении восьми лет (с 1990 по 1998 год), ясна и понятна. Все помнят, что происходило в стране в это время – развал СССР, кризисы, дефолты, неплатежи, огромные долги по зарплате, сотни выведенных из эксплуатации АПЛ и т.д. Офицеры, которые в это время служили в Андреевой губе, рассказывали, что для того, чтобы прокормить семьи, они вынуждены были идти сами и посылать матросов в сопки для поиска цветных металлов. Этот металл можно было продать, и таким образом жить на эти деньги. Если еще учесть, что у военных существует строгая подчиненность и уверенность, что «начальству виднее», а также ввиду наличия «советской секретности» и боязни контактов с подозрительными международными программами помощи, то становится ясно – в то время военные мало что могли сделать в Андреевой губе.

Однако начиная с 1998 года и по настоящее время, наверное, кое-что можно было уже сделать. И главный вопрос, на который до сих пор нет вразумительного ответа, – почему Росатом, получив такой ядерно-опасный объект, и понимая его опасность, не приступил к разработке проекта, направленного на ликвидацию опасного хранилища ОЯТ, а начал интенсивно осваивать международные ресурсы и тратить время на инфраструктуру. Может быть, эта инфраструктура и нужна, но тогда почему эти две работы – проект по выгрузке ОЯТ и строительство инфраструктуры – не выполнялись параллельно? Ведь первое техническое задание на разработку проекта по выемке топлива из БСХ было выдано только в начале 2008 года.

Иногда создалось впечатление, что длительное время многие структуры Росатома, в том числе и научные институты, рассматривали проблемы Андреевой губы и Гремихи в основном через призму хорошего финансирования этой работы и хороших зарплат. Как-то на одном из слушаний по «Стратегическому мастер-плану» представитель одного из институтов изложил их предложения по исследованиям, которые надо провести в Андреевой губе и Гремихе. В конце своего доклада он назвал стоимость этих работ, включая командировочные для тех, кто там будет работать, и прочие расходы. Услышав эти цифры, один из руководителей Росатома спросил: «Я правильно понимаю, что за эти

деньги вы собираетесь каждое утро на самолете и вертолете летать в Мурманск, Андрееву губу и Гремиху, а вечером после работы возвращаться назад в Москву?»

Все, что было сделано в Андреевой губе за время вплоть до конца 2007 года, по большому счету, имеет только косвенное отношение к главной проблеме Андреевой губы – выгрузке топлива из БСХ. А там сегодня находится около 23 тысяч сборок, или 50 эшелонов ОЯТ.

Кроме того, в Андреевой губе хранится более 10 тысяч тонн твердых и около 600 кубических метров жидких радиоактивных отходов.

Новый хозяин и старые проблемы с ОЯТ

Росатом начал свою деятельность в Андреевой губе в 1999 году со строительства крыши над баками БСХ. Уже тогда было ясно, что в баках с ОЯТ есть вода, и это представляет серьезную проблему ядерную и радиационную в настоящем и будущем. Откуда берется вода, до сих пор точно не выяснено. По крайней мере, официальных заключений об этом нет. Но специалисты считают (и это подтверждают ликвидаторы аварии), что вода в баках была там изначально, а в дальнейшем попадала туда в результате атмосферных осадков и, возможно, из подземных источников. Настораживает, что последние анализы показывают высокую соленость этой воды, а соленость сильно увеличивает скорость коррозионных процессов.

Складывается впечатление, что Росатом длительное время не совсем понимал, или по каким-то непонятным причинам не хотел понимать, с какой стороны подойти к проблеме, связанной с выемкой ОЯТ из БСХ, и поэтому не принимал никаких решений о проектах и способах выгрузки. Об этом, в частности, свидетельствует заявление заместителя руководителя Росатома С. Антипова, сделанное в конце 2004 года на пресс-конференции по случаю окончания работ с крышей над БСХ: «...*Со временем в резервуар стала попадать вода, что вызвало необходимость создания такого укрытия, т. е. стальной крыши со средствами вентиляции и фильтрации. Сейчас резервуар с ОЯТ защищен от внешнего воздействия. Далее уже можно решать вопросы об извлечении топлива и отправке его на утилизацию...*». Для сегодняшнего проекта эта крыша не играет никакой роли. И в процессе строительства новых зданий она будет демонтирована.

Начиная с 2000 года и по настоящее время в Андреевой губе идет интенсивное строительство инфраструктуры. Кроме крыши над резервуаром БСХ соорудили санитарные пропускники, строились дороги, административно-хозяйственный комплекс, контрольно-пропускные пункты, караульные помещения, водоводы, сети канализации, столовые и многое другое. Все это возводилось в несколько этапов и в основном за деньги безвозмездной международной помощи, которая поступала из Норвегии, Великобритании, Швеции и других государств. Говоря о финансировании проектов на Севере России, связанных с ликвидацией ядерных отходов, российские официальные источники заявляют, что средства поступают в пропорции 60% к 40% от государства и иностранных партнеров соответственно. Бюджетные средства идут, большей частью, на содержание губы Андреевой и Гремихи, а иностранные инвестиции – на создание инфраструктуры для последующей утилизации отходов. Однако оценивая проекты, осуществляемые в Андреевой губе, указанные выше пропорции вызывают большие сомнения. В лучшем случае это наоборот. Невозможно сегодня подсчитать, сколько миллионов иностранной помощи уже потрачено на Андрееву губу, но только за период с 1999 по 2005 год в губе Андреевой было реализовано 14 международных контрактов с участием Норвегии на сумму около 97,85 млн норвежских крон (около \$15,0 млн).

На строительство крыши, раздевалки и двух санпропускников Норвегия и Великобритания потратили около \$1,3 млн. В 15,0 млн крон (\$3,0 млн) обошелся ремонт 15-километрового участка автодороги от шоссе Мурманск–Печенга до технической

базы в губе Андреевой. Начиная с 1998 года и по настоящее время Норвегия потратила около 140,0 млн крон (более \$20,0 млн) на работы, которые выполнялись только в Андреевой губе.

В 2003 году был сдан в эксплуатацию административно-хозяйственный комплекс «Норвежская деревня», предназначенный для персонала губы Андреевой. В рамках этого проекта была построена и канализация с очистными сооружениями. В настоящее время бытовые стоки перед сбросом в Мотовский залив должны будут пройти биологическую очистку. Хотя что значат эти бытовые стоки в сравнении с радиоактивными стоками, которые текли и продолжают течь с территории БТБ-569, когда идут дожди или тает снег. Сегодня ведутся переговоры с норвежской компанией о достройке второго этажа «Норвежской деревни», поскольку, по прогнозам СевРАО, во время работ по выемке ОЯТ понадобятся дополнительные помещения для инженерно-технического персонала. Караульное помещение и часть периметра физической защиты были построены за счет норвежских налогоплательщиков. Норвежское правительство выделило на этот проект 20,0 млн крон.

В 2003-2004 годах была сформирована Координационная группа по проблемам губы Андреевой, куда вошли представители Росатома, ряда российских организаций и стран-доноров, участвующих в работах по реабилитации губы Андреевой, – Великобритании и Норвегии. Координационная группа поставила вопрос о комплексной программе реабилитации Андреевой губы. Тогда же норвежская сторона заявила о необходимости разработки для Андреевой губы генерального плана, включающего разработку оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) для каждого проекта. В ноябре 2004 года был выбран вариант обращения с ОЯТ в губе Андреевой. После этого, в 2005 году, Восточно-европейский научно-исследовательский и проектный институт энергетических технологий (ВНИПИЭТ) приступил к разработке обоснования инвестиций международного проекта по реабилитации бывшей береговой базы в Андреевой губе. Как объяснил заместитель директора СевРАО по международным проектам В. Хандобин, *«...Речь идет об инвестициях, необходимых для начала работ по вывозу ядерного топлива с территории базы, определения мест строительства новых объектов хранилища... После чего будут заключаться отдельные контракты, касающиеся прессования твердых и жидких радиоактивных отходов и строительства комплекса по обращению с ОЯТ».*

В это же время Международным центром экологической безопасности Росатома, ФГУП «НИКИЭТ» и СевРАО были подписаны контракты с фирмой «RWE NUKEM Ltd». Контракты предусматривали разработку проекта строительства здания-хранилища ОЯТ, разработку технологии обращения с ОЯТ, создание условий для безопасного хранения и обращения с ОЯТ в БСХ и разработку мероприятий по обеспечению радиационной безопасности при проведении работ на технической территории.

Стоимость только разработки этих проектов оценивалась в 2 млн 425 тысяч фунтов стерлингов. Сколько будет стоить реализация самого проекта, сказать сложно. Кроме строительства новых объектов инфраструктуры на территории Андреевой губы начали ремонтировать старые здания и объекты, которые планировалось использовать, а также начали сносить те объекты, которые не будут использоваться в дальнейшем. В частности, начали ремонт здания № 50 с целью переоборудовать его под спецпрачечную и лабораторию, строятся две площадки дезактивации транспорта. На снос старых зданий Великобритания выделила 3,0 млн. фунтов стерлингов. В Северодвинске были заказаны два санпропускника модульного типа, каждый из которых может обслуживать 80 человек.

Особую проблему создавал старый технологический причал, техническое состояние которого было неудовлетворительным. Кроме этого, он сползал с берега, наваливаясь на новый причал, который должен был быть восстановлен и модернизирован. Недалеко от БСХ было разобрано здание № 1, в котором находилась электрическая подстанция. Энергообеспечение было переведено на новую подстанцию модульного типа. Финансировалась эта работа Великобританией.

В конце 2006 года завершились работы по демонтажу старого пирса и начались работы по реконструкции нового технологического причала. Новый причал

предназначался для швартовки судов водоизмещением 14 000 тонн и осадкой до 8 метров. Его строительство было остановлено в 1998 году. Кроме того что не были завершены работы с причалом, не закончили работы по строительству транспортной эстакады и соединению ее с причалом. К этому вопросу вернулись в 2002 году, когда российской стороной при финансовой поддержке Норвежского агентства по радиационной защите было выполнено комплексное радиационное обследование территории в губе Андреевой. Старый пирс был отмечен в числе радиационно-опасных объектов, уровень радиации на нем местами достигал 460-1000 мкЗв/час. В 2005 году за счет средств Норвегии было проведено инженерное обследование нового пирса, включая его надводную и подводную части. По результатам обследования выяснилось, что пирс в нынешнем состоянии эксплуатироваться не может, но при условии проведения восстановительных работ его можно будет использовать в дальнейшем. Поскольку старый пирс являлся объектом не только радиационной, но и технической опасности, было решено его демонтировать. Работы по реконструкции нового причала финансировались совместно Норвегией и Великобританией. В 2007 году на реконструкцию причала Норвегия выделила 20,0 млн крон. Великобритания согласилась финансировать установку на причале порталного крана на рельсовых путях. В 2006 году была демонтирована котельная (здание № 12) и утилизированы остатки мазута, дизельного топлива и льяльных замазученных вод. В это же время началось сооружение полигона для строительного мусора. Все вышеперечисленные работы финансировались Великобританией.

К концу 2006 года была создана группа управления для координации всех проектов, выполняемых в губе Андреевой, и управления проектами, которые финансируются Великобританией.

В начале 2007 года был подготовлен долгосрочный план-график работ в губе Андреевой с целью прогнозирования бюджета, планирования расходов и подготовки ресурсов. В это же время начались переговоры с потенциальным донором Европейским банком реконструкции и развития (ЕБРР) по проблеме вывода из эксплуатации и утилизации здания № 5. Продолжалось проектирование установки дополнительной защиты емкости 3А. Решение о необходимости сооружения дополнительной защиты было принято по итогам обследования всех трех емкостей – 2А, 2Б и 3А. В результате обследования был сделан вывод, что высокие уровни радиационного излучения над емкостями не позволят безопасно выполнять работы, а новая горизонтальная защита позволит эти уровни излучений над емкостью 3А снизить. Кроме этого, строительству основного здания, которое должно покрывать емкости 2А, 2Б и 3А (здания № 153), мешают емкости с ЖРО (емкости 2В и 2Г). В связи с этим начато удаление ЖРО из этих емкостей и подготовка к их демонтажу. Все работы финансируются Великобританией. Только в 2007 году Великобританией было выделено на проекты в Андреевой губе 6,0 млн. фунтов стерлингов.

31 июля 2007 года были введены в эксплуатацию два модульных санпропускника, площадка для дезактивации техники и радиохимическая лаборатория, приобретенная за счет средств Великобритании и расположенная в отремонтированном здании № 50. В этом же здании была размещена автоматизированная система контроля радиационной обстановки (АСКРО). Была введена в эксплуатацию система физической защиты территории базы губы Андреевой.

Российская сторона предложила начать строительство и ремонт подъездных путей на территории базы. Кроме того, было принято решение об обследовании состояния 40-тонного крана КПМ-40, расположенного в районе БСХ, с целью определения возможности перенесения его на причал и использования его в дальнейшем при строительстве комплекса по обращению с ОЯТ. В это же время было завершено проектирование столовой, гаража и легкого укрытия для хранения пустых контейнеров для ТРО. Реализация проекта по строительству в губе Андреевой столовой и учебного центра стоимостью 18,0 млн норвежских крон, а также проекта энергоснабжения губы

Андреевой от г. Заозерск должна была начаться в 2009 году. Для нужд проекта по выгрузке и вывозу ОЯТ из Андреевой губы необходимо не менее 10 мегаватт электроэнергии, для чего надо обследовать электросети, которые предстоит задействовать в реализации проекта.

В конце октября 2007 года было подписано грантовое соглашение с ЕБРР на первый этап вывода из эксплуатации здания № 5. На конец 2008 года в Андреевой губе завершён демонтаж здания № 11, здания № 1 вместе с подвалом, здания № 8, а также здания № 35. В июле 2008 года было подписано соглашение с Италией о проектировании и строительстве судна по перевозке контейнеров с ОЯТ и РАО. Проект финансируется итальянской стороной, стоимость проектных и строительных работ, выполняемых в соответствии с соглашением, составит 71,5 млн евро. Проектировать и строить судно будет итальянская фирма «Финкантиери» (Fincantieri). Современный контейнеровоз водоизмещением около 4 тысяч тонн должен быть построен в течение 2,5 лет. Судно начнет выполнять рейсы уже в 2011 году. Контейнеровоз будет иметь следующие технические параметры: длина – 84 метра, ширина 14 метров, габаритная высота – 16,7 метров, осадка при полной загрузке – 4 метра. Судно будет иметь два изолированных грузовых трюма общей вместимостью 720 тонн (вмещают в себя до 18 контейнеров с ОЯТ массой по 40 тонн каждый).

Для погрузочно-разгрузочных работ на палубе контейнеровоза будет установлен поворотный электрогидравлический кран грузоподъемностью 45 тонн, с вылетом стрелы от 4 до 15 метров. Судно сможет развивать скорость до 12 узлов и будет способно находиться в автономном плавании до двух месяцев (60 суток). Дальность плавания – 3 тысячи морских миль. В качестве собственника и эксплуатирующей организации контейнеровоза Госкорпорация «Росатом» определила ФГУП «Атомфлот». Благодаря ледовому усилению корпуса контейнеровоз сможет работать в арктических морях в период летне-осенней навигации. В конце 2007 года Росатом объявил конкурс по выбору генерального подрядчика для выполнения работ по участию в проектировании, строительстве и вводу в эксплуатацию объектов инфраструктуры обращения с ОЯТ и РАО на ПВХ в губе Андреевой.

В документах конкурса были определены следующие важные условия, сроки и предварительная стоимость работ:

- Окончательный срок ввода в эксплуатацию объектов инфраструктуры обращения с ОЯТ и РАО на ПВХ в губе Андреевой – 2012 год.
- Финансирование работ будет осуществляться с внебюджетных средств. В рамках международного соглашения о многосторонней ядерно-экологической программе в Российской Федерации (МНЭПР) № DTIFSU/P89500/ADM/001 от 31.08.2006 года и ее первого этапа – строительство здания № 154/155, финансируемого Министерством
- торговли и промышленности правительства Великобритании из средств, выделяемых Великобританией в программу Глобального партнерства в размере \$750,0 млн.

Предварительная оценка стоимости всех объектов в губе Андреевой, по состоянию на конец 2007 года, составляет 8.800.000.000,0 (восемь миллиардов восьмьсот миллионов) рублей. (Предварительная оценка носит ориентировочный характер и будет уточнена в процессе разработки проектной документации.)

Кроме этого, в объявлении подчеркивалось, что важным условием конкурса является то, что претендент должен обладать лицензией Росатома на проектирование и строительство комплексов зданий и сооружений и лицензией на работу со сведениями, составляющими государственную тайну, а также лицензией Росстроя на выполнение функций генерального подрядчика в проектировании и строительстве. Это означало, что, во-первых, в конкурсе не могут принимать участия иностранные организации, а во-вторых, что тендер, по сути, был объявлен Росатомом для Росатома, поскольку никакая посторонняя организация, не входящая в структуру Росатома, выиграть его реально не могла.

Главным проектантом комплекса по обращению с ОЯТ и РАО на ПВХ в губе Андреевой был назначен ВНИПИЭТ, которому в начале 2008 года было выдано техническое задание на рабочий проект по строительству комплекса по обращению с ОЯТ в губе Андреевой. Научным руководителем был определен НИКИЭТ.

Дискуссии о сроках проектирования и строительства продолжались. «Первый контейнер с отработавшим ядерным горючим будет вывезен в 2010 году», – сказал губернатор Мурманской области Ю. Евдокимов на встрече с премьер-министром Норвегии Йенсом Столтенбергом летом 2007 года. Позже Росатом уточнил, что вывоз топлива планируется начать не раньше чем в 2011-2012 годах. Относительно готовности проекта по выгрузке ОЯТ из БСХ было однозначно заявлено, что последний срок готовности этого документа – конец марта 2009 года. Росатомом было обещано организовать общественные слушания по проекту.

Однако к концу октября 2009 года информации относительно окончания проектирования и назначения слушаний не было.

Проекты выгрузки ОЯТ из БСХ

Была утверждена схема, по которой предполагается, что ОЯТ из губы Андреевой будет доставляться на Атомфлот, а оттуда по железной дороге перевозиться на химкомбинат «Маяк».

Основной принципиальный вопрос, на который надо было дать ответ вначале, – каким способом будут вынимать топливо из ячеек БСХ. Только после этого можно было приступить к разработке проекта.

Для решения этого вопроса специалистами России и Великобритании были проведены научные исследования, которые, по утверждению Росатома, показали невозможность гарантировать безопасное извлечение чехлов с ОТВС из ячеек БСХ. Было установлено, что невозможно исключить повреждения, связанные с отрывом доньшка чехла при его извлечении из ячейки. Металловедческие институты не дали 100% гарантии того, что чехол при выемке останется целым. Поэтому сначала стояла задача выбрать инструмент, который позволил бы поддержать доньшко чехла, безопасно извлечь его из ячейки и транспортировать в горячую камеру. Оказалось, что выполнить это практически невозможно. По прогнозам Росатома, отрыв доньшка чехла приведет к вываливанию ОТВС из чехла в ячейку. При наличии в ячейке воды могут создаваться условия для возникновения СЦР. При этом принимали во внимание то, что отсутствуют достоверные сведения об энерговыработке тепловыделяющих сборок, которые находятся в БСХ. А это означало, что согласно нормативным документам оценка условий возникновения СЦР с этими ОТВС должна выполняться так же, как для СТВС, т.е. с более жесткими начальными условиями. Это требование явилось труднопреодолимым, поэтому было принято решение об изменении технологии обращения с ядерным топливом, извлекаемым из ячеек БСХ.

Первоначально планировалось, что топливо из БСХ будет выгружаться почехольно, т.е. все ОТВС вынимаются из ячейки вместе с чехлом. Затем чехол с ОТВС перемещают в горячую камеру, где производят поканальную перечехловку для дальнейшей транспортировки топлива на «Маяк».

После изменения проекта решили, что топливо из БСХ будет выгружаться не почехольно, а поканально, т.е. каждую ОТВС будут выгружать поштучно. А вариант почехольной выгрузки оставили как резервный, на случай, если тепловыделяющие сборки не удастся вытащить из чехлов.

В задании на проектирование комплекса по обращению с ядерным топливом, которое было выдано ВНИПИЭТу, была утверждена именно эта схема обращения с топливом в БСХ Андреевой губы.

Комментарии экспертов

А. Сафонов – ликвидатор аварии в губе Андреевой

Я видел, как разрушались чехлы, но никогда не видел и не слышал, чтобы от чехлов отваливались донышки. Мы наблюдали, как чехлы лопались в средней части от того, что в них замерзала попавшая туда вода. Но даже при этих условиях разрушались не донышки, а стенки чехлов. Я ни разу не видел оторванного льдом донышка. Были случаи, когда донышки отваливались у контейнера 6 и 11 типов. Но причиной этому было ослабление винтов, которыми донышки прикручивались к корпусу контейнера.

Я знаю, что такое поканальная перечехловка. Мы это делали несколько раз вручную в здании № 5. Процесс длительный и опасный. Когда снимаешь верхнюю свинцовую пробку, под ней обнаруживаешь высокоактивную грязь, от которой «светит» до 100 рентген/час. Если эту работу будет выполнять автомат, то всю грязь растащат внутри емкости. Если эту работу будут выполнять люди, то они получают солидные дозы облучения. Я утверждаю, что большая часть тепловыделяющих сборок, которые выгружены из здания № 5, повреждены или разрушены. Конечно, степень их разрушения может быть разной. В процессе выгрузки чехлов из здания № 5 мы пробивали красномедные мембраны, чтобы слить из чехлов воду. Способ пробивки мембран был следующий: чехол сбрасывали с высоты около метра на острую стальную заточку, приваренную к толстому листу металла. Затем, чтобы полностью осушить чехол, мы использовали разбалансированный электродвигатель, который устанавливали на верхнюю часть чехла. Работая двигатель в течение нескольких минут тряс чехол вместе с ОТВС и таким образом удалял из него оставшуюся воду. Во время этих операций ОТВС, конечно, подвергались большим динамическим воздействиям. Излучение от воды, которую мы сливали из чехлов в емкости, достигало иногда 60 рентген/час, что свидетельствовало о разгерметизации тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ). Поэтому если начинать выгружать ОЯТ поканально, уровни радиоактивных загрязнений будут колоссальные. Все оборудование быстро загрязнится и обслуживать его будет невозможно.

Сергей Ермаков, бывший главный инженер БТБ-569, научный сотрудник ЦНИИ им. А. Н. Крылова:

Случаев, когда отваливались донышки чехлов, я не знаю. Я очень сомневаюсь, что приварное донышко чехла может так легко отвалиться. Вынимать каждую ОТВС поштучно – длительная и опасная работа. С радиационной точки зрения это гораздо опасней, чем вынимать топливо вместе с чехлом.

С точки зрения ядерной безопасности можно предусмотреть меры, которые бы предотвращали возникновение СЦР в случае вываливания ОТВС из чехла, например создание системы эффективного использования жидких и других поглотителей. Это компетенция ученых и конструкторов. Но поканальная выемка приведет к тому, что топливо будет выгружаться лет десять с огромными радиационными проблемами для людей и окружающей среды».

Юрий Черногоров, бывший главный технолог Атомфлота:

Технология поканальной выгрузки никогда и нигде не использовалась, не подтверждена практикой и очень сомнительна по надежности. Мы имеем дело с ОЯТ, поэтому никаких сомнений быть не должно. В связи с этим, как в таких случаях рекомендует практика, прежде чем принять такой вариант, необходимо и технологию, и применяемое оборудование проверить при проведении экспериментальных работ. Также необходимо разработать и утвердить перечень возможных аварийных ситуаций и способов ликвидации их последствий непосредственно в том сооружении БСХ, где в трубах находится вода и где наиболее тяжелая радиационная обстановка.

В этот перечень, по моему мнению, должны быть включены следующие ситуации:

- возможность удаления воды из трубы, в которой находится испытуемый чехол, с контролем уровня оставшейся в трубе воды;
- отыскать чехол, в котором невозможно отвернуть винт крепления верхней защитной крышки чехла, отвернуть или удалить его по специально разработанной для этого

случая технологии, например высверливанием, и демонтировать крышку (таких чехлов будет очень много);

- возможность наведения перегрузочного контейнера на первую ОТВС в чехле после снятия крышки, проверка точности наведения на первую ОТВС специальным калибром, захватив им за грибовидную головку ОТВС;
- возможность свободной выгрузки ОТВС из чехла подъемом ОТВС вручную на высоту 200-300 мм калибром, которым проверялась точность наведения, после чего опустить ОТВС на место. Если вручную поднять ОТВС не удастся из-за большого усилия, необходимо поднимать их специальным приспособлением через динамометр с ограничением усилия подъема, до величины, разрешенной проектантами активной зоны. Если и в этом случае поднять ОТВС в чехле не удастся, то необходимо представить технологию ликвидации последствий такой ситуации без увеличения усилия выгрузки. Допустить разрушения активных частей ОТВС нельзя, ТВЭЛ могут выпасть из пучков и упасть в трубы, из которых достать их будет весьма проблематично, и персонал получит большие дозовые нагрузки.

Алексей Калашиников, научный сотрудник, бывший главный инспектор по ядерной безопасности:

Очень большие сомнения в том, что эта операция будет радиационно-безопасной. А коль так, то возникнут большие трудности с персоналом, который должен будет в течение 10-12 лет выгружать это топливо. Человеческий фактор в этой операции будет играть основополагающую роль. Сегодня никто не согласится получать высокие дозы и рисковать своим здоровьем за «просто так».

Тем не менее, варианты выгрузки были рассмотрены и приняты. Росатом рассматривал два варианта выгрузки, при этом в первом варианте рассматривались два способа извлечения ОЯТ из БСХ.

Первый вариант

Первый способ этого варианта – выгрузка топлива существующим оборудованием, а именно краном КПМ-40, который находится в губе Андреевой. Практически этот способ выгрузки был подобен тому, по которому 15 лет назад топливо было загружено в эти ячейки.

Второй способ этого варианта предполагал выполнение некоторых строительных работ – над емкостями предлагалось построить каркасное сооружение, внутри него установить грузоподъемное устройство, а также оборудовать пост загрузки и перечехловки, и там выполнять все операции по выемке ОЯТ.

Второй вариант

Этот вариант предусматривает поканальную выгрузку и перечехловку ОТВС за пределами существующего хранилища. Было рассмотрено несколько этапов, но главный смысл оставался в том, чтобы выгрузка была поканальная, а перечехловка ОТВС выполнялась за пределами хранилища БСХ.

По этим двум вариантам Росатомом были выполнены сравнительные оценки, с целью определить, какой из этих вариантов более безопасный и надежный, более быстрый по времени и более дешевый.

По оценкам Росатома, второй вариант является более безопасным и надежным, но менее дешевым. Время на его реализацию будет такое же, как и в первом варианте. Стоимость всего комплекса по обращению с ОЯТ, по оценкам Росатома, будет равна около \$500,0 млн. Но, несмотря на такую высокую стоимость, было принято решение остановиться на втором варианте.

В начале 2008 года ВНИПИЭТу было выдано техническое задание по разработке проекта по строительству комплекса по обращению с ОЯТ.

В состав комплекса, который должен быть спроектирован, будут входить следующие сооружения:

- Причал.
- Помещение (здание № 153) с участками по перечехловке и по установке чехлов в контейнеры.
- Буферное хранилище контейнеров с ОЯТ, подготовленных к отправке на производственное объединение «Маяк» (здание № 151).
- Вспомогательное помещение (здание № 154), в котором будут проводиться дезактивация и ремонт оборудования, используемого для обращения с ядерным топливом.

Первым и основным шагом проекта будет монтаж здания №153. Для подготовки монтажа здания № 153 Росатом планирует выполнить еще ряд подготовительных работ. А именно – демонтировать устаревшие бетонные емкости ЖРО с участка, примыкающего к БСХ, перенести контейнеры, находящиеся рядом с емкостью 3А, демонтировать кран КПМ-40, демонтировать здание № 34 и пробурить скважины для водообустройства здания. Кроме этого, на все емкости необходимо будет установить горизонтальную биологическую защиту от излучений.

Для этого необходимо убрать бетонные плиты из емкости 3А, многие из которых очень сильно загрязнены, очистить поверхность емкости, удалить все выступающие пробки над ячейками, установить легкие крышки, защищающие ячейки, а затем уже установить горизонтальную биологическую защиту, которая позволила бы проводить строительные работы над этой емкостью. В будущем, когда начнется основная операция, эта защита, по замыслу конструкторов, позволит перегрузочной подготовительной машине производить подготовку ячеек к извлечению топлива.

Таким образом, горизонтальная защита должна выполнять две функции: во-первых, обеспечить безопасность строительства сооружения здания № 153, необходимого для обращения с ядерным топливом, и, во-вторых, обеспечить выгрузку топлива из ячеек. Планировалось, что до конца марта 2009 года будут установлены сегменты защиты на емкости 2А и 2Б, поскольку, по данным Росатома, над этими емкостями радиационная обстановка более простая, чем над емкостью 3А. По оценкам Росатома, емкость 3А первая загружалась топливом из аварийного хранилища (здания № 5), и радиационная обстановка в этой емкости самая плохая. После загрузки емкость была закрыта бетонными перекрытиями, и что находится под ними – выяснить не удалось. Обследования, которые проводились НИКИЭТом, не дают полной картины об условиях в емкости 3А и возможности установки горизонтальной защиты.

Эксперты утверждают, что радиационная обстановка в емкости 3А во многом определяется тем, что в крайние ячейки емкости было засыпано много просыпей топлива. Это было сделано по той причине, что в крайние ячейки емкости 3А было практически невозможно загрузить чехол, поэтому эти ячейки использовались для различного мусора, в том числе для просыпавшегося топлива. В остальные ячейки 3А было загружено топливо из плавмастерских, т. е. то топливо, которое было в гораздо лучшем состоянии, чем выгруженное из здания № 5. В емкость 3А загрузили не более 50-70 деформированных чехлов с аварийным топливом из правого бассейна здания № 5. В основном все топливо из аварийного хранилища загружено в емкость 2А. Емкость 2Б длительное время использовалась как маневренное хранилище. В нее загружали топливо из плавмастерских, приходящих в губу Андрееву, а затем, через некоторое время, выгружали для отправки на ПО «Маяк». Поэтому предлагают, сначала начинать выгрузку топлива из емкости 2Б, так как оно сухое и там нет аварийного топлива из здания № 5., а затем перейти к емкости 2А, поскольку оно хотя и загружено топливом из здания № 5, но не сильно залито водой. И в последнюю очередь надо выгружать топливо из емкости 3А.

Разработка проекта установки горизонтальной защиты на емкости 3А, которым занималась «Онега», была завершена в августе 2008 года. Защита на все емкости должна быть установлена в первом квартале 2010 года. После этого можно будет приступить к монтажу здания № 153. Но до выполнения монтажа здания №153 необходимо еще подготовить площадку. Для этого надо выполнить ряд перечисленных выше работ. Ситуация такова, что невозможно выполнять несколько работ одновременно, и одна работа может задерживать выполнение другой. Например, для того чтобы выполнить установку горизонтальной защиты на хранилище 3А, необходимо использовать кран КПМ-40, т.е. пока не будет установлена горизонтальная защита, кран не демонтировать. Демонтаж крана займет около трех месяцев. Для подготовки площадки необходимо демонтировать емкость хранения ЖРО, а демонтировать ее невозможно потому, что конструктивно она заходит под подкрановые пути КПМ-40. Таким образом, сроки начала выполнения основной операции по выемке ОЯТ зависят от многих других работ, и все дальше отодвигаются.

Технология, которую предлагает Росатом

Выгрузку топлива из БСХ планируют производить в следующем порядке: первой выгружать емкость 2А, затем 2Б и последней 3А.

Сначала будет удалена вода из БСХ до уровня верха чехлов с ОЯТ. Основной вариант выгрузки – извлечение ОТВС из ячеек без чехлов.

При выгрузке планируется выполнение следующих операций:

- Демонтаж сегментов горизонтальной защиты и крышки ячейки для обеспечения доступа к верху чехлов. Старые пробки и другие препятствия будут удалены на раннем этапе установки горизонтальной защиты.
- Размещение вспомогательного модуля над ячейкой.
- Удаление мусора или воды.
- Удаление верхней пробки чехла. При необходимости вырезать байонеты, чтобы позволить пробке повернуться для извлечения топлива из чехла. Верхняя пробка и мусор, образующийся при резке, будут классифицированы как ТРО.
- Вставляется временная пробка, и защиту ставят на место.
- Отведение вспомогательного модуля и установка перегрузочной машины на заданную позицию.
- Демонтаж участка горизонтальной защиты и временной пробки.
- Извлечение целостных ОТВС поштучно.
- С целью определения возможности выгрузки ОТВС будут проводиться следующие испытания:
 - Проверка, что ОТВС извлекаема и не застряла в ячейке.
 - Вес ОТВС находится в приемлемых пределах.
 - ОТВС наблюдаемая и визуальна приемлема для выгрузки.
 - Выполнение гамма-сканирования для определения целостности ОТВС.

Если какая-то ОТВС застрянет, то ее оставят на месте. Если какая-то ОТВС не пройдет какие-либо испытания, ее загрузят в один из чехлов большего размера, предназначенных специально для поврежденного топлива. После извлечения одной ОТВС можно будет опустить в чехол нейтронный поглотитель и таким образом исключить возможность образования локальной критичности в будущем.

ОТВС извлекаются в скафандр перегрузочной машины. В скафандр может поместиться до 7 ОТВС. После заполнения скафандра перегрузочную машину устанавливают над перегрузочным контейнером, в котором находятся отдельные чехлы для приема различных вариантов топлива. ОТВС загружаются в новый чехол, который с

помощью скафандра передается из перегрузочного контейнера в близлежащий контейнер ТУК-18 или ТУК-108. Эти транспортные упаковочные контейнеры (ТУК) предназначены как для транспортировки топлива, так и для временного его хранения. После того как контейнер ТУК-18/ТУК-108 загружен, его перемещают в здание № 151 для временного хранения перед отправкой морем в Мурманск и по железной дороге на «Маяк». Перед вывозом контейнера из здания № 153 его проверяют на наличие радиоактивного загрязнения.

Обследования технического состояния подтвердили, что бетонные конструкции БСХ прочные, в хорошем состоянии, с низким уровнем карбонизации. Удалять фрагменты топлива/частиц, оставшихся в ячейках БСХ, не планируется. Они останутся там до окончательного вывода БСХ из эксплуатации.

ПРИМЕЧАНИЕ. Эксперты предлагают для удаления фрагментов топлива использовать специальные отвердевающие смолы, которые можно было бы заливать в ячейки и затем вместе с остатками топлива удалять.

Основная проблема, с которой, по мнению проектанта, будут постоянно сталкиваться в процессе выгрузки ОЯТ, это проблема выемки ОТВС из чехла, находящегося в ячейке БСХ.

По разрабатываемой технологии, для этой операции будут использованы 2 агрегата. Вспомогательный модуль (агрегат) будет готовить ячейки и чехлы к выгрузке топлива. Второй агрегат (основной) – это перегрузочная машина, которая и будет осуществлять поканальную выгрузку ОТВС и их доставку на пост загрузки чехлов.

Представитель главного конструктора (ВНИПИЭТ) этот процесс прокомментировал так: «...Как нам видится, проблема извлечения отработавших сборок с большой глубины (около 2-х метров) может быть решена следующим образом. На верхние перекрытия с помощью перегрузочной машины ставятся направляющие и желоб, который подходит близко к головке чехла. На одной из консолей укреплен телевизионная камера, которая наводится на соседнюю сборку. Механизм наведения следующий: на экран видеоконтрольного устройства наносится крест, и телекамера наводится наверх захвата, с тем, чтобы совместить крест центром головки. Эта технология обеспечивает практически нулевой выход на заданную координату. Поскольку в чехле регулярная решетка, то, поворачивая с определенным шагом наводящее устройство, стоящее наверху, можно с достаточной точностью выйти на следующий канал в этом чехле. Главная задача – поймать первый канал, все остальное уже чисто механически. ...При этом координатное наведение будет обеспечено конструкцией машины и проконтролировано с помощью трех видов контроля. Первый (по легкости извлечения): все проверяется усилием динамометра; если ОТВС исправна, то при 20 кг усилия она должна стронуться. В машине это уже предусмотрено как элемент контроля. Элемент контроля целостности сборки – это видеонаблюдение. И последний вид контроля – проверка целостности ядерных материалов с помощью гамма-сканирования. Оно будет обеспечено при извлечении каждого рабочего канала. Вот три типа контроля, которые будут осуществляться в ходе выполнения выгрузки ОТВС из чехла. Данные будут автоматически передаваться в систему учета... Пока мы видим такую технологию...»

В Росатоме признались, что **«принято одно из самых тяжелых технических решений, к которому они шли шесть лет, но это безвыходная ситуация...».**

Независимые эксперты с некоторым сомнением относятся к изложенной выше технологии по следующим причинам:

1. Очень трудно будет автоматически, без участия человека, навестись на головку ОТВС и проверить, возьмет контейнер сборку или нет, не используя для этого специальный калибр. Такого калибра в конструкции машины не предусмотрено.
2. В каждой ячейке чехол стоит под разным углом (не строго вертикально) и по-разному располагается в самой ячейке (прижат к стенке или не прижат), т. е. чехол стоит неопределенно. Все это вызовет сложности наведения и попадания. И не будет ничего

3. «...чисто механического...» Поэтому если вынимать чехол из ячейки, можно допустить такую ситуацию, когда чехол стоит не вертикально, и тогда вынимать ОТВС из чехла, стоящего под углом, практически невозможно, поскольку при извлечении ОТВС угол наклона должен быть не более одного градуса.
4. Неясно, что будет делать перегрузочная машина, если ОТВС заклинит в среднем положении, т. е. когда сборку наполовину вытащили, а дальше она не идет и обратно в чехол ее загрузить невозможно. Останется вариант разрезки сборки. Если резка будет идти по активной части, тогда весь комплекс будет сильно загрязнен и, возможно, даже непригоден к дальнейшему использованию.
5. Неясно, как будут вынимать дефектные чехлы, которых в хранилище немало. С помощью машины или по другой технологии? Как будут обрезаться крышки (пробки) чехла, в случае если она прикипела и не вытаскивается?
6. Сколько времени понадобится для выемки 23 000 ОТВС по сценарию Росатома и сколько необходимо персонала для этого, учитывая высокие дозовые нагрузки и необходимость его смены?

Отвечая на эти и другие вопросы, в Росатоме заверяют, что та техника, которую они собираются использовать, все вышеуказанные технические проблемы может успешно преодолевать, поскольку на сегодняшний день накоплен очень большой опыт в Англии, во Франции, в Швеции именно по таким операциям. Этот опыт был проверен, в том числе и на бывших объектах Министерства обороны РФ. В научно-технических центрах созданы специальные стенды для моделирования участка БСХ, в которых сегодня начат монтаж труб под разными углами. В них будут установлены макеты чехлов, с которыми будут проводиться опытные работы по возможности срезки верхней части чехла, удаления пробки, очистки верхней части чехла, удаления воды, наведения на сборки, выгрузки сборок, в том числе когда чехол и ячейка и сама труба находятся под определенными углами.

Комментарии и предложения экспертов

Метод, который предлагает Росатом, не позволит выгрузить топливо по причине разрушения большого количества сборок в чехлах. Машина будет вынимать из чехлов немало фрагментов ОЯТ, что резко ухудшит радиационную обстановку на объекте.

Предлагаемый альтернативный сценарий выгрузки ОЯТ из БСХ:

Основное отличие в нем от предложений Росатома состоит в том, надо выгружать почехольно а не поканально. Это, во-первых, ускорит процесс как минимум в четыре-пять раз, во-вторых, это не приведет к таким тяжелым радиационным последствиям, которые могут быть при поканальной выгрузке, и, наконец, это не потребует таких огромных средств, которые требуются сейчас.

Что касается опасности возникновения СЦР, то ядерщики сами говорят об очень малой степени вероятности возникновения такого процесса. Кроме этого, существуют способы предотвратить СЦР при выгрузке. Но даже если произойдет нейтронная вспышка, что уже случалось, то последствия будут не ядерными, а радиационными, т.е. ухудшится радиационная обстановка в районе БСХ Андреевой губы. Но эффекта взрыва атомной бомбы в любом случае не возникнет. Однако нейтронная вспышка – это крайний случай, от которого на 100% застраховаться невозможно при любых вариантах выгрузки – и поканальном и почехольном. В процессе подготовки к выгрузке предлагаемому сценарию необходимо будет решить следующие основные технические и организационные вопросы:

1. Осуществить подготовку персонала, особенно тех, кто будет управлять подъемными устройствами.

2. Обеспечить радиационную защиту персонала на всех этапах работ, обеспечить персонал средствами индивидуальной защиты, в том числе и изолирующими костюмами с замкнутым циклом дыхания.
3. Выполнить мероприятия по подготовке емкостей к выгрузке чехлов (удалить воду, посторонние предметы и т. д.).
4. Осуществить монтаж узла локальной вентиляции для эффективной очистки воздуха в районе емкостей БСХ. При этом предусмотреть меры по предотвращению распространения радиоактивной пыли как внутри емкостей, так и за их пределами.
5. Изготовить оборудование для срезки крышек чехлов, которые не удастся открыть.
6. Сконструировать и изготовить несколько видов захватывающих устройств, позволяющих захватывать чехлы с поврежденными верхними частями.
7. Предусмотреть техническую возможность для удержания чехлов над ячейками, на случай если необходимо будет их перестропить, или использовать другой захват, а также, на случай если будет необходимо, рихтовать верхнюю часть чехла.
8. Предусмотреть использование телевизионной аппаратуры для персонала, и в первую очередь для тех, кто будет работать с подъемными устройствами (кран, лебедка и т. д.).
9. Разработать технологию и оборудование, с помощью которого можно было бы пробивать мембраны 7 чехлов одновременно или последовательно, а также устройство для быстрого слива радиоактивной воды из чехлов.
10. Изготовить специальный семиместный контейнер.

Предлагается начинать выгрузку надо с емкости 2Б, поскольку в ней находится меньше всего деформированных чехлов.

Технология работ предусматривает следующие этапы:

1. Подъем чехла и фиксации его в приподнятом положении на трубе ячейки.
2. Осмотр чехла с ОЯТ, калибровка и втягивание его в базовый контейнер (7-местный).
3. Установка БК в специальное устройство для пробивания мембран чехлов.
4. Пробивание мембраны и осушение чехла.
5. Окончательная загрузка (втягивание) чехлов и закрытие нижнего отверстия БК.
6. После полной загрузки контейнер транспортируют на причал.
7. Спецконтейнер стыкуется с ТУК с помощью наводящего устройства, которое расположено на стыковочной площадке.
8. Чехлы перегружаются в ТУК, который затем загружается на судно.

При выполнении всех вышеуказанных операций проводятся мероприятия по защите от радиационного загрязнения персонала и окружающей среды (деактивация оборудования, очистка воздуха и т. д.).

Технология сейчас детально не описывается, но при необходимости это не очень сложно сделать, имея опыт загрузки ОЯТ в ячейки. Этот метод, позволит надежно, безопасно и быстро выгрузить ОЯТ.

Заключение

В ближайшее время предстоит выполнить уникальную и тяжелую операцию по выемке почти 23 000 ОТВС из ячеек хранилища БСХ в губе Андреевой. Уникальность операции заключается в том, что никто и никогда подобных операций не выполнял.

Сегодня уже ни для кого не секрет, что в свое время это хранилище было построено военными строителями кустарным способом в тяжелейших условиях Крайнего Севера, по проекту, который был сделан на скорую руку, непрофессионально и с существенными ошибками. Безусловно, все это явилось одной из причин нынешнего катастрофического состояния хранилища.

Тяжесть операции по выгрузке ОЯТ, кроме всего прочего, будет обусловлена следующими факторами:

1. Не существует мирового опыта по организации и выполнению подобных работ, нет подготовленного и опытного персонала.
2. Есть масса неопределенностей и рисков, которые до конца учесть и сегодня просчитать практически невозможно.
3. Работы будут выполняться продолжительное время в тяжелых условиях Крайнего Севера.
4. К оценке ситуации в хранилище и к подготовке проекта не привлекался персонал из числа ликвидаторов аварии в хранилище здания № 5 и тех, кто последним загружал ОЯТ в БСХ. Опыт этих людей при подготовке проекта и операции по выгрузке был бы неоценим.
5. Полная автоматизация процесса имеет свои очень существенные недостатки, о которых говорилось выше. Кроме этого, известно, что чем более автоматизирован процесс, тем меньше надежность всего комплекса. И самое очевидное то, что вмешательства в процесс выгрузки ОЯТ человека избежать не удастся. Это означает, что исключить радиационные нагрузки на персонал полностью, как это планируется, не получится.

Несмотря на то что за основную концепцию выгрузки ОЯТ принята поканальная схема, все дефектное топливо (т.е. тепловыделяющие сборки, которые заклинило в чехлах или рабочая часть которых оторвана или просыпалась) будет выгружаться почехольно. По информации Росатома, проведенные исследования подтверждают вывод о том, что если хотя бы один канал удалось извлечь из чехла, то потом, ничем не рискуя, можно вынимать все остальные каналы вместе с чехлом. И даже если при этом оторвется доньшко чехла и тепловыделяющие сборки упадут в ячейку, СЦР не произойдет.

Учитывая, что в хранилище находится около 60% сборок, которые уже заклинены или повреждены (или будут повреждены при выгрузке), то ситуация может сложиться так, что большинство топлива будет выгружено вместе с чехлами, т.е. почехольно. В таком случае не совсем понятно, с какой целью разрабатывается такой дорогостоящий, полностью автоматизированный проект, который построен практически только на применении робототехники, без участия людей. Проект мог быть более простым, а значит более дешевым, более надежным и более быстрым по времени его реализации.

В крайнем случае, за основу можно было бы принять комбинированный способ выгрузки топлива. Этот способ предусматривал бы выемку одного канала, а затем выгрузку оставшихся каналов вместе с чехлом. В этом случае нет риска возникновения СЦР, но в то же время процесс выгрузки мог бы значительно ускориться.

Когда все закончится, мы надеемся, что сможем узнать и оценить, насколько правильный путь был выбран...

Использованные материалы

1. Атомная энергия. Т. 101. Вып. 1. 2006, июль.
2. Атомная энергия. Т. 103. Вып. 1. 2007, июль.
3. Доклад объединения Bellona «Атомная Арктика – проблемы и решения» (http://www.bellona.ru/reports/yellow_report).
4. Доклад объединения Bellona «Российская атомная промышленность: необходимость реформ» (http://www.bellona.ru/reports/red_report_rus).
5. Доклад объединения Bellona «Северный флот. Потенциальный риск радиоактивного загрязнения региона» (<http://www.bellona.ru/reports/NothernFleet/nothernfleet>).
6. Информационный бюллетень СевРАО (<http://www.a-submarine.ru>).
7. Калинин В.И. и др. Особенности обращения с ОЯТ при реабилитации бывших объектов ВМФ на Кольском полуострове // Доклад ВНИПИЭТ на конференции «Радиоактивные отходы – проблемы и решения». 2004.
8. Материалы конференции «Андреева губа – ситуация и перспективы» (http://www.bellona.ru/articles_ru/articles_2008/snf_andreeva_seminar_day1).
9. Материалы конференции «Вывод-2009».
10. Материалы форума «Атомная энергия. Общество. Безопасность» (<http://www.rosatom.ru/projects/5>).
11. Отчеты NRPA о проектах 2006-2008 гг. «План действий правительства Норвегии в ядерной области и в области окружающей среды в северных регионах» (<http://www.nrpa.no>).

BELLONA
www.bellona.ru