

Предложения по проектам по обращению с РАО, реабилитации зданий, сооружений и территории пункта временного хранения ОЯТ и РАО в п. Гремиха

А.П. Васильев

Международный Центр по экологической безопасности Минатома России

Список сокращений

АПЛ	- атомная подводная лодка
АЭУ	- атомная энергетическая установка
ВВР	- водо-водяной реактор
ВМФ	- военно-морской флот
ВНИПИЭТ	- Всероссийский научно-исследовательский и проектный институт энергетической технологии
ГТУ ВМФ	- главное техническое управление ВМФ
ЖМТ	- жидкометаллический теплоноситель
ЖРО	- жидкие радиоактивные отходы
КИРО	- комплексное инженерное и радиационное обследование
МЦЭБ	- Международный Центр по экологической безопасности Минатома России
НИКИЭТ	- Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники им. Н.А.Доллежала
ОВЧ	- отработавшая выемная часть реактора с ЖМТ
ОТВС	- отработавшая тепловыделяющая сборка ВВР
ОЯТ	- отработавшее ядерное топливо
ПВХ	- пункт временного хранения
РАО	- радиоактивные отходы
РНЦ КИ	- Российский научный центр Курчатовский институт
СевРАО	- Северное Федеральное предприятие по обращению с радиоактивными отходами
СРБ	- служба радиационной безопасности
СУЗ	- система управления и защиты реактора
ТК	- транспортный контейнер
ТРО	- твердые радиоактивные отходы
ТТС	- транспортно-технологическая схема
ТЭИ	- технико-экономическое исследование
УВЭЯО	- управление вывода из эксплуатации ядерных объектов
23 ГМПИ	- 23 ^й Государственный морской проектный институт

1. Историческая справка

В прошлом пункт временного хранения (ПВХ) ОЯТ и РАО в п. Гремиха - филиал №2 СевРАО - был базой Северного флота, предназначенной для обеспечения:

- перезарядки реакторов АПЛ с водо-водяным и жидкометаллическим теплоносителем (ЖМТ);
- хранения отработавших выемных частей (ОВЧ) этих реакторов;

- хранения ОТВС АПЛ I поколения с водо-водяными реакторами (ВВР);
- хранения ТРО;
- хранения и переработки ЖРО.

Сроки постройки основных зданий и сооружений ПВХ - 1961-1966 годы.

За время эксплуатации ПВХ в Гремихе накоплено определенное количество ОЯТ и РАО, которые по различным причинам не вывезены на переработку и хранение в другие места. Как правило, состояние большей части ОЯТ и РАО, оставшихся на технической территории оценивается как дефектное. За время существования здания и сооружения не подвергались капитальному ремонту, и большинство из них находится в крайне неудовлетворительном состоянии. При этом имеют место отступления от действующих нормативов, устанавливающих порядок хранения РАО и ОЯТ. Кроме того, наблюдается радиоактивное загрязнение отдельных мест (~ 25%) территории ПВХ.

На ПВХ ранее проводились обследования зданий, сооружений и территории с целью выяснить радиоэкологическую обстановку и разработать предложение по их дальнейшему использованию. В 1996 г. обследование в Гремихе было проведено ВНИПИЭТ по заказу ГТУ ВМФ. На его основе была начата разработка концепции обращения с ОЯТ (в первую очередь с дефектным ОЯТ) и РАО.

Работа, выполненная объединенной командой НИКИЭТ, РНЦ КИ и «Экоатом» в 1999 году, позволила провести гамма-бета съемку территории базы, отобрать около 100 проб грунта и определить удельное содержание в них радионуклидов Cs-137, Sr-90 и Co-60. Было выполнено радиационное обследование емкостей с ЖРО, определение удельной активности и физико-химического состава ЖРО.

В последующие годы из-за ограниченного финансирования реабилитационные работы проводились в объемах, значительно меньших, чем требуется. В результате происходило дальнейшее ухудшение состояния зданий, деградация защитных барьеров ОЯТ и РАО, загрязнение территории вокруг площадок хранения ТРО и ЖРО. Основная часть ЖРО была переработана.

В 2003 г. наметилась возможность реального финансирования работ в Гремихе за счет помощи стран-доноров. Для максимально эффективного использования этой помощи необходима разработка детальной программы работ с выделением приоритетных направлений, когда каждый вложенный евро дает максимальный вклад в улучшение радиоэкологической обстановки. Но для этого нужно знать реальную ситуацию на ПВХ. Поэтому УВЭЯО Минатома организовало в августе-сентябре 2003 г. обследование ПВХ и прилегающей к нему территории и акватории залива. Работа выполнена объединенной командой НИКИЭТ, РНЦ КИ, СевРАО, ВНИПИЭТ и МЦЭБ. Полученные данные использованы при подготовке этого доклада, также как и ранее разработанные документы и отчеты, выпущенные ВНИПИЭТ, НИКИЭТ, СевРАО, 23 ГМПИ и др.

2. Описание площадки ПВХ

При строительстве и последующей эксплуатации зданий и сооружений, предназначенных для обращения с ОЯТ и РАО, руководствовались действующей в тот период времени нормативно-технической документацией, которая отличается от современной. Отсутствие ряда современных средств и оборудования приводило к нарушению технологических регламентов по обращению с ОЯТ и РАО и, как

следствие, к радиоактивному загрязнению зданий, сооружений и части территории ПВХ.

Схема расположения зданий и сооружений ПВХ приведена на рис. 1. В его состав входят следующие здания и сооружения, имеющие отношение к проблеме обращения с РАО:

2.1. Хранилище ОТВС атомных подводных лодок - сооружение 1.

Эксплуатация хранилища запрещена с 1986 года в связи с нарушением герметичности бассейна 1. В настоящее время ОТВС из всех бассейнов выгружены; вода из бассейнов 1, 2, 3 и 4 практически слита. На дне бассейна №2 сохраняется небольшое количество воды с илоподобными осадками. В приямках бассейнов хранятся 16 чехлов с ОТВС водо-водяных реакторов.

2.2. Здание для перезарядки АПЛ с ЖМТ - сооружение 1А. Проект 1982 года, постройка 1989 года.

2.3. Хранилище отработавших выемных частей (ОВЧ) АПЛ с ЖМТ - сооружение 1Б. Проект 1959 года, постройка 1961 года, реконструкция 1988 года. Назначение: прием и длительное хранение ОВЧ. В настоящее время в нем хранится 6 ОВЧ. Сооружение имеет 8 мест размещения ОВЧ для длительного хранения.

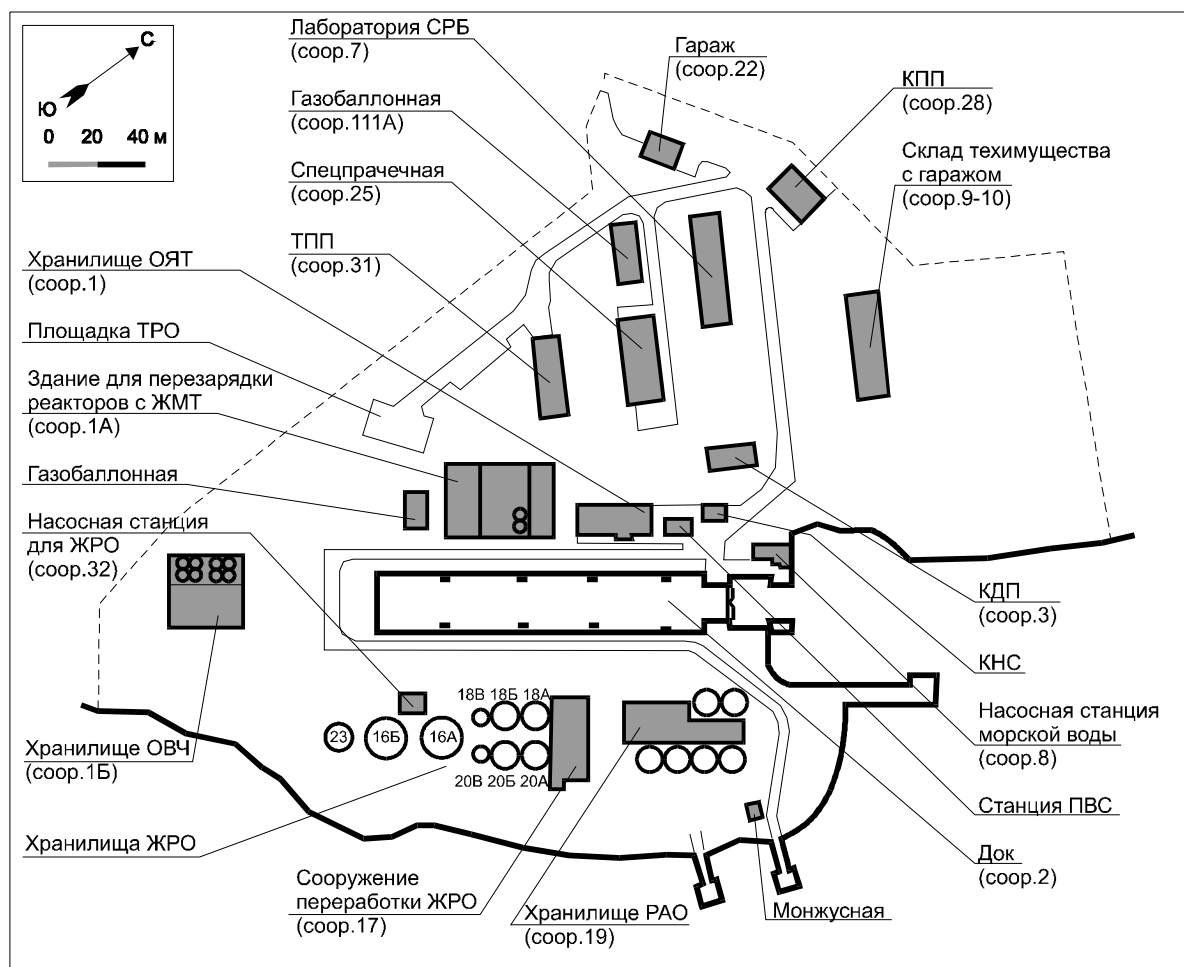


Рис. 1. Схема расположения зданий и сооружений

2.4. Площадка временного хранения ТРО. Построена без проекта, хозспособом. Назначение: для временного хранения ТРО. Используется для хранения ТРО и ОЯТ ВВР в контейнерах типов 6 и 11. Она представляет собой участок местности, покрытый бетоном площадью 300 м² (20 x 15 м), огражденный с трех сторон стеной высотой 3 м, выполненной из железобетонных блоков и огражденной по периметру колючей проволокой на расстоянии 5 - 10 м от стены. Навес над площадкой отсутствует. На площадке ТРО хранится более 100 контейнеров, загруженных чехлами с ОТВС, что составляет ~85% всего ОЯТ реакторов ВВР, хранящегося в Гремихе, а также железобетонные и стальные контейнеры, содержащие высокоактивные ТРО и фрагменты ОТВС.

2.5. Сооружение 17. Предназначалось для размещения комплекса по переработке ЖРО. В штатном режиме не работало. В настоящее время там находятся две установки: установка по переработке ЖРО «Поток» и установка по цементированию ЖРО и иловых отложений.

2.6. Сооружение 19. Построено в 1966 году. Предназначалось для хранения концентрата ЖРО, который образуется при переработке ЖРО в сооружении 17. Однако этого не произошло и в настоящее время сооружение используется для временного хранения ТРО. Представляет собой 6 емкостей по 400 м³, заглубленных под землей, и технологический зал площадью 430м².

2.7. Хранилища ЖРО – (емкости 16,18, 20).

2.8. Сухой док – сооружение 2. Построено в 1961 году. Назначение: постановка АПЛ с реактором с ЖМТ на твердое основание при выгрузке ОВЧ. Функционирование дока необходимо для выгрузки оставшихся АПЛ с реакторами с ЖМТ и для обеспечения вывоза ОЯТ и РАО из ПВХ.

2.9. Склад технического имущества с гаражом – сооружения 9 и 10. Первоначальное назначение – хранение свежего ядерного топлива. Возможно использование этих помещений для перегрузки ОЯТ и ТРО, расположенных на площадке ТРО.

3. Характеристика хранящихся РАО

3.1. Происхождение отходов

Твердые и жидкие РАО, временно находящиеся на хранении в спецсооружениях и спецемкостях объекта, образовались:

- при эксплуатации корабельных атомных энергетических установок (АЭУ);
- при проведении работ по восстановлению энергоресурса кораблей с АЭУ или выводу их из состава флота;
- при выполнении радиохимических анализов в обеспечение работ на объекте;
- в ходе проведения дезактивационных работ на объекте;
- при санитарной обработке персонала после выполнения работ.

На объекте временно находились на хранении:

- ЖРО - слабо- и среднеактивные (удельной активностью до $1,9 \cdot 10^{-5}$ Ки/л ($6,9 \cdot 10^5$ Бк/л));
- ТРО – низко-, средне- и высокоактивные.

На объекте было накоплено около 2000 м³ ЖРО, хранившихся в береговых емкостях для приема и временного хранения ЖРО, которые представляли из себя:

- малосолевые (дренажные воды контуров АЭУ, воды промывки контуров, воды от перегрузки ионообменных фильтров 1 и 3 контуров);
- солевые (дезактивационные воды, воды санпропускника, воды лабораторий службы радиационной безопасности (СРБ)).

Их активность достигала $1,9 \cdot 10^{-5}$ Ки/л и определялась в основном (на 90%) Sr-90 – Y-90. В настоящее время большая часть ЖРО переработана на установке «Поток». Установка по цементированию, находящаяся в сооружении 17, предназначена для обращения с иловыми отложениями, появившимися при осушении емкостей хранения ЖРО. Общее количество иловых отложений составляет 200 м³.

3.2. Береговые емкости для временного хранения ЖРО

Хранение ЖРО осуществлялось в береговых емкостях хранения ЖРО. После переработки ЖРО на дне емкостей остается иловая масса активностью от десятков до сотен милликюри. Точное количество и состав отходов будут определены после выполнения детального КИРО, также как и состояние емкостей и их дальнейшая судьба.

Сооружения 16А, 16Б (резервуары-емкости для ЖРО) Назначение: временное хранение полониевых трапных вод, которые образуются при обращении с реакторами с ЖМТ.

Резервуары представляют собой монолитные заглубленные в земле железобетонные емкости объемом по 1000 м³ каждая, облицованные сталью. Каждая емкость состоит из двух резервуаров объемом по 500 м³: центральный – для высокоактивных ЖРО, и периферийный - для средне- и слабоактивных ЖРО. Запорная арматура в настоящее время находится в неработоспособном состоянии.

Сооружения 18А, 18Б, 18В (резервуары для ЖРО).

Назначение: временное хранение прачечных и душевых обмывочных вод. Это монолитные железобетонные емкости, облицованные сталью, объемом по 200 м³ (18А, 18Б) и 100 м³ - 18В. Запорная арматура в настоящее время находится в неработоспособном состоянии.

Сооружения 20А, 20Б, 20В (резервуары для ЖРО).

Назначение: хранение низкоактивных ЖРО. Это монолитные железобетонные емкости, облицованные сталью. Емкости 20А и 20Б - по 200 м³, емкость 20В - 100 м³. Запорная арматура в настоящее время находится в неработоспособном состоянии.

Сооружение 23 (резервуар душевых полониевых вод).

Назначение: временное хранение душевых полониевых вод. Это монолитная железобетонная емкость, облицованная сталью, объемом 200 м³. Используется как временное хранилище ТРО.

Сооружение 32 (насосная станция спецстоков).

Назначение: для передачи спецстоков из резервуаров на причал и далее на плавсредства в целях вывоза за пределы объекта. По назначению не используется ввиду прекращения эксплуатации причала. Состояние строительных конструкций удовлетворительное. Санпропускник здания после ремонта может быть использован по назначению. Для этого нужно будет отремонтировать и восстановить отопление, водоснабжение, канализацию, спецканализацию, освещение, энергопитание и радиационный контроль. После детального обследования в КИРО это необходимо учесть в ТЭИ по реконструкции инфраструктуры.

В 1987 году были произведены работы по демонтажу и глушению трубопроводов, связывающих между собой береговые емкости 18А, 18Б, 18В, 20А, 20Б,

20В, 23. Прием ЖРО в эти емкости и откачка возможны только по нештатным, временным коммуникациям.

В 1993 году эксплуатация этих береговых емкостей была запрещена в связи с тем, что срок их эксплуатации истек в 1987 году, а выдача ЖРО из них на суда обеспечения невозможна, ввиду отсутствия штатных коммуникаций и разрушения причала № 8.

При дезактивации оборудования, контейнеров и строительных конструкций, а также при работе санпропускников, будут образовываться ЖРО. Их нужно сливать в какую-то емкость, откуда они могут перекачиваться для переработки на модульной установке. Для этих целей в первое время может быть использована емкость 16БЦ, которая была в 2002 г. освидетельствована с выдачей разрешения на использование сроком на 3 года. Судьба остальных емкостей будет решаться после проведения КИРО при разработке ТЭИ.

3.3. Хранение ТРО

Для временного хранения ТРО была сооружена хозспособом, т.е. без всякого проекта, небольшая бетонная площадка площадью - 300 м² (20 м х 15 м). Она ограждена с трех сторон стеной высотой 3 м, выполненной из железобетонных блоков (биологическая защита). Площадка расположена в верхней точке рельефа местности и не оборудована дренажной системой и стационарными грузоподъемными средствами для работы с контейнерами. С внешней стороны на расстоянии 5-10 м от стены площадка огорожена колючей проволокой.

По качественному составу хранящиеся ТРО представляют собой:

- металлические конструкции, инструмент;
- пластикат, резина, электрокабели, шланги;
- строительные и лесоматериалы;
- стеклянная и фарфоровая лабораторная посуда;
- не поддающиеся дезактивации спецодежда, спецобувь, ветошь;
- отработавшие свой ресурс или поврежденные радионуклидные источники.

На этой площадке временного хранения ТРО вот уже почти 20 лет хранятся не только твердые отходы, но и отработавшее ядерное топливо, выгруженное из трех бассейнов здания 1 в транспортных контейнерах (ТК) старого типа (ТК6 и ТК11) , которые хранятся на открытом воздухе. Срок службы этих контейнеров истек в 1999 году. Предприятие-изготовитель контейнеров не дает заключения о возможности дальнейшего безопасного хранения ОЯТ в этих контейнерах. В контейнеры попадает влага, зимой вода замерзает, повреждая ОТВС и выдавливая в ряде случаев крышку контейнеров. В настоящее время у 12 контейнеров уже нельзя открыть верхнюю крышку с помощью штатных средств, и эту проблему придется решать при разработке технологии обращения с ОЯТ.

В 2003 году на контейнеры были надеты старые железные бочки, которые защищают содержимое ТК от попадания внутрь воды. Эти «шляпы» увидели члены большой французской делегации, посетившие Гремиху 18 июля 2003 года.

Там же находятся нестандартные металлические контейнеры весом 7 и 9 т., загруженные фрагментами ОТВС, поврежденными во время перегрузок (21 шт.). Кроме того:

- 14 железобетонных нестандартных контейнеров весом 9,5 т каждый тоже с остатками ОТВС;
- 20 железобетонных освинцованных нестандартных контейнеров весом 8, 5 и 9,5 т. с фрагментами ОТВС и других высокоактивных отходов (загружены при очистке бассейна № 1).

Эти контейнеры имеют повышенный радиационный фон (сотни мЗв/ч) и ненадёжны с точки зрения их герметизации.

В составе отходов, не содержащих делящихся материалов, на площадке находятся ловушки с ионообменными смолами I и III контуров в количестве 45 штук, контейнеры с различными ТРО (54 шт. объёмом $\sim 1,5 \text{ м}^3$).

Неконтейнеризованные отходы - в основном крупногабаритные детали транспортной техники - к настоящему времени почти полностью убраны, фрагментированы и в металлических ящиках объёмом $1,5 \text{ м}^3$ перевезены в здание 19.

Кроме этой площадки высокоактивные ТРО находятся также в здании 1А (ионизационные камеры - 12 шт.) и в здании № 1 (стержни СУЗ в чехлах). В одной из ёмкостей здания 19 (объёмом 400 м^3) находятся загрязнённый строительный мусор и грунт, которые можно отнести к низкоактивным отходам.

Общее количество ТРО на ПВХ составляет $\sim 1600 \text{ т}$.

Площадка ТРО определяет повышенный радиационный фон на расстоянии до 100 - 180 м от неё и является постоянным источником загрязнения территории базы, так как стекающие с неё дождевые и талые воды несут с собой долгоживущие радионуклиды. В результате грунт вблизи неё содержит радионуклиды Cs (до $5 \cdot 10^7 \text{ Бк/кг}$) и Sr (до $6 \cdot 10^6 \text{ Бк/кг}$). Даже за внешним ограждением γ -фон достигает 10 - 12 мкЗв/ч, а загрязнения по Cs-137 до $1,5 \cdot 10^5 \text{ Бк/кг}$ и по Sr-90 до $4 \cdot 10^5 \text{ Бк/кг}$.

Поэтому одной из первоочередных задач должна быть ликвидация площадки, перевозка ОЯТ и ТРО в закрытое помещение и удаление загрязнённого грунта, с размещением его в контейнерах на временное хранение в здании 19. Выбор закрытого помещения, его переоборудование и оснащение техническими средствами и устройствами – будут являться предметом отдельной проектной разработки.

Это позволит существенно улучшить радиоэкологическую обстановку на всей территории ПВХ.

4. Радиационно-опасные здания и сооружения

Основные здания и сооружения на ПВХ были построены по проектам ВНИПИЭТ и 23 ГМПИ в начале 60-х годов прошлого века. За прошедшие почти 40 лет в условиях сурового климата (влажные сильные ветры со скоростью более 15 м/сек., резкие колебания температуры) и в отсутствие надлежащего поддерживающего ремонта они заметно обветшали. Строительные конструкции в ряде случаев утратили прочность, стены и фундаменты покрылись трещинами, ёмкости, в том числе бассейны для хранения ОЯТ, стали негерметичными, и в них могут проникать грунтовые воды.

К радиационно-опасным зданиям и сооружениям относятся, в первую очередь:

- хранилище ОТВС (здание 1);
- здание перезарядки реакторов с ЖМТ (здание 1 А);
- хранилище ОВЧ (здание 1Б);
- хранилища ЖРО (ёмкости 16, 18, 20, 23);
- насосная ЖРО (здание 32);
- хранилище ТРО (здание 19);
- сооружение 17 (здание, в котором перерабатывается ЖРО).

После выгрузки из них ОЯТ и РАО потребуется их очистка от радиоактивных загрязнений и, в ряде случаев, полная ликвидация с удалением вторичных РАО (стены, строительные конструкции, загрязнённый грунт под сооружением и вокруг него).

Как уже отмечалось выше, особо радиационно-опасным сооружением является открытая площадка временного хранения ОЯТ и ТРО.

Повышенное загрязнение грунта наблюдается в районе этой площадки, вблизи хранилищ ЖРО и на причале и вблизи сухого дока (разливы при перекачке ЖРО).

На рис. 2 - 4 приведены результаты точек измерения мощности дозы γ -излучения в здании 1, на открытой площадке временного хранения ОЯТ и РАО, и территории объекта, выполненные специалистами НИКИЭТ в августе 2003 г, а также места обследования акватории и прибрежной полосы ПВХ сотрудниками РНЦ КИ в августе 2003 г.

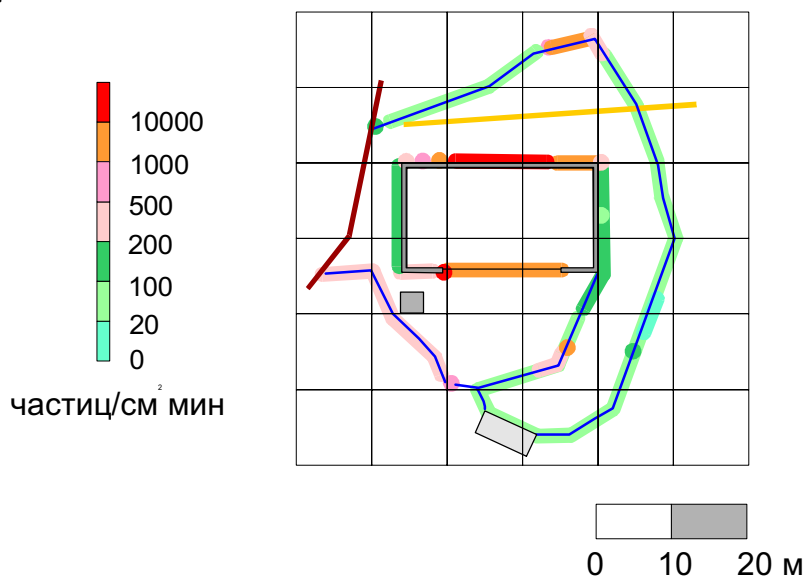


Рис. 2а. Площадка ТРО. Плотность потока β излучения на поверхности земли

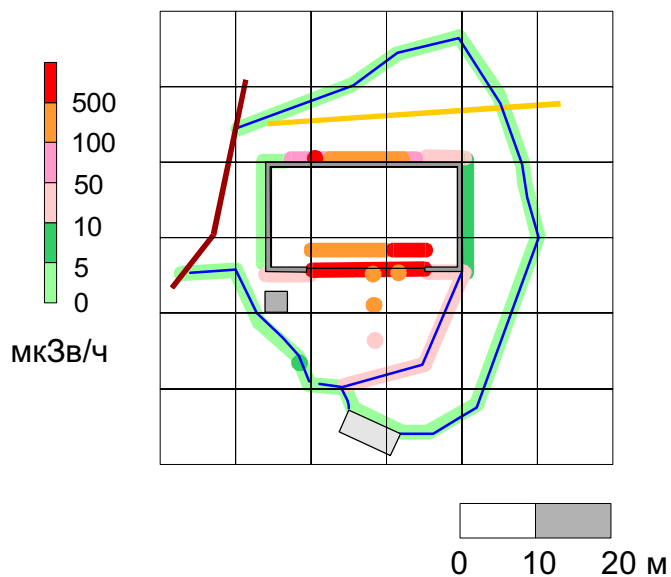


Рис. 2б. Площадка ТРО. Мощность дозы γ излучения в 10 см от поверхности земли

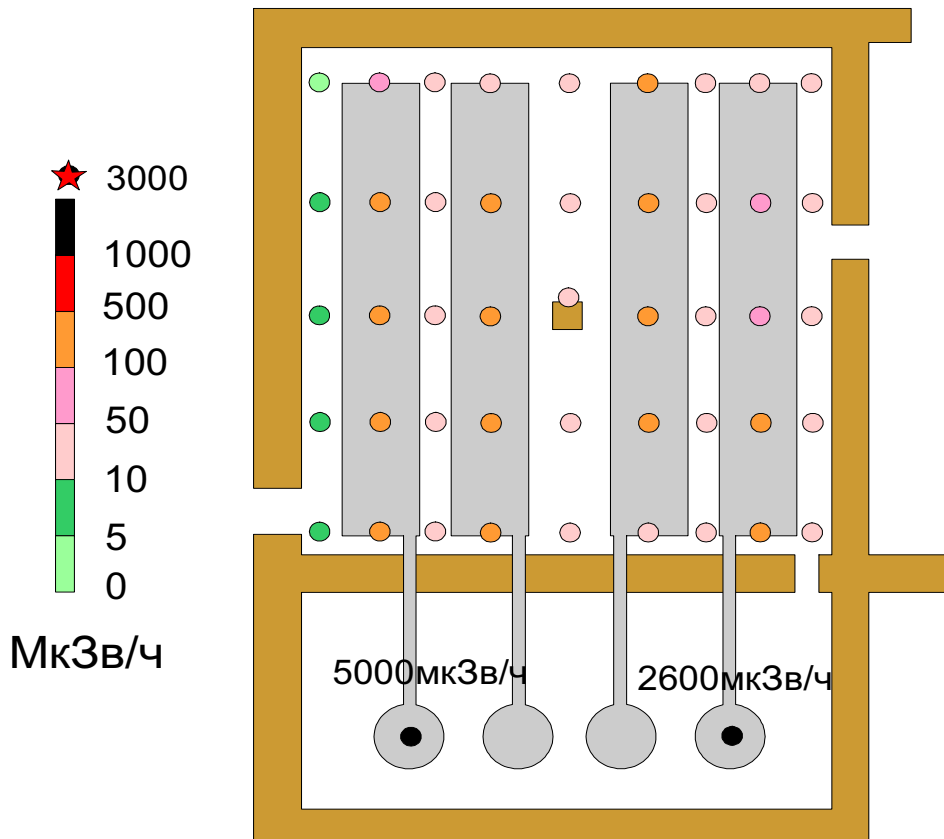


Рис. 3а. Мощность дозы γ излучения у пола в технологическом зале здания 1

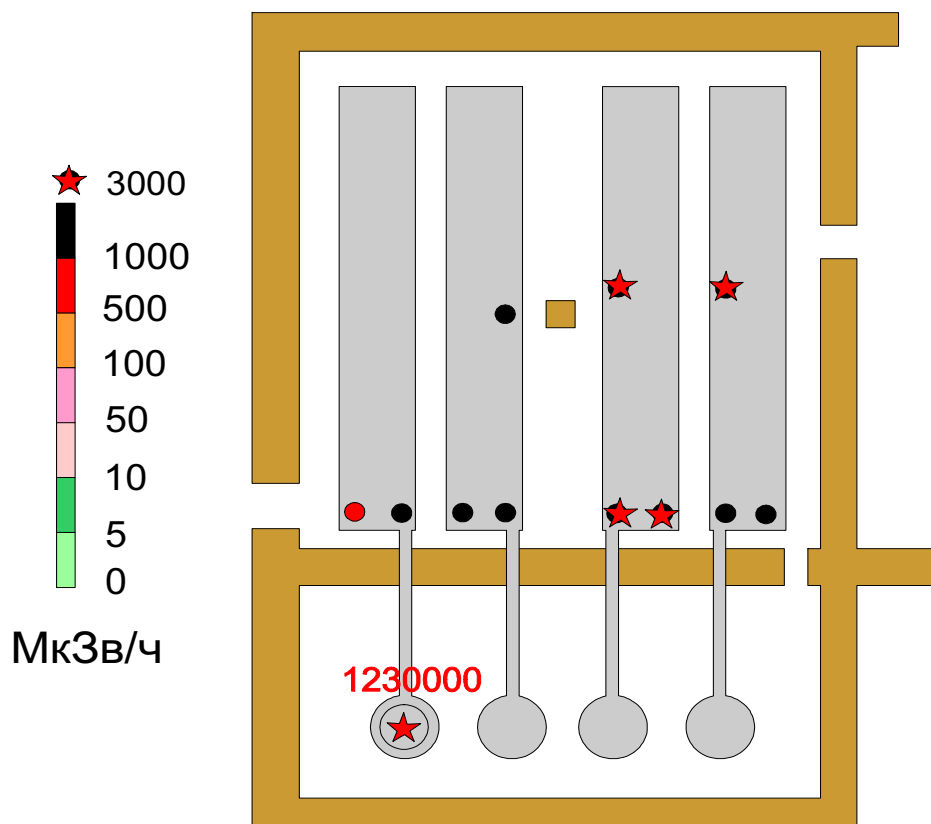


Рис. 3б. Мощность дозы γ излучения в бассейне выдержки здания 1

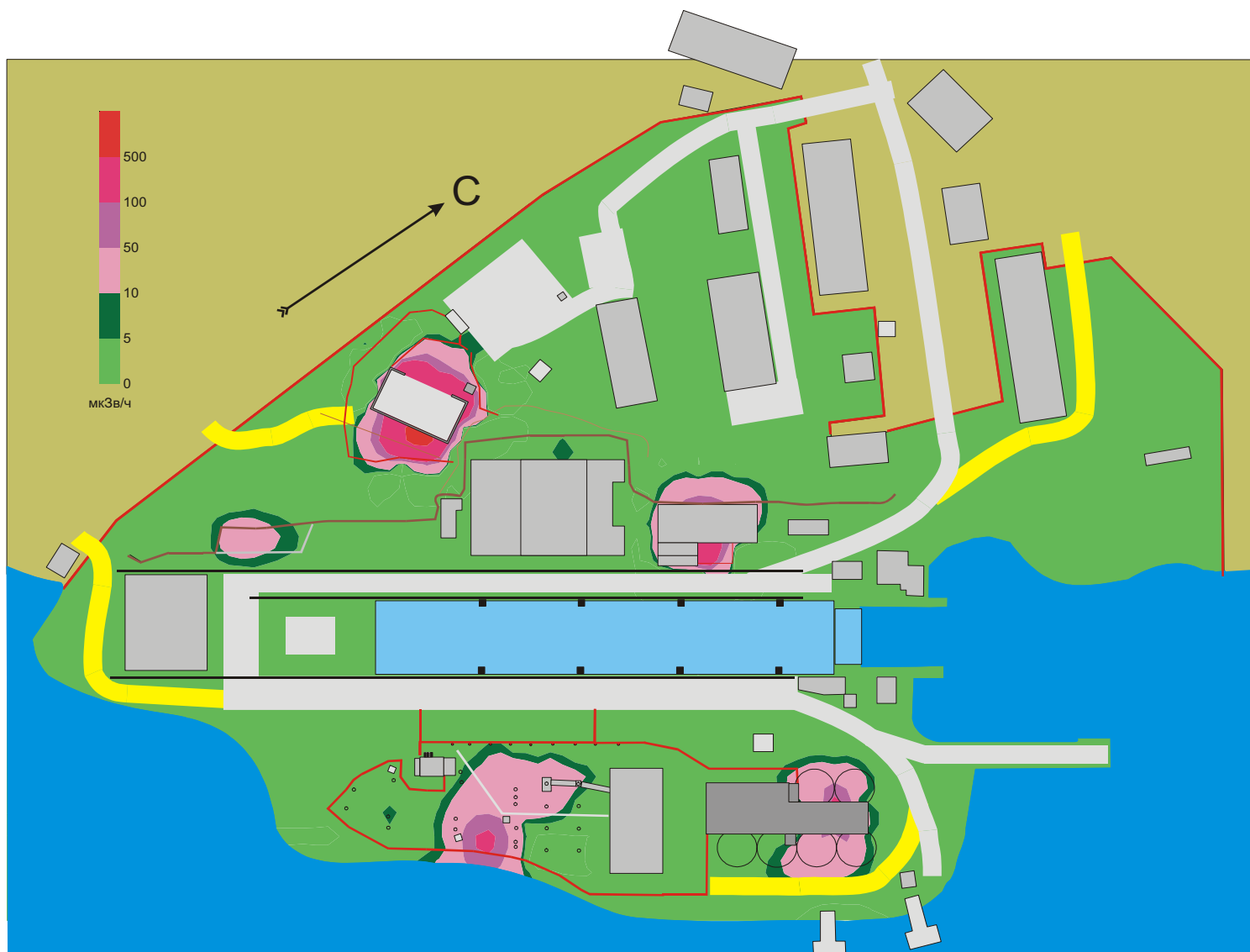


Рис. 4а. Мощность дозы γ излучения на территории ПВХ РАО и ОЯТ в п. Гремиха



Рис. 4б. Плотность потока β излучения на территории ПВХ РАО и ОЯТ в п. Гремиха

5. Предварительное сравнение результатов радиационного обследования ПВХ РАО и ОЯТ в п.Гремиха, проведенных в 1999 и 2003 годах

Обследование 1999 года проводилось силами ФГУП НИКИЭТ, РНЦ «Курчатовский институт» и НПП «Экоатом». Обследование 2003 года проводилось силами ФГУП НИКИЭТ и РНЦ КИ.

5.1. Радиационное обследование на территории ПВХ, проведенное НИКИЭТ в 2003 г., включало:

- обследование зданий и сооружений ПВХ, включая проведение измерений мощности дозы гамма-излучения и бета-загрязненности внутри зданий и по их периметру (здания 1, 1А, 1Б, 9/10, 32, частично 17 и 19, площадка ТРО, сухой док);
- радиационное обследование территории ПВХ, включая проведение измерений мощности дозы гамма-излучения и бета-загрязненности с шагом 10м;
- отбор и спектрометрические исследования проб грунта, строительных материалов и донных отложений;
- спектрометрические исследования на территории ПВХ.

Выявлено определенное сходство результатов 1999 и 2003 годов.

Здания 1, 1А и 1Б обслуживаются персоналом ПВХ и находятся в удовлетворительном состоянии. Уровни мощности дозы гамма-излучения внутри зданий, за исключением технологического зала здания 1, его трюма, открытой площадки уровня +3.3 здания 1А и антресоли у скалы за зданием 1А (ЗСР) в основном составляют 0.3-0.5 мкЗв/ч и редко превышают значений 5 мкЗв/ч, а величина бета-загрязненности – 20 частиц/см²мин.

Обследования трюма здания 1, открытой площадки уровня +3.3 здания 1А в 1999 году не проводились.

Состояние технологического зала здания 1 - приемлемое. Проводилась очистка пола зала и бассейнов выдержки. Вода в незначительных количествах поступает в бассейн 1 из-за тыльной стены. Величина мощности дозы гамма-излучения на полу достигает 200 мкЗв/ч, в бассейнах – 3000 мкЗв/ч, бета-загрязненности на полу - до 50000 частиц/см²мин, что соответствует порядку величин измерений 1999 года.

Сухой док находится в ремонте (поменяны ворота, залиты новым бетоном стапель-палуба, объездные дорожки и т.п.). Радиационная обстановка снаружи и внутри дока улучшилась.

Основные изменения наблюдались в районе площадки ТРО и здания 19. Изменения в радиационном состоянии площадки ТРО вызваны, судя по всему, вымыванием дождевыми и тальными водами радионуклидов из-под бетонного забора, огораживающего площадку. Это обусловило увеличение загрязненной площади за задней стеной площадки ТРО с мощностью дозы гамма-излучения до ~800 мкЗв/ч и плотности потока бета-частиц до ~70000 частиц/см²мин. Наблюдается сток воды от площадки ТРО к углу здания 1А, где значения мощности дозы гамма-излучения по сравнению с 1999 годом возросли с 3 до 7-8 мкЗв/ч, а плотность потока бета-частиц со 100 до 1400 частиц/см²мин., активность Cs-137 в пробах грунта возросла с 10⁴ до 10⁶ Бк/кг.

Изменения радиационной обстановки вокруг здания 19 обусловлено наличием внутри него контейнера с мощным источником излучения. Значения мощности дозы гамма-излучения напротив замурованных окон превышает 10000 мкЗв/ч.

Изменения на площадке ЖРО и в здании 17 вызваны проведением работ по очистке емкостей ЖРО и наличием в здании 17 загрязненного оборудования по их очистке. В целом, величины радиоактивного загрязнения остались на прежнем уровне.

Спектрометрические исследования позволили определить наличие Eu-152:

- на месте резки изделий СУЗ у здания 1 – до 1.7×10^5 Бк/кг;
- по пути движения контейнера у здания 1 - до 3.5×10^4 Бк/кг;
- по пути движения контейнера у здания 1Б - до 3.3×10^2 Бк/кг.

А также у входа на площадку ТРО - до 10^6 Бк/кг.

5.2. Радиационное обследование акватории и прибрежной полосы около территории ПВХ

Впервые проведено сотрудниками РНЦ КИ в августе 2003 г. В ходе обследования проводилось:

- прямое измерение радиоактивности морской воды и донных отложений с помощью погружных гамма-спектрометров;
- отбор проб донных отложений;
- определение содержания Cs-137 в морской воде путем его концентрирования на селективном сорбенте;
- отбор проб грунта и донных отложений в прибрежной полосе и полосе отлива;
- дозиметрическая съемка в прибрежной полосе и вдоль периметра предприятия.

Для обеспечения проведения работ на акватории было привлечено водолазное судно.

Места проведения измерений на акватории определялись в соответствии с программой-методикой и возможностями судна обеспечения. Так из-за значительной осадки судна (~ 3 м) и отсутствия надежной информации о глубинах в прибрежной полосе, не удалось провести измерения с помощью погружных спектрометров с южной стороны от предприятия в губе Червяной (однако в этом районе в период отлива были отобраны пробы грунта) и были затруднены измерения в районе причала № 8.

Отбор проб донных отложений и морских биообъектов (водоросли, ракообразные, моллюски) проводился с борта водолазом, а также, где это было возможно, с помощью грунтоотборника. В прибрежной полосе, прилегающей к территории предприятия использование трубчатого грунтоотборника для взятия проб донных отложений оказалось затруднено каменистым характером грунта.

Всего с использованием судна обеспечения было проведено 25 прямых измерений гамма-радиоактивности воды и донных отложений с помощью погружных гамма спектрометров, отсорбировано 5 концентрированных проб морской воды, водолазом отобрано 11 проб донных отложений и 6 проб биообъектов, 2 пробы донных отложений были отобраны с помощью грунтоотборника, в том числе одна проба в виде не разрушенной колонки грунта глубиной 18 см (в районе 13 пирса).

Места проведения измерений приведены на рис. 5.

Наиболее подробно были обследованы:

- район вблизи выхода из дока и причал № 8;
- район посередине пролива Йоканьгский рейд на удалении ~ 700 м от предприятия – для выявления возможного распространения р/а загрязнения.

С целью определения участков, через которые радионуклиды поступают в окружающую среду было проведено обследование береговой черты - границы через которую радионуклиды могут попадать в акваторию. В прибрежной полосе и

приливной зоне губы Червяной, прилегающих с южной стороны к территории филиала № 2 ФГУП «СевРАО» было отобрано 20 проб грунта и одна проба водорослей. Отбирался верхний ~ 3 см слой грунта. Отбор проб проводился 26.08.03 при уровне воды 110 см – одним из самых низких за время проведения работ. Следует отметить что при максимальном отливе (- 40 см) губа Червяная практически полностью сохнет.

В настоящее время в РНЦ «Курчатовский институт» проводится обработка полученных результатов.

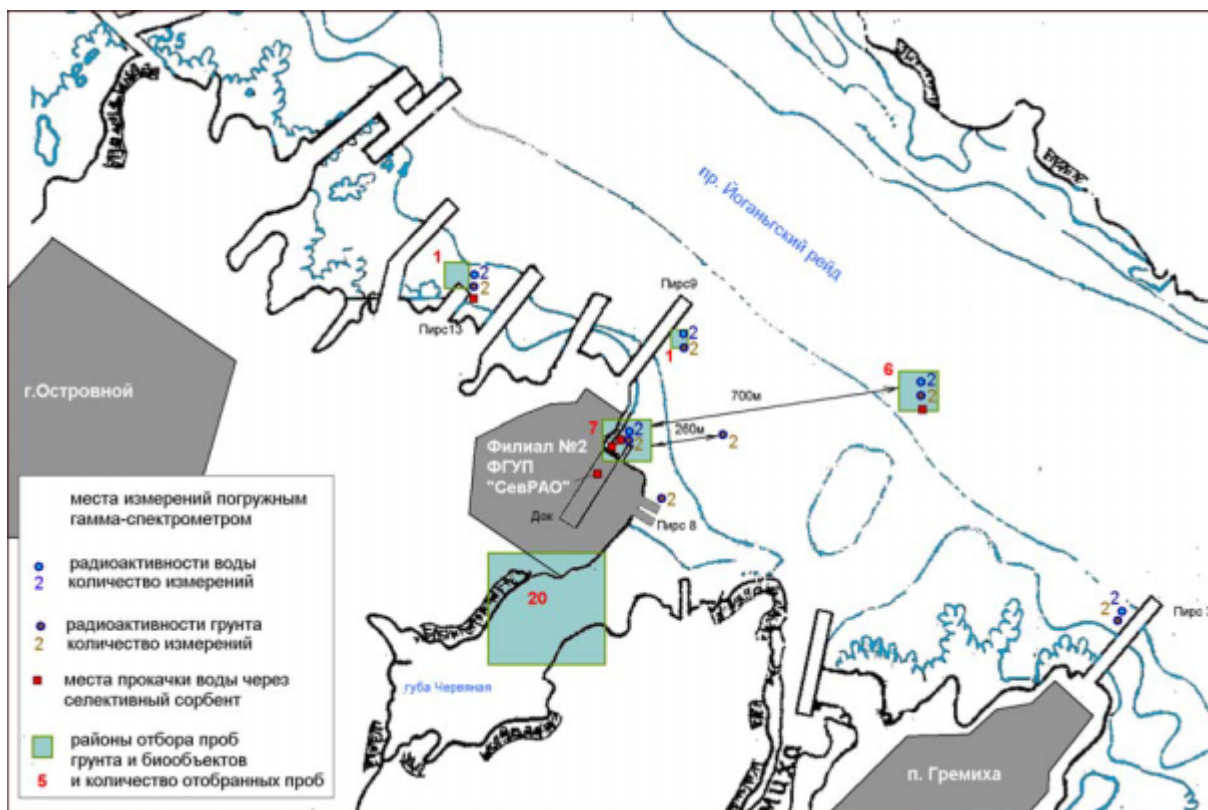


Рис. 5. Места проведения измерений и отбора проб грунта

6. Пути решения проблемы обращения с РАО и реабилитации объекта

Работы по реабилитации ПВХ ОЯТ и РАО в Гремихе начинаются на несколько лет позже, чем в губе Андреева. Поэтому здесь может быть использован опыт, накопленный там. Это касается и технологий, используемых при обращении с ОЯТ и РАО, и обеспечения безопасности работ, и, что не менее важно, организации и координации взаимодействия различных организаций, как российских, так и иностранных.

Из опыта работ в губе Андреева мы знаем, что нельзя полагаться на сведения, полученные от прежнего владельца береговой технической базы, которые к тому же еще и не полные. Реальный состав и состояние хранящихся ТРО и ЖРО может быть определен только при проведении детальных исследований с применением современной аппаратуры и соответствующего программного обеспечения. А реальное состояние зданий и сооружений, возможность их временного использования для тех или иных целей (хранение в них ОЯТ и ТРО, организация перегрузки в стандартные

сертифицированные контейнеры и т.д.), дальнейшая их судьба (реновация или полный снос) могут быть определены только после проведения комплексного инженерного и радиационного обследования (КИРО). Следует отметить, что сертифицированные транспортные контейнеры для ОЯТ и ТРО могут быть доставлены в Гремиху только морским путем. В соответствии с нормативно-технической документацией вывоз ТРО во временных упаковках за пределы ПВХ недопустим.

И еще один очень важный вывод из печального опыта прошлого. По заказу ВМФ (до передачи базы Минатому) и по заказу УВЭЯО после того, как база была передана Минатому, ВНИПИЭТ, 23 ГМПИ и НИКИЭТ проводили разработку технических предложений и технологических решений на основании существовавшей на тот момент инфраструктуры и имевшихся данных о техническом состоянии сооружений, грузоподъемного и транспортного оборудования, радиационной обстановки на объектах хранения ОЯТ и РАО.

Однако, как пишет генеральный директор ВНИПИЭТ В.Д. Сафутин в письме от 23.06.03 в адрес СевРАО и МЦЭБ, «несмотря на большое количество выполненных проработок по обеспечению экологической безопасности объекта, реальных работ по улучшению условий хранения ОЯТ и РАО, снижению радиационной опасности на территории БТБ в поселке Гремиха за это время не проводилось. Состояние ОТВС в контейнерах типа 6 и 11 и хранилищ РАО продолжает ухудшаться, увеличивая экологическую опасность объекта. Практически вся инфраструктура разрушена, что делает малопригодными разработанные ранее технологические решения по обращению с ОЯТ и РАО».

Поэтому сейчас нужно действовать слаженно и быстро, чтобы не было разрывов между звеньями, из которых состоит цепочка операций по обращению с ОЯТ и РАО. Задержки и промедления в проведении соответствующих работ приведут к потере времени, увеличению дозозатрат персонала и перерасходу средств.

6.1. Обеспечение безопасности персонала

Как показал опыт работ в губе Андреева, для обеспечения безопасности работы персонала необходимо:

- обеспечить персонал средствами индивидуальной защиты (одежда, обувь, респираторы);
- подготовить санпропускники; сейчас идет ремонт санпропускника в здании 32, но для работ на открытой площадке временного хранения ОЯТ и ТРО, возможно, потребуется отдельный мобильный санпропускник с кабинами для переодевания, теплой водой и средствами дозиметрического контроля;
- обеспечить персонал средствами индивидуального дозиметрического контроля и системой радиационного мониторинга при работах в ядерно- и радиационно-опасных местах;
- для оперативной обработки результатов измерений помимо переносных дозиметрических и спектрометрических приборов необходимо иметь и хорошо оснащенные и сертифицированные радиохимическую и радиобиологическую лаборатории; состав оборудования аналогичен тому, что уже имеется в губе Андреева.

Для уменьшения дозовых нагрузок на сотрудников НИКИЭТ при обследовании хранилищ в губе Андреева в июле-августе 2003 г. были проведены следующие мероприятия, которые могут быть использованы и в Гремихе:

- обеспечение всех сотрудников средствами индивидуальной защиты;
- проведение индивидуального контроля облучения;

- разработка карты-схемы измерений и на ее основе оптимальной последовательности работ;
- разработка и изготовление приспособлений для дистанционных дозиметрических измерений;
- тренировки персонала для сокращения времени, затрачиваемого на подготовку и проведение измерений;
- разработка математической программы, позволяющей на основе нескольких измерений γ -спектрометром с коллиматором определить состав и активность ТРО, их распределение по объему контейнера, в т.ч. местонахождение и тип точечных источников.

При подготовке программы работ необходимо рассматривать возможные аварийные ситуации, которые могут увеличить дозовые нагрузки персонала или привести к травмам, а также оказать воздействие на окружающую среду и население. Для Гремихи это особенно важно из-за близости жилых поселков к производственным площадкам.

Анализ таких ситуаций позволит принять меры для их предотвращения или ослабления последствий. Обязательное проведение такого анализа является требованием нормативно-технической документации и отработано нами для всех работ, проводимых в губе Андреева.

6.2. Ликвидация открытой площадки временного хранения ОЯТ и РАО

Эта площадка является постоянным источником радиационно-экологической опасности, которая возрастает по мере деградации ОЯТ в негерметичных контейнерах. Контейнеры с ТРО, содержащие также фрагменты ОЯТ, загруженные в них при очистке бассейнов здания 1, имеют повышенный γ -фон (до 1 р/ч у поверхности некоторых контейнеров), что существенно затрудняет работы как по обследованию и инвентаризации содержимого контейнеров, так и при дальнейшем обращении с ними.

При разработке ТЭИ нужно также рассмотреть вариант вывоза ТРО с размещением этих контейнеров в дополнительных защитных контейнерах и сравнить его по экономичности и безопасности с вариантом перетарки ТРО в защитные контейнеры.

Дождевые и талые воды разносят радионуклиды по близлежащей территории, т.к. эта площадка находится на высшей отметке.

Рассматривались различные варианты обращения с ОЯТ и РАО. Сооружение укрытия над площадкой позволит защитить ее от дождя и снега и предотвратить дальнейший смыв радионуклидов с площадки на окружающую территорию до момента ее ликвидации. Однако, проводить загрузку ОЯТ и ТРО в сертифицированные контейнеры там будет невозможно, учитывая климат Гремихи. Потребуется использовать специальное сооружение.

Одним из вариантов размещения ТРО с площадки временного хранения может быть использование сооружения 17 после его реконструкции согласно существующим нормативным документам.

Рассматривалось предложение вывоза контейнеров с ОЯТ в отдельное здание (например, здание 10) и организация там поста перечехловки.

В любом случае начинать работы надо с комплексного инженерного и радиационного обследования зданий и сооружений, а также радиационно-геологического исследования территории.

Вывоз контейнеров с площадки позволит очистить ее бетонное покрытие и убрать грунт вокруг площадки (возможно, что и под ней тоже, но это выяснится только

после удаления с нее ОЯТ и РАО). По оценкам, объем этого грунта, который, как ТРО, должен быть размещен в контейнерах, составит примерно 100-200 м³. Завершение этой работы позволит существенно улучшить радиационно-экологическую обстановку и предотвратить дальнейшее расползание радиоактивности по территории базы.

6.3. Реабилитация зданий, сооружений и территории

Имеющиеся данные говорят о том, что основные сооружения, где хранились или хранятся ОЯТ и РАО, должны быть ликвидированы, в результате чего появится дополнительное и весьма значительное количество вторичных ЖРО и ТРО.

Однако, в течение нескольких лет (по крайней мере до 2010 года) некоторые из этих зданий и сооружений должны использоваться для обращения с ОЯТ и РАО. Для этого требуется провести их ремонт и частичную реконструкцию. Для определения номенклатуры и объема необходимых работ нужно провести КИРО, после чего можно разрабатывать ТЭИ и проекты реконструкции зданий и сооружений.

Важной задачей является восстановление сухого дока (сооружение 2), единственного гидротехнического объекта, обеспечивающего штатные транспортно-технологические операции по вывозу ОЯТ и РАО. Эта работа уже проводится СевРАО и будет в ближайшее время закончена. Радиационной разведкой обнаружены локальные источники загрязнения грунта на территории дока. Удаление загрязненного грунта (~10 м³) позволит улучшить безопасность проведения работ.

При ремонтно-восстановительных работах на всех этапах обращения с ОЯТ и РАО будут образовываться вторичные ЖРО (при сливе воды из контейнеров с ОЯТ и РАО, при дезактивации поверхностей контейнеров и конструкций зданий) и ТРО (сами контейнеры, в которых находились ОЯТ и РАО, оснастка и т.д.).

Переработка ЖРО возможна на установке «Поток», а временное хранение – в некоторых из существующих емкостей, например, 16 БЦ. Для этого требуется провести инженерное обследование всех емкостей, провести реновацию тех, которые можно использовать, наладить запорную арматуру и установить контрольно-измерительную аппаратуру. Остальные емкости нужно очистить от остатков ЖРО, провести их дезактивацию и законсервировать. Это значит, что емкости будут очищены и продезактивированы, проверены на герметичность, входные и сливные трубопроводы заглушены, крышки опломбированы и т.д.

Для размещения модульной установки по цементированию солевых концентратов после переработки ЖРО требуется провести перепланировку и ремонт нескольких помещений в здании 17.

При обращении с ТРО необходимо проводить инвентаризацию ТРО, их сортировку и компактирование с упаковкой в сертифицированные контейнеры для временного хранения и последующего вывоза из Гремихи в региональный центр по обращению с ТРО.

К сожалению, до сих пор не решен вопрос о местонахождении и типе центра долговременного хранения и захоронения ТРО на Северо-западе России. Нет пока ответа и на вопрос о том, какой уровень переработки ТРО должен быть в Гремихе. Все это влияет как на выбор транспортно-технологической схемы, так и на число и тип контейнеров, необходимых для обращения с ТРО в Гремихе.

Последними этапами работ станут разработки проектов по обращению со зданиями и системами хозяйственно-бытового назначения, сухим доком, и другими объектами инфраструктуры, завершение работ по реабилитации территории. К этому моменту в Гремихе не должны остаться ни ОЯТ, ни РАО.

7. Предлагаемый план действий

Результаты радиационной и инженерной разведки основных зданий, сооружений и территории Гремихи, полученные в августе 2003 г., вместе с уже имеющимися данными СевРАО, ВНИПИЭТ, НИКИЭТ, 23ГМП и РНЦ КИ, позволяют приступить к разработке детальной программы КИРО – комплексного инженерного и радиационного обследования зданий и сооружений, радиационно-экологического и радиационно-гидрологического обследования территории, включая окрестности базы и ее акваторию.

Цель КИРО – получение исходных данных для проведения ТЭО и выбора оптимального варианта реабилитации ПВХ.

На основании полученных данных будет решаться вопрос о возможности использовать существующие здания и сооружения для различных целей, об их сносе или реновации, будет оценен объем и состав вторичных ТРО и ЖРО и т. д.

Ниже приводятся составные части этого обследования и его ориентировочная стоимость.

7.1. Инженерное обследование.

7.1.1. Инженерно-геологическое обследование:

- анализ имеющихся фондовых материалов и рекогносцировочное обследование территории ПВХ, разработка и согласование «Программы и методики работ»;
- топосъемка;
- комплексные инженерно-геологические исследования территории применительно к масштабу 1:2000;
- гидрологическая съемка территории ПВХ;
- составление инженерно-геологических, гидрологических, геолого-экологических карт и выпуск сводного отчета.

7.1.2. Инженерно-строительное обследование:

- обследование состояния строительных конструкций;
- определение технического состояния существующих технологических и инженерных систем;
- сверка фактического наличия оборудования с данными по проекту;
- взятие проб различных частей строительных конструкций с исследованием прочностных характеристик;
- определение степени изношенности трубопроводов, теплоизоляции, кабелей и пр. (коррозионной и физической);
- определение состояния систем жизнеобеспечения.

7.2. Радиационное обследование зданий, сооружений и территории ПВХ:

- дозиметрические и радиометрические (поверхностная загрязненность α - β) измерения внутри и снаружи зданий и сооружений на территории ПВХ;
- отбор проб грунта, мазков и скребков со стен, оборудования и конструкций для определения загрязненности радионуклидами и определения их состава;
- радиационно-геологические и радиационно-гидрологические исследования проводятся совместно с работами по п. 7.1.1;
- составление карт и базы данных по уровням излучения, загрязненности поверхностей, грунта и миграции радионуклидов с грунтовыми водами;

- разработка зонирования территории ПВХ и выработка рекомендаций по приведению ПВХ в радиационно-безопасное состояние для персонала и населения.

Одной из важнейших и сложнейших частей этой работы будет обследование состояния ОЯТ в контейнерах на открытой площадке, без вскрытия контейнеров. Существует опасность, что вследствие деградации ОЯТ его фрагменты могут скапливаться на дне контейнера, что увеличивает риск ядерного инцидента, особенно при несанкционированном попадании воды внутрь контейнера.

Для этого нужно с помощью малогабаритного γ -спектрометра с коллиматором провести измерения в нескольких точках с разных сторон контейнера и на разных высотах, а затем с помощью специальной программы, разработанной НИКИЭТ, определить активности и распределение источников излучения внутри контейнера.

То же нужно будет проделать и для контейнеров с ТРО, содержащими фрагменты топлива и γ -источники, в т.ч. стержни СУЗ.

Без этих исследований вскрытие контейнеров может привести к переоблучению персонала.

Эта методика сейчас отрабатывается в губе Андреева в рамках шведского проекта по разработке ТЭИ по обращению с ТРО.

7.3. Радиационное обследование акватории и прибрежной зоны ПВХ:

- прямое измерение гамма-радиоактивности морской воды и донных отложений с помощью погружных гамма-спектрометров в прибрежной полосе и на акватории ПВХ;
- определение удельной активности и радионуклидного состава отобранных в прибрежной полосе и на акватории ПВХ проб и образцов природных сред;
- составление карт радиационного загрязнения акватории и прибрежной зоны, включая губу Червяную, район пирсов №8, №9, района хранилищ ЖРО, выхода из дока и общей радиационной обстановки в проливе Йоканьгский рейд, прилегающем к территории г. Островной.

7.4. Приобретение необходимой техники, приборов и оборудования

Техническое обеспечение КИРО должно включать:

- буровую технику для проведения геолого-гидрологических исследований;
- приборы для определения физических, химических и радиационных характеристик образцов стройматериалов, грунта и жидких грунтовых формаций;
- нестандартное оборудование и приспособления, позволяющие дистанционно, с меньшими дозовыми нагрузками специалистов отбирать необходимые образцы исследуемых материалов, конструкций и сред;
- метрологическую аттестацию аппаратуры, обеспечение электроэнергией и помещениями для проведения измерений.

7.5. Проведение КИРО

Укрупненная схема выполнения КИРО представлена на рис. 6.

Срок выполнения КИРО ~12 месяцев. Стоимость ~\$ 2,1М.

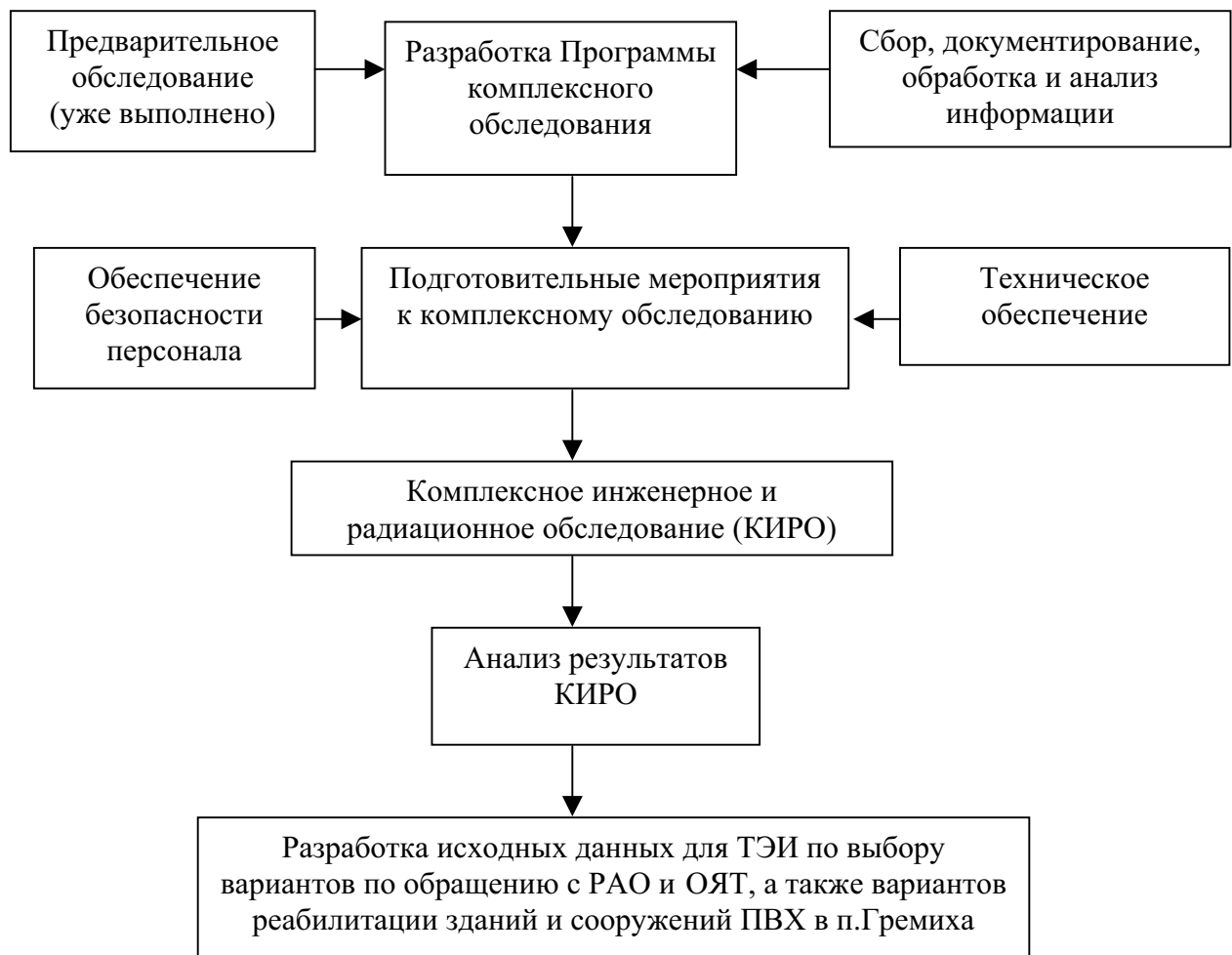


Рис. 6. Укрупненная схема выполнения КИРО

7.6. Разработка ТЭИ

На основе КИРО будет разработано ТЭИ по обращению с ОЯТ и РАО, ликвидации радиационно-опасных зданий и сооружений и реабилитации остающихся зданий и сооружений и территории ПВХ. При разработке ТЭИ могут быть рассмотрены следующие варианты реабилитации зданий и сооружений на объекте:

Хранилище ОТВС (сооружение 1) – консервация. Одним из возможных вариантов является удаление РАО из бассейнов, дезактивация и фиксация оставшейся радиоактивности, понижение этажности до уровня бассейнов, заполнение бассейнов бетонной массой, изоляция от осадков и грунтовых вод.

Здание перезарядки АПЛ с ЖМТ (сооружение 1А) и хранилище ОВЧ АПЛ с ЖМТ (сооружение 1Б) – консервация по мере завершения вывоза ОВЧ.

Сухой док (сооружение 2) – использование по проектному назначению после выполнения ремонтных работ:

Хранилища ЖРО (сооружение 16, 18, 20) – использование в качестве хранилищ вторичных ЖРО (с первоначальной консервацией, при необходимости, негерметичных емкостей) и дальнейшая консервация по мере прекращения эксплуатации в целях обеспечения задач, выполняемых объектом, или задач по его реабилитации;

Хранилище РАО (сооружение 19) – реновация наземной части здания в целях обеспечения хранения фильтров-ловушек с сорбентом фильтров активности 1 и 3

контуров до решения вопроса об их вывозе на переработку, консервация заглубленных емкостей после извлечения ТРО и ЖРО.

Здание спецводоочистки (сооружение 17) и насосная станция ЖРО (сооружение 32) – реновация для обеспечения работы мобильной установки переработки ЖРО и установки по цементированию солевых концентратов от переработки ЖРО, а также создание на его базе хранилища ТРО, в которое будут размещены отходы с площадки ТРО, хранилища 19 и с других мест.

Площадка временного хранения ТРО – ликвидация после вывоза ОЯТ и ТРО. Результатом разработки ТЭИ будет:

- описание и оценка существующего положения по обращению с ОЯТ и РАО и состояния объектов ПВХ;
- анализ и оценка возможных технических решений (технологическая часть) и выбор оптимального варианта для разработки проекта;
- обоснование обеспечения радиационной безопасности и охраны окружающей среды;
- расчет потребности инвестиций и график реализации проекта.

По предварительным оценкам стоимость разработки ТЭИ составит ~ \$ 3,2 М.

При условии устойчивого и своевременного финансирования предлагаемых работ КИРО может быть выполнено в течение 2004 г., а ТЭИ подготовлено в сроки, позволяющее уже в 2005 г. начать практические работы по ликвидации открытой площадки хранения ОЯТ и РАО.

7.7. Реабилитация площадки открытого хранения ОЯТ и ТРО

Ликвидация площадки открытого хранения ОЯТ и РАО, главного загрязнителя территории ПВХ, является одной из первоочередных задач. Кратко этапы работ сформулированы ниже.

7.7.1. Работы с ОЯТ

1. Разработка ТТС по внутриобъектовому перемещению контейнеров с ОЯТ с площадки открытого хранения:

- выбор здания, куда можно переместить ОЯТ (здание 1, или здание 10, или строительство сооружения вблизи площадки открытого хранения) и подготовка его к приемке ОЯТ;
- выбор транспортного средства, разработка, изготовление или приобретение необходимого вспомогательного оборудования.

2. Разработка регламента проведения работ, включая обеспечение радиационно-экологической безопасности при перемещении. Согласование регламента с соответствующими организациями;

3. Разработка ТОВ и ОВОС;

4. Перемещение ОЯТ и размещение на безопасное временное хранение.

7.7.2. Работы с ТРО

1. Обследование с использованием робототехнического комплекса состояния контейнеров с ТРО.

2. Выбор способов снижения их радиационной опасности (покрытие пленкой, дополнительная защита от излучения и др.)

3. Разработка ТТС по внутриобъектовому перемещению контейнеров с ТРО с площадки открытого хранения:

- выбор места размещения их на безопасное временное хранения (здание 1, здание 10, здание 19 или в существующее хранилище ТРО);

- выбор транспортных средств; разработка, изготовление или приобретение необходимого вспомогательного оборудования.

4. Разработка регламента проведения работ, включая обеспечение радиационно-экологической безопасности при перемещении. Согласование регламента с соответствующими организациями;

- разработка ТОО и ОВОС;
- перемещение ТРО и размещение его на безопасное временное хранение.

7.7.3. Работа по реабилитации площадки

Обследование площадки открытого хранения, разработка предложений по ее реабилитации и проведение первого этапа реабилитационных работ:

- определение радиационного загрязнения территории площадки, бетонных ограждений, грунта вокруг площадки и под бетонным покрытием;
- дезактивация бетонного покрытия;
- удаление загрязненного грунта (и, возможно, бетонного покрытия) в контейнеры и перемещение их в здание 19 на временное хранение.

Общая стоимость работ (оценка) по п. 7.7 составит ~\$ 2, 45 М.

7.8. Общие оценки

В дальнейшем, по мере удаления ОЯТ и РАО из зданий и сооружений, будут проводиться дополнительные инженерные и радиационные обследования и разработка проектов их реабилитации (консервация, ликвидация или реновация).

Завершающей стадией работы будет вывоз или захоронение на месте загрязненного строительного мусора и грунта - последних ТРО Гремихи.

Оценки общей стоимости всех работ по реабилитации Гремихи, а также стоимости отдельных видов работ проводились в разное время и ВНИПИЭТ, и экспертными группами Минатома.

По мере ветшания зданий и сооружений, деградации ОЯТ и разгерметизации контейнеров и бассейнов хранилищ возрастает объем работ, которые нужно выполнить, и их сложность и опасность. С годами ужесточаются требования к обеспечению безопасности проводимых работ, к оборудованию транспорта и хранилищ. Неопределенность многих параметров вносит неопределенность в номенклатуру и объем работ, которые нужно выполнить.

По последним оценкам общая стоимость работ по реабилитации ПВХ в п. Гремиха составит ~\$250 – 300 М, включая стоимость КИРО ~\$2,1 М и стоимость разработки ТЭИ ~\$3,2 М.

Каждый год задержки начала проведения работ будет увеличивать и опасность, и стоимость работы.

8. Заключение

В докладе представлены данные о радиологической обстановке в ПВХ ОЯТ и РАО в п. Гремиха с учетом результатов радиационного обследования, проведенного в августе 2003 г.

Дано описание основных радиационно-опасных зданий и сооружений, приведены сведения о количестве и типах РАО, их происхождении и условиях хранения.

Конечной целью всех работ по реабилитации ПВХ является вывоз ОЯТ и РАО, реабилитация зданий, сооружений и территории ПВХ. Но для проведения этих работ необходимо реализовать четыре первоочередных проекта:

1. Обеспечение безопасных условий работы персонала при выполнении всех проектов.
2. Проведение комплексного инженерного, гидрогеологического и радиационного обследования зданий, сооружений и территории ПВХ в п. Гремиха (КИРО). Цель КИРО – получение исходных данных для проведения ТЭО и выбора оптимального варианта реабилитации ПВХ.
3. Ликвидация площадки открытого хранения ТРО и РАО, которая является главным загрязнителем всей территории ПВХ и определяет радиационный фон в значительной части ПВХ.
4. Разработка ТЭИ по обращению с ОЯТ и РАО, ликвидации радиационно-опасных зданий и сооружений и реабилитации остающихся зданий и сооружений и территории ПВХ.