



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ  
(РОСТЕХНАДЗОР)

П Р И К А З

14 декабря 2016г.

№

534

Москва

**Об утверждении руководства по безопасности при использовании  
атомной энергии «Оценка безопасности при обращении  
с радиоактивными отходами до захоронения»**

В целях реализации полномочий, установленных подпунктом 5.3.18 Положения о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. № 401, приказываю:

Утвердить прилагаемое к настоящему приказу руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Оценка безопасности при обращении с радиоактивными отходами до захоронения».

Врио руководителя

А.Л. Рыбас

УТВЕРЖДЕНО  
приказом Федеральной службы по  
экологическому, технологическому и  
атомному надзору от  
« 14 » сентября 2016 г. № 534

**Руководство по безопасности при использовании атомной энергии  
«Оценка безопасности при обращении  
с радиоактивными отходами до захоронения»  
(РБ-122-16)**

**I. Общие положения**

1. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Оценка безопасности при обращении с радиоактивными отходами до захоронения» (РБ-122-16) (далее – Руководство по безопасности) разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» в целях содействия соблюдению требований федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения» (НП-058-14), утвержденных постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 5 августа 2014 г. № 347 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 14 ноября 2014 г., регистрационный № 34701), «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности» (НП-019-15), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 июня 2015 г. № 242 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 июля 2015 г., регистрационный № 38209), «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твердых радиоактивных отходов. Требования безопасности» (НП-020-15), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 июня 2015 г. № 243 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 июля 2015 г., регистрационный № 38118), «Общие положения

обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла» (НП-016-05), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 28 июля 2015 г. № 326 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 28 августа 2014 г., регистрационный № 33890), «Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности исследовательских ядерных установок» (НП-049-03), утвержденных постановлением Госатомнадзора России от 31 декабря 2003 г. № 10, «Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности АС с реактором типа ВВЭР» (НП-006-98), утвержденных постановлением Госатомнадзора России от 3 мая 1995 г. № 7, «Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности атомных станций с реакторами на быстрых нейтронах» (НП-018-05), утвержденных постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 декабря 2005 г. № 9 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 26 января 2006 г., регистрационный № 7413), «Требования к отчету по обоснованию безопасности ядерных установок ядерного топливного цикла» (НП-051-04), утвержденных постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 4 октября 2004 г. № 3, «Требования к отчету по обоснованию безопасности пунктов хранения ядерных материалов» (НП-066-05), утвержденных постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 7 ноября 2005 г. № 4.

2. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по оценке безопасности при обращении с твердыми и жидкими радиоактивными отходами (далее – РАО) до захоронения, в том числе при их сборе, сортировке, переработке, кондиционировании и хранении, на объектах использования атомной энергии (далее – ОИАЭ).

3. Настоящее Руководство по безопасности предназначено для

применения:

специалистами эксплуатирующих организаций, осуществляющими деятельность по обращению с РАО до захоронения, и организаций, выполняющих работы и (или) предоставляющих услуги эксплуатирующим организациям по обращению с РАО, а также по размещению, проектированию, эксплуатации и выводу из эксплуатации ОИАЭ;

специалистами Ростехнадзора, осуществляющими лицензирование деятельности, связанной с обращением с РАО на ОИАЭ, включая деятельность по размещению, проектированию, сооружению, эксплуатации, выводу из эксплуатации ОИАЭ, и надзор за указанными видами деятельности;

специалистами организаций научно-технической поддержки Ростехнадзора, осуществляющими экспертизу безопасности ОИАЭ и деятельности по размещению, проектированию, эксплуатации, выводу из эксплуатации ОИАЭ.

4. Требования федеральных норм и правил в области использования атомной энергии могут быть выполнены с использованием иных способов, чем те, которые содержатся в настоящем Руководстве по безопасности, при условии обоснования выбранных способов.

5. В приложении № 1 к настоящему Руководству по безопасности приведен пример оценки безопасности при хранении РАО.

## **II. Общие рекомендации по проведению оценки безопасности при обращении с радиоактивными отходами до захоронения**

6. Оценку безопасности при обращении с РАО до захоронения (далее – оценка безопасности при обращении с РАО) рекомендуется выполнять в целях оценки радиационного воздействия на работников (персонал), выполняющих работы по обращению с РАО, а также на население и окружающую среду при обращении с РАО на ОИАЭ, включая сбор, сортировку, переработку, кондиционирование и хранение РАО, при нормальной эксплуатации ОИАЭ и нарушениях нормальной эксплуатации,

включая аварии при обращении с РАО, и подтверждения соблюдения принципов нормирования, обоснования и оптимизации при обращении с РАО.

7. Оценку безопасности при обращении с РАО до захоронения рекомендуется проводить на всех этапах жизненного цикла ОИАЭ – при выборе площадки и размещении ОИАЭ, его проектировании (сооружении) и эксплуатации ОИАЭ, в том числе при реконструкции и модернизации, а также при выводе из эксплуатации ОИАЭ.

8. При проектировании ОИАЭ оценку безопасности при обращении с РАО рекомендуется выполнять:

при разработке технических средств и организационных мероприятий по обращению с РАО;

при разработке технологических регламентов, рабочих и технологических инструкций и другой эксплуатационной документации по обращению с РАО.

9. При эксплуатации ОИАЭ оценку безопасности при обращении с РАО рекомендуется выполнять:

при разработке изменений, вносимых в проектно-конструкторскую и эксплуатационную документацию по важным для безопасности обращения с РАО системам и элементам, и оценке приемлемости таких изменений;

при обосновании возможности продления назначенного срока эксплуатации ОИАЭ.

10. При выводе из эксплуатации ОИАЭ оценку безопасности при обращении с РАО рекомендуется выполнять в целях разработки проектной и эксплуатационной документации по обращению с РАО, образующимися при выводе из эксплуатации ОИАЭ.

11. Оценку безопасности при обращении с РАО также рекомендуется выполнять в случае внесения изменений в проектную документацию (далее – проект) ОИАЭ и технологический регламент, важных для безопасности обращения с РАО.

12. Оценку безопасности при обращении с РАО до захоронения рекомендуется выполнять в объеме и с периодичностью, установленными эксплуатирующей организацией в соответствии с требованиями федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, регулирующих безопасность при обращении с РАО, и рекомендаций настоящего Руководства по безопасности.

13. Оценку безопасности при обращении с РАО рекомендуется выполнять на основе проектных материалов ОИАЭ с учетом фактического состояния ОИАЭ и соответствующих систем (элементов) обращения с РАО и эксплуатационной документации. При выполнении оценки безопасности рекомендуется учитывать значимые для безопасности обращения с РАО характеристики площадки ОИАЭ к моменту выполнения оценки.

14. При проведении оценки безопасности рекомендуется учитывать опыт эксплуатации ОИАЭ, в том числе результаты анализа нарушений при обращении с РАО на ОИАЭ, результаты выполненных ранее оценок безопасности, проведенных исследований, анализов и наблюдений, касающихся обращения с РАО, включая данные радиационного контроля, опыт проведения оценок безопасности для аналогичных ОИАЭ, а также рекомендации международных организаций по проведению оценки безопасности при обращении с РАО.

15. Оценку безопасности при обращении с РАО рекомендуется выполнять на основе дифференцированного подхода, при котором сложность применяемых методов моделирования и используемых программных средств определяется степенью потенциальной радиационной опасности ОИАЭ и РАО, подлежащих сбору, переработке, кондиционированию или хранению на ОИАЭ, а также величиной радиационных рисков, связанных с ОИАЭ или осуществляемой деятельностью по обращению с РАО, при этом детальность и полнота исследований отдельных факторов, явлений и процессов определяется их значимостью для обеспечения безопасности ППЗРО.

16. Оценку безопасности при обращении с РАО, выполняемую в целях

соблюдения принципа нормирования и обоснования, в том числе при разработке плана мероприятий по защите работников (персонала) населения при аварии, рекомендуется выполнять на основе консервативного подхода, при котором применяют параметры и исходные данные, а также допущения и предположения, заведомо приводящие к наиболее неблагоприятным результатам, то есть в предположении максимального радиационного воздействия ОИАЭ на работников (персонал), население и окружающую среду.

17. Оценку безопасности, выполняемую в целях реализации принципа оптимизации, минимизации доз облучения и числа облучаемых лиц при обращении с РАО, рекомендуется проводить на основе реалистичного подхода, предполагающего применение реалистичных допущений, предположений, параметров и исходных данных, в том числе полученных или подтвержденных экспериментальным путем.

18. Оценку безопасности при обращении с РАО в соответствии с дифференцированным подходом рекомендуется выполнять с применением методов детерминистического или вероятностного анализа или их комбинации.

19. При применении методов детерминистического анализа рекомендуется обосновывать степень консерватизма (реализма) принятых предположений, значений исходных данных и параметров, используемых в расчетах, при применении методов вероятностного анализа – выбранные вероятностные распределения.

20. Оценку безопасности при обращении с РАО, включая сбор и подготовку исходных данных и описание систем и процессов обращения с РАО, разработку сценариев обращения с РАО, соответствующих расчетных моделей и расчетных методик, выбор программных средств для проведения расчетов, выполнение расчетов, а также проведение анализа результатов расчетов, включая анализ неопределенностей и погрешностей, рекомендуется выполнять и документировать в соответствии с программой

обеспечения качества.

21. Результаты оценки безопасности при обращении с РАО рекомендуется представлять в проектной документации (далее – проект) ОИАЭ и отчете по обоснованию безопасности ОИАЭ в соответствии с требованиями федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, регулирующих безопасность при обращении с РАО и регламентирующих требования к составу и содержанию указанных документов.

### **III. Рекомендации по проведению оценки безопасности при обращении с радиоактивными отходами до захоронения при их сборе, переработке, кондиционировании и хранении**

22. Оценку безопасности при обращении с РАО рекомендуется выполнять путем последовательной реализации следующих этапов:

определение цели оценки безопасности при обращении с РАО, соответствующих этой цели критериев безопасности и определение оцениваемых параметров радиационного воздействия (расчетных величин) (например, цель – оценка воздействия на работников (персонал) при обращении с РАО при нормальной эксплуатации ОИАЭ, критерий – основные дозовые пределы для работников (персонала), расчетные величины – дозы внутреннего и внешнего облучения для работников (персонала);

описание систем обращения с РАО и формирование исходных данных, в том числе:

данных, характеризующих РАО как источник ионизирующего излучения и поступления радиоактивных веществ за пределы физических барьеров в помещения и окружающую среду, в том числе радионуклидного состава РАО, удельной активности, химического состава и агрегатного состояния, общей активности и объема РАО;

данных, характеризующих инженерно-технические средства радиационной защиты и их размещение, включая характеристики материалов и конструкции элементов упаковок РАО (в том числе контейнеров (упаковочных комплектов) и матрицы), схемы расположения защиты,



характеристики защитных материалов и их конструктивные особенности; условия размещения и компоновки сооружений и оборудования ОИАЭ, границы помещений и участков проведения работ, помещений временного и постоянного пребывания работников (персонала);

данных, характеризующих площадку размещения ОИАЭ, включая описание событий природного и техногенного характера, свойственных площадке размещения ОИАЭ, которые могут являться источником внешних воздействий на ОИАЭ и оказывать влияние на безопасность при обращении с РАО;

описание сценариев обращения с РАО на ОИАЭ, в том числе:

сценариев обращения с РАО при нормальной эксплуатации ОИАЭ, включающих описание этапов обращения с РАО, технологических процессов, условий и порядка проведения работ по обращению с РАО;

сценариев проектных и запроектных аварий при обращении с РАО на ОИАЭ;

разработка и описание расчетных (математических) моделей, выбор программных средств, используемых для оценки радиационного воздействия деятельности по обращению с РАО на работников (персонал), население и окружающую среду при нормальной эксплуатации ОИАЭ и авариях при обращении с РАО;

проведение численных расчетов радиационного воздействия на работников (персонал) и население, обусловленного деятельностью по обращению с РАО при нормальной эксплуатации ОИАЭ и при авариях, и их сопоставление с критериями безопасности с учетом погрешностей и неопределенностей.

23. В целях оценки радиационного воздействия при обращении с РАО на различных этапах обращения с РАО рекомендуется оценить, как минимум, следующие параметры:

при сборе РАО:

годовые эффективные и эквивалентные дозы облучения работников (персонала), а также годовые коллективные эффективные дозы облучения работников (персонала) при нормальной эксплуатации ОИАЭ;

эффективные и эквивалентные дозы облучения работников (персонала) за счет выхода ионизирующего излучения и (или) радиоактивных веществ при авариях, а также при ликвидации последствий аварии;

при переработке и кондиционировании РАО:

годовые эффективные и эквивалентные дозы, а также годовые коллективные эффективные дозы облучения работников (персонала), годовые эффективные дозы облучения населения, обусловленные внешним и внутренним облучением за счет выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду при нормальной эксплуатации ОИАЭ, а также уровни загрязнения объектов окружающей среды в объеме, рекомендуемом настоящим Руководством по безопасности;

эффективные и эквивалентные дозы облучения работников (персонала) за счет выхода ионизирующих излучений и (или) радиоактивных веществ в окружающую среду при авариях, а также при ликвидации последствий аварии; эффективные дозы облучения населения, обусловленные внешним и внутренним облучением за счет выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду при авариях; риски потенциального облучения для работников (персонала) и населения; уровни загрязнения объектов окружающей среды в объеме, рекомендуемом настоящим Руководством по безопасности;

при хранении РАО:

годовые эффективные и эквивалентные дозы, а также годовые коллективные эффективные дозы облучения работников (персонала), годовые эффективные дозы облучения населения, обусловленные внешним и внутренним облучением за счет выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду и возможной миграции радиоактивных веществ с грунтовыми водами из хранилищ РАО при нормальной эксплуатации ОИАЭ;

а также уровни загрязнения объектов окружающей среды в объеме, рекомендуемом настоящим Руководством по безопасности;

эффективные и эквивалентные дозы облучения работников (персонала) за счет выхода ионизирующих излучений и (или) радиоактивных веществ в окружающую среду, а также при ликвидации последствий аварии, эффективные дозы облучения населения, обусловленные внешним и внутренним облучением за счет выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду и возможной миграции радиоактивных веществ из хранилищ РАО при авариях, риски потенциального облучения для работников (персонала) и населения, уровни загрязнения объектов окружающей среды в объеме, рекомендуемом настоящим Руководством по безопасности.

24. В качестве исходных данных для выполнения оценки безопасности при обращении с РАО рекомендуется использовать данные технического задания на проектирование систем обращения с РАО на ОИАЭ, проектной и эксплуатационной документации ОИАЭ, данные, полученные в результате проведенных изысканий, исследований и наблюдений, выполненных при размещении, сооружении, эксплуатации и выводе из эксплуатации (закрытии) ОИАЭ, включая данные радиационного контроля, справочные данные (при необходимости), с учетом имеющегося отечественного и зарубежного опыта.

25. Оценивая безопасность при обращении с РАО в условиях нормальной эксплуатации ОИАЭ и при определении сценариев аварий, обусловленных обращением с РАО, рекомендуется учитывать все потенциально значимые факторы, процессы, особенности и условия, возникающие в процессе обращения с РАО и определяющие возможное радиационное воздействие в результате деятельности по обращению с РАО на работников (персонал), население и окружающую среду в соответствии с требованиями федеральных норм и правил в области использования атомной энергии.

26. Для расчета доз облучения работников (персонала), выполняющих работы по обращению с РАО при нормальной эксплуатации ОИАЭ, рекомендуется разделить ОИАЭ, на котором осуществляется деятельность по обращению с РАО, на отдельные зоны, в которых выполняются отдельные виды работ, и оценить время пребывания работников (персонала) в каждой из зон. Рассчитывать индивидуальные дозы облучения рекомендуется суммированием доз облучения, получаемых работниками (персоналом) за время выполнения работ в указанных зонах.

27. Разбиение пространства проведения работ на зоны и установление промежутков времени проведения работ рекомендуется проводить на основе проекта ОИАЭ, технологических регламентов и инструкций, определяющих порядок ведения работниками (персоналом) технологического процесса и отдельных операций по обращению с РАО.

28. При анализе аварий в процессе обращения с РАО рекомендуется рассмотреть исходные события, которые могут привести к проектным авариям, а также возможные запроектные аварии. При анализе аварий рекомендуется рассмотреть последствия исходных событий проектных аварий и последствия запроектных аварий, обусловленных:

внешними воздействиями природного и техногенного характера, свойственными району и площадке размещения ОИАЭ;

внутренними воздействиями, в том числе:

затоплениями;

пожарами;

взрывами, в том числе накопленных газов;

возникновением самоподдерживающейся цепной реакции деления;

падением упаковок РАО при транспортно-технологических операциях;

падением технологического оборудования и строительных конструкций на упаковки РАО;

отказами систем обращения с РАО;

нарушениями в обеспечивающих системах (энергоснабжения,

теплоотвода, вентиляции);

нарушениями герметичности оборудования, выброс/утечка радиоактивных и химических веществ из оборудования;

ошибками работников (персонала).

29. Анализ сценария возникновения и протекания рассматриваемой аварии при обращении с РАО и возможных последствий рекомендуется проводить в соответствии с нижеприведенной структурой:

описание исходного события (для проектных аварий);

описание исходного состояния систем (элементов), важных для безопасности;

определение численных значений параметров воздействия, учитываемых при проведении анализа;

описание принятого сценария развития аварии;

описание функционирования (с учетом возможных отказов) сооружений, систем (элементов), важных для безопасности;

описание действий работников (персонала) с учетом возможных ошибочных действий;

анализ возможных радиационных последствий аварии.

30. При выполнении оценок максимальной годовой эффективной дозы облучения населения при нормальной эксплуатации ОИАЭ за счет внутреннего и внешнего облучения, обусловленного выбросами радиоактивных веществ в атмосферный воздух, и соответствующих уровней радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды рекомендуется руководствоваться положениями руководства по безопасности РБ-106-15 «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух», утвержденного приказом Ростехнадзора от 11 ноября 2015 г. № 458.

31. При выполнении оценки радиационного воздействия вследствие аварий, произошедших при обращении с РАО, рекомендуется определять:

максимальную индивидуальную эффективную дозу облучения работников (персонала) ОИАЭ, которые могут подвергнуться радиационному воздействию вследствие аварии, за счет внешнего и внутреннего облучения;

максимальную индивидуальную эффективную дозу облучения персонала, задействованного в ликвидации последствий аварии;

максимальную эффективную дозу облучения населения за счет внешнего и внутреннего облучения с учетом возможных путей облучения;

риски потенциального облучения для работников (персонала) и населения;

границы и уровни возможного радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды.

32. При оценке уровней загрязнения объектов окружающей среды рекомендуется определять содержание радионуклидов в подземных и поверхностных водах, в том числе питьевой воде, донных отложениях водных объектов, приземном слое атмосферного воздуха, почве, растительности, пищевых продуктах.

33. Для выполнения численных расчетов оценки радиационного воздействия при обращении с РАО рекомендуется применять специализированные программные средства, аттестованные Ростехнадзором. В случае отсутствия аттестованных программных средств рекомендуется использовать верифицированные программные средства.

34. При анализе результатов оценки безопасности рекомендуется оценить погрешности и неопределенности результатов расчетов, обусловленные погрешностью и неопределенностью исходных данных, параметров расчета, неопределенностью сценариев, расчетных моделей и расчетных методик. Количественные результаты оценки безопасности рекомендуется представлять с учетом результатов такого анализа.

35. При анализе погрешностей и неопределенностей результатов рекомендуется оценить их с точки зрения источника, характера, величины

и влияния на результат расчетов с использованием количественных и качественных методов.

36. При выполнении оценки безопасности рекомендуется стремиться к тому, чтобы неопределенности и погрешности не оказывали принципиального влияния на выводы и решения, принимаемые на основе результатов оценки безопасности.

---

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1  
к Руководству по безопасности при  
использовании атомной энергии  
«Оценка безопасности при обращении с  
радиоактивными отходами до  
захоронения», утвержденному приказом  
Федеральной службы по экологическому,  
технологическому и атомному надзору  
от «14» декабря 2016г. № 534

**Пример оценки безопасности при хранении радиоактивных отходов**

Данное приложение содержит пример оценки безопасности при обращении с РАО в условиях нормальной эксплуатации пункта хранения РАО (далее – ПХРО-1) при извлечении РАО из ячейки ПХРО-1.

Целью оценки безопасности является оценка радиационного воздействия на персонал при выполнении операций по извлечению РАО из ячейки ПХРО-1 в условиях нормальной эксплуатации ПХРО-1. Оценка радиационного воздействия на население не проводится, поскольку операции по извлечению РАО осуществляются в изолированном помещении, конструкция которого исключает значимый выход радиоактивных веществ за его пределы.

В качестве критерия безопасности персонала группы А принят предел годовой эффективной дозы 20 мЗв/год. Предполагается, что персонал группы Б не задействован в работах по извлечению РАО.

Для оценки использовался следующий набор исходных данных.

Рассматриваемый ПХРО-1 относится к заглубленному типу. Размеры ячейки ПХРО-1: длина 15 м, ширина 5 м, глубина 3 м. Вместимость ячейки ПХРО-1 – 200 м<sup>3</sup>. В ПХРО-1 размещены низкоактивные твердые РАО (далее – ТРО) в металлических контейнерах с внешними размерами 1,7×1,8×1,4 м и внутренним объемом 3,6 м<sup>3</sup>. Удельная активность ТРО, содержащихся в металлическом контейнере, равна 10<sup>3</sup> кБк/кг, радионуклидный состав ТРО – <sup>60</sup>Со (100%). Масса ТРО в контейнере равна 7200 кг.



При выполнении работ по извлечению ТРО из ПХРО-1 выделены следующие участки проведения работ, которые представлены на рис. 1:

А – ПХРО-1;

В – участок радиационного контроля, дезактивации и загрузки упаковок ТРО в транспортный контейнер;

С – участок, оборудованный биологической защитой.

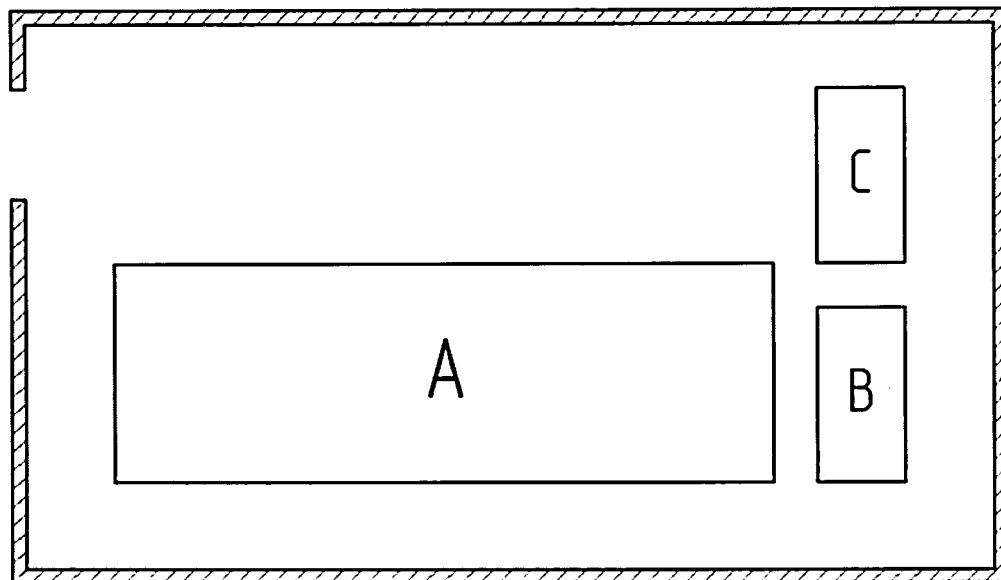


Рис. 1. Участки проведения работ по извлечению ТРО

При выполнении работ по извлечению ТРО задействован следующий персонал: дозиметрист, стропальщик, крановщик.

Перечень операций, необходимых для извлечения ТРО из ячейки ПХРО-1, персонал, задействованный в данных операциях, а также длительность выполнения указанных операций приведены в таблице № 1 настоящего приложения.

В таблице № 1 приведена последовательность выполнения работ по извлечению одной упаковки РАО из ячейки ПХРО-1. Для каждой операции задано местонахождение персонала и указаны выполняемые персоналом работы.

Расчет проводится с использованием аналитических формул, не требующих верификации.

**Последовательность выполнения работ  
по извлечению одной упаковки ТРО**

№ п/п	Наименование операции	Участки проведения работ			Длительность операции, минуты
		Стропальщик	Крановщик	Дозиметрист	Максимум
1	Дозиметрист спускается в ячейку ПХРО-1 и проводит визуальное обследование упаковок ТРО	С	С	А	25
2	Установка транспортного контейнера на участок проведения радиометрических измерений, дезактивация упаковок ТРО и их загрузка в транспортный контейнер	В	В	С	30
3	Стропальщик спускается в ячейку ПХРО-1 и закрепляет грузозахватное приспособление на упаковке ТРО	А	С	С	8
5	Крановщик производит подъем упаковки ТРО на высоту 100 мм, убеждается в надежности зацепного приспособления и строповки	С	А	С	5
6	Крановщик перемещает упаковку ТРО в транспортный контейнер	В	А	С	20
7	Дозиметрист проводит радиационный контроль транспортного контейнера (измерение мощности эквивалентной дозы от наружных поверхностей контейнера и отбор мазков для измерения снимаемого поверхностного загрязнения контейнера)	С	С	В	5
8	Стропальщик производит расстроповку упаковки РАО	В	С	С	5

Примечание: расчет доз производится только для участков А и В

Расчет индивидуальной эффективной дозы облучения  $i$ -го работника при выполнении работ при извлечении  $n$ -й упаковки ТРО из ячейки ПХРО-1 этапе выполняется по формуле:

$$D_{i,n} = \frac{1}{60} \sum_j W_{i,n,j} \cdot T_{i,n,j}, \quad (1)$$

где:  $n$  – номер извлекаемой упаковки ТРО;  $W_{i,n,j}$  – максимальная мощность амбиентного эквивалента дозы на участке проведения работ при соответствующей операции для  $i$ -го работника, мЗв/час, которая получена по результатам измерений (принимается равной для участка А – 3,04 мЗв/ч, для участка В – 1,19 мЗв/ч);  $j$  – номер операции;  $T_{i,n,j}$  – длительность выполнения  $i$ -тым работником соответствующей  $j$ -той операции, мин.

Расчет величины годовой дозы облучения для  $i$ -го работника при осуществлении всего объема работ выполняется по формуле:

$$D_i = \sum_n D_{i,n} \quad (2)$$

Рассчитанные суммарные (по все операциям, выполняемым одним работником) дозы облучения для персонала, участвующего в извлечении одной упаковки РАО из ПХРО-1, приведены в таблице № 2 настоящего приложения.

Таблица № 2

**Суммарные дозы облучения персонала  
при извлечении одной упаковки ТРО**

Специальность	Суммарная доза, мЗв
Стропальщик	1,49
Дозиметрист	1,36
Крановщик	1,88

Исходя из суммарной дозы облучения персонала, оценивались годовые эффективные дозы при условии, что в течение одного года проводятся работы по извлечению 50 упаковок ТРО и на каждую из специальностей

приходится по 1 работнику. Полученные результаты представлены в таблице № 3 настоящего приложения.

Таблица № 3

**Годовые эффективные дозы облучения персонала**

Специальность	Суммарная доза, мЗв/год
Стропальщик	74,5
Дозиметрист	68,0
Крановщик	94,0

Из результатов расчетов видно, что критерий безопасности (для персонала группы А – 20 мЗв/год) будет превышен для каждой специальности. Следовательно, с целью снижения радиационного воздействия на персонал рекомендуется увеличить соответствующим образом количество персонала каждой специальности, занятого при выполнении данных работ. Таким образом, минимальное количество персонала для безопасного выполнения работ составляет: стропальщики – 4 человека, дозиметристы – 4 человека, крановщики – 5 человек.

---