

**Государственная корпорация по атомной энергии "РОСАТОМ"**



**НО РАО**

**Федеральное государственное унитарное предприятие «Национальный  
оператор по обращению с радиоактивными отходами»  
ФГУП «НО РАО»**

**Пункт захоронения радиоактивных отходов низкого и среднего  
уровня активности в районе расположения Ленинградского  
отделения филиала «Северо-Западного территориального округа  
ФГУП «РосРАО»**

**Предварительные материалы по оценке воздействия на  
окружающую среду**

ЭКЗЕМПЛЯР №1 Администрация  
Сосновоборского городского округа  
Дата опубликования: 20.11.2013  
От имени заказчика \_\_\_\_\_

Москва  
2013

## Исполнители

Ответственный исполнитель:

Главный геолог, д.г.-м.н.

С.Л. Спешилов

Заместитель директора по эксплуатации, к.т.н.

А.С. Баринов

Заместитель директора по капитальному  
строительству, к.т.н.

Н.Ф. Лобанов

Начальник отдела, к.т.н.

А.В. Ткаченко

Эксперт

С.А. Ситников

Эксперт

А.Э. Черкесов

Настоящая работа выполнена на основании данных, приведённых в Материалах оценки воздействия на окружающую среду, откорректированных в соответствии с замечаниями, представленными членами рабочей группы по проведению общественных обсуждений материалов ОВОС: «Заглубленный пункт захоронения радиоактивных отходов низкого и среднего уровня активности в районе размещения Ленинградского отделения филиала «Северо-Западного территориального округа ФГУП «РосРАО», ФГУП «РосРАО», ВНИПИЭТ, Москва, 2011.

## Содержание

|       |                                                                                                       |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.    | Термины и определения .....                                                                           | 7  |
| 2.    | Введение.....                                                                                         | 13 |
| 3.    | Физико-географическое описание региона размещения ПЗРО и<br>характеристика геологических условий..... | 18 |
| 3.1.  | Географические условия.....                                                                           | 18 |
| 3.2.  | Климатические условия.....                                                                            | 20 |
| 3.3.  | Геолого-гидрогеологические условия.....                                                               | 24 |
| 3.4.  | Сейсмические условия.....                                                                             | 30 |
| 3.5.  | Тектонические условия.....                                                                            | 31 |
| 3.6.  | Гидрография и гидрология.....                                                                         | 34 |
| 3.7.  | Режим уровня Копорской губы .....                                                                     | 34 |
| 3.8.  | Водный режим рек .....                                                                                | 35 |
| 3.9.  | Растительный мир .....                                                                                | 35 |
| 3.10. | Леса.....                                                                                             | 36 |
| 3.11. | Болота .....                                                                                          | 42 |
| 3.12. | Луга.....                                                                                             | 45 |
| 3.13. | Животный мир .....                                                                                    | 47 |
| 4.    | Социально-экономическая характеристика района размещения ПЗРО.....                                    | 51 |
| 4.1.  | Демографическая характеристика .....                                                                  | 51 |
| 4.2.  | Прогноз демографического развития области на перспективу до 2025<br>года                              | 55 |
| 4.3.  | Землепользование и сельское хозяйство .....                                                           | 57 |
| 4.4.  | Промышленность и транспорт.....                                                                       | 57 |
| 4.5.  | Результаты социально-гигиенического мониторинга .....                                                 | 58 |
| 5.    | Характеристика существующей обстановки в районе расположения ПЗРО                                     | 64 |
| 5.1.  | Состояние наземных экосистем.....                                                                     | 65 |

|       |                                                                                                                                     |     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2.  | Анализ радиационной обстановки по результатам наблюдений, выполненных в 2010 -2013 году.....                                        | 69  |
| 5.3.  | Оценка объема радиоактивных отходов по состоянию на 2013 год....                                                                    | 73  |
| 5.4.  | Состояние водных экосистем.....                                                                                                     | 73  |
| 5.5.  | Содержание радионуклидов в воде водных объектов.....                                                                                | 73  |
| 5.6.  | Содержание радионуклидов в донных отложениях .....                                                                                  | 75  |
| 5.7.  | Содержание радионуклидов в высшей водной растительности .....                                                                       | 76  |
| 5.8.  | Содержание радионуклидов в рыбе .....                                                                                               | 77  |
| 6.    | Варианты создания ПЗРО.....                                                                                                         | 78  |
| 6.1.  | «Нулевой» вариант.....                                                                                                              | 78  |
| 7.    | Предлагаемый вариант ПЗРО .....                                                                                                     | 89  |
| 7.1.  | Состав объектов и систем ПЗРО.....                                                                                                  | 89  |
| 7.2.  | Характеристика РАО и упаковок, поступающих на захоронение .....                                                                     | 98  |
| 7.3.  | Транспортно-технологическая схема обращения с упаковками РАО                                                                        | 104 |
| 7.4.  | Инженерные системы .....                                                                                                            | 106 |
| 7.4.1 | Система отопления и вентиляции .....                                                                                                | 106 |
| 7.4.2 | Система водоснабжения и канализации .....                                                                                           | 109 |
| 7.4.3 | Система геомониторинга.....                                                                                                         | 111 |
| 7.4.4 | Система радиационного контроля.....                                                                                                 | 111 |
| 7.5.  | Прогноз социально-экономических последствий сооружения ПЗРО, в т.ч. развитие медицинского обслуживания населения и образования..... | 113 |
| 8.    | Обоснование решений по обеспечению радиационной безопасности.....                                                                   | 115 |
| 8.1.  | Реализация концепции радиационной безопасности .....                                                                                | 124 |
| 8.2.  | Критерии и пределы радиационной безопасности .....                                                                                  | 127 |
| 8.3.  | Процедура подготовки РАО к захоронению .....                                                                                        | 132 |
| 8.4.  | Оценка влияния сооружения ПЗРО в условиях существующей техногенной нагрузки и прогноз ФМБА дозовых нагрузок на население .....      | 135 |
| 9.    | Оценка воздействия на окружающую среду в период эксплуатации ПЗРО                                                                   | 139 |
| 9.1.  | Радиационная обстановка при нормальной эксплуатации ПЗРО .....                                                                      | 140 |

|         |                                                                                                             |     |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.2.    | Радиационная обстановка на ПЗРО при авариях .....                                                           | 141 |
| 9.3.    | Проектная авария .....                                                                                      | 142 |
| 9.4.    | Запроектная авария .....                                                                                    | 142 |
| 9.5.    | Оценка возможных доз облучения населения в результате аварий ..                                             | 143 |
| 9.6.    | Обращение с отходами, образующимися при эксплуатации ПЗРО ..                                                | 145 |
| 10.     | Воздействие ПЗРО на окружающую среду при его закрытии .....                                                 | 147 |
| 11.     | Оценка воздействия ПЗРО на окружающую среду в<br>постэксплуатационный период .....                          | 153 |
| 11.1.   | Модель миграции радионуклидов в глинах .....                                                                | 153 |
| 11.2.   | Сценарий нормальной эволюции ПЗРО .....                                                                     | 160 |
| 11.3.   | Сценарии эволюции ПЗРО при возможных воздействиях .....                                                     | 161 |
| 11.4.   | Результаты оценки воздействия ПЗРО на окружающую среду в<br>постэксплуатационный период .....               | 165 |
| 12.     | Воздействие на окружающую среду при проведении строительно-<br>монтажных работ.....                         | 165 |
| 12.1.   | Потребность строительства ПЗРО в основных строительных<br>механизмах, машинах и транспортных средствах..... | 165 |
| 12.2.   | Оценка воздействия на окружающую среду при строительстве ПЗРО<br>167                                        |     |
| 12.2.1. | Характеристика объекта как источника загрязнения атмосферного<br>воздуха                                    | 167 |
| 12.2.2. | Сведения о возможных аварийных и залповых выбросах .....                                                    | 170 |
| 12.2.3. | Мероприятия по уменьшению выбросов в атмосферу .....                                                        | 170 |
| 12.2.4. | Анализ загрязнения атмосферного воздуха.....                                                                | 171 |
| 12.2.5. | Контроль выбросов в атмосферу .....                                                                         | 173 |
| 12.3.   | Расчёт объёмов извлечённых грунтов и оценка их соответствия<br>санитарным нормам.....                       | 173 |
| 12.3.1. | Расчёт объёмов извлечённых грунтов .....                                                                    | 173 |
| 12.3.2. | Классификация извлекаемых грунтов с позиций их соответствия<br>санитарным нормам .....                      | 174 |

|         |                                                                                                                       |     |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 12.4.   | Основные решения по размещению извлекаемых грунтов .....                                                              | 183 |
| 12.5.   | Миграция животных и птиц связанная со строительством и эксплуатацией ПЗРО.....                                        | 185 |
| 13.     | Решения по мониторингу окружающей среды .....                                                                         | 185 |
| 13.1.   | Общие положения по мониторингу окружающей среды .....                                                                 | 185 |
| 13.2.   | Принципиальные решения по организации мониторинга окружающей среды на всех этапах жизненного цикла ПЗРО .....         | 189 |
| 13.2.1. | Границы и объекты наблюдений .....                                                                                    | 189 |
| 13.2.2. | Программы мониторинга.....                                                                                            | 190 |
| 13.2.3. | Принципиальные решения по организации мониторинга до начала строительства.....                                        | 192 |
| 13.2.4. | Принципиальные решения по организации мониторинга окружающей среды при строительстве ПЗРО.....                        | 193 |
| 13.2.5. | Принципиальные решения по организации мониторинга окружающей среды в эксплуатационный период.....                     | 195 |
| 13.2.6. | Принципиальные решения по организации мониторинга окружающей среды в постэксплуатационный период .....                | 196 |
| 13.2.7. | Общественный экологический контроль .....                                                                             | 198 |
| 13.2.8. | Муниципальный экологический контроль .....                                                                            | 199 |
| 14.     | Принципиальные решения по учету РВ и РАО в ПЗРО .....                                                                 | 201 |
| 15.     | Пригодность геологической среды на территории ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» для создания безопасного ПЗРО.....             | 203 |
| 16.     | Заключение .....                                                                                                      | 207 |
| 17.     | Перечень принятых сокращений.....                                                                                     | 211 |
| 18.     | Перечень действующих нормативно-правовых актов РФ, использованных при подготовке предварительных материалов ОВОС..... | 213 |
| 19.     | Список использованных источников .....                                                                                | 217 |

## 1. Термины и определения

**Авария запроектная** - авария, вызванная не учитываемыми для проектных аварий исходными событиями или сопровождающаяся дополнительными по сравнению с проектными авариями отказами систем безопасности сверх единичного отказа, реализацией ошибочных решений работников (персонала);

**Авария проектная** - авария, для которой проектом определены исходные события и конечные состояния и предусмотрены системы безопасности, обеспечивающие с учетом принципа единичного отказа систем безопасности или одной независимой от исходного события ошибки работников (персонала) ограничение ее последствий установленными для таких аварий пределами;

**Альфа-содержащие радиоактивные отходы** - радиоактивные отходы, содержащие один или более альфа-излучающих радионуклидов;

**Барьер для обеспечения безопасности населения и окружающей среды (далее - барьер для обеспечения безопасности)** - упаковка радиоактивных отходов, инженерная конструкция пункта хранения радиоактивных отходов и их отдельные части или элемент природного геологического образования, препятствующие распространению радионуклидов и (или) ионизирующего излучения в окружающую среду;

**Ближняя зона** - часть природного геологического образования, окружающего захоронение, характеристики которого меняются или могут измениться под воздействием захораниваемых радиоактивных отходов;

**Битумирование радиоактивных отходов** - включение радиоактивных отходов в битумный матричный материал;

**Вывод из эксплуатации пункта хранения радиоактивных отходов** - деятельность, которая осуществляется после удаления радиоактивных отходов из пункта их хранения и направлена на приведение его в состояние, исключающее дальнейшее использование этого пункта для хранения радиоактивных отходов и обеспечивающее безопасность населения и окружающей среды;

**Выдержка радиоактивных отходов** - хранение радиоактивных отходов с целью уменьшения радиоактивности и снижения тепловыделения за счет распада короткоживущих радионуклидов;

**Выщелачивание радиоактивных отходов** - экстрагирование растворителем отдельных компонентов из отвержденных и твердых радиоактивных отходов;

**Выщелачиваемость радиоактивных отходов** - свойство отвержденных радиоактивных отходов, определяющее способность перехода их компонентов в растворитель;

**Газообразные радиоактивные отходы** - радиоактивные отходы в виде газовых и аэрозольных выбросов;

**Долгоживущие отходы** - радиоактивные отходы, содержащие радионуклиды с периодом полураспада более 30 лет;

**Допустимый выброс газообразных радиоактивных отходов** - уровень мощности выброса газообразных радиоактивных отходов, устанавливаемый в качестве рабочей нормы, но не выше предельно допустимого выброса;

**Допустимый установленный сброс жидких радиоактивных отходов** - жидкие радиоактивные отходы, удаляемые в окружающую среду в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности;

**Жидкие радиоактивные отходы** - радиоактивные отходы в виде водных или жидких органических продуктов, содержащих радионуклиды в растворенной форме или в виде взвесей;

**Закрытие пункта захоронения радиоактивных отходов** - деятельность по приведению пункта захоронения радиоактивных отходов в состояние, обеспечивающее безопасность населения и окружающей среды в течение периода потенциальной опасности размещенных в нем радиоактивных отходов, которая осуществляется после завершения технологических операций по размещению в нем радиоактивных отходов;

**Захоронение радиоактивных отходов в глубоких геологических формациях** - захоронение радиоактивных отходов на глубине нескольких сотен метров ниже поверхности земли в геологически устойчивых континентальных формациях;

**Захоронение радиоактивных отходов (далее также - захоронение)** - безопасное размещение радиоактивных отходов в пункте захоронения радиоактивных отходов без намерения их последующего извлечения;

**Кадастр пунктов хранения радиоактивных отходов** - систематизированный свод документированных сведений о пунктах хранения радиоактивных отходов, о субъектах права собственности на такие пункты и о размещенных в таких пунктах радиоактивных отходах;

**Кондиционирование радиоактивных отходов** - технологические операции по приведению радиоактивных отходов в физическую форму и состояние, пригодные для их захоронения и соответствующие критериям приемлемости;



**Контейнер радиоактивных отходов** - ёмкость для радиоактивных отходов, используемая для удобства их транспортирования, хранения и захоронения;

**Консервация** - завершение размещения радиоактивных отходов, засыпка и закрытие пункта захоронения и подходов к нему и прекращение деятельности в любых связанных с ним сооружениях;

**Короткоживущие отходы** - радиоактивные отходы, содержащие радионуклиды с периодом полураспада менее 30 лет;

**Критерии приемлемости радиоактивных отходов для их захоронения (далее также - критерии приемлемости)** - требования к физико-химическим свойствам радиоактивных отходов и упаковкам радиоактивных отходов, установленные в целях безопасного захоронения радиоактивных отходов и обязательные для исполнения;

**Локализация радиоактивных отходов** - действия, направленные на предотвращение распространения радионуклидов радиоактивных отходов за установленные границы;

**Матричный материал** - материал, используемый для перевода радиоактивных отходов в монолитную структуру;

**Модельные испытания** - испытания методов, процессов, аппаратов или инструментов, предназначенных для обращения с радиоактивными отходами, путем использования нерадиоактивных материалов или материалов с радиоактивной меткой;

**Многобарьерная система (захоронения)** - система захоронения радиоактивных отходов, применяющая два или более независимых барьеров для изоляции радиоактивных отходов от среды обитания человека;

**Накопленные радиоактивные отходы** - радиоактивные отходы, образовавшиеся до дня вступления в силу Федерального закона от 11.07.2011 № 190-ФЗ и внесенные в реестр радиоактивных отходов в порядке, установленном настоящим Федеральным законом;

**Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами (далее также - национальный оператор)** - юридическое лицо, уполномоченное в соответствии с настоящим Федеральным законом осуществлять деятельность по захоронению радиоактивных отходов и иные виды деятельности по обращению с радиоактивными отходами;

**Обращение с радиоактивными отходами** - деятельность по сбору, сортировке, переработке, кондиционированию, перевозке, хранению и захоронению радиоактивных отходов;

**Остекловывание радиоактивных отходов** - перевод радиоактивных отходов в стеклоподобную форму;

**Отверждение радиоактивных отходов** - перевод жидких радиоактивных отходов в твердое агрегатное состояние с целью уменьшения возможности миграции или рассеяния радионуклидов;

**Отвержденные радиоактивные отходы** - жидкие радиоактивные отходы, переведенные в твердую форму;

**Отработавший закрытый источник ионизирующего излучения** - источник ионизирующего излучения, который не подлежит дальнейшему использованию и устройство которого исключает поступление содержащихся в нем радиоактивных веществ в окружающую среду;

**Переработка радиоактивных отходов** - технологические операции, выполняемые в целях изменения физической формы, агрегатного состояния и (или) физико-химических свойств радиоактивных отходов для их последующего кондиционирования;

**Период потенциальной опасности радиоактивных отходов** - срок, в течение которого уровни радиоактивности радиоактивных отходов снижаются до показателей, при которых не требуется радиационный контроль;

**Постэксплуатационный период** - период функционирования пункта захоронения после его консервации;

**Предельно допустимый выброс газообразных радиоактивных отходов** - норматив мощности выброса газообразных радиоактивных отходов, определяемый по пределу дозы излучения с учетом всех путей внешнего и внутреннего облучения;

**Промежуточное хранение радиоактивных отходов** - хранение не приведенных в соответствие с критериями приемлемости радиоактивных отходов;

**Приповерхностное захоронение радиоактивных отходов** - захоронение радиоактивных отходов на поверхности земли или на глубине до 100 м от поверхности земли;

**Пункт захоронения радиоактивных отходов** - пункт хранения радиоактивных отходов, предназначенный для размещения радиоактивных отходов без намерения их последующего извлечения и обеспечивающий радиационную безопасность работников такого пункта, населения и окружающей среды в течение периода потенциальной опасности радиоактивных отходов;

**Пункт приповерхностного захоронения радиоактивных отходов** - пункт захоронения радиоактивных отходов, включающий в себя сооружение, размещенное

на одном уровне с поверхностью земли или на глубине до ста метров от поверхности земли;

**Пункт долговременного хранения радиоактивных отходов** - пункт хранения радиоактивных отходов, срок эксплуатации которого определен проектом, но порядок вывода из эксплуатации и меры по выводу из эксплуатации которого не предусмотрены;

**Пункт временного хранения радиоактивных отходов** - пункт хранения удаляемых радиоактивных отходов, проектом которого определен срок его эксплуатации и предусмотрены порядок вывода из эксплуатации и меры по выводу его из эксплуатации;

**Пункт размещения особых радиоактивных отходов** - природный объект или объект техногенного происхождения, содержащие особые радиоактивные отходы, не изолированные от окружающей среды, либо объект, содержащий особые радиоактивные отходы, срок изоляции которых от окружающей среды не установлен;

**Радиоактивные отходы** - не подлежащие дальнейшему использованию изделия, материалы, вещества и биологические объекты, содержащие радионуклиды в количествах, превышающих значения, установленные действующими нормами радиационной безопасности;

**Реестр радиоактивных отходов** - систематизированный свод документированных сведений о радиоактивных отходах, полученных в результате первичной регистрации радиоактивных отходов и мест их размещения, а также о радиоактивных отходах, переданных национальному оператору;

**Сбор радиоактивных отходов** - мероприятия по локализации радиоактивных отходов для предотвращения их распространения;

**Система захоронения радиоактивных отходов** - совокупность природного геологического образования, пункта захоронения и помещенных в него упаковок радиоактивных отходов;

**Скорость выщелачивания радиоактивных отходов** - скорость перехода компонентов радиоактивных отходов в растворитель;

Примечание: Термин обычно относится к характеристике отвержденных радиоактивных отходов.

**Смешанные радиоактивные отходы** - радиоактивные отходы, содержащие химически токсичные вещества;

**Среда выщелачивания** - растворитель, который находится в контакте с твердыми или отвержденными отходами;

**Твердые радиоактивные отходы** - радиоактивные отходы в виде твердых материалов, содержащих радионуклиды;

**Термическая устойчивость отвержденных радиоактивных отходов** - способность отвержденных радиоактивных отходов выдерживать тепловые нагрузки и сохранять заданные свойства без ухудшения характеристик ниже установленных пределов;

**Трансурановые радиоактивные отходы** - радиоактивные отходы, содержащие радионуклиды с атомными номерами более 92 в количестве, превышающем установленные пределы;

**Тепловая нагрузка** - тепловая мощность тепловыделяющих радиоактивных отходов, приходящаяся на данную площадь или объем;

**Тепловыделяющие радиоактивные отходы** - радиоактивные отходы, энергия радиоактивного распада радионуклидов в которых увеличивает температуру отходов и окружающей среды;

**Удельная активность радиоактивных отходов** - активность на единицу массы радиоактивных отходов;

**Упаковка радиоактивных отходов** - контейнер с помещенными в него радиоактивными отходами, подготовленными для транспортирования, хранения и захоронения;

**Хранение радиоактивных отходов** - размещение радиоактивных отходов в хранилище, обеспечивающем их изоляцию от окружающей среды, с возможностью последующего извлечения;

**Хранилище радиоактивных отходов** - инженерное сооружение для временного размещения радиоактивных отходов с последующим извлечением для переработки или захоронения;

**Цементирование радиоактивных отходов** - включение радиоактивных отходов в цементный матричный материал;

**Эксплуатационный период** - период функционирования пункта захоронения во время его загрузки и консервации и при эксплуатации других объектов ПЗРО.

## 2. Введение

Ленинградская область является одним из субъектов Российской Федерации, где сосредоточены предприятия атомной энергетики, а также исследовательские организации и медицинские учреждения, в процессе деятельности которых образуются радиоактивные отходы. Основными источниками образования и пунктами хранения РАО в Ленинградской области являются ЛАЭС, Ленинградское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО»), ЗАО «Экомет-С», НИТИ им. А.П. Александрова и др.

По прогнозам количество накопленных и образующихся кондиционированных отходов к 2030 году может составить 200 – 250 тыс. м<sup>3</sup>.

На действующих предприятиях имеются и строятся новые установки по обращению с РАО. Наличие и производительность установок переработки РАО позволит кондиционировать РАО в упаковки, отвечающие критериям приемлемости для их окончательной изоляции.

Основное количество радиоактивных отходов, накопленных и образующихся в Северо-Западном округе, представляют собой отходы низкого и среднего уровней удельной активности, содержащие радионуклиды с периодом полураспада не более 30 лет, включая изотоп <sup>137</sup>Cs.

Радиоактивные отходы, находящиеся на территории ЛАЭС и ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО», хранятся в наземных сооружениях, которые не могут быть переведены в статус ПЗРО. В силу этого существует необходимость поиска решения проблемы удаления этих РАО из сферы человеческой жизнедеятельности.

Современным и технически осуществимым способом решения этой проблемы является захоронение накопленных, а так же вновь образующихся, твердых и отверждённых радиоактивных отходов в приповерхностном пункте захоронения радиоактивных отходов заглубленного типа.

Приповерхностные пункты захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) низкого и среднего уровня активности, содержащие короткоживущие радионуклиды, эксплуатируются в Испании и Франции.

Заглубленные ПЗРО эксплуатируются в Швеции, Финляндии, Германии и Венгрии.

Проекты заглубленных ПЗРО разрабатываются в Бельгии, Швейцарии и некоторых других европейских странах.

Целесообразность создания пункта захоронения в Сосновоборском районе Ленинградской области обусловлена:

- наличием законодательной и нормативной базы в области захоронения радиоактивных отходов в целом;
- сосредоточением основных поставщиков РАО в Сосновоборской промышленной зоне, что исключает необходимость транспортирования РАО по дорогам общего пользования;
- наличием большого количества накопленных РАО (и непрерывным образованием их в будущем), достаточном для создания ПЗРО с оптимальными технико-экономическими показателями;
- предстоящим выводом из эксплуатации объектов использования атомной энергии;
- наличием в регионе благоприятных геолого-гидрогеологических условий для подземного захоронения РАО;
- наличием концептуальных проектов, разработанных с участием зарубежных специалистов;
- наличием в Санкт-Петербурге и Ленинградской области научно-исследовательских, конструкторских и проектных организаций, имеющих лицензии на необходимые виды работ и высококвалифицированный персонал для их выполнения;
- наличием уникальных технологий строительства наземных и подземных сооружений, в том числе общегражданского назначения, многолетнего опыта

проектирования, инфраструктуры, базы стройиндустрии, квалифицированных кадров и других факторов.

Строительство ПЗРО на территории Ленинградской области будет способствовать дальнейшему социально-экономическому развитию региона, созданию до тысячи высококвалифицированных рабочих мест, снижению рисков, связанных с хранением РАО, решению проблемы возложения бремени обращения с накопленными РАО на будущие поколения.

Создание ПЗРО обеспечит, в том числе, возможность снятия с эксплуатации ядерных энергоблоков ЛАЭС, строительства и эксплуатации замещающих мощностей нового поколения.

В настоящей работе дается оценка воздействия предполагаемого к сооружению на территории ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» ПЗРО относительно короткоживущих отходов низкого и среднего уровня активности на окружающую среду и здоровье населения муниципального образования Сосновоборский городской округ.

Дается описание природно-климатических характеристик района расположения ПЗРО, существующего состояния окружающей природной среды. Приводится краткое описание технологических решений по сооружениям и системам, предполагаемым к разработке в рамках обоснования инвестиций (ОБИН). Приводятся оценки степени воздействия выбросов, сбросов, а также отходов, образующихся процессе эксплуатации ПЗРО и в постэксплуатационный период, на население и объекты окружающей среды, как при нормальных условиях эксплуатации ПЗРО, так и при возможных проектных и запроектных авариях.

Настоящая работа представляет собой предварительные материалы по оценке воздействия на окружающую среду (предварительная ОВОС) предполагаемого к строительству ПЗРО. В ней учтены замечания, которые были сделаны при рассмотрении ранее вынесенных на общественные обсуждения материалов по обоснованию необходимости сооружения ПЗРО в Ленинградской области.

Вариант сооружения наземного пункта захоронения, в данной работе более не рассматривается, по причине низкой защищенности последнего от террористических атак и катастрофических техногенных воздействий (например,

падения крупного авиалайнера), а также из-за необходимости выделения крупного постоянного землеотвода (десятки гектар) для его размещения.

Кроме того, со стороны общественности поступил ряд вопросов касающихся различных аспектов намечаемой хозяйственной деятельности. Все вопросы полученные на этапе проведения общественных обсуждений будут консолидированы в протоколе и заключительные ответы предоставлены по результатам общественных слушаний предварительных материалов ОВОС. Дополнительно следует отметить следующее:

- вариант приповерхностного заглубленного ПЗРО, в принципе, допускает извлечение (при острой необходимости) захороненных отходов из всего сооружения или его части, что будет специально отмечено в проектной документации;
- основной туннель, горизонтальный отрезок длиной 1000 м не будет пересекать Ломоносовский водоносный горизонт. Вспомогательная шахта будет пересекать водоносный горизонт, в пределах которого могут быть встречены пливуны (способы проходки и обделки шахт и туннелей в этих горно-геологических условиях хорошо известны). После закрытия ПЗРО состояние гидроизоляции подходных выработок не будет иметь значения, так как сам ствол (стволы) в интервале горизонта будет заполнен глиной и прорывы пливунов станут невозможны;
- отложения котлинских глин имеют региональное распространение, то есть площадь распространения – десятки и сотни тысяч квадратных километров. Свойства глин достаточно изучены и их распространение на площади многократно превышает территорию планируемого к размещению ПЗРО;
- необходимо учитывать стадийность работ по размещению и сооружению ПЗРО. Первичная стадия – это размещение объекта. На этой стадии готовится Ходатайство (Декларация) о намерениях сооружения (ДОН), проводится предварительная оценка воздействия на окружающую среду и по материалам проводятся общественные обсуждения. Предварительные материалы ОВОС дорабатываются и принимается решение о возможности размещения ПЗРО. На второй стадии может проводиться обоснование инвестиций и технико-экономическое обоснование. На данном этапе проводятся дополнительные инженерные изыскания для проектирования.



ФГУГП «Гидроспецгеология» выполняет работы по доизучению геологических, инженерно-геологических и гидрогеологических условий в районе размещения ПЗРО. Готовится проектная документация. Проектная документация проходит согласования и экспертизы. Третья стадия – разработка материалов обоснования лицензий (МОЛ) и само лицензирование. На этой стадии, также проводятся общественные обсуждения МОЛ содержащих окончательную ОВОС. Таким образом, на этапе ДОН не представляются материалы, которые могут быть получены только по результатам инженерных изысканий для проектирования. По завершению изысканий в настоящую работу в последующем будут внесены соответствующие изменения;

- руководители и исполнители инженерно-изыскательских и проектных работ несут уголовную ответственность за их результаты и, поэтому именно эти данные целесообразно принимать во внимание и делать выводы.

При выполнении настоящей работы использовались следующие материалы:

- технико-экономическая оценка строительства пункта захоронения РАО и объектов, загрязненных в результате Чернобыльской аварии. ВНИПИЭТ, 1993 г;

- информация и результаты по проекту TACIS NUCRUS-94.495, выполненных в 1997 г. фирмой IVO POWER Engineering Ltd (Финляндия) совместно с фирмами SGN (Франция), AEA Technology (Великобритания) и ОАО «Главный институт «ВНИПИЭТ»;

- предпроектные работы (ДОН и ОБИН), выполненные в 2008 г. по проекту TACIS R4.05/04 «Концепция и программа создания хранилища короткоживущих отходов низкой и средней удельной активности в Ленинградской области»;

- технические отчеты, выполненные в 2007 г. по проекту TACIS R4.04/04 «Определение стратегии АЭС Российской Федерации в отношении управления радиоактивными отходами на заключительном этапе цикла, включающей проект законодательных и институциональных основ (WMS-RF)»;

- материалы ОВОС: «Заглублённый пункт захоронения радиоактивных отходов низкого и среднего уровня активности в районе размещения

Ленинградского отделения филиала «Северо-Западного территориального округа ФГУП «РосРАО», Москва, 2011 г.

- опубликованные фондовые материалы и информация отдельных предприятий РФ;
- рекомендации МАГАТЭ в области обращения с РАО;
- законодательные акты и нормативно-техническая документация Российской Федерации в области использования атомной энергии и обращения с РАО и, в частности, их захоронения.

Настоящий документ является предварительным вариантом оценки воздействия проектируемого объекта на окружающую среду. Окончательный вариант документа *будет опубликован после проведения общественных обсуждений.*

### **3. Физико-географическое описание региона размещения ПЗРО и характеристика геологических условий**

#### **3.1. Географические условия**

На основании анализа фондовых материалов, результатов проведённых инженерных изысканий, и с учетом требований к размещению площадок ПЗРО, были рассмотрены альтернативные варианты приповерхностного ПЗРО (наземный и заглубленный) и пять потенциально пригодных площадок размещения ПЗРО на территории Ломоносовского района.

Для дальнейшей, более глубокой проработки варианта строительства заглубленного ПЗРО были рекомендованы две площадки: урочище Кастивское и площадка в районе размещения ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО».

Рассматривались возможности размещения ПЗРО в толще кембрийский глини Балтийско-Ладожского уступа (глинта) на территории урочища Кастивское и в отложениях котлинских глин, простирающихся под территорией Ленинградского отделения филиала «СЗТО» ФГУП «РосРАО» [1].

Полученные предварительные результаты инженерно-геологических изысканий и предпроектных работ [3] позволили рассматривать площадку ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» как наиболее перспективную для строительства ПЗРО.

Схема проектного расположения ПЗРО приводится на рисунке 3.1.

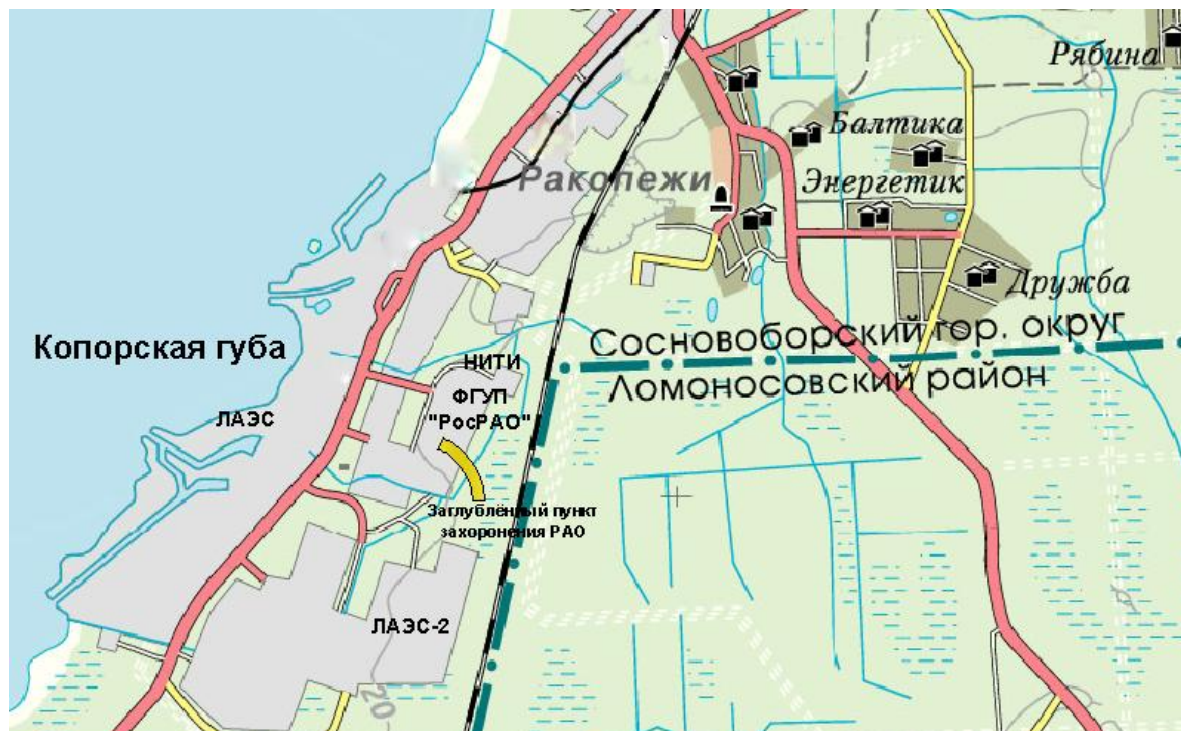


Рисунок 3.1 – Схема проектного расположения ПЗРО

Рельеф района, предназначенного для размещения площадок ПЗРО, представляет собой равнину, покрытую толщей ледниковых и водно-ледниковых отложений с хорошо сохранившимися молодыми ледниковыми формами рельефа.

В геоморфологическом отношении рассматриваемая территория относится к Прибалтийской низменности, в пределах которой выделяется относительно возвышенная равнина – т.н. Силурийское плато.

Северный край плато обрывается крутым уступом - глинтом.

Между Финским заливом и глинтом лежит предглинтовая низменность.

В пределах предглинтовой низменности выделяются три морские террасы:

- I терраса тянется вдоль берега залива; абсолютные отметки ее поверхности колеблются в пределах 0 - 10 метров;
- II терраса имеет абсолютные отметки поверхности 10 - 25 метров;
- III терраса имеет абсолютные отметки 25 - 50 метров.

В рассматриваемом районе развита сеть автомобильных и железных дорог:

- автомобильная дорога Санкт-Петербург - посёлок 1-е Мая (А-121) III технической категории (имеет региональный статус);

- автомобильная дорога М-11 Санкт-Петербург - Таллинн;
- автодорога Р-42, соединяющая Усть-Лугу, Копорье, Веймарн, Старополье;
- автодорога Р-35, соединяющая Красное Село, Копорье, Орлы;
- железная дорога (МПС) Санкт-Петербург - Калище - Копорье - Котлы -

Веймарн, с грузопассажирским движением.

На расстоянии около 80 км к востоку от рассматриваемого района расположен международный аэропорт Санкт-Петербурга «Пулков». На таком же расстоянии к северо-востоку находится морской вокзал Санкт-Петербурга и крупный морской торговый порт.

К юго-западу по дороге федерального значения (А-121) III технической категории, на расстоянии 69 км расположен морской порт Усть-Луга.

Приблизительно, расстояние до государственных границ ближайших стран составляет:

- Финляндии - 100 км;
- Эстонии - 50 км;
- Латвии - 300 км;
- Республики Беларусь - 400 км.

Оба рассматриваемых варианта размещения площадок заглубленного ПЗРО расположены вне территорий государственных заказников, заповедников и других особо охраняемых природных территорий.

### **3.2. Климатические условия**

Данные настоящего раздела приводятся по «Справочнику по климату СССР», выпуск 3, части I-VI, СНиП 23-01-99\*, фондовым материалам, и соответствуют требованиям ГОСТ Р 52037-2003, РБ-011-2000, ПНАЭ Г-14-038-96 и НП-064-05.

Согласно СНиП 23-01-99\*, по «Схематической карте климатического районирования для строительства» рассматриваемая территория относится к району строительства II В.

В соответствии со СНиП 22-01-95 и нормативным документом НП-064-05, к потенциально опасным явлениям относятся:

- ураганные ветры,

- тропический циклон (тайфун),
- гололёд,
- интенсивные осадки,
- температурные воздействия,
- снежные лавины,
- удары молний,
- смерчи.

Качественные и количественные характеристики этих процессов и явлений приведены ниже.

### ***Ветровой режим***

В рассматриваемом районе в течение всего года преобладают ветры Ю, ЮЗ, З направлений. Повторяемость этих направлений составляет 49 %. Наименьший процент повторяемости, равный 8 %, приходится на ветер северного направления. Средняя годовая скорость ветра для района равна 4,1 м/с, максимальная наблюждённая скорость ветра составила 28 м/с (за 2-х минутный интервал осреднения).

Расчётная наибольшая скорость ветра, вероятностью превышения не чаще 1 раза в 10000 лет, составляет 35 м/с.

В соответствии с НП-064-05 ветер ураганной силы со скоростью  $\geq 35$  м/с относится к процессу I (первой) степени опасности.

Согласно СНиП 2.01.07-85\*, рассматриваемая территория по давлению ветра относится ко II району, для которого нормативное значение ветрового давления равно 0,30 кПа.

### ***Влажность воздуха***

Средняя годовая абсолютная влажность воздуха (парциальное давление водяного пара) составляет 7,8 гПа, относительная – 80 %. Абсолютный максимум абсолютной влажности воздуха по м.ст. ВНИПИЭТ наблюдался 21 августа 1968 г. и составил 32,9 гПа; абсолютный минимум составил 0,2 гПа и наблюдался 13 января 1968 г. Абсолютный максимум относительной влажности воздуха равный 100 %

отмечался во все месяцы наблюдений; абсолютный минимум составил 17 % и наблюдался в мае 1978 г.

### ***Атмосферные осадки и снежный покров***

Средняя многолетняя величина атмосферных осадков составляет 748 мм/год, из которых 461 мм приходится на тёплый период года и 287 мм - на холодный период. Наблюдённый суточный максимум осадков на м.ст. Старое Гарколово составил величину равную 96 мм и наблюдался 25.VII.1960 г. (при этом большая часть осадков выпала в течение первых 12 часов). В соответствии с НП-064-05 это явление относится к природному процессу I (первой) степени опасности.

Снежный покров держится в среднем 132 дня. Согласно СНиП 2.01.07-85\* по весу снегового покрова территория относится к III району, для которого расчётное значение веса снегового покрова ( $S_q$ ) на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности равно 1,8 кПа или 180 кгс/м<sup>2</sup>. Нормативное значение снеговой нагрузки составляет 1,26 кПа или 126 кгс/м<sup>2</sup>.

### ***Температура воздуха***

Средняя годовая температура воздуха в районе составляет 4,0°C. Абсолютный минимум наблюдался в декабре 1978 года на м.ст. Старое Гарколово и составил минус 41°C. Абсолютный максимум температуры зафиксирован в июле 2010 года на отметке 33°C. В соответствии с НП-064-05 температурные нагрузки на здания, сооружения, сети и прочее относятся к природному процессу II (второй) степени опасности.

### ***Температура почвы, глубина промерзания грунтов***

Средняя годовая температура поверхности почвы составляет 5 °С. Абсолютный максимум зафиксирован на отметке 51 °С, абсолютный минимум - на отметке минус 44 °С.

Нормативная глубина сезонного промерзания согласно СНиП 2.02.01-83\* составляет:

- для суглинков и глин - 1,1 м;
- для мелких и пылеватых песков - 1,4 м;

- для песков гравелистых, крупных и средней крупности - 1,45 м;
- для крупнообломочных грунтов - 1,65 м.

### ***Атмосферные явления***

**Туманы.** В течение года в районе отмечается 29÷34 дня с туманами, наибольшее число дней с туманами составило 61 день.

**Метели.** В среднем в году наблюдается 26 дней с метелью, наибольшее число равно 52 дня. Средняя продолжительность метели в день с метелью составляет 7,4 часа.

**Грозы.** В среднем за год отмечается 18 дней с грозой. Наибольшее число дней с грозой достигает 32 дней. Продолжительность грозы в день с грозой составляет 1,8 часа. Средняя суммарная продолжительность гроз за год составляет 36 ч.

**Град.** За год наблюдается в среднем 1,6 дня с градом. Наибольшее число дней с градом составляет 6 дней. В районе отмечен град диаметром до 12 мм.

### ***Гололёдно-изморозевые отложения***

Согласно СНиП 2.01.07-85\* по толщине стенки гололёда рассматриваемая территория относится ко II району. Для этого района толщина стенки гололёда, в миллиметрах (превышаемая 1 раз в 5 лет), на элементах кругового сечения диаметром 10 мм, расположенных на высоте 10 м над поверхностью земли, равна 5 мм. В соответствии с НП-064-05 это явление относится к природному процессу II (второй) степени опасности и может вызывать утяжеление конструкций сооружений, вследствие покрытия их льдом.

### ***Особые природные климатические условия***

Характеристики сильных ветров, гололёда, осадков (в том числе снегопадов), температуры воздуха приведены выше. Тайфуны и снежные лавины в рассматриваемом районе не наблюдаются.

Воздействие электрического разряда на здания, сооружения, сети, оборудование при ударе молнии носит вероятностный характер и зависит от напряженности поля и грозовой активности региона, описанной выше. В

соответствии с НП-064-05 удар молнии относится к природному процессу II (второй) степени опасности.

Рассматриваемый район по смерче-опасности территории в соответствии с РБ-022-01 относится к смерче-опасной зоне IV.

При размещении ПЗРО в рассматриваемом районе, следует учесть:

- особо опасные природные внешние воздействия (ураганные ветры; интенсивные осадки),
- опасные природные внешние воздействия (температурные воздействия; гололёдно-изморозевые отложения; удар молнии; смерчи).

В соответствии с НП-064-05 по степени опасности проявляющихся внешних воздействий природного (метеорологического) происхождения, площадка относится к классу “В”.

### **3.3. Геолого-гидрогеологические условия**

Геологическое строение территории всей Ленинградской области определяется особенностями ее положения на сочленении Балтийского щита и Русской плиты, в пределах северо-западной части Восточно-Европейской платформы [12].

В границах Ленинградской области кристаллический фундамент представлен центральной частью Балтийского щита – Лапландско-Карельской глыбово-складчатой областью.

В вендское время (650-570 млн. лет) к юго-востоку от Балтийского щита началось опускание обширной части Восточно-Европейской платформы, которое продолжалось с короткими перерывами до конца раннего ордовика (около 480 млн. лет назад). С венда началось формирование в качестве самостоятельной структурно-тектонической единицы платформы – Русской плиты.

Осадочные породы чехла залегают на кристаллическом фундаменте, полого погружаясь на юго-восток. В составе осадочного чехла присутствуют породы венда, кембрия, ордовика, девона и карбона. Мощность осадочных пород нарастает по падению поверхности фундамента и у юго-восточной границы области достигает 600-700м.



В составе осадочного чехла преобладают в основном терригенные отложения с преимущественным развитием глин и песчано-глинистых пород, что особенно характерно для доордовикской и девонской части разреза. Карбонатные отложения связаны, в основном, с ордовикской системой, верхами нижнего отдела и средним отделом каменноугольной системы [12].

Нижняя часть осадочного чехла сформирована отложениями вендского времени:

- песчаниками и алевролитами гдовского горизонта (70-100 м);
- глинами и аргиллитами котлинского горизонта (40-100 м).

В пределах Санкт-Петербургского региона верхнекотлинские глины наиболее широко распространены среди дочетвертичных пород.

Глубина их залегания варьирует от 5 до 120 м и определяется формами погребённого рельефа (положением погребенных долин), амплитудами движения отдельных тектонических блоков фундамента и пр.

В этих условиях мощность глинистых отложений может изменяться от 12 до 120 м.

Верхнекотлинские глины представлены плотными, зеленовато-серыми тонкослоистыми алевроитовыми разновидностями. В их верхних пластах присутствуют прослои песчаников мощностью 0,2-0,4 м.

Микроструктура глин – тонкополосчатая, полосчато-сланцевая, реже массивная.

Мелкодисперсная составляющая представлена гидрослюдами, среди которых преобладает иллит, и каолинитом.

Следует отметить, что именно в верхнекотлинских глинах проложена бóльшая часть тоннелей Санкт-Петербургского метрополитена и проходят наиболее глубокие канализационные коллекторы.

Морская трансгрессия в кембрии сопровождалась накоплением глинистых отложений, перекрывающих осадки вендского времени.

Нижний отдел кембрия представлен песками и слабосцементированными глинами и песчаниками Ломоносовской свиты.

В предглинтовой низменности породы свиты распространяются под четвертичными отложениями на запад и юго-запад.

К нижнекембрийским песчаникам, мощностью 20-40 м, приурочен водоносный горизонт (Ломоносовский), используемый для водоснабжения в западной и центральной частях Ленинградской области.

Ломоносовский водоносный горизонт перекрыт толщей нижнекембрийских глин лонтовасской свиты, которые из-за своего цвета обычно называют «синими».

Отложения нижнекембрийских глин широко распространены на территории Ленинградской и Новгородской областей, кроме узкой полосы вдоль южного берега Финского залива, где они были размыты или эродированы в предчетвертичное время.

Мощность синих глин постепенно увеличивается от 2-10 м в зоне размыва до 100-200 м в юго-западной части рассматриваемой территории.

Как и все осадочные породы чехла Русской плиты, нижнекембрийские глины залегают моноклинально, с пологим падением на юго-восток в сторону погружения северо-западного крыла Московской синеклизы, под углами 9-12°.

Глины в массиве представляют собой аргиллитоподобную или пластичную, неясно слоистую или однородную породу. Характерна зеленовато-серая или синевато-серая окраска, определившая общепринятое название. Встречаются разновидности окрашенные в фиолетовые или коричнево-красные тона.

После начала четвертичного периода (1,6 млн. лет назад) территория области, по меньшей мере, четыре раза покрывалась ледниками. Ледовые массы двигались с севера и северо-запада со стороны Фенноскандии.

Вторжение и отступление ледников фактически сформировали современные рельеф и водные системы.

Немногим более 10 тыс. лет назад отступил ледник последнего Валдайского оледенения.

Около 9,5 тыс. лет назад во впадину, занятую сейчас Балтийским морем, проникли воды из Атлантики и Белого моря. Образовался крупный пролив –

Иольдиевое море, которое затем сменилось Вторым Иольдиевым, Анциловым и Литориновым морями.

При отступлении последнего установились современные границы Балтийского моря и Финского залива.

Остатками ледниковых водоёмов являются Ладожское, Чудское, Псковское озера, многочисленные озера Карельского перешейка.

Существующий доледниковый рельеф изменился: образовались характерные для Ленинградской области ледниковые формы, сложенные гравелистыми, песчаными и глинистыми отложениями [12].

В районе ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» осадочные породы имеют общую мощность до 400-450 м, залегают на древнем (*архей-протерозойском*) кристаллическом фундаменте и полого погружаются на юго-восток (рис. 3.2).

Нижняя часть осадочного чехла представлена *котлинским горизонтом венда*. В основании горизонта залегает нижнекотлинский водоносный горизонт (Vkt<sub>1</sub>) мощностью 10-20 м, сложенный песчаниками и имеющий повсеместное распространение. Верхняя часть котлинского горизонта сложена глинами и аргиллитами, мощностью до 60 м. ***Именно эти глины рассматриваются в качестве вмещающей среды ПЗРО.***

Кембрийская система представлена терригенными образованиями нижнего отдела. Разрез начинается песками и слабосцементированными песчаниками на глинистом цементе *Ломоносовского водоносного горизонта*. Этот горизонт выходит под четвертичные отложения и вместе с последними является потенциальной областью миграции радионуклидов при радиационных авариях на территории ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО». В узкой прибрежной полосе эти горизонты рассматриваются как единый водоносный комплекс [17].

На Предглинтовой низменности Ломоносовский горизонт имеет мощность 1,5-40 м; коэффициент фильтрации составляет в среднем 2 м/сут (от 0,2 м/сут в пос. Муховицы до 5,3 м/сут в пос. Котлы) [17].

Воды, преимущественно, напорные. В северной и северо-восточной частях района, в непосредственной близости от площадки, пьезометрическая поверхность

имеет уклон в сторону Финского залива, куда происходит совместная разгрузка вод Ломоносовского и четвертичного горизонтов [17].

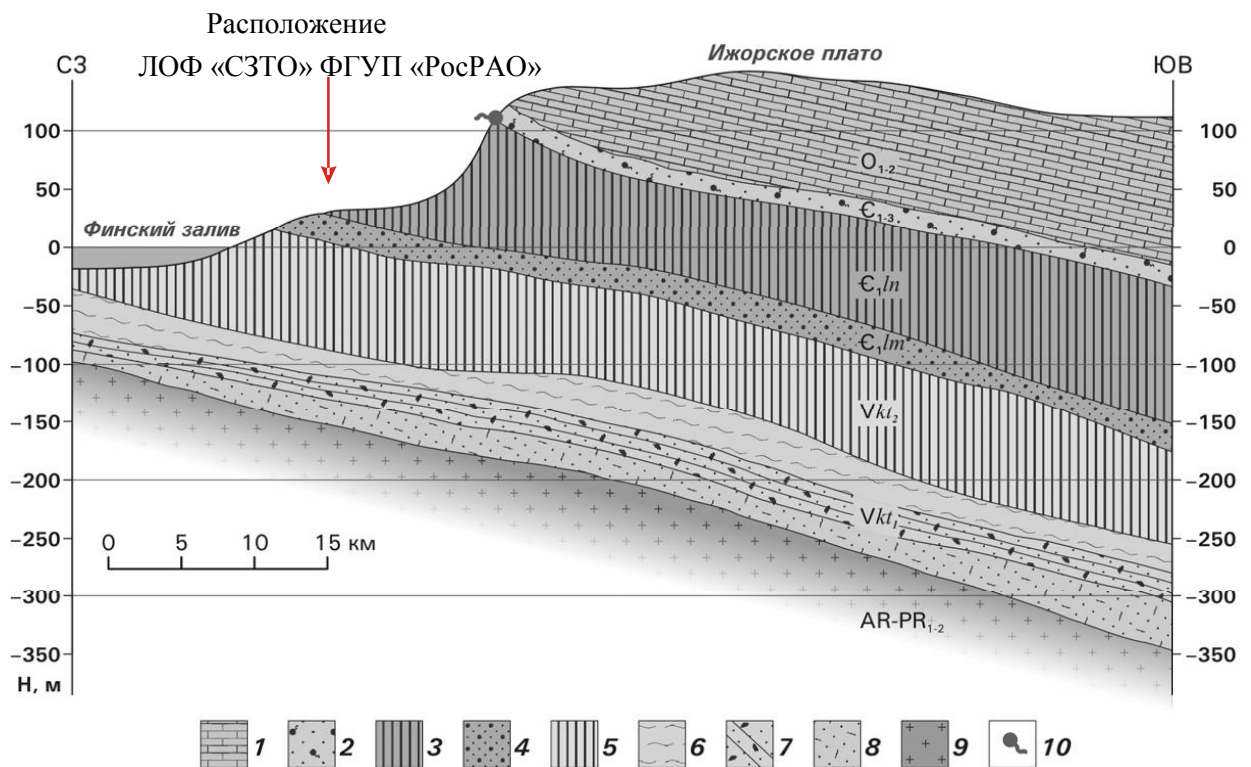


Рис. 3.2 - Схематический гидрогеологический разрез по линии Сосновый Бор – Волосово [17] с дополнением позиции ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО»:

1 – водонасыщенный горизонт ордовикских отложений; 2 – водонасыщенный горизонт верхнего-нижнего кембрия; 3 – лонтовасская свита нижнего кембрия (водоупор); 4 – Ломоносовский водонасыщенный горизонт; 5 – верхнекотлинский горизонт венда (водоупор); 6-8 –  $Vkt_1$ : 6 – перекрывающие водоупоры котлинского водонасыщенного комплекса, 7 – нижнекотлинский водонасыщенный горизонт, 8 – стрельнинский водонасыщенный горизонт; 9 – архей-протерозойский водонасыщенный горизонт; 10 – источник.

К юго-западу от полосы выхода пород Ломоносовского горизонта под четвертичные отложения, в кровле горизонта залегает *толща кембрийских лонтовасских* («синих») глин, мощность которых постепенно увеличивается от 2-10 м в зоне размыва до 100-200 м в юго-западной части территории [17].

Состав и возраст пород, залегающих выше по разрезу и слагающих территорию Ижорского плато, представлены на рисунке 3.2.

Они не определяют пригодность рассматриваемой площадки для захоронения и в настоящей работе не рассматриваются.

Четвертичные отложения в районе представлены осташковским и голоценовым горизонтами. Мощность их колеблется от 1,5-2,0 м до 50 м. Наибольшие значения характерны для древних долин Предглинтовой низменности.

В голоценовом горизонте выделяются отложения озерного, морского, аллювиального, болотного, эолового и техногенного происхождения, представленные песками, супесями, суглинками и торфами, часто не выдержанными в плане и разрезе.

Осташковские отложения состоят из комплекса надморенных отложений (пески, супеси, ленточные глины) водного и водно-ледникового генезиса, двух суглинистых морен (лужской и вепсовско-крестецкой стадий) и разделяющих их песков с прослоями суглинков и глин водно-ледникового генезиса [17].

В гидрогеологическом плане выделяются *надморенный водоносный горизонт* грунтовых вод, включающий в себя проницаемые породы голоценового и верхней части осташковского горизонтов, и *межморенный водоносный горизонт*, выделяющийся под лужской мореной на Предглинтовой низменности. Мощность водовмещающих пород изменяется от 1 до 20-30 м. Глубина залегания уровня грунтовых вод составляет, как правило, около 1,5 м, увеличиваясь иногда до нескольких метров. Коэффициенты фильтрации водовмещающих пород довольно низкие: от сотых долей до первых единиц метров в сутки. Уровенная поверхность грунтовых вод тесно связана с рельефом и гидросетью [17].

В общем плане, геологической средой для размещения ПЗРО в Северо-Западном регионе может стать район, расположенный на северо-восточном борту Московской синеклизы, в пределах Предглинтовой низменности, примыкающей узкой полосой (шириной ~15–25 км) к южному побережью Финского залива, и ограниченный на юго-востоке Балтийско-Ладожским уступом - глинтом, т.е. обрывом плато, протягивающимся вдоль южного берега Финского залива Балтийского моря и далее до Ладожского озера.

Район глинта сложен кембрийскими глинами и песчаниками, перекрытыми известняками ордовика, которые образуют крутые склоны и обрывы. Территориально ближе к берегу Финского залива ситуация почти аналогична (но без ордовика): там частично перекрытый четвертичными отложениями осадочный чехол, представленный породами кембрия и протерозоя (общей мощностью до ~400–450 м), залегает на архейском кристаллическом фундаменте.

Нижняя часть осадочного чехла в прибрежном районе представлена котлинским горизонтом венда ( $Vkt_{1,2}$ ).

В основании горизонта залегает нижнекотлинский водоносный горизонт ( $Vkt_2$ ), сложенный песчаниками и имеющий повсеместное распространение.

Верхняя часть котлинского горизонта - мощная толща глин ( $Vkt_1$ ).

Геологической средой для размещения заглубленного варианта ПЗРО, будет являться верхняя часть котлинского горизонта ( $Vkt_1$ ), сложенная глинами и аргиллитами, мощностью до ~60 м.

При этом, вышележащие отложения ( $Q_{3+4}$  и  $\epsilon_1$ ), в районе расположения ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» маломощны (до 27 м), что определяет относительную легкодоступность верхнекотлинских глин.

Заглубление ПЗРО в геологическую среду обеспечивает необходимую и достаточную защищённость его от внешних воздействий, и предотвращает проникновение радионуклидов во внешнюю среду, что подтверждается исследованиями 2008 года, выполненными Институтом Геоэкологии РАН [3].

### **3.4. Сейсмические условия**

Северо-Западная часть Восточно-Европейской платформы характеризуется достаточно активной сейсмической деятельностью, проявляющейся, в основном, частыми, но малоамплитудными землетрясениями [18]. Основной источник динамических воздействий – Норвежская коллизионная зона, проходящая вдоль побережья Скандинавского полуострова, где наблюдается наиболее высокая концентрация землетрясений.

Аналогичные явления характерны для зоны Осло – Хибины, предположительно связанной с динамическим воздействием океанической плиты на

континент [18]. Сейсмическая активность, кроме того, приурочена к региональным системам северо-западных тектонических зон.

Ленинградская область относится к благоприятной в сейсмическом отношении территории – менее 5 баллов по 12 бальной шкале MSK-64 [19].

За последнее тысячелетие в рассматриваемом регионе были зафиксированы следующие подземные толчки и слабые землетрясения [20]:

- 1089 г. – новгородские земли;
- 1107 г. – там же;
- 1109 г. – там же;
- 1130 г. – там же;
- 1804 г. – Петербург;
- 1881 г. – Ивангород;
- 1904 г. – Лужский уезд.

В 1976 г. на о. Осмуссаар в Балтийском море произошло землетрясение с интенсивностью в эпицентре 6-7 баллов по шкале MSK.

В Санкт-Петербурге и Ленинградской области неоднократно фиксировались сейсмические проявления.

К ним относятся два землетрясения в Карпатах, в сейсмической области Вранча в 1977 г. ( $M=7,2$  в эпицентре) и в 1986 г. ( $M=7,0$  в эпицентре), 21.09.2004г. в Калининградской области ( $M=4,8$  в эпицентре) и 31.07.2010г. в районе острова Валаам ( $M=0,8-2,6$  в эпицентре).

### **3.5. Тектонические условия**

Центральная часть территории Ленинградской области расположена в северо-западной части Восточно-Европейской платформы, тяготея к тектонически напряженной зоне сочленения Балтийского щита и Русской плиты. Зона дугой протягивается с северо-востока от Мезенской губы Белого моря на юго-запад до Финского залива [11]. В рассматриваемой западной части территории Ленинградской области, за пределами влияния региональной тектонической зоны, кристаллический фундамент разделен разрывными нарушениями на отдельные

блоки, различающиеся по вещественному составу, интегральным плотностным характеристикам и внутренней структуре (рис. 3.3) [17].

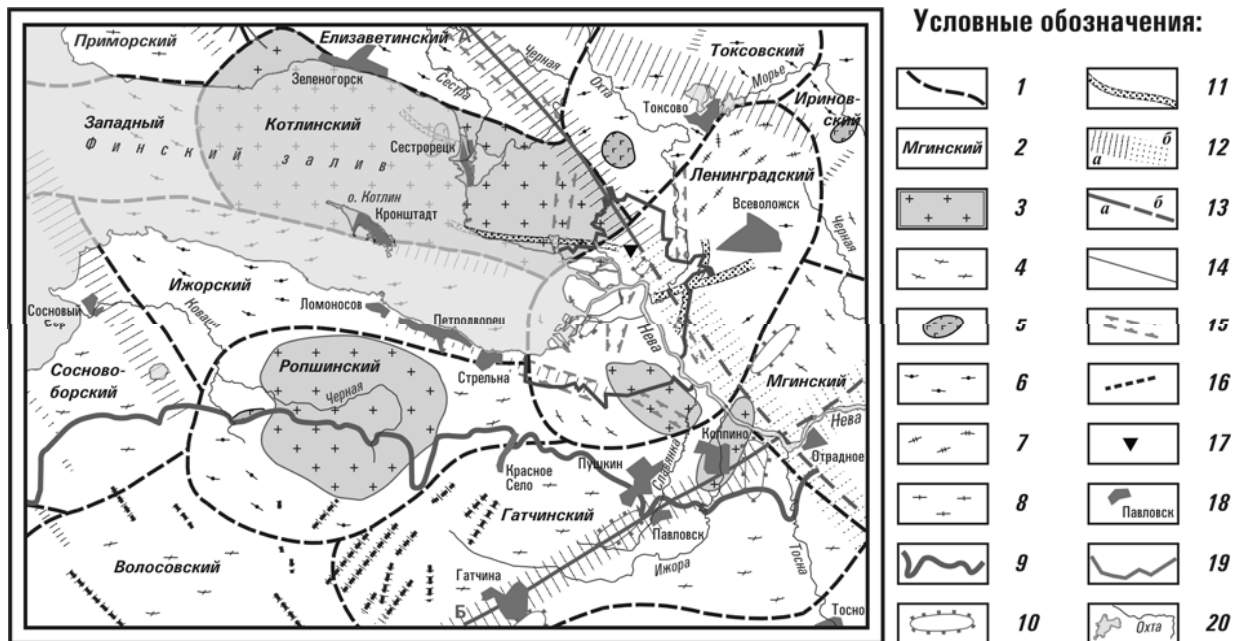


Рис. 3.3 - Блоковое строение западной части Ленинградской области [18]  
Масштаб 1:1000 000

1 – границы блоков (геодинамических систем); 2 – наименования блоков; 3 – граниты плагиомикроклиновые; 4 – гранитогнейсы, граниты порфировластовые; 5 – диориты, метагабброиды (в том числе, не входящие в эрозионный срез кристаллического фундамента); 6 – гнейсы биотит-амфиболовые; 7 – гнейсы биотитовые с гранатом и кордиеритом; 8 – гнейсы биотитовые; 9 – ордовикский глинт; 10 – локальные поднятия; 11 – древние долины. «Активизированные» разрывные нарушения кристаллического фундамента: 12 – области динамического влияния разломов (а – достоверные, б – предполагаемые); 13 – региональные разломы (а – достоверные, б – предполагаемые): А – разлом Вещево – Чудово, Б – разлом Гатчина – Колпино; 14 – локальные разломы, установленные по геологическим данным; 15 – контрастные линейные малоамплитудные структуры в рельефе фундамента (по данным бурения, сейсморазведки и электроразведки); 16 – линейные трещинные зоны в карбонатной пачке ордовика; 17 – участок трассы метрополитена с осложненными горно-геологическими условиями; 18 – крупные населенные пункты Ленинградской области и пригородных районов Санкт-Петербурга; 19 – граница городской застройки Санкт-Петербурга; 20 – реки и прочие водоемы.



Сосновоборский блок отделен от Ижорского разломом северо-западной ориентации. Область динамического влияния этого разлома распространена преимущественно в сторону Сосновоборского блока.

Большинство блоков имеет свою, характерную только для них сеть тектонических нарушений, в том числе и активированных. Во время тектонической активизации каждый блок реагирует в соответствии со своей внутренней структурой и использует для разрядки напряжений наиболее близкую по направлению систему разломов. Ядра сравнительно однородных блоков сохраняют свою стабильность, а наиболее вероятные подвижки происходят по границам блоков и по крупным региональным разломам. Смещения пород фундамента сопровождаются смещениями осадочного чехла. Характер и параметры «наведенных» дислокаций будут определять структурно-геологические особенности пород перекрывающих толщ.

При оценках влияния геоструктурных разломов на подземные сооружения было установлено, что блоки колеблются под воздействием слабых землетрясений со своей частотой колебаний [21].

Основные структуры осадочного чехла формировались под воздействием байкальского, каледонского, герцинского и альпийского циклов орогенеза. Наиболее ярко выражено влияние последнего в неоген-четвертичное время. В это время сформировались крупные денудационно-тектонические структуры, хорошо выраженные в современном рельефе уступы (Балтийско-Ладожский глинт, Карбоновый уступ), были оформлены Ижорская возвышенность, Путиловское плато. В олигоцене территория Ленинградской области была поднята на 100-150 м, что вызвало интенсивный врез речной сети.

Геодинамические условия рассматриваемой территории определяются её размещением в зоне сочленения Балтийского щита и Русской плиты (флексура Полканова), что подразумевает обоюдное влияние тектонических процессов двух крупных литосферных структур на геодинамику конкретных геологических формаций.

При оценке геодинамического состояния Северо-Западного региона в целом принята модель субдукции океанической плиты под континент в связи с раскрытием Палеоатлантического океана [18]. При этом в зонах Осло – Хибины и флексуры Полканова наиболее активно проявился глубинный магматизм. В процессе субдукции активировались древние зоны северо-западного простирания, что привело к формированию ортогональной системы тектонически ослабленных зон, разделяющих крупные жесткие блоки кристаллических пород.

### **3.6. Гидрография и гидрология**

Гидрографическая сеть рассматриваемого района представлена реками Коваши, Воронка и их притоками. Реки принадлежат бассейну Балтийского моря и впадают в Копорскую губу Финского залива.

На рассматриваемой территории имеются несколько озер: Лубенское, Теглицкое, Радышевское, Калищенское, Заозерское.

Наиболее значимыми гидрологическими объектами являются Копорская губа Финского залива, реки Коваши и Воронка.

### **3.7. Режим уровня Копорской губы**

Среднегодовой уровень воды Копорской губы за многолетний период составляет -0,02 м БС.

Приливно-отливные колебания уровня воды в Копорской губе не превышают 10 см. Амплитуда сгонно-нагонных колебаний уровня достигает 530 см.

Катастрофический уровень воды в ноябре 1824 г. зафиксирован на отметке 3,67 м над ординаром (по водомерному посту Кронштадт, 19 ноября 1824 г.), что соответствует подъёму воды в Копорской губе на 355 см выше среднемноголетнего уровня.

Согласно данным ОАО «Инженерный центр ЕЭС» - Филиал «Институт Ленгидропроект» расчётный уровень воды 0,01 % обеспеченности составит 4,66 м БС (при наличии дамбы, защищающей Санкт-Петербург от наводнений).

Максимальные уровни воды в Копорской губе не окажут влияния (не вызовут затопление) рассматриваемой площадки, так как её высотные отметки существенно выше расчётных максимальных уровней.

Другие морские гидрологические процессы не оказывают влияния на рассматриваемую площадку.

### **3.8. Водный режим рек**

Реки Коваши и Воронка относятся к типу равнинных рек.

Питание рек смешанное, с преобладанием снегового. Доля грунтового питания составляет 20 – 25 %.

Высший уровень воды отмечается на реках в период весеннего половодья, которое начинается преимущественно в середине апреля. Продолжительность половодья изменяется от 7 до 48 дней, в среднем составляя 17-18 дней.

Продолжительность периода спада уровня воды изменяется в пределах от 24 до 63 дней.

Уровни воды весеннего половодья на р. Коваши в дер. Лендовщина за период наблюдений с 1944 по 1988 года изменялись от 5,35 м БС (наблюдался 09.04.1961 г.) до 8,34 м БС (наблюдался 08.04.1948 г.).

Наибольшая годовая амплитуда колебания уровня составила 3,61 м (1948 год), наименьшая - 1,45 м (1949 год).

Средний годовой расход воды составляет 3,94 м<sup>3</sup>/с. Наибольшее значение расхода составило 6,85 м<sup>3</sup>/с (отмечалось в 1966 г.), а наименьшее 1,46 м<sup>3</sup>/с (1972 г.).

Максимальный расход воды наблюдался в период весеннего половодья и составил 87,4 м<sup>3</sup>/с (1952, 1955 годы); наименьшее значение расхода воды весеннего половодья составило 9,92 м<sup>3</sup>/с (1954 год). Наибольший расход дождевого паводка составил 56,2 м<sup>3</sup>/с (наблюдался 6-23 августа 1974 года).

### **3.9. Растительный мир**

Растительность рассматриваемой территории по геоботаническому районированию относится к подзоне южной тайги или к полосе южнотаежных лесов.

Как правило, отдельно рассматривается растительность побережья Финского залива и растительность Ижорской возвышенности [3].

Побережье Финского залива характеризуется террасовидным рельефом и особыми климатическими условиями. Здесь характерны еловые и сосновые леса,

местами встречаются небольшие участки елово-широколиственных лесов и черно-ольшаников; вторичные леса образованы в основном березой, реже осиной.

Болота обычно тянутся узкими полосами за береговыми валами или у оснований террас, но часто образуют и крупные массивы, сложенные преимущественно олиготрофными ценозами (обычно Русско-Прибалтийского типа).

Луга образуются, в основном, на вырубках и играют незначительную роль.

Район Ижорской возвышенности отделён от района побережья Финского залива уступом – глинтом.

На территорию района исследования попадает северо-западная часть возвышенности.

Местность более сухая, крупные болотные массивы здесь отсутствуют.

Плато сложено известняковыми породами, оказывающими значительное влияние на растительность.

Благодаря богатству почвы здесь издавна развито земледелие и район сильно обезлесен.

Коренной растительностью считаются неморальнотравные ельники или ельники с участием широколиственных пород.

В настоящее время значительную роль играют мелколиственные, преимущественно осиновые леса, также неморальнотравные, нередко с участием широколиственных пород (липа, клен, дуб).

По глинту встречаются небольшие участки вязовых и ясеневых лесов.

Из-за участия широколиственных пород некоторые авторы относят Ижорскую возвышенность к подтаежной зоне. Луга здесь встречаются в небольшом количестве, часто остепнённые, с участием клевера горного, овсеца пушистого, трясунки средней, или же, наоборот, бедные, с доминированием душистого колоска.

### **3.10. Леса**

Общая площадь лесного фонда Ленинградской области, по состоянию на 01.01.2011 г. - 5,7 млн га, из них 2,3 млн га занимают защитные леса.

Лесистость региона составляет 64,9 %. Средний запас древесины – 175 м<sup>3</sup> на гектар.

Около 90% территории лесов передано в аренду.

В числе основных лесфондо-держателей:

- Министерство природных ресурсов - 6%
- Министерство сельского хозяйства - 76,1 %
- Министерство обороны 4.9%
- Прочие лесфондо-держатели - 3%

В рассматриваемый регион попадают участки лесного фонда, принадлежащие следующим лесничествам: целиком входят Сосновоборское и Лопухинское лесничества Ломоносовского лесхоза, частично – Приморское, Копорское и Гостилицкое лесничества Ломоносовского лесхоза, Сойкинское, Великинское и Котельское лесничества Кингисеппского лесхоза и Бегуницкое лесничество Волосовского лесхоза.

#### Еловые леса.

*Ельники сфагновые.* В травяно-кустарничковом ярусе характерно постоянное присутствие осоки шаровидноколосковой, хвоща лесного, вейника седеющего, фиалки болотной. Обильными здесь являются черника, брусника, майник двулистный. В кустарниковом ярусе постоянна крушина ломкая. В древесном ярусе к ели может примешиваться береза пушистая.

Высота древостоя 15-20 м, средняя сомкнутость - около 0,7.

Встречаются ельники сфагновые в местах с обильным, недостаточно проточным увлажнением и относительно бедными выщелоченными почвами.

*Ельники черничные.* Сомкнутость древостоя от 0,9 до 0,7, высота 20-25 м. К ели может примешиваться береза, осина, сосна. Основу травяно-кустарничкового яруса составляет черника со значительным участием брусники и майника двулистного. Кроме этих видов, в ассоциации постоянны ожика волосистая, золотарник обыкновенный, вейник тростниковидный.

Встречаются ельники черничные (в верхних и средних частях пологих склонов и на плоских дренированных участках).

*Ельники кисличные.* В травяно-кустарничковом ярусе здесь преобладает кислица, присутствуют майник двулистный, седмичник европейский, вейник

тростниковидный, щитовник распростертый, золотарник обыкновенный, черника и другие виды.

Покрытие мохового яруса относительно низкое. Еловый древостой, как правило, обладает высокой сомкнутостью – 0,8-0,9.

Подлесок не играет большой роли.

Распространены ельники кисличные на хорошо дренированных, относительно богатых суглинистых почвах.

*Ельники неморальнотравные.* В травяно-кустарничковом ярусе здесь также преобладает кислица, но к ней примешиваются те или иные неморальные виды из следующего списка: фиалка удивительная, копытень европейский, звездчатка ланцетолистная, зеленчук желтый, подмаренник душистый, медуница неясная, пролесник многолетний, печеночница благородная, чина весенняя. Кроме этих видов часто встречаются голокучник обыкновенный, щитовник мужской, ландыш майский, сныть, ветреницевидка дубравная, свидетельствующие о бóльшем богатстве почвы, чем в ельниках кисличных.

В подлеске могут быть обильны липа, клен, жимолость обыкновенная, калина, рябина, смородина альпийская, смородина черная и др.

В древостое к ели могут примешиваться широколиственные породы (характерны для Ижорской возвышенности).

Ельники неморальнотравные занимают наиболее богатые, но относительно сухие и хорошо дренированные местообитания, часто по склонам водотоков.

*Ельники высокотравно-таволговые.* Отличаются травяно-кустарничковым ярусом, состоящим из видов высокотравья лабазника вязолистного, гравилата речного, бодяка огородного, вейника седеющего, кочедыжника женского, щитовника игольчатого.

В подлеске обычны ивы пепельная и пятитычинковая, крушина ломкая.

В древостое к ели могут примешиваться береза пушистая и ольха черная.

Встречаются ельники высокотравные по дну долин небольших рек и ручьев и по сильно обводненным склонам.

Обычно они размещаются на богатых, слабо дренированных почвах с обильным увлажнением.

### Сосновые леса.

*Сосняки сфагновые.* Характеризуются сплошным покрытием сфагновых мхов. В травяно-кустарничковом ярусе наиболее обычны багульник болотный, голубика, черника, марьянник луговой, мирт болотный, осока шаровидноколосковая; в некоторых сообществах обильны пушица влагалищная, тростник обыкновенный.

В подлеске встречаются рябина, ива пепельная, реже крушина ломкая и ива ушастая. В древостое к сосне нередко примешивается береза пушистая. Встречаются сосняки сфагновые на заболоченных торфяно-подзолистых и торфяных почвах (в равнинных условиях местообитания) и по понижениям; часто - по окраинам болот.

*Сосняки долгомошные.* В травяно-кустарничковом ярусе обильна черника, реже брусника. Подлесок развит слабо. В древесном ярусе обычна примесь березы пушистой. Сосняки долгомошные занимают промежуточное положение между сосняками зеленомошными и сфагновыми. Формируются - по равнинам и понижениям, на относительно бедных, слабо проточных почвах.

*Сосняки зеленомошные.* В травяно-кустарничковом ярусе распространены черника, брусника, марьянник луговой, майник двулистный, седмичник европейский, голокучник обыкновенный. Причем, на более бедных и сухих почвах обильна брусника, в средних условиях местообитания преобладает черника.

В местах недавних пожаров может быть обилен вереск или орляк. На более богатых почвах встречаются виды таежного мелкотравья: кислица, костяника каменистая, грушанка круглолистная, ортилия однобокая, фиалка Ривиниуса, осока пальчатая, золотарник обыкновенный.

В подлеске обычны рябина, ива пепельная. В древостое, или в виде подроста, часто присутствует ель; может также примешиваться береза бородавчатая и пушистая.

Распространены сосняки зеленомошные на дренированных песках, супесях, реже суглинках; могут встречаться на разных элементах рельефа.

*Сосняки лишайниковые.* В напочвенном покрове преобладают лишайники. Травяно-кустарничковый ярус - разреженный, бедный, составлен вереском, брусникой, черникой, дифузиаструмом сплюснутым, водяникой черной, овсиком извилистым. Подлесок практически отсутствует. Древостой чисто сосновый. Сосняки лишайниковые встречаются на сухих песчаных, хорошо дренированных почвах; характерны для береговых валов и дюн, расположенных на побережье Финского залива.

#### Дубовые леса.

Широколиственные леса не являются широко распространенными в данном районе. В основном это редкие сообщества, известные из нескольких местонахождений. Встречаются, как правило, небольшими участками.

Небольшие участки с преобладанием дуба в древостое встречаются на берегах оз. Глубокого. Здесь к дубу примешивается в одном случае ель, в другом – сосна. Травяно-кустарничковый ярус не содержит специфичных для широколиственных лесов видов, а имеет характер травяного покрова окружающих ельников или сосняков.

В подлеске присутствует лещина.

Могут быть встречены и другие участки дубовых лесов. Наиболее вероятно нахождение дубняков с преобладанием в травяно-кустарничковом ярусе сныти или звездчатки ланцетолистной, но возможны и другие неморальнотравные варианты.

#### Ясеновые леса.

Встречаются небольшими участками чаще вдоль ручьев, стекающих по глинту, но также и в других местообитаниях. В основном, это ясенники неморальнотравные (с преобладанием сныти, пролесника многолетнего и участием других неморальных видов) и ясенники таволговые (с преобладанием таволги вязолистной и обилием нитрофильного высокотравья).

Приурочены ясенники к местам с обильным проточным увлажнением и богатыми почвами; встречаются нечасто.

Наиболее известное местонахождение – памятник природы «Копорский глинт».



Здесь в районе дер. Широково расположен наиболее крупный участок ясеневое леса. Он находится на берегах небольшой реки, стекающей по склону глинта, в средней и нижней частях склона.

#### Ильмовые леса.

Леса с доминированием вяза гладкого и ильма встречаются также довольно редко. В древесном ярусе часто примешивается осина, в подлеске характерно присутствие клена, черемухи. В травяно-кустарничковом ярусе обильны сныть, пролесник многолетний, звездчатка дубравная, крапива двудомная, копытень европейский и др. По литературным данным неморальнотравные ильмовые леса встречаются на склонах глинта вдоль водотоков, небольшой участок был встречен также на берегу оз. Глубокого.

#### Липовые леса.

Наиболее обычны неморальнотравные липовые леса.

Местонахождение такого леса (известно из фондовых материалов) – на берегу оз. Судачьего; но липовые леса могут быть встречены и в других местах.

В древесном ярусе к липе примешивается осина, обилён подрост липы, клена и ели.

В травяном ярусе преобладают сныть и кислица; встречается большое количество неморальных видов – звездчатка ланцетолистная, зеленчук желтый, копытень европейский и др.

#### Кленовые леса.

Кленовник ландышевый известен на берегу р. Воронки в месте пересечения рекой глинта около дер. Глобицы.

Могут быть встречены кленовые леса (скорее всего, неморальнотравные) и на других участках.

Кроме того, достаточно распространены черноольшанники (высокотравные, белокрыльниковые), березняки (травяно-сфагновые, таволговые, вейниковые, черничные).

В древостое к березе могут примешиваться ель, осина.

Повсеместно распространены осинники и сероольшанники.

### 3.11. Болота

Приморский район характеризуется довольно сильной заболоченностью. Здесь имеются крупные верховые грядово-мочажинные болота, небольшие облесенные верховые болота, переходные осоково-сфагновые болота, приморские тростниковые топи.

#### Эвтрофные болота

Сюда относятся заливаемые болота по берегам рек и вдоль побережья Финского залива, а также жестководные ключевые болота.

#### *Ивовые болота.*

Образованы ивой пятитычинковой, ивой пепельной, часто с примесью ольхи черной и березы пушистой. Травяной покров - разнообразный, обычны в нем осока дернистая, осока пузырчатая, осока острая, тростник обыкновенный, двукисточник тростниковый, манник плавающий, вейник седеющий, сабельник, лабазник вязолистный и др.

Встречаются по окраинам болот и по берегам зарастающих озер.

#### *Травяные болота.*

Образованы осокой острой, осокой сероватой, осокой пузырчатой, пушицей многоколосковой, вахтой трехлистной и другими видами. Встречаются по речным долинам, окраинам болот.

По побережью Финского залива распространены тростниковые топи; встречаются топи с преобладанием касатика желтого и рогоза широколистного.

#### *Жестководные эвтрофные болота. Облесенные болота.*

Древесный ярус образован редкими деревьями ольхи черной, березы пушистой, реже сосны, ели. В травяном покрове могут быть обильны осока двутычинковая, телиптерис болотный, вахта трехлистная, сабельник, тростник обыкновенный и др.

Располагаются такие болота по склонам, где имеются выходы ключей — в притеррасных понижениях, у подножья глинта.

*Жестководные эвтрофные болота. Кустарниковые болота.*

Ярус кустарников состоит из березы низкой, березы пушистой, травяной – из осоки топяной, осоки двутычинковой, осоки двудомной, сабельника, пальцекорника мясо-красного, вахты трехлистной и др.

Встречено на Заплюсском болотном массиве, может быть встречено и в других местах с выходами грунтовых вод.

*Травяные жестководные болота.*

Включают разнообразные сообщества, часто приуроченные к выходам ключей.

Встречаются преимущественно в районе Ижорской возвышенности и глинта. В травяном покрове отмечаются осока черная, осока вздутая, осока сероватая, хвощ речной, фиалка болотная и другие виды, среди которых могут быть встречены и такие редкие, как камнеломка болотная, пальцекорник мясо-красный, схенус ржавый, сверция многолетняя, бузульник сибирский.

Мезотрофные болота.

*Облесенные мезотрофные болота.*

Характеризуются преобладанием в древостое сосны (до 12-15 м высотой), часто с примесью березы пушистой.

В травяно-кустарничковом ярусе преобладает осока волосистоплодная, встречаются вахта трехлистная, сабельник, клюква болотная, осока сероватая; на кочках часто встречаются кустарнички из семейства вересковых – мирт болотный, багульник болотный, подбел многолистный.

*Кустарниковые мезотрофные болота.*

В верхнем ярусе преобладают березы: низкая и пушистая или ивы, нижние ярусы сходны с таковыми на облесенных мезотрофных болотах.

Встречаются по притеррасным понижениям или по окраинам верховых болот.

*Травяные мезотрофные болота.*

Характеризуются преобладанием в травяном ярусе осок: осоки волосистоплодной, осоки сероватой, осоки топяной; встречаются также вахта трехлистная, сабельник болотный, хвощ речной, шейхцерия болотная, мирт

болотный, багульник болотный, подбел многолистный, клюква болотная. Приурочены травяные мезотрофные болота по окраинам верховых болот вдоль водотоков.

#### Олиготрофные болота.

Болота описываемой территории относятся к Русско-Прибалтийскому типу.

Для них характерно наличие в центральных частях регрессивного комплекса с лишайниковыми ценозами, вокруг которого расположены грядово-мочажинный и грядово-озерковый олиготрофные комплексы.

Характеризуются преобладанием сфагновых мхов и обилием кустарничков из семейства вересковых.

Могут быть облесенными (в основном сосной), и открытыми.

В зависимости от локальных условий выделяются местообитания более богатые (близкие к мезотрофным) и более бедные, а также различающиеся по обводненности. Характерно образование комплексов ассоциаций, связанных между собой генетически.

#### *Сильно влажные болота более богатого питания.*

Травяной покров состоит из шейхцерии болотной, осоки топяной, вахты трехлистной, очеретника белого. На более олиготрофных местообитаниях характерно присутствие пушицы влагалищной, росянки круглолистной, подбела многолистного, клюквы болотной, осоки малоцветковой. Сообщества этого типа располагаются по окраинам олиготрофных болот или образуют отдельные болота.

#### *Сильно влажные болота более бедного питания.*

Характерно преобладание в травяно-кустарничковом ярусе – осоки топяной, шейхцерии болотной, очеретника белого. Сообщества этого типа занимают мочажины в комплексах олиготрофных ассоциаций.

#### *Менее влажные болота бедного питания.*

В травяно-кустарничковом ярусе господствует пушица влагалищная. Кроме нее встречаются подбел многолистный, мирт болотный, клюква болотная. Эта ассоциация занимает неглубокие мочажины и склоны к ним.

*Болота средней влажности.*

Часто встречаются невысокие деревья - сосны (до 6 м). В травяно-кустарничковом ярусе преобладают кустарнички из семейства вересковых – мирт болотный, подбел многолистный, багульник болотный, клюква болотная, вереск, голубика; встречаются пушица влагалищная, росянка круглолистная, морошка, береза карликовая. Это самый распространенный тип сообществ олиготрофных болот.

*Болота умеренной влажности.*

Травяно-кустарничковый ярус угнетен, в нем присутствуют те же кустарнички из семейства вересковых, что и в предыдущей группе, наиболее обильны вереск, водяника черная, морошка.

*Наиболее сухие болота.*

В травяно-кустарничковом ярусе присутствуют вереск, подбел многолистный, клюква болотная, росянка круглолистная. Присутствие лишайниковых сообществ характерно для регрессивного комплекса центральных частей олиготрофных болот.

В районе предлагаемой к размещению *площадки ПЗРО болот нет.*

### **3.12. Луга**

В приморском районе наиболее распространенными являются мелкоосоковые луга на плоских суглинистых террасах, крупноосоковые – во впадинах с близким стоянием грунтовых вод, щучковые – на уступах глинта, а также костровые, ежовые и лисохвостные заливаемые луга, расположенные узкими полосами вдоль рек и занимающие ничтожно малые площади.

На Ижорской возвышенности преобладают суходольные луга, среди которых наиболее заметную роль играют бобово-разнотравно-душистоколосковые, разнотравно-мелкоосоково-трясунковые. На плоских временно переувлажняемых участках встречаются щучковые и разнотравно-злаково-мелкоосоковые луга, а в более глубоких понижениях изредка отмечены крупноосоковые луга. Здесь издавна широко развито травосеяние ценных кормовых трав: тимофеевки луговой, ежи сборной, овсяницы луговой, клевера лугового и розового, костреца безостого, райграса высокого, мятлика лугового.

### *Душистokolосковые луга.*

Наряду с душистым колоском здесь часто обильны бедренец камнеломковый, лапчатка прямостоячая, сивец луговой, ожика многоцветковая, виды рода манжетка, лютик едкий, щавель пирамидальный, гравилат речной, бодяк разнолистный, осока черная. Эти виды часто выступают содоминантами, образуя разные ассоциации с душистым колоском, в зависимости от конкретных условий. Душистokolосковые луга связаны с небогатыми супесчаными или легкосуглинистыми почвами.

### *Трясунковые луга.*

На Ижорской возвышенности встречается ассоциация с клевером горным, овсецом пушистым и кульбабой щетинистой, связанная с выходами известняков. Также именно для Ижорской возвышенности характерны трясунковые луга с манжеткой. Из других видов часто обильны сивец луговой, василек луговой, лютик ползучий, осока просяная, гравилат речной. Трясунковые луга связаны с более богатыми почвами, чем душистokolосковые.

### *Щучковые луга.*

Щучка дернистая образует ассоциации с обилием следующих видов: осоки острой, лютика едкого, гравилата речного, лабазника вязолистного, лисохвоста лугового, ежи сборной, тимopheевки луговой, видов рода манжетка, василька лугового.

Щучковые луга приурочены к бедным сыроватым почвам и к местам активного выпаса, где под его воздействием сменяют другие типы лугов.

### *Полевицевые луга.*

На бедных песчаных и супесчаных почвах наряду с полевицей тонкой обильны колокольчик круглолистный, полынь полевая, тысячелистник обыкновенный, щавель малый, хвощ полевой; на средних легкосуглинистых почвах – щавель малый, нивяник обыкновенный; на богатых суглинистых и глинистых почвах – мать-и-мачеха обыкновенная, виды рода манжетка.

Обычно полевицевые луга связаны с недавними залежами, реже – с олуговелыми вырубками.

Наиболее богатые ассоциации полевичников встречаются на Ижорской возвышенности.

*Красноовсянищевые луга.*

Выделяются ассоциации с лапчаткой прямостоячей, смолкой клейкой, нивяником обыкновенным, лютиком едким, видами рода манжетка, подорожником средним, подмаренником северным и др.

В исследуемом районе красноовсянищевые луга большой роли не играют; могут быть встречены по долинам мелких рек.

*Мелкоосоковые луга.*

Включают луга с обилием осоки черной и осоки просяной, которые образуют ассоциации из различных сочетаний со следующими видами: сивец луговой, лютик едкий, лютик ползучий, гравилат речной и др.

Мелкоосоковые луга характерны для тяжелых и средних почв со слабопроточным увлажнением, с развитием оглеения.

Приурочены они, как правило, к участкам с плоской поверхностью. Распространены по всему району.

*Крупноосоковые луга.*

Как правило, сложены осокой вздутой и осокой пузырчатой, к которым примешиваются влаголюбивые виды – вахта трехлистная, сабельник, калужница болотная, хвощ речной и др.

Встречаются крупноосоковые луга в глубоких впадинах с близким стоянием грунтовых вод, чаще в приморском районе, редко – на Ижорской возвышенности.

### **3.13. Животный мир**

В рассматриваемом регионе отмечено 11 видов амфибий и рептилий, более 40 видов млекопитающих и более 200 видов птиц.

Из числа обитателей рассматриваемой территории в Красную книгу природы Ленинградской области включены по одному представителю амфибий и рептилий, пять видов млекопитающих и 57 видов птиц.

Следует особо подчеркнуть, что в радиусе 30 км от ЛАЭС располагаются три ключевые орнитологические территории (КОТР) всемирного и общеевропейского

значения: «Копорская губа», «Рыборазводные пруды в деревне Ковашии и Сюрьевское» и «Лебяжье».

Последняя КОТР территориально совпадает с одноименным водно-болотным угодьем международного значения и заказником «Лебяжий». В отличие от особо охраняемых природных территорий (ООПТ) КОТР не имеют юридического статуса. Водно-болотные угодья международного значения (Рамсаарские территории) относятся к числу ООПТ. Как КОТР, так и указанная Рамсаарская территория «Лебяжье» были созданы для охраны птиц. Данное обстоятельство еще раз подчеркивает значимость рассматриваемого региона особенно с орнитологической точки зрения.

### Птицы.

Побережье Финского залива в пределах рассматриваемого региона играет огромную роль в качестве места миграционных остановок, особенно в период весенней миграции. Стоянки лебедей – малого и кликуна в этом районе традиционны и известны долгое время. Кроме лебедей здесь в большом количестве отдыхают во время пролета многие другие виды водоплавающих и околоводных птиц – гагары, поганки (прежде всего чомга), речные, нырковые и морские утки, чайки, крачки, кулики и представители других групп. Количество птиц, останавливающихся здесь весной, может быть очень велико. Единовременные поливидовые скопления порой достигают численности в десятки и даже сотни тысяч особей.

Необходимо подчеркнуть, что прибрежные мелководья Финского залива в пределах рассматриваемой территории представляют собой один из самых важных участков Беломоро-Балтийского пролетного пути. Как уже было сказано, наибольшее значение он играет во время весенней миграции. Тем не менее, осенью побережье также используется птицами в качестве места миграционных остановок.

При рассмотрении гнездящихся в тростниках птиц, в первую очередь, необходимо отметить такие охраняемые виды как красношейная поганка, большая выпь, серая утка, водяной пастушок. На описываемой территории вполне возможно



размножение таких редких птиц как малая выпь, серый гусь, усатая синица и соловьиный сверчок.

На рассматриваемой территории весьма богата фауна верховых болот. Здесь гнездятся такие «краснокнижные» виды как шилохвость, белая куропатка, золотистая ржанка, турухтан, большой веретенник, большой и средний кроншнепы. По-прежнему на болотах выводит птенцов серый журавль.

Очень богата на рассматриваемой территории орнитофауна лесов. Это не случайно, поскольку именно леса занимают большую часть данного региона. Немало здесь широколиственных лесов и лесов с большой долей широколиственных пород. В таких местах гнездятся многие охраняемые виды. Это зеленый и белоспинный дятлы, кедровка (ореховка), сизоворонка.

Среди представителей таежной фауны здесь встречаются такие редкие виды как бородатая неясыть и трехпалый дятел. На рассматриваемой территории регулярно гнездится лесной жаворонок. Некоторые охраняемые виды тяготеют к смешанным лесам. К их числу можно отнести обыкновенную горлицу и седого дятла.

Помимо перечисленных «краснокнижных» видов на рассматриваемой территории обитает немало типичных лесных птиц, которые формально не входят в число охраняемых, но требуют к себе определенного внимания. Они немногочисленны, иногда распространены довольно спорадично. Некоторые из них демонстрируют тенденцию к сокращению численности. Среди таких видов можно назвать ястреба-тетеревятника, глухаря, длиннохвостую неясыть, мохноногого сыча, черного дятла (желну), дубоноса и целый ряд других.

Среди внутренних водоемов рассматриваемой территории наибольшую орнитологическую ценность представляют рыбопродуктивные пруды в пос. Коваши. Они служат местом остановки лебедей – кликуна и малого, во время весенней миграции. Кроме того, здесь гнездятся многие водоплавающие и околоводные птицы. Среди охраняемых можно назвать красношейную поганку, большую выпь и шилохвость.

В регионе протекает большое количество ручьев и рек. Многие из них образуют небольшие поймы с открытыми припойменными участками. Это довольно своеобразные места, которые служат местом гнездования некоторых редких птиц. В частности, на р. Коваши гнездится зимородок. Есть сообщения о встречах на этой реке такого редкого у нас вида как оляпка. Кроме того, вдоль некоторых рек существуют места, вполне пригодные для токования дупеля – редкого, включенного в Красную книгу МСОП вида.

#### Млекопитающие.

В регионе отмечены 6 видов летучих мышей, 3 из них – прудовая ночница, водяная ночница и рыжая вечерница включены в Красную книгу природы Ленинградской области. Следует отметить, что большинство летучих мышей тяготеет к широколиственным лесам или к лесам с большой долей широколиственных пород. В регионе так же зарегистрирован такой охраняемый вид как летяга.

Естественно, что на рассматриваемой территории многочисленны разнообразные мышевидные грызуны. Среди этой группы животных выделяется желтогорлая мышь – представитель фауны широколиственных лесов, в Ленинградской области распространенная достаточно спорадически. На рассматриваемой территории численность этого вида довольно велика.

В регионе широко представлены хищные млекопитающие. В том числе здесь обитают такие крупные и значимые для человека виды как волк, медведь и рысь. В последние годы во многих местах Северо-Запада России выросла численность волка. Достаточно велика она и на рассматриваемой территории.

Представлены на рассматриваемой территории и копытные животные – кабан, лось и косуля. Эти звери достаточно значимы для человека. Два первых вида относятся к числу традиционных охотничьих животных. Последний является охраняемым в Ленинградской области (включен в Красную книгу природы Ленинградской области).

### Особо охраняемые природные территории.

В рассматриваемом регионе расположено (частично или полностью) 9 особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Ленинградской области. Среди них 4 существующих ООПТ: «Лебяжье» («Лебяжий»), «Котельский», «Гостилицкий», «Радоновые источники и озера в поселке Лопухинка». 5 ООПТ являются предлагаемыми – «Озеро Лубенское», «Сюрьевское болото», «Вильповицы», «Гостилицкий склон» и «Копорский глинт».

Предлагаемый к размещению ПЗРО район не является ООПТ.

## **4. Социально-экономическая характеристика района размещения ПЗРО**

### **4.1. Демографическая характеристика**

Ленинградская область – один из самых развитых промышленных регионов Северо-западного федерального округа РФ.

На территории области расположено 30 населенных пунктов, в которых проживает почти две трети ее населения.

Семь городов относятся к категории средних, с количеством жителей более 50 тыс. человек.

Наиболее населёнными являются районы, прилегающие к Санкт-Петербургу, наименее населёнными — восточные районы области.

На территории Ленинградской области находится 221 муниципальное образование. Численность населения в 2012 году составила 1751,13 тыс. человек (в процентном соотношении к показателям 2002 года -104% ), Средняя плотность населения - 20,4 человек на км<sup>2</sup>.

Крупнейшим градостроительным комплексом Ленинградской области является город Сосновый Бор. Рабочий поселок Сосновый Бор, появился на карте в 1958 году, когда в СССР началось активное освоение космического пространства, развитие атомной энергетики, оптики и электроники. К 1967 году в Сосновом Бору была создана инфраструктура, включающая современные строительно-монтажные организации и началось строительство Ленинградской атомной электростанции (ЛАЭС).

Город Сосновый Бор расположен в наиболее перспективной экономической зоне, имеет удобные транспортные связи с действующими и вновь строящимися портами в Выборгском (Выборгский и Высоцкий порты, порт в городе Приморске и бухте Ермиловской) и Кингисеппском (в Усть-Луге, п. Вистино) районах, что позволяют говорить о преимуществе положения "Российских ворот в Европу" и "Европейских ворот в Россию-Азию".

Близость Санкт-Петербурга, являющегося мощным транспортным узлом, расположенным в створе интермодального европейского транспортного коридора № 9, научно-промышленным и культурно-историческим центром мирового значения, открывает большие возможности для тесного научно-технического сотрудничества с ведущими научными школами, вузами, институтами, а также для реализации наукоемкой промышленной продукции.

Систему образования Соснового Бора представляют:

- филиалы ВУЗов Санкт-Петербурга: СЗТУ, СЗГАГС, СПбГПУ, СПбГУСЭ;
- 14 дошкольных учреждений, из них 3 — «Центры развития ребенка»;
- 10 школ, одна из них частная;
- 5 учреждений дополнительного образования;
- детский дом.

В образовательных учреждениях города работают 1 139 педагогических и руководящих работников. Из них высшее образование имеют 67% работников, квалификационные категории - 89%.

Сравнительно небольшой по территории (общая площадь – 7198 га) г. Сосновый Бор находится на приморской низменности, вдоль южного берега Финского залива (Копорская губа), на берегах реки Коваши, в 80 км от Санкт-Петербурга.

Сведения о демографической обстановке в Муниципальном образовании «Сосновоборский городской округ» Ленинградской области за 2008-2010 гг. (по данным ФМБА), а также за 2011-2012 гг. по данным Федеральной службы государственной статистики, представлены в таблице 4.1.

([http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/afc8ea004d56a39ab251f2bafc3a6fce](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/afc8ea004d56a39ab251f2bafc3a6fce))

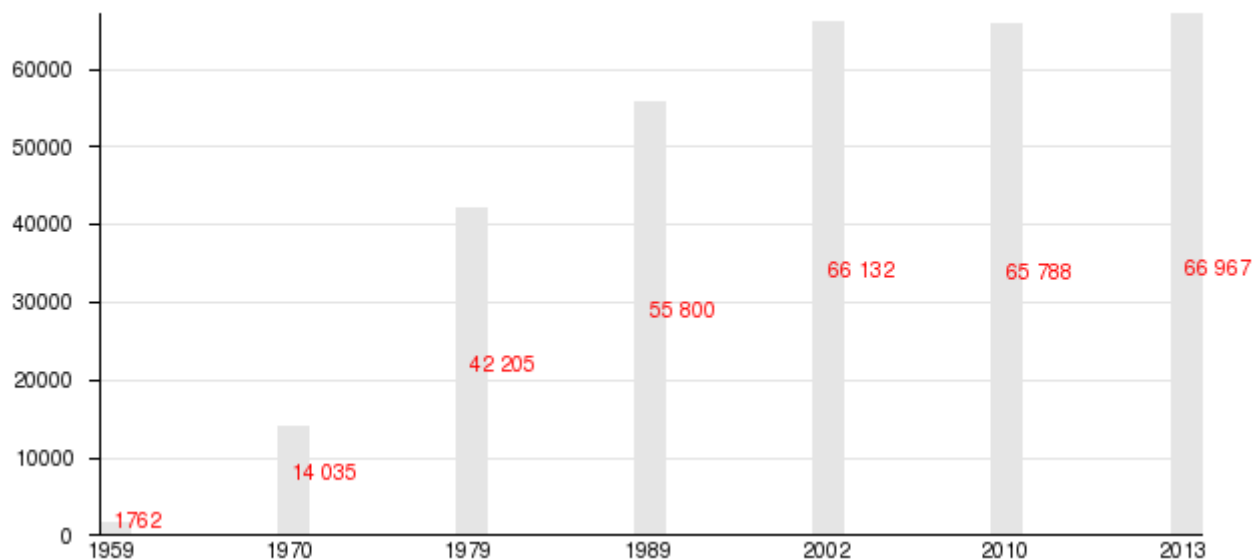
Таблица 4.1. Медико-демографические показатели МО «Сосновоборский городской округ»

| N<br>п/п | Показатели                                                      | Значение (абс.) |       |       |       |       |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
|          |                                                                 | 2008            | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  |
| 1        | 2                                                               | 3               | 4     | 5     | 6     | 7     |
| 1.       | Общая численность населения: всего                              | 66956           | 67004 | 67199 | 66968 | 66967 |
| 1.2.     | В том числе:<br>численность сельского населения                 | -               | -     | -     |       |       |
| 2.       | Численность работающего населения: всего                        | 42000           | 42500 | 41529 |       |       |
| 3.       | Количество родившихся детей (живыми и мертвыми): всего          | 512             | 606   | 591   | 564   | 587   |
| 4.       | Количество умерших в данном календарном году: всего             | 802             | 740   | 729   | 660   | 689   |
| 5.       | Число умерших от злокачественных новообразований: всего, C00-97 | 95              | 131   | 137   | 135   | 157   |

Примечание:

"х" - показатель не представляется.

Изменение численности населения за период с 1959 по 2013 год, по данным переписи населения и Федеральной службы государственной статистики.



Численность зарегистрированных безработных в городе за 2012 год не превысила фонового значения. На 1 января 2013 года в Сосновоборском Центре занятости населения состояло на учете 139 человек, имеющих статус безработного.

Уровень безработицы на конец отчетного периода составил 0,4 % от численности экономически активного населения (в аналогичном периоде прошлого года – также 0,4 %).

Миграция населения за период с 2000 по 2009 гг. имеет общее положительное сальдо в размере ~3116 человек, хотя наблюдается слабая тенденция к снижению показателя.

До 2000 года наблюдалась положительная величина естественного прироста населения города, в 2004-2005 гг. смертность превышала рождаемость на 6,2%, в 2006-2007 гг. уровень рождаемости вновь превысил уровень смертности на 6,4%. Демографическая ситуация в 2008-2009 гг. характеризовалась продолжающимся процессом естественной убыли населения, связанной с низкой рождаемостью, в результате смертность превысила рождаемость на 26,8 %.

Общий прирост населения города за период 2000-2009 гг. составил 5,9 тыс. чел. (9,4 % от численности населения) [24].

По данным отчета отдела экономического развития Администрации МО Сосновоборский городской округ Ленинградской области [35] в 2010 года число родившихся в городе увеличилось на 0,5 % по сравнению с соответствующим периодом прошлого года, а число умерших снизилось на 0,7 %. В результате естественная убыль населения уменьшилась на 5 %.

Миграционный прирост за 2012 год значительно уменьшился и составил 391 человек против 1334 человека в соответствующем периоде прошлого года. Коэффициент миграционного прироста также уменьшился и составил 5,8 человека на 1000 чел. населения против 19,9 чел. за 2011 год. Несмотря на значительное уменьшение, миграционный прирост полностью перекрыл естественную убыль, благодаря чему численность населения Сосновоборского городского округа за отчетный период увеличилась на 289 человек и составила на 1 января 2013 года по предварительным данным статистики 67257 человек.

Число зарегистрированных браков уменьшилось с 559 до 504 по сравнению с соответствующим периодом прошлого года, а число разводов снизилось с 348 до 335.

В целом за 2010 год произошло улучшение демографической ситуации, хотя сохраняется процесс естественной убыли населения, связанный с низкой рождаемостью и старением населения округа. В 2012 году рождаемость и смертность населения округа выросли по сравнению с аналогичным периодом 2011 года. При этом число родившихся увеличилось на 23 чел. (4,1 %) и составило 587 человек, а число умерших увеличилось на 29 чел. (4,4 %) и составило 689 человек.

Таким образом, смертность росла немного быстрее рождаемости, в результате естественная убыль населения за 2012 год увеличилась на 6 человек по сравнению с прошлым годом и составила 102 человека

За 2012 год показатель смертности в Ленинградской области остался на уровне 2010 года и за последние четыре года колеблется в пределах 8-9 %. В целом, структура смертности населения в г. Сосновый Бор, как и в РФ, имеет на первом месте смертность от заболеваний системы кровообращения – 50%, на втором месте смертность от онкологических заболеваний – 20%. (по состоянию на 2012 год, данные Межрегионального управления № 122 ФМБА России)

В регионе продолжается реализация концепции демографического развития Ленинградской области, проводятся комплексные мероприятия по борьбе с основными причинами смертности: заболеваниями системы кровообращения, пищеварения, ведется работа по приоритетному национальному проекту «Здоровье».

На территории МО «Сосновоборский городской округ» действует «Территориальная программа государственных гарантий оказания бесплатной медицинской помощи в Ленинградской области на 2011 год» (утв. постановлением Правительства Ленинградской области от 11 февраля 2011 г. N 22) [35]

#### **4.2. Прогноз демографического развития области на перспективу до 2025 года**

В соответствии с «Концепцией социально-экономического развития Ленинградской области на стратегическую перспективу до 2025 года», при дальнейшем развитии позитивных тенденций в демографическом развитии области, сопровождающихся ростом рождаемости и снижением смертности, с 2012 года

динамика численности населения может смениться на положительную и характеризоваться ростом населения.

Предполагается, что в период до 2013 года и на стратегическую перспективу до 2025 года численность населения области будет увеличиваться как вследствие уменьшения естественной убыли населения, так и за счет увеличения миграционного прироста.

Ожидается, что коэффициент рождаемости будет увеличиваться до 2014 года, что обусловлено благоприятными изменениями возрастной структуры населения и реализацией мер активной демографической политики на территории Ленинградской области.

В период 2014-2016 годов ожидается стабилизация, а с 2017 года - незначительное снижение числа родившихся и коэффициента рождаемости под влиянием структурного фактора (в активный репродуктивный возраст будут вступать малочисленные поколения, родившиеся в 90-е годы).

Ожидается ежегодное снижение коэффициента смертности под влиянием реализации мер, направленных на улучшение качества медицинской помощи и уровня медицинского обслуживания населения, создания эффективной системы лечения, диагностики и профилактики приоритетных заболеваний, при этом сдерживающим фактором, как и целом по России, будет оставаться фактор старения населения.

Коэффициент смертности снизился с 17,0 человек на 1000 населения в 2009 году до 15 на 1000 населения в 2013 году, и составит менее 15,0 умерших на 1000 населения в 2025 году.

Ожидаемая продолжительность жизни возрастет с 68,7 года в 2013 году до 72,5 года в 2025 году.

Тенденция изменения демографических показателей по городу Сосновый Бор до 2025 года повторяет те же тенденции и изменения демографических показателей, что и по ЛО и СЗФО.



#### **4.3. Землепользование и сельское хозяйство**

Определяющее значение в сельском хозяйстве рассматриваемого района имеют следующие отрасли сельского хозяйства:

- животноводство (мясомолочное скотоводство, бройлерно-яичное птицеводство);
- растениеводство (производство кормовых культур, семеноводство многолетних трав, а также картофеля и овощей).

#### **4.4. Промышленность, энергетика и транспорт**

Ближайшими объектами к району расположения выбранных площадок сооружения ПЗРО являются:

- действующая ЛАЭС (1 и 2 очереди);
- строящаяся ЛАЭС-2;
- ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»;
- ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО»;
- ОАО «СПИИ «ВНИПИЭТ»;
- филиал ФГУП «ЦКБМ»-«ЦКБМ-2»;
- ЗАО «Экомет-С», специализирующееся на переработке радиоактивных металлических отходов;
- Федеральный научно-производственный центр НИИКИ ОЭПиС им. С. И. Вавилова.

В рассматриваемом районе развита сеть автомобильных и железных дорог:

- автомобильная Санкт-Петербург - пос. 1-е Мая (А-121) III технической категории имеет региональный статус;
- автомобильная дорога М-11 Санкт-Петербург - Таллинн;
- автодорога Р-42, соединяющая Усть-Лугу, Копорье, Веймарн, Старополье;
- автодорога Р-35, соединяющая Красное Село, Копорье, Орлы;
- железная дорога МПС Санкт-Петербург - Калище - Копорье - Котлы - Веймарн с грузопассажирским движением.

На расстоянии около 80 км к востоку от рассматриваемого района расположен международный аэропорт Санкт-Петербурга «Пулково». На таком же расстоянии к

северо-востоку находится морской вокзал Санкт-Петербурга и крупный морской торговый порт.

К юго-западу по дороге (А-121) III технической категории на расстоянии 69 км расположен морской порт Усть-Луга.

#### 4.5. Результаты социально-гигиенического мониторинга

В данном разделе представлены результаты социально-гигиенического мониторинга на территории МО «Сосновоборский муниципальный округ» по данным предоставленным Межрегиональным Управлением № 122 ФМБА России по г. Сосновый Бор Ленинградской области. А также, приведена информация о социально-экономическом развитии округа по данным Администрации муниципального образования.

В 2012 году произошло снижение ряда экономических показателей округа по сравнению с 2011 годом. Основные причины такого снижения – остановка первого блока Ленинградской атомной станции, а также смена генерального подрядчика и уменьшение объемов работ на строительстве ЛАЭС-2.

Оборот крупных и средних организаций Сосновоборского городского округа в 2012 году составил 50 млрд. 860 млн. руб., что ниже уровня соответствующего периода прошлого года на 11,5 %.

Таблица 4.2. Сведения о социально-экономическом состоянии территории

| N<br>п/п | Показатель                                                                            | Значение |          |           |      |      |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------|------|------|
|          |                                                                                       | 2008     | 2009     | 2010      | 2011 | 2012 |
| 1        | 2                                                                                     | 3        | 4        | 5         |      |      |
| 1        | Расходы на здравоохранение (руб./чел.)                                                | 883      | 1080     | 562       | _*   | _*   |
| 2        | Расходы на образование (руб./чел.)                                                    | 8728     | 9349     | 10350     | _*   | _*   |
| 3        | Прожиточный минимум (руб./чел.)                                                       | 4400     | 5103     | 5380      | _*   | _*   |
| 4        | Площадь жилищ, приходящихся в среднем на одного жителя на конец года (кв. м/чел.)     | 19,2     | 19       | 19,4      | 19,4 | 19,8 |
| 5        | Валовой региональный продукт (валовая добавленная стоимость) на душу населения (руб.) | 501355** | 882470** | 736498 ** | _*   | _*   |

|   |                                                                                                                   |           |           |           |                |                |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------|----------------|
| 6 | Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работающих в экономике (руб.)                             | 25654**   | 28776     | 33510     | 35977,6        | 39103,9        |
| 7 | Стоимостный объем национального богатства (стоимость основных фондов отраслей экономики) на душу населения (руб.) | 481609*** | 506600*** | 690255*** | _*             | _*             |
| 8 | Инвестиции в основной капитал на душу населения (руб.)                                                            | 200217*** | 419882*** | 360199    | 531823<br>**** | 462687<br>**** |
| 9 | Количество врачей всех специальностей (абс.)                                                                      | 254       | 256       | 249       | _*             | _*             |

Примечание:

1. \* - Запрошено в Администрации Сосновоборского городского округа.
2. \*\* - Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами крупных и средних организаций.
3. \*\*\* - По крупным и средним организациям.
4. \*\*\*\* - В основном определяется объемами работ по ЛАЭС 2.

### Условия труда и профессиональная заболеваемость

Таблица 4.3. Число лиц, работающих в контакте с вредными и опасными факторами производственной среды и трудового процесса по видам факторов, по видам экономической деятельности

| Наименование вида экономической деятельности и Код по ОКВЭД*                        |               | Виды вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса** |                        | Число работающих (абс.) |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------|
|                                                                                     |               |                                                                               |                        | всего                   | в том числе женщин |
| 1                                                                                   | Код по ОКВЭД* | 2                                                                             |                        | 3                       | 4                  |
| 1. Научные исследования и разработки                                                | 73            | 2.1                                                                           | Всего                  | х                       | х                  |
| 2. Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды | 40            | 2.7                                                                           | Ионизирующие излучения | 7538                    | 1193               |
| 3. Удаление сточных вод, отходов и аналогичная деятельность                         | 90            |                                                                               |                        |                         |                    |
| 4. Производства кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов                          | 23            |                                                                               |                        |                         |                    |

Примечание:

- 1.\* - Ниспадающий список соответствует графе 1 таблицы.
2. \*\* - Ниспадающий список соответствует графам 2, 3, 4.

Таблица 4.4. Сведения о числе лиц с впервые установленными профессиональными заболеваниями (отравлениями) по видам экономической деятельности

| Наименование вида экономической деятельности и код по ОКВЭД | Наименование |                                                                                            | Число лиц с впервые установленным диагнозом (абс.) |                    |
|-------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------|
|                                                             |              |                                                                                            | всего                                              | в том числе женщин |
| 1                                                           | 2            |                                                                                            |                                                    | 34                 |
|                                                             | 2.1          | Профессиональные заболевания (отравления)                                                  | х                                                  | х                  |
|                                                             | 2.1.1        | в том числе острые профессиональные заболевания (отравления)                               | -                                                  | -                  |
|                                                             | 2.1.1.1      | из них со смертельным исходом                                                              | -                                                  | -                  |
|                                                             | 2.1.2        | хронические профессиональные заболевания (отравления)                                      | -                                                  | -                  |
|                                                             | 2.2          | из стр. 2.1 число лиц с двумя и более зарегистрированными профзаболеваниями (отравлениями) | -                                                  | -                  |
|                                                             | 2.3          | Онкозаболевания профессионального характера                                                | -                                                  | -                  |

### Атмосферный воздух населенных мест

Таблица 4.5. Выбросы радиоактивных аэрозолей в атмосферу в 2011-2012 годах, МБк

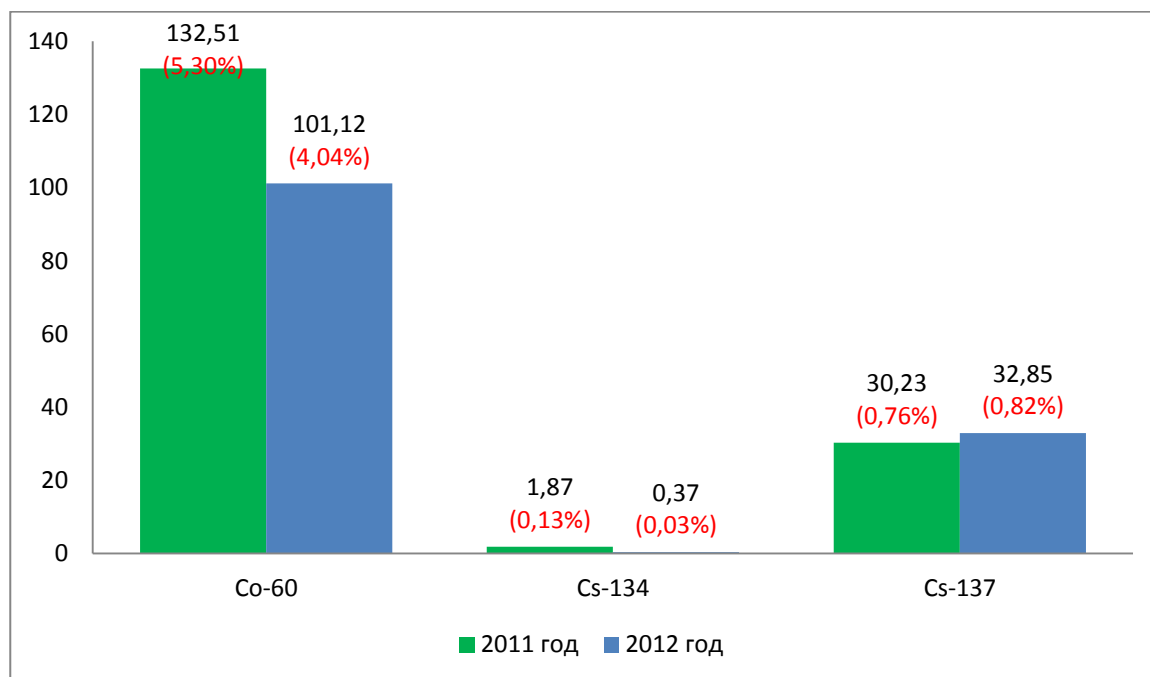
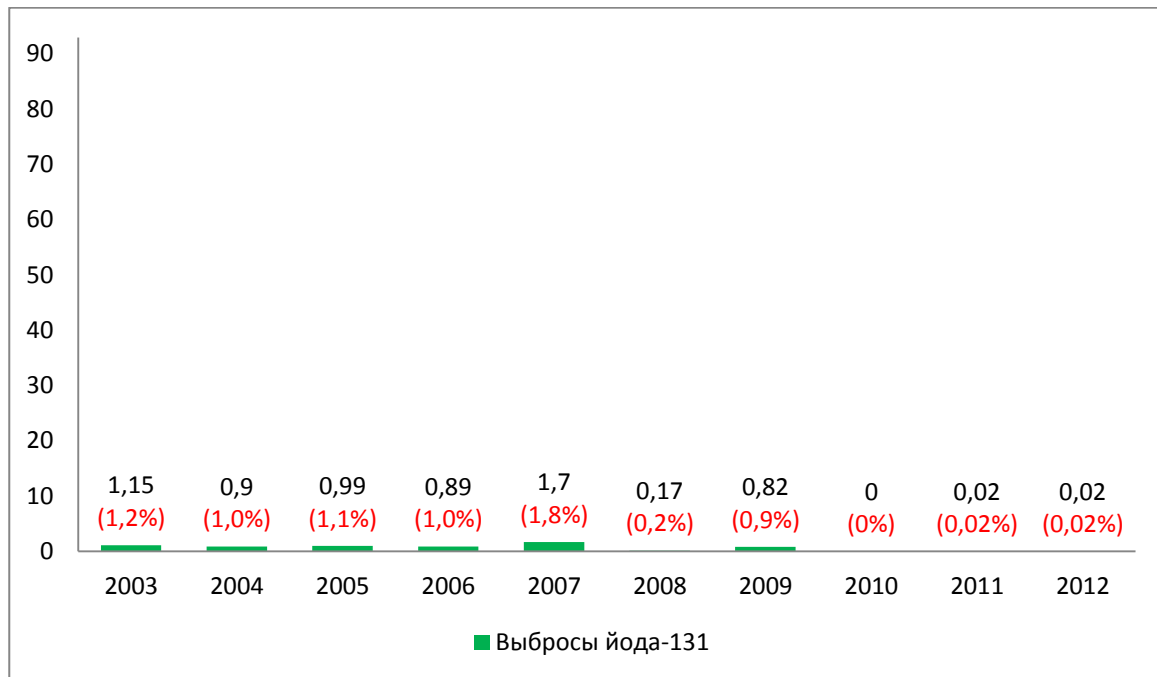


Таблица 4.6. Выбросы йода-131 в атмосферу в 2003-2012 годах, ГБк



Среднегодовые суммарные выбросы радионуклидов в районе г. Сосновый Бор в атмосферный воздух в % распределяются следующим образом: ЛАЭС – 98,7%, НИТИ – 0,3%, ЛО филиала «СЗТО ФГУП «РосРАО», ЭКОМЕТ-С – 0,0001%.

По данным приведенным Администрацией Ленинградской области за 2012 год, выбросы с Ленинградской АЭС радиоактивных газов и аэрозолей в атмосферу не превышают 0,00041-0,00202 предельно допустимого выброса (ПДВ). Среднегодовая объемная активность цезия-137 в атмосферном воздухе зоны наблюдения в 2012 году составила: средняя –  $3,98 \cdot 10^{-9}$  Бк/куб.м, максимальная –  $1,47 \cdot 10^{-5}$  Бк/куб.м, что на порядок меньше величин 2011 года; в атмосферном воздухе санитарнозащитной зоны: средняя –  $1,89 \cdot 10^{-5}$  Бк/куб.м, максимальная –  $5,96 \cdot 10^{-4}$  Бк/куб.м. Среднегодовая объемная активность остальных зарегистрированных радионуклидов на шесть-восемь порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности для населения согласно требованиям НРБ-99/2009. Среднегодовая удельная (объемная) активность цезия-137 и кобальта-60 в атмосферных выпадениях не превышает среднего многолетнего уровня (уровень естественного фона): кобальта-60 - менее 0,07 Бк/кв.м/сутки, цезия-137 - менее 0,07 Бк/кв.м/сутки.

Наблюдения за химическим составом атмосферного воздуха Ленинградской области выполняется на семи стационарных постах в шести городах.

### **Питьевая вода систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения**

В течение 2012 года в прибрежные воды Копорской губы Финского залива с локальных радиационных объектов сброс сточных вод, содержащих радионуклиды, осуществлялся только НИТИ им. А.П. Александрова.

Сброс дебаластных вод в Копорскую губу с Ленинградской АЭС и с Ленинградского филиала СЗТО ФГУП «РосРАО» не осуществлялся.

Основным радионуклидом, поступающим в прибрежные воды Копорской губы Финского залива, является тритий. Сбрасываемая активность трития существенно (на 5-6 порядков) превышает активность других радионуклидов, таких как Cs-137, Cs-134, Sr-90. В течение 2012 года случаев превышения предельно допустимого сброса радионуклидов не отмечено, отношение фактического сброса к предельно допустимому составило по тритию 0,00096, по Cs-137 – 0,032, по Cs-134 – 0,0093, по Sr-90 – 0,0057.

Радиационный контроль источников питьевой воды проводился в трех точках - реках Систе и Коваши – основном и резервном источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения и в озере Бабинское – контрольном водоеме.

Результаты контроля за 2012 год показывают, что среднегодовые объемные активности цезия-137, кобальта-60 и трития на три порядка ниже уровня вмешательства (УВ) для питьевой воды согласно требованиям НРБ-99/2009 и не превышают минимально-детектируемой активности для используемых средств измерения.

Содержание цезия-137 в почве зоны наблюдения АЭС в 2012 году составило 2,860 кБк/м<sup>2</sup> и находилось в пределах величины фонового уровня. Содержание кобальта-60 в пробах почвы было ниже минимально детектируемой активности, равной 100 Бк/м<sup>2</sup>.

В 2012 году удельные активности цезия-137 и кобальта-60 в водных растениях из промышленных каналов Ленинградской АЭС и НИТИ сопоставимы со средними

многолет-ними значениями - цезия-137 – 10,6 Бк/кг (в 2011 году - 10,9 Бк/кг, в 2010 году - 17,2 Бк/кг); кобальта-60 – менее 1,2 Бк/кг (в 2011 году – менее 1,2 Бк/кг, в 2010 году - 3,7 Бк/кг).

Удельная активность цезия-137 в рыбах Копорской губы понизилась по сравнению с 1997-2000 годами и составляет 8,6 Бк/кг (в 2011 году - 8,3 Бк/кг, в 2010 году - 10,6 Бк/кг).

Таким образом, радиоактивность природной среды в районе расположения Ленинградской АЭС в основном обусловлена естественным радиационным фоном (88,2-89,5%), последствиями для региона радиационной аварии на Чернобыльской АЭС (0,12-0,17%) и выбросами/сбросами локальных радиационных объектов (0,15-0,21%).

Дозовая нагрузка на население от техногенных радионуклидов в природной среде составляет менее 1% от основного предела дозы (1 мЗв/год).

Радиационных аварий, приведших к повышенному облучению населения, в 2012 году на территории Ленинградской области не зарегистрировано.

Таблица 4.7. Перечень веществ, контролируемых в системе централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения

| Номер водоисточн. | Номер (код) водопровода | Номер точки контроля | Наименование веществ | Средняя концентрация всех исследованных веществ (мг/куб. м) | Средняя концентрация из проб, превышающих ПДК (мг/куб. м) |
|-------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1                 | 1                       | 1-10                 | Железо общ           | 0,15                                                        | 1,2                                                       |
| 2                 | 2                       | 1-3                  | Хлориды              | 12,5                                                        | -                                                         |
|                   |                         |                      | Нитриты              | -                                                           | -                                                         |
|                   |                         |                      | Нитраты              | -                                                           | -                                                         |
|                   |                         |                      | Медь                 | <0,01                                                       | -                                                         |
|                   |                         |                      | Нефтепродукты        | 0,02                                                        | -                                                         |
|                   |                         |                      | Алюминий             | -                                                           | -                                                         |
|                   |                         |                      | Цинк                 | 0,004                                                       | -                                                         |
|                   |                         |                      | Марганец             | -                                                           | -                                                         |
|                   |                         |                      | Свинец               | <0,002                                                      | -                                                         |
|                   |                         |                      | Кадмий               | <0,0002                                                     | -                                                         |
|                   |                         |                      | Сульфаты             | 33,0                                                        | -                                                         |

Основное вещество, рассматриваемое в качестве приоритетного загрязнения питьевой воды системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения - это железо общее.

Причиной является загрязнение источника и транспортировка по средством действующего водопровода.

## **5. Характеристика существующей обстановки в районе расположения ПЗРО**

Площадка предполагаемого к строительству ПЗРО находятся в пределах зоны наблюдения действующей ЛАЭС на приграничной территории Российского побережья Балтийского моря, в зоне воздействия выбросов/сбросов действующей Ленинградской АЭС с четырьмя РБМК-1000, экспериментальных ядерных реакторов НИТИ им. А.П. Александрова, предприятий по переработке и хранению отходов низкой и средней активности - ЛОФ СЗТО ФГУП «РосРАО» и ЗАО «Экомет-С», а также, строящихся энергоблоков первой очереди ЛАЭС-2.

Деятельность предприятий ядерного комплекса развернута в непосредственной близости к мегаполису с многомиллионным населением - Санкт-Петербургу, и прибалтийским государствам, виду чего, она находится под пристальным вниманием международных и российских экологических организаций.

Радиационная обстановка в этом регионе контролируется следующими методами:

- аэрогамма-съемка;
- автомобильная гамма-съемка;
- контроль эквивалентной дозы излучения на местности;
- регулярный отбор проб аэрозолей приземного воздуха и атмосферных выпадений на постах наблюдений в санитарно-защитной зоне (СЗЗ) и зоне наблюдения (ЗН) ЛАЭС;
- периодический отбор проб наземных и водных объектов природной среды, местной сельхозпродукции.



Результаты контроля и научных исследований получают отражение в ежегодных отчетах ЛАЭС и заключениях Госсанэпиднадзора.

Эффективность радиационно-экологического мониторинга и радиационного контроля природной среды на этой территории имеет важное значение для обоснования и поддержки проектных и управленческих решений на основе анализа и оценок регионального риска в соответствии с действующим национальным и международным законодательством.

Основными источниками техногенных радионуклидов в окружающей среде на предлагаемой к созданию ПЗРО территории стали атмосферные выпадения, в основном, изотопа  $^{137,134}\text{Cs}$ , ставшие следствием аварийного выброса на энергоблоке №4 Чернобыльской АЭС в 1986 году, включившиеся в биологические циклы миграции вещества, и указанные выше радиационные объекты.

### **5.1. Состояние наземных экосистем**

Радиационная обстановка в наземных экосистемах региона расположения ПЗРО формируется радионуклидами естественного происхождения, глобально рассеянными техногенными радионуклидами, радионуклидами, поступившими в окружающую среду при аварии Чернобыльской АЭС в 1986г, и поступающими с газоаэрозольными выбросами АЭС.

По состоянию на 2007 г. содержание  $^{137}\text{Cs}$  в пахотных почвах и сельхозпродуктах местного производства (картофель, зерновые) определяется последствиями аварии на ЧАЭС в 1986 г. и сохраняется на уровнях в 5-10 раз выше, чем в 1982-1985 г.

При этом, с подветренной от локальных радиоактивных объектов стороны в садоводческих хозяйствах, расположенных на ранее болотистой местности, отмечается тенденция к более высоким удельным активностям  $^{137}\text{Cs}$  в картофеле.

Средняя плотность поверхностного загрязнения целинных почв изотопом  $^{137}\text{Cs}$  на удалении до 15 км от площадки создания ПЗРО, в настоящее время, сохраняется более высокой, чем была до аварии на Чернобыльской АЭС.

Максимальная плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  в слое почвы, глубиной до 15 см, наблюдается в промышленной зоне (3,8 – 21,9 кБк/м<sup>2</sup>) и в северо-восточном секторе,

с подветренной стороны от радиационных объектов, на удалении 3 - 10 км (в районе деревни Ракопежи: 5,8 – 12,1 кБк/м<sup>2</sup>).

Схема контролируемой территории вокруг Ленинградской АЭС представлена на рисунке 5.1.

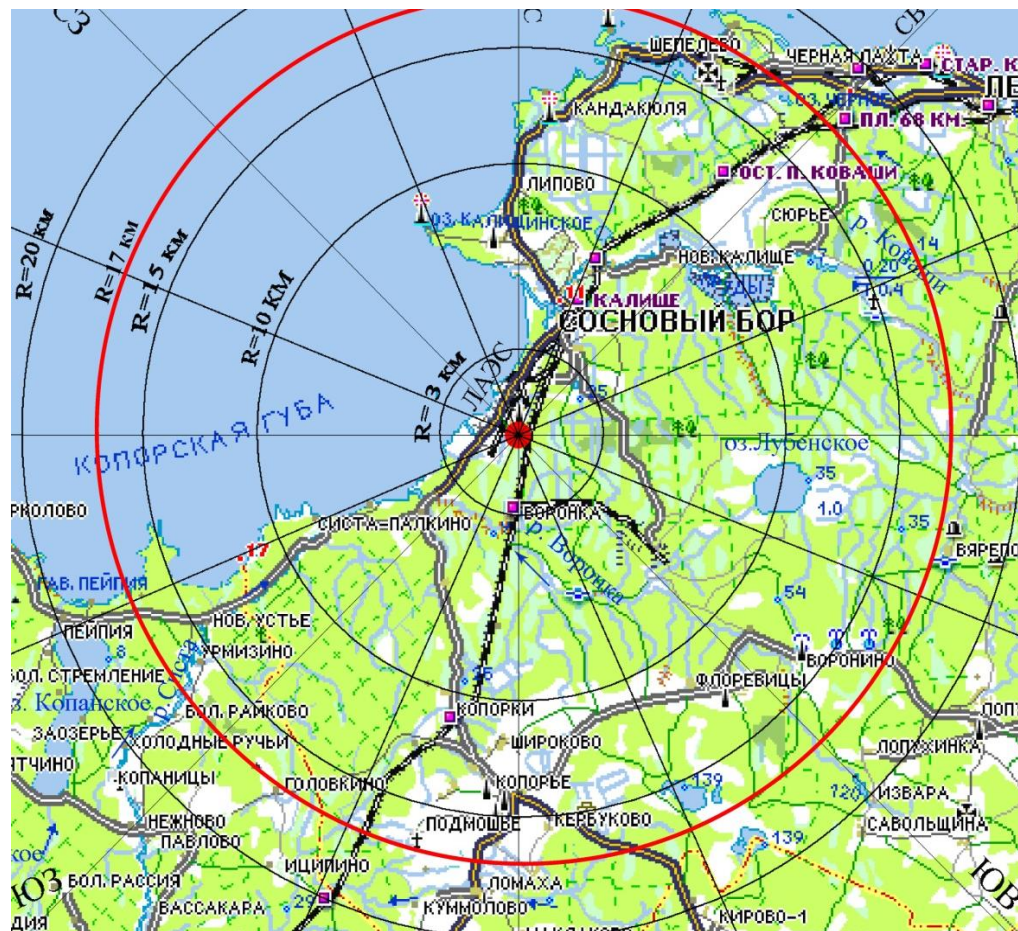


Рисунок 5.1 – Схема контролируемой территории вокруг Ленинградской АЭС

Таблица 5.1. Плотность атмосферных выпадений радионуклидов

| Контролируемая территория | Радионуклид       | Плотность атмосферных выпадений, Бк/м <sup>2</sup> сутки |        |        |        |        |        |
|---------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                           |                   | 2007г.                                                   | 2008г. | 2009г. | 2010г. | 2011г. | 2012г. |
| СЗЗ                       | <sup>137</sup> Cs | <0,07                                                    | <0,07  | <0,07  | <0,07  | <0,07  | <0,07  |
|                           | <sup>134</sup> Cs | <0,05                                                    | <0,05  | <0,05  | <0,05  | <0,05  | <0,05  |
|                           | <sup>60</sup> Co  | <0,07                                                    | <0,07  | <0,07  | <0,07  | <0,07  | <0,07  |
|                           | <sup>54</sup> Mn  | <0,05                                                    | <0,05  | <0,05  | <0,05  | <0,05  | <0,05  |
|                           | <sup>51</sup> Cr  | <0,10                                                    | <0,10  | <0,10  | <0,10  | <0,10  | <0,10  |
| ЗН                        | <sup>137</sup> Cs | <0,07                                                    | <0,07  | <0,07  | <0,07  | <0,07  | <0,07  |
|                           | <sup>134</sup> Cs | <0,05                                                    | <0,05  | <0,05  | <0,05  | <0,05  | <0,05  |
|                           | <sup>60</sup> Co  | <0,07                                                    | <0,07  | <0,07  | <0,07  | <0,07  | <0,07  |
|                           | <sup>54</sup> Mn  | <0,05                                                    | <0,05  | <0,05  | <0,05  | <0,05  | <0,05  |
|                           | <sup>51</sup> Cr  | <0,10                                                    | <0,10  | <0,10  | <0,10  | <0,10  | <0,10  |

Объемная активность техногенных радионуклидов, зарегистрированная в приземном слое атмосферного воздуха, за рассматриваемый период была в  $10^6 - 10^8$  раз ниже допустимой объемной активности ДОА<sub>нас</sub> по НРБ-99/2009.

Одним из показателей, характеризующих радиационное состояние наземных экосистем региона, является уровень содержания техногенных радионуклидов в почвенном покрове и растительности.

Содержание техногенных радионуклидов в пробах растительности естественного произрастания (травы), отобранных в контролируемой зоне вокруг Ленинградской АЭС приведено на диаграмме 5.1.

Контроль содержания радионуклидов в верхнем 5-сантиметровом слое почвы в районе расположения Ленинградской АЭС ежегодно проводится ЛВД станции.

В таблице 5.2 приведены усредненные по зонам наблюдений данные уровней содержания техногенных радионуклидов в пробах почв за последние годы.

Таблица 5.2. Усредненное содержание радионуклидов в поверхностном слое почвы, Бк/м<sup>2</sup>

| Контролируемая территория | Радионуклид       | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2012 г. |
|---------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| СЗЗ                       | <sup>60</sup> Co  | -       | <100    | <100    | <100    | <100    | <100    |
|                           | <sup>137</sup> Cs | 1890    | 1810    | 1760    | 1700    | 1990    | н.д.    |
| ЗН                        | <sup>60</sup> Co  | -       | <100    | <100    | <100    | <100    | <100    |
|                           | <sup>137</sup> Cs | 1240    | 1780    | 1690    | 1860    | 2220    | 2860    |

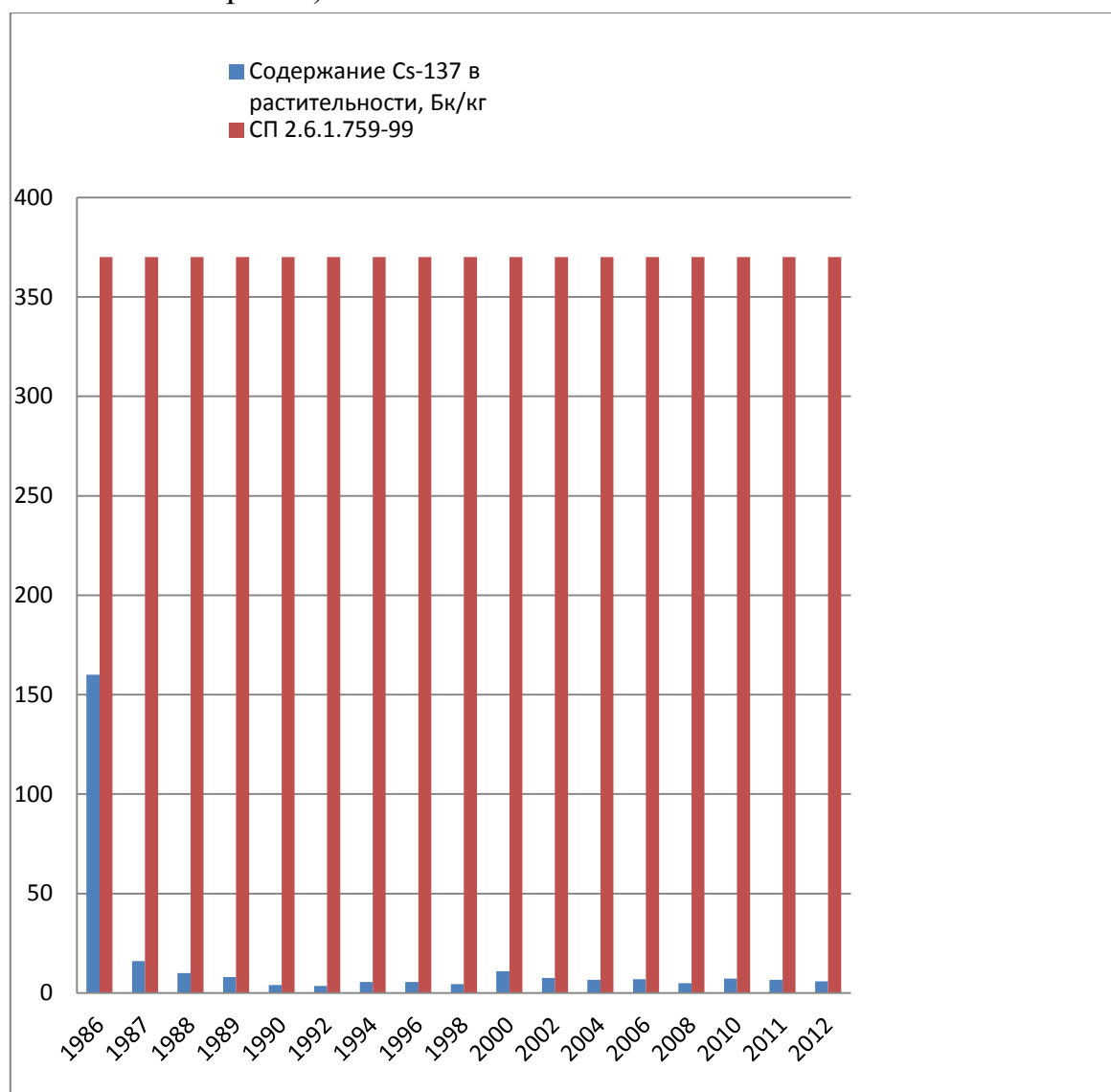
Контроль за содержанием радионуклидов в продуктах питания местного производства осуществляется ЛВД Ленинградской АЭС. В таблице 5.3. показано содержание <sup>137</sup>Cs в некоторых продуктах питания в зоне наблюдения АЭС.

Таблица 5.3. Удельная активность <sup>137</sup>Cs в продуктах питания местного производства, Бк/кг

| Продукт            | 2004г. | 2005г. | 2006г. | 2007г. | 2008г. | 2011 г | 2012 г | Допустимый уровень |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------|
| Корнеплоды         | 2,43   | 2,03   | 1,6    | 4,0    | 3,8    | 0,7    | 0,32   | 120                |
| Овощи              | 2,65   | 2,11   | 3,0    | 3,6    | 6,0    | 1,8    | 1,5    | 120                |
| Рыба               | 2,49   | 1,50   | 6,1    | 8,1    | 5,7    | 8,3    | 8,6    | 130                |
| Грибы              | 87,0   | 55,60  | 29,2   | 24,0   | 9,5    | 72     | 48     | 500                |
| Ягоды дикорастущие | 4,20   | 3,42   | 10,4   | 8,9    | 6,2    | 12,8   | 11,8   | 160                |

\* За 2011-2012 гг. по данным из отчета Росгидромет со ссылкой на ЛВД ЛАЭС.

Диаграмма 5.1. Содержание радиоактивных веществ в растительности (по результатам мониторинга)



Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в продуктах питания местного производства в зоне наблюдения Ленинградской АЭС была меньше предельных значений, установленных СанПиН 2.3.2.1078-01.

Измерение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД ГИ) в районе расположения Ленинградской АЭС дает интегральную характеристику радиационного воздействия от основных источников радиационного излучения.

Измеренные значения мощности дозы гамма-излучения на территории промплощадки, СЗЗ, ЗН и в контрольном пункте представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4. Значения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения, мкЗв/час

| Контролируемая территория          | Данные АСКРО<br>(на территории промплощадки –<br>данные СРК) |                       | Данные измерений<br>по регламентным маршрутам |                       |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|
|                                    | Среднее значение                                             | Максимальное значение | Среднее значение                              | Максимальное значение |
| Промплощадка                       | 0,12                                                         | 1,90                  | 0,13                                          | 0,34                  |
| СЗЗ                                | 0,08                                                         | 0,18                  | 0,13                                          | 0,19                  |
| ЗН                                 | 0,09                                                         | 0,18                  | 0,11                                          | 0,17                  |
| Контрольный пункт<br>(д. Бегуницы) | 0,08                                                         | 0,27                  | 0,11                                          | 0,13                  |

Значения мощности дозы гамма-излучения на территории промплощадки, существенно превышающие средние, связаны с проведением работ по перегрузке ядерного топлива.

Фоновые значения мощности дозы гамма-излучения в районе расположения Ленинградской АЭС за годы наблюдения не отличались от значений в предпусковой период и находились на уровне фоновых значений, характерных для данной местности.

## 5.2. Анализ радиационной обстановки по результатам наблюдений, выполненных в 2010 -2013 году.

В 2010 году подразделениями Северо-Западного УГМС, филиалами ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области» (ЦГЭ) проведено наблюдение за переносом загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха на распределенной сети наблюдений в местах размещения стационарных источников загрязнения в городах Ленинградской области.

В число семи обследованных городов вошел и Сосновый Бор, где в качестве основного источника загрязнения рассматривалась действующая АЭС.

В состав исследуемых показателей потенциальных загрязнений были включены: взвешенные вещества, диоксид серы, диоксид азота, оксид углерода, объемная активность техногенных радионуклидов (цезий-137, стронций-90, тритий, йод-131), мощность дозы гамма-излучения.

Исследования проводились на границе санитарно-защитной зоны ЛАЭС с использованием радиолокационного комплекса «RIDIM»; также производился отбор проб атмосферного воздуха, с последующим количественными химическим, радиохимическим и спектрометрическим анализами проб.

Для города Сосновый Бор [35]:

- по результатам измерений, концентраций специфических примесей на границах СЗЗ и превышений ПДК выявлено не было;
- по результатам дистанционного и инструментального контроля загрязненности атмосферы над санитарно-защитной зоной ЛАЭС качество атмосферного воздуха признано удовлетворительным.

В 2010 – 2013 годах на территории Ленинградской области радиационная обстановка в целом оставалась стабильной и практически не отличалась от предыдущих лет.

В целом по области уровень гамма-фона определяется природными и (незначительно) техногенными источниками ионизирующего излучения на территориях некоторых районов области, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате прошлых радиационных аварий и инцидентов.

По результатам анализа доз облучения населения Ленинградской области за счет природных источников ионизирующего излучения *за пятилетний период* выполненного ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области» в 2010 году [38] установлено, что суммарная доза от всех компонентов природного облучения, в среднем за 5 лет на одного жителя Ленинградской области, несколько выше аналогичного значения для жителя Российской Федерации в целом, но не превышает регламентированное значение – 5 мЗв/год, что, в соответствии с п. 5.1.2 СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)» характеризует степень радиационной безопасности Ленинградской области как приемлемую по уровню облучения и не требующую проведения мероприятий по снижению уровней облучения, за исключением адресных мероприятий в отношении определенных объектов различного назначения (источников водоснабжения, жилых домов, в воздухе

помещений которых содержится повышенное содержание природных радионуклидов, и т.д.).

Радиационный фон на территории Ленинградской области в 2010 - 2013 годах находился в пределах 0,05-0,29 мкЗв/ч, что соответствует многолетним естественным среднегодовым значениям радиационного фона в Ленинградской области.

Вклад различных источников в дозу облучения населения по структуре в основном не изменился.

Основная доза приходится на природные источники ионизирующего излучения – 93,3 %, второе место занимает медицинское излучение - 6,4 %, доля техногенного облучения - 0,16 %.

В городе Сосновый Бор основным локальным источником загрязнения приземной атмосферы техногенными радионуклидами являются выбросы инертных радиоактивных газов (ИРГ) и  $^{131}\text{I}$  Ленинградской АЭС.

Газоаэрозольные выбросы НИТИ им. А.П. Александрова и Ленинградского отделения ФГУП «РосРАО» составляют лишь единицы процента от выбросов ЛАЭС.

По результатам радиационного контроля за 2010 - 2013 годы выбросы ЛАЭС радиоактивных газов и аэрозолей в атмосферу не превысили 20% от допустимых уровней выбросов, регламентированных СПАС-03 для действующих атомных станций (уровень выбросов ИРГ снизился в 20 раз по сравнению с 1988 годом) [36].

Содержание цезия-137 в атмосферном воздухе зоны наблюдения ЛАЭС в 2010 - 2013 годах составила  $2,54 \times 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Мощность дозы внешнего гамма-излучения на территории города Сосновый Бор и в зонах наблюдения находится на уровне значений естественного фона.

Поступление техногенных радионуклидов со сточными водами ЛАЭС в открытую гидрографическую сеть (цезий-137, кобальт-60) в 2002-2013 гг. не превышали 0,1% от допустимых сбросов.

Удельная активность цезия-137 в донных отложениях мелководной части Копорской губы низкая, и распределена равномерно.

Дозы облучения населения техногенными радионуклидами в среднем составляют 0,1-0,3% от интегральной дозы.

Дозовая нагрузка на население от выбросов/сбросов ЛАЭС меньше минимального уровня приемлемого риска (10 мкЗв/год).

Радиационных аварий, приведших к повышенному облучению населения, в Ленинградской области, и в г. Сосновый Бор в частности, не зарегистрировано.

До настоящего времени ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области» ведёт мониторинг пищевых продуктов, включающий в себя гамма-спектрометрические и радиохимические исследования основных дозообразующих продуктов питания: молока, мяса, рыбы, картофеля, лесных ягод и грибов.

В 2010 году отмечалось превышение допустимого уровня загрязнения по цезию-137 в 2-х пробах грибов и лесных ягод (в Волосовском районе).

В остальных пробах продовольственного сырья и продуктов питания, отобранных в рамках мониторинга территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС, значимых отличий удельной активности цезия-137 от фоновых значений не обнаружено.

По результатам проведенного в 2008-2010 гг. расчета среднегодовых эффективных доз облучения отмечено [36], что ни в одном населенном пункте Ленинградской области, подвергшемся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС, средняя годовая эффективная доза не достигает даже 50% от установленной величины в 1,0 мЗв/год .

В 2012 году осуществлялся надзор по всем основным составляющим компонентам облучения человека: облучение за счет природных источников, облучение за счет источников, используемых в медицинских целях (как пациентов, так и персонала), а также источников, используемых в промышленных целях.

Ведущую роль в формировании коллективной дозы облучения населения занимают природные источники ионизирующего излучения.



### 5.3. Оценка объема радиоактивных отходов по состоянию на 2013 год

В целом объем радиоактивных отходов на территории Ленинградской области составляет около  $1,29 \cdot 10^5 \text{ м}^3$ . Около  $2000 \text{ м}^3$  в Санкт-Петербурге.

В целом в течение 2010 - 2013 годов зафиксирован рост (на  $0,46 \cdot 10^5 \text{ м}^3$ ) учтенного объема РАО, находящихся на территории Ленинградской области, при сохранении значения их суммарной активности на уровне конца 2009 г.

Основной вклад по данному показателю приходится на предприятия города Сосновый Бор.

Существенно, по сравнению с концом 2009 года, возрос объем РАО, накопленных на территориях ПИЯФ и НИТИ – в 2,25 и 2,36 раза соответственно. При этом активность накопленных на территории ПИЯФ РАО возросла с  $3,13 \cdot 10^{12}$  до  $1,01 \cdot 10^{13}$  Бк, а на территории НИТИ с  $1,01 \cdot 10^{12}$  до  $1,61 \cdot 10^{12}$  Бк.

Количество РАО в виде отработавших закрытых источников излучения (ЗРИ) составляет 4333 шт.

РАО, в виде отработавших ЗРИ зафиксированы на двух предприятиях: в Ленинградском отделении филиала ФГУП «РосРАО» – 4093 шт. и в ПИЯФ – 240 шт., а их суммарная активность составляет  $4,35 \cdot 10^{14}$  Бк.

### 5.4. Состояние водных экосистем

Радиационное состояние водных экосистем района расположения Ленинградской АЭС и ПЗРО оценивалось по содержанию радионуклидов в воде, донных отложениях, высшей водной растительности и рыбе.

### 5.5. Содержание радионуклидов в воде водных объектов

Среднегодовые значения объемной активности радионуклидов в сбросной воде представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5. Среднегодовые значения объемной активности радионуклидов в сбросной воде, Бк/м<sup>3</sup>

| Год                 | <sup>60</sup> Co | <sup>90</sup> Sr | <sup>137</sup> Cs |
|---------------------|------------------|------------------|-------------------|
| 2002                | 26,0             | 20,0             | 40,0              |
| 2003                | 26,0             | 10,0             | 37,0              |
| 2004                | 25,0             | 10,0             | 40,0              |
| 2012                | -                | 5,7              | 32,0              |
| УВ по НРБ – 99/2009 | 40000            | 4900             | 11000             |

Как видно из таблицы 5.5, содержание  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в воде сбросных каналов на несколько порядков меньше уровня вмешательства (УВ), принятого в НРБ-99/2009 для регламентирования питьевых вод.

В таблице 5.6 представлен диапазон изменения объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в воде рек Систа и Коваши, а также в озере Бабинское за период с 2003 по 2012 г.

Таблица 5.6 - Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в воде водных объектов за период с 2003 по 2012 г., Бк/м<sup>3</sup>

| Водный объект                      | $^{137}\text{Cs}$ |
|------------------------------------|-------------------|
| р. Систа                           | 33,0 – 40,0       |
| р. Коваши                          | 30,0 – 35,0       |
| оз. Бабинское (Контрольный водоем) | 28,0 – 33,0       |
| УВ по НРБ-99/2009                  | 11000             |

Как следует из таблицы 5.6, содержание  $^{137}\text{Cs}$  в воде, как минимум, в 270 раз меньше УВ по НРБ-99/2009.

В морской воде Копорской губы из техногенных радионуклидов, присутствующих в сбросах и выбросах Ленинградской АЭС был идентифицирован только  $^{137}\text{Cs}$ . Его среднегодовое объемное содержание составляет 36,0 Бк/м<sup>3</sup>.

По данным Росгидромета, результаты контроля за 2012 г. показывают, что среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^3\text{H}$  на два порядка ниже уровня вмешательства (УВ) для питьевой воды по НРБ-99/2009 [3] и не превышают МДА для используемых средств измерения.

Таблица 5.7. Среднегодовая объемная активность радионуклидов в питьевой воде и воде контрольного водоема, Бк/л (данные ЛВД ЛАЭС)

| Место отбора пробы | $^{137}\text{Cs}$ |         | $^{60}\text{Co}$ |         | $^3\text{H}$ |         |
|--------------------|-------------------|---------|------------------|---------|--------------|---------|
|                    | 2011 г.           | 2012 г. | 2011 г.          | 2012 г. | 2011 г.      | 2012 г. |
| р. Систа           | <0,10             | <0,10   | <0,10            | <0,10   | <25          | <25     |
| р. Коваши          | <0,10             | <0,10   | <0,10            | <0,10   | <25          | <25     |
| оз. Бабинское      | <0,10             | <0,10   | <0,10            | <0,10   | <25          | <25     |
| УВ по НРБ 99/2009  | 11                |         | 40               |         | 7600         |         |

### 5.6. Содержание радионуклидов в донных отложениях

Результаты измерений удельной активности донных отложений в районе сбросных каналов СБК-1,2 и Финском заливе, полученные ЛРБ Ленинградской АЭС в рамках производственного радиационного контроля.

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях колебалось в диапазоне от 16,7 до 74,7 Бк/кг воздушно-сухой массы.

Максимальное значение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях в районе сбросных каналов СБК-1, СБК-2 и Финском заливе (Копорской губе) наблюдалось в 1986-1987 годах и было обусловлено аварией на Чернобыльской АЭС.

В настоящее время содержание  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях контролируемых водных объектов Ленинградской АЭС примерно на 3 порядка ниже уровня максимальной допустимой удельной активности, приведенной в «Методических указаниях по расчету допустимых сбросов радиоактивных веществ в поверхностные воды» (МУК 2.6.1.29-2000).

По данным Росгидромет, в 2012 г. контроль донных отложений на ЛАЭС проводился, как и в 2011 г., на удалении 1 км от устья сбросного канала первой очереди в связи с отсутствием донных отложений в самих устьях. Активность донных отложений определялась радионуклидом  $^{137}\text{Cs}$  (табл. 5.8), при этом активности других техногенных радионуклидов ( $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ , и пр.) в подготовленных счетных образцах не превышали МДА для используемых средств и условий измерения.

Таблица 5.8. Удельная активность радионуклидов в донных отложениях, Бк/кг сырой массы\* (данные ЛВД ЛАЭС)

| Место отбора пробы                   | $^{137}\text{Cs}$ |         | Суммарная активность |         |
|--------------------------------------|-------------------|---------|----------------------|---------|
|                                      | 2011 г.           | 2012 г. | 2011 г.              | 2012 г. |
| Копорская губа (водоем-охладитель)** | 22,2              | 29,1    | 22,2                 | 29,1    |
| Финский залив – контрольный водоем   | 11,9              | 17,7    | 11,9                 | 17,7    |

Примечания: \* – определение удельной активности радионуклидов производилось для высушенных донных отложений с последующим пересчетом на сырую массу (значение переходного коэффициента принято равным 0,5);

- – донные отложения отсутствуют;

\*\* – отбор проб проводился на удалении 1 км от устья сбросного канала.

Из отчета Росгидромета, отбор проб грунтовых вод в наблюдательных скважинах (НС) (на промплощадке – 46 скважин, на территории комплекса переработки отходов (КПО) – 99 скважин) в 2012 г. проводился на ЛАЭС ежеквартально с помощью ручного пробоотборника.

Радиометрический анализ проб подземных вод из НС не выявил превышения контрольного уровня по  $\Sigma\beta$  в соответствии с НРБ-99/2009. Среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в воде скважин не увеличилась по сравнению с предыдущим годом и осталась на уровне предшествующих пяти лет. Максимальное значение объемной  $\Sigma\beta$  в воде НС промплощадки, а также на территории КПО в 2012 г. (как и в 2011 г.) не превышало 0,75 Бк/л.

По данным  $\gamma$ -спектрометрического анализа проб почвы, проведенного ЛВД ЛАЭС, основным техногенным радионуклидом в почве СЗЗ и ЗН является  $^{137}\text{Cs}$ . В ЗН содержание  $^{137}\text{Cs}$  в 2012 г. (2,86 кБк/м<sup>2</sup>) превышало значение загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в контрольном пункте (2,4 кБк/м<sup>2</sup>), но, как и в последние годы, находилось в пределах величины естественного глобального фонового уровня (1,1 – 3,7 кБк/м<sup>2</sup>). В СЗЗ содержание  $^{137}\text{Cs}$  в 2012 г. (2,03 кБк/м<sup>2</sup>) было ниже значения- 209 - загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в контрольном пункте (2,4 кБк/м<sup>2</sup>). Содержание  $^{60}\text{Co}$  в пробах почвы было ниже МДА, равного 100 Бк/м<sup>2</sup>.

### **5.7. Содержание радионуклидов в высшей водной растительности**

Представлены данные по среднегодовой удельной активности радионуклидов, содержащихся в морских водорослях сбросных каналов СБК-1, СБК-2 и в Копорской губе Финского залива.

Среднегодовая удельная активность радионуклидов в морских водорослях изменилась в пределах, Бк/кг:

для изотопа  $^{60}\text{Co}$  - 8,5-12,0  
и изотопа  $^{137}\text{Cs}$  - 17,0-140,0

Из этого следует, что в пробах морских водорослей содержатся техногенные  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ .

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в морской растительности сбросных каналов Ленинградской АЭС в 6 - 8 раз выше, чем в водорослях Копорской губы Финского залива, что объясняется влиянием сбросных вод АЭС.

Содержание  $^{60}\text{Co}$  в морских водорослях не зависело от места отбора проб. Диапазон изменения удельной активности этого радионуклида составил 8,1 - 12,0 Бк/кг воздушно сухого веса.

### 5.8. Содержание радионуклидов в рыбе

Контроль за содержанием радионуклидов в рыбе проводился в рамках производственного радиационного контроля ОРБ Ленинградской АЭС.

Результаты измерений показали наличие техногенных радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ .

В таблице 5.9 приведена среднегодовая удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в рыбе за 2002-2008 г. и 2011-2012 г. По данным лаборатории внешней дозиметрии ЛАЭС Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в 2012 г. в рыбе фактически не изменилось. Все значения были значительно ниже нормативов, установленных СанПиН.

Таблица 5.9. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в рыбе Копорской губы Финского залива, Бк/кг

| Год               | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2011 | 2012 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $^{137}\text{Cs}$ | 6,5  | 2,4  | 5,4  | 1,5  | 6,1  | 8,1  | 5,7  | 8,3  | 8,6  |

Содержание  $^{60}\text{Co}$  в рыбе за рассматриваемый период изменялось от 1,0 до 4,4 Бк/кг сырой массы.

Согласно СанПиН 2.3.2.1078-01, приводимые максимальные значения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в рыбе Копорской губы примерно в 15 раз меньше регламентируемой удельной активности для  $^{137}\text{Cs}$  (130 Бк/кг).

## **6. Варианты создания ПЗРО.**

В настоящем разделе рассматриваются варианты создания ПЗРО в Северо-Западном регионе Российской Федерации. Рассматриваются следующие варианты:

- Заглубленный вариант пункта приповерхностного захоронения радиоактивных отходов, который планируется расположить на территории Ленинградского отделения филиала «СЗТО» ФГУП «РосРАО».
- «Нулевой» вариант. (В составе обоснования инвестиций в соответствии с существующей в Российской Федерации нормативной документацией рекомендуется рассматривать также т.н. «нулевой» вариант, т.е. отказ от намечаемой хозяйственной или инвестиционной деятельности.)

### **6.1. «Нулевой» вариант**

Ленинградская область является одним из субъектов Федерации, где сосредоточены предприятия, на которых образуются радиоактивные отходы.

Основные крупные производители отходов расположены в Сосновоборской промышленной зоне в достаточной территориальной близости друг от друга.

Этими производителями являются:

- Ленинградская АЭС, в составе которой в настоящее время действуют четыре энергоблока РБМК-1000.

В ближайшем будущем предстоит выведение их из эксплуатации, следствием которого будет образование значительного количества пост-эксплуатационных радиоактивных отходов.

Эксплуатация реакторов ЛАЭС-2, строящейся в настоящее время, приведет к дальнейшему образованию РАО;

- ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» – региональный центр по сбору, переработке и хранению РАО, предназначенный для централизованного обращения, государственного контроля за отработавшими ИИИ и РАО, в целях предотвращения несанкционированного поступления их в окружающую среду.

ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» эксплуатируется с 1962 г. и обслуживает около 200 организаций г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области, а также принимает РАО от других организаций и предприятий Северо-Западного федерального округа. Из 200 организаций 100 относятся к предприятиям промышленности и стройиндустрии, около 40 – медицинские учреждения, около 30 – научно-исследовательские институты. В том числе:

- Научно-исследовательский технологический институт им. А.П. Александрова (НИТИ);
- ЗАО «Экомет-С», специализирующееся на переработке радиоактивных металлических отходов.

Учитывая, что окончательное кондиционирование и хранение РАО производится только на ЛАЭС и ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО», следует ожидать, что именно эти организации будут поставлять отходы на захоронение в проектируемый ПЗРО.

На территории ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» и ЛАЭС находится на хранении более 120 тыс. м<sup>3</sup> твердых РАО. Результаты прогноза количества накопленных и образующихся кондиционированных отходов до 2030 года показали, что суммарный объем кондиционированных РАО может составить 236 тыс. м<sup>3</sup>[2] с учетом вывода энергоблоков РБМК-1000 из эксплуатации и ввода новых мощностей ЛАЭС-2 [2].

Свыше 90% радиоактивных отходов, образующихся в Северо-Западном округе, представляют собой отходы низкого и среднего уровней удельной активности, содержащие радионуклиды с периодом полураспада не более 30 лет и <sup>137</sup>Cs.

Радиоактивные отходы, находящиеся на территории ЛАЭС и ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО», хранятся в наземных сооружениях на площадях, не соответствующих требованиям, предъявляемым к району размещения наземных ПЗРО, вследствие высокого уровня грунтовых вод.

*Необходимость вывода из эксплуатации и/или дорогостоящего ремонта (не решающего проблему высокого стояния уровня грунтовых вод) морально и*

*физически устаревших действующих хранилищ РАО обуславливает насущную потребность в строительстве новых хранилищ, отвечающих современным требованиям безопасности, или пунктам захоронения радиоактивных отходов.*

Для большинства действующих хранилищ в ближайшее время потребуются проведение процедуры продления срока их эксплуатации и приведения конструкций к требованиям действующих норм и правил, что потребует чрезвычайно больших финансовых затрат.

*Оптимальным решением проблем окончательной изоляции короткоживущих низко- и среднеактивных РАО и обеспечения дальнейшего безопасного развития объектов использования атомной энергии в регионе является создание приповерхностного (заглубленного) пункта захоронения радиоактивных отходов.*

При разработке обоснования инвестиций, в соответствии с требованиями действующей нормативной документации в Российской Федерации, должны быть рассмотрены вопросы принятия принципиального решения по сооружению ПЗРО, в частности должен рассматриваться **«нулевой» вариант - отказ от намечаемой инвестиционной деятельности (строительства).**

При эксплуатации энергоблоков ЛАЭС образуется значительное количество эксплуатационных жидких и твердых радиоактивных отходов различных групп активности, которые направляются в хранилища ЛАЭС.

Разделение ЖРО и ТРО по группам активности осуществляется в соответствии с классификацией СП АС-03.

Для обращения с радиоактивными отходами в составе ЛАЭС создан комплекс по обращению с РАО, включающий установки по переработке ЖРО (выпарные установки и установка битумирования), емкости для сбора трапных вод, емкости для хранения кубовых остатков, пульп перлита и ионообменных смол, и установки по переработке ТРО.

В проекте ЛАЭС сначала не было предусмотрено строительство установок по кондиционированию ТРО, поэтому в течение многих лет, начиная с момента пуска первого блока, образующиеся на ЛАЭС твердые РАО ежегодно направлялись на площадку ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО».



На площадке ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» поступившие с ЛАЭС горючие ТРО перерабатывались на установке сжигания, а остальные ТРО размещались в не переработанном виде в отсеки-каньоны навалым способом.

С 1996 года с атомной электростанции на площадку ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» вывозятся в основном горючие ТРО.

Из-за больших объемов образующихся твердых радиоактивных отходов на ЛАЭС было начато сооружение собственного хранилища ТРО.

Проектная емкость сооружаемых хранилищ ТРО на ЛАЭС составляет 18 000 м<sup>3</sup>.

ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» осуществляет следующие виды деятельности:

- сбор, удаление и обезвреживание твердых и жидких РАО, в том числе при ликвидации последствий радиационных аварий;
- транспортирование РАО, радиоактивных веществ и радиоактивных материалов;
- переработка радиоактивных отходов;
- временное контролируемое хранение радиоактивных отходов;
- индивидуальный дозиметрический контроль персонала;
- радиационное обследование и контроль помещений, территорий, зданий и сооружений, участков под застройку, измерение гамма-фона, измерение эсхалации радона и продуктов его распада;
- дезактивация выявленных очагов загрязнения;
- дезактивация спецтранспорта, оборудования, спецодежды, спецобуви, средств индивидуальной защиты, а также проведение связанных с ним работ по контролю радиационной обстановки;
- исследование питьевой воды на радиоактивность;
- радиационное обследование грунта, древесины, стройматериалов;
- проведение работ по перегрузке (перезарядке) радионуклидных источников в приборы, оборудование, аппаратуру, содержащие радиоактивные вещества и изделия на их основе.

На ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» эксплуатируются следующие установки переработки РАО:

- выпарная установка (ЖРО);
- установка битумирования кубовых остатков;
- установка прессования низко-активных ТРО;
- установка сжигания ТРО.

На площадке хранения в настоящее время эксплуатируется комплекс хранилищ для твердых и отвержденных радиоактивных отходов: хранилища битумного компаунда (здание 53), ИИИ (здания 52, 52А), хранилища ТРО (здания 12, 12А, 12В, 49, 50, 51, 57, 462, 465, 668, 668А, 668БІ, 668БІІ, 668В) общим полезным объемом ~ 65 тыс. м<sup>3</sup>.

Хранилища представляют собой наземные или частично заглубленные железобетонные строительные конструкции высотой до 10 м, выполненные из сборного или монолитного железобетона, строительным объемом от 1 до 7 тыс. м<sup>3</sup>, разделенные на отсеки.

Толщина верхнего перекрытия и стен хранилищ составляет 300-700 мм (низко и среднеактивные отходы) и 700-900 мм и 1200 мм бетона плотностью 2,3 т/м<sup>3</sup> (высокоактивные отходы).

Отсеки - каньоны хранилищ ТРО заполнены «навалом», низко- и средне-активные отходы хранятся совместно, а высокоактивные отходы — в отдельных отсеках. Отсеки для хранения ВАО располагаются в центральной части хранилищ ТРО.

В настоящее время имеющиеся хранилища ТРО ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» практически заполнены. В 2010 г завершено строительство нового хранилища кондиционированных РАО в упаковках, сформированных на базе контейнера типа НЗК. Количество твердых РАО, хранящихся в ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» на 2013 год, представлено в таблице 6.1

Таблица 6.1. Состав радиоактивных отходов на ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО»

| № ПХРО      | Заполнение м³/% | Тип хранения, % |                  |         | Тип (состав) отходов                                                                    | Основные радионуклиды                                                                                                                                                                      | Срок эксплуатации |                       |
|-------------|-----------------|-----------------|------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|
|             |                 | Навал           | Контейнер, бочка | Битум   |                                                                                         |                                                                                                                                                                                            | Ввод в экспл      | Назн. срок. до (год). |
| ХТРО зд.12  | 2000 / 100      | 78,0%           | 21,8%            | 0,0%    | смеш. (НАО, ВАО), металл (НАО), зола (САО), цементир.(САО), отр.ЗРИ (ВАО)               | $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^3\text{H}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^3\text{H}$                                         | 1961              | 1991                  |
| ХТРО зд.12А | 3000 / 100      | 57,0%           | 43,0%            | 0,0%    | смешанные (НАО, САО), цементир. (НАО,САО), зола (НАО,САО), битумир.(САО), отр.ЗРИ (ВАО) | $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^3\text{H}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^{60}\text{Co}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^3\text{H}$                      | 1968              | 1998                  |
| ХТРО зд.12В | 2870 / 95,67    | 40,0%           | 47,0%            | 13,0%   | смешан. (НАО, САО), металл (НАО), зола (САО), цементир.(САО), отр.ЗРИ (ВАО)             | $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^3\text{H}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^{60}\text{Co}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^3\text{H}$                      | 1989              | 2019                  |
| ХТРО зд.49  | 2500 / 1000     | 80,0%           | 20,0%            | 0,0%    | смешан., шерсть, грунт, металл (НАО), отработан. ЗРИ (ВАО)                              | $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^3\text{H}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^{238}\text{Pu}$                                                        | 1990              | 2020                  |
| ХТРО зд.50  | 1000 / 100      | 50,0%           | 50,0%            | 0,0%    | смешан. (НАО,САО), цементир (САО), отр.ЗРИ(ВАО),послойное бетонирование                 | $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^3\text{H}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{60}\text{Co}$                                     | 1963              | 1993                  |
| ХТРО зд.51  | 1000 / 100      | 10,0%           | 90,0%            | 0,0%    | смешанные, металл (НАО), послойное бетонирование                                        | $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^3\text{H}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{210}\text{Po}$                                                                            | 1963              | 1993                  |
| ХТРО зд.53  | 1460 / 100      | 0,0%            | 0,0%             | 100,0 % | битум (САО)                                                                             | $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^3\text{H}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{210}\text{Po}$                                                                            | 1982              | 2012                  |
| ХТРО зд.57  | 3000 / 100      | 98,0%           | 2,0%             | 0,0%    | смешан.(НАО), битум(САО), цем.(ВАО), отр.ЗРИ(ВАО)                                       | $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^3\text{H}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^3\text{H}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{241}\text{Am}$ | 1976              | 2006                  |
| ХТРО зд.462 | 3500 / 100      | 88,0%           | 12,0%            | 0,0%    | смешан.(НАО), цементир.(ВАО), отр.ЗРИ(ВАО)                                              | $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^3\text{H}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^3\text{H}$ , $^{60}\text{Co}$ , $^{137}\text{Cs}$                      | 1974              | 2004                  |
| ХТРО зд.465 | 3500 / 100      | 94,0%           | 6,0%             | 0,0%    | смешан.(НАО, САО), отр.ЗРИ(ВАО)                                                         | $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^3\text{H}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^3\text{H}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{241}\text{Am}$ | 1977              | 2007                  |

|                      |                                                                            |       |       |      |                                                              |                                                                                                                                                                                                     |      |      |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| ХТРО<br>зд.668       | 3000 / 100                                                                 | 96,0% | 4,0%  | 0,0% | смешан.(НАО,<br>САО),<br>отр.ЗРИ(ВАО)                        | $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ ,<br>$^{210}\text{Pb}$ , $^3\text{H}$ ,<br>$^{239}\text{Pu}$ , $^{210}\text{Po}$<br>$^{137}\text{Cs}$ , $^3\text{H}$ ,<br>$^{239}\text{Pu}$                    | 1979 | 2009 |
| ХТРО<br>зд.668А      | 6000 / 100                                                                 | 92,0% | 8,0%  | 0,0% | смешан. НАО, САО,<br>ВАО), отр.ЗРИ<br>(ВАО)                  | $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ ,<br>$^{210}\text{Pb}$ , $^3\text{H}$ ,<br>$^{239}\text{Pu}$ , $^{210}\text{Po}$<br>$^3\text{H}$ , $^{137}\text{Cs}$ ,<br>$^{60}\text{Co}$ , $^{239}\text{Pu}$ | 1982 | 2012 |
| ХТРО<br>зд.668Б<br>1 | 7000 / 100                                                                 | 99,0% | 1,0%  | 0,0% | смешан.<br>(НАО,САО), металл,<br>грунт (САО)                 | $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ ,<br>$^{210}\text{Pb}$ , $^3\text{H}$ ,<br>$^{239}\text{Pu}$ , $^{210}\text{Po}$                                                                               | 1985 | 2015 |
| ХТРО<br>зд.668Б<br>2 | 7000 / 100                                                                 | 89,0% | 11,0% | 0,0% | смешан. НАО, САО,<br>ВАО), металл<br>(НАО), отр.ЗРИ<br>(ВАО) | $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ ,<br>$^{210}\text{Pb}$ , $^3\text{H}$ ,<br>$^{239}\text{Pu}$ , $^{210}\text{Po}$<br>$^3\text{H}$ , $^{226}\text{Ra}$ ,<br>$^{238}$ , $^{239}\text{Pu}$         | 1985 | 2015 |
| ХТРО<br>зд.668В      | 13499 /<br>100                                                             | 99,0% | 1,0%  | 0,0% | смешан. НАО, САО,<br>ВАО), отр.ЗРИ<br>(ВАО)                  | $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ ,<br>$^{210}\text{Pb}$ , $^3\text{H}$ ,<br>$^{239}\text{Pu}$ , $^{210}\text{Po}$<br>$^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$                                       | 1991 | 2021 |
| ХТРО<br>зд. 57 А     | Новое хранилище РАО для упаковок, сформированных на базе контейнера НЗК-МР |       |       |      |                                                              |                                                                                                                                                                                                     |      |      |

Таким образом, в настоящее время *количество не кондиционированных отходов, находящихся на хранении в ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО», составляет более 60 000 м<sup>3</sup>, а наполненность хранилищ приближается к 100 %.*

У большинства хранилищ РАО на Ленинградском отделении ФГУП «РосРАО», введенных в действие в начале 60- годов, закончился или завершается проектный срок эксплуатации.

Их возможности по приему РАО практически исчерпаны.

В 2011 году на предприятии введено новое хранилище ТРО – здание 57а, рассчитанное на 4750 м<sup>3</sup> отходов, кондиционированных с размещением в защитные контейнеры типа НЗК. Однако, учитывая, что в указанном хранилище будут размещаться не только РАО, принимаемые на переработку в ходе текущей деятельности, но также и ранее накопленные на предприятии твердые радиоактивные отходы ТРО (после их соответствующей переработки и кондиционирования), ёмкость его будет исчерпана к 2015 – 2018 годам .

Таким образом, *хранилище в здании 57а является лишь промежуточным решением, и не позволяет решить проблему размещения и изоляции от окружающей среды уже накопленных и образующихся в ближайшем будущем радиоактивных отходов.*

Строительство и начало эксплуатации хранилищ происходили постепенно: в 60-е годы было построено четыре здания, в 70-е – также четыре, в 80-е – шесть, в 90-е – одно.

Из-за близкого залегания подземных вод здания строились без заглубления: фундаментом обычно служила железобетонная плита толщиной 60 – 80 см, уложенная прямо на поверхность насыпного грунта (песок).

Выход радионуклидов за пределы инженерных барьеров и загрязнение ими грунтовых вод в ряде случаев начинались вскоре после начала эксплуатации хранилищ и приобрели опасные масштабы уже в 80-е годы.

Это позволяет предполагать, что временному характеру хранилищ ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» соответствовало упрощенное проектирование.

При этом при строительстве некоторых хранилищ применялись не соответствующие материалы и технологии: металлическая арматура не была рассчитана на обеспечение трещиной стойкости бетона; марки, состав и технология производства бетона не обеспечивали ни его гидрофобности, ни отсутствие локальных дефектов.

На территории ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» строились сооружения упрощенного типа; в них могли попадать от 1 % до 10 % атмосферных осадков, и на дне каньонов некоторых сооружений, например, хранилищ 668а и 668б, накопился слой воды толщиной около 0,5 м.

Период наиболее интенсивного выхода радионуклидов за пределы приповерхностных хранилищ РАО пришёлся на 80-е годы, с максимумом выхода в 1989 году.

Он практически совпал с регионально выраженным циклом высокого положения уровня подземных вод.

Наблюдавшееся в это время эпизодическое подтопление ряда сооружений подземными водами еще больше увеличивало количество воды в каньонах.

Ее прямой контакт с радиоактивными отходами приводил к значительному радиоактивному загрязнению грунтовых вод.

Загрязнение подземных вод явилось прямым следствием утечек из хранилищ. Наиболее быстрый рост концентраций радионуклидов в подземных водах и связанное с этим загрязнение пород были зафиксированы в 1989 году в трех скважинах, оборудованных на первый от поверхности водоносный горизонт.

В 90-е годы было установлено, что главным источником загрязнения подземных вод служит цепочка зданий 668б – 668а – 668 – 465 – 462 - 57.

В числе принятых контрмер можно назвать строительно-технические (предотвращение попадания атмосферных осадков внутрь сооружений и откачка скопившейся в каньонах воды через пробуренные в бетоне шпуров) и гидрогеологические мелиоративные работы (строительство подземных дренажных систем и глубокой обводной дренажной канавы).

Результатом этих мероприятий явилось постепенное улучшение ситуации. Случаи подтопления сооружений подземными водами стали более редкими, масштаб утечек уменьшился.

Анализ радионуклидного состава вод из хранилищ позволил определить главных «вкладчиков» в суммарную радиоактивность растворов, попадающих в подземную среду:  $^3\text{H}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , позволяющих приблизительно определить время начала процесса геомиграции и дать оценку распределения концентраций радионуклидов по отдельным сооружениям (таблица 4.2).

Таблица 6.2. Объёмная активность радионуклидов в водах хранилищ ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО»

| Хранилище     | Объёмная активность радионуклидов в воде, Бк/л |                   |                  |
|---------------|------------------------------------------------|-------------------|------------------|
|               | $^3\text{H}$                                   | $^{137}\text{Cs}$ | $^{90}\text{Sr}$ |
| 668б1, 668б2  | $4,0 \cdot 10^7$                               | $2,1 \cdot 10^3$  | 30               |
| 668а          | $1,1 \cdot 10^7$                               | $2,3 \cdot 10^2$  | $5,3 \cdot 10^3$ |
| 668, 465, 462 | $4,8 \cdot 10^7$                               | $5,2 \cdot 10^4$  | $7,7 \cdot 10^3$ |
| 57            | $3,7 \cdot 10^5$                               | $1,2 \cdot 10^3$  | $1,0 \cdot 10^4$ |

С помощью сертифицированной программы SO3D проводилось компьютерное моделирование фильтрации подземных вод первого и второго водоносного горизонтов в окрестностях ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» и моделирование миграции указанных в таблице 6.2 радионуклидов.

Оценка длительности модельного периода сделана на основе следующих предположений:

- временному характеру хранилищ твердых радиоактивных отходов ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» соответствовали упрощенные технологии строительства;
- способность сооружений хранилищ выполнять свои функции постепенно уменьшается;
- до наступления момента потери способности хранилищ выполнять свои защитные функции, хранилища должны быть реконструированы или радиоактивные отходы перемещены в пункт захоронения.

Исходя из приведенных соображений моделирование выполнено для периода времени - 100 лет от момента начала загрязнения.

Проведенное моделирование позволило получить следующие результаты:

1. Направление движения подземных вод в большой степени определяется рельефом поверхности. Общее направление движения подземных вод – западное - северо-западное, в сторону Копорской губы Финского залива.
2. Скорость фильтрации подземных вод меняются в широком диапазоне. Скорости фильтрации в первом водоносном горизонте в целом больше, чем во втором. Для обоих горизонтов характерно увеличение этого параметра на склоне террасы.
3. Сорбируемые радионуклиды ( $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ ) мигрируют на небольшие расстояния от хранилищ. В наиболее загрязняемом первом водоносном горизонте для сценариев А и В ореолы с концентрациями, превышающими предельные нормы питьевой воды, распространяются не далее 15 м от хранилищ.
4. Тритий, как практически несорбируемый компонент, оказывается главным загрязнителем подземных вод. В отличие от  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , тритиевый ореол в первом водоносном горизонте имеет значительную протяженность: в сценарии В его длина

может достигать 500 м, а в сценарии Б он простирается более, чем на 700 м, т.е. практически достигает берега Копорского залива. Ореол вытянут по направлению потока подземных вод (на запад - северо-запад), имеет форму сужающегося языка с максимальной шириной у основания около 200 м.

Соответствующий ему ореол во втором водоносном горизонте более изометричен и смещен относительно первого. Расчет ореола загрязнения по тритию приведен в работе «Проведение инженерно-геологических изысканий на площадке размещения пункта захоронения радиоактивных отходов (Ленинградское отделение ФГУП «РосРАО»», том 5, ИГЭ РАН, 2011 [32]

В результате реализации «нулевого» варианта – отказа от инвестиционной деятельности и оставление ситуации с хранилищами РАО на ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» «как есть» –получены следующие отрицательные выводы о выходе радионуклидов в биосферу:

а) к очевидно загрязняемой части биосферы относится, прежде всего, целиком первый водоносный горизонт.

б) другим элементом биосферы, на который могут повлиять радионуклиды, является Копорская губа Финского залива.

### **Выводы:**

Опасность существующей в настоящее время ситуации заключается в том, что радиоактивные отходы расположены практически на поверхности земли, и окружающая среда защищена от них только «инженерным барьером», причем недолговечным.

Кардинальное изменение ситуации предполагает существование также и надежного «геологического барьера». Проблема последнего может решаться двумя разными подходами.

Первый подход может быть реализован в проекте создания долговременного хранилища (ПЗРО) в «синих» кембрийских или ляминаритовых глинах верхнекотлинской свиты непосредственно под ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» или рядом с его территорией.



Второй подход заключается в создании искусственной геологической среды, окружающей сооружения хранилищ со всех сторон. Искусственная геологическая среда может быть создана со всеми необходимыми (заданными) свойствами надежного барьера.

## **7. Предлагаемый вариант ПЗРО**

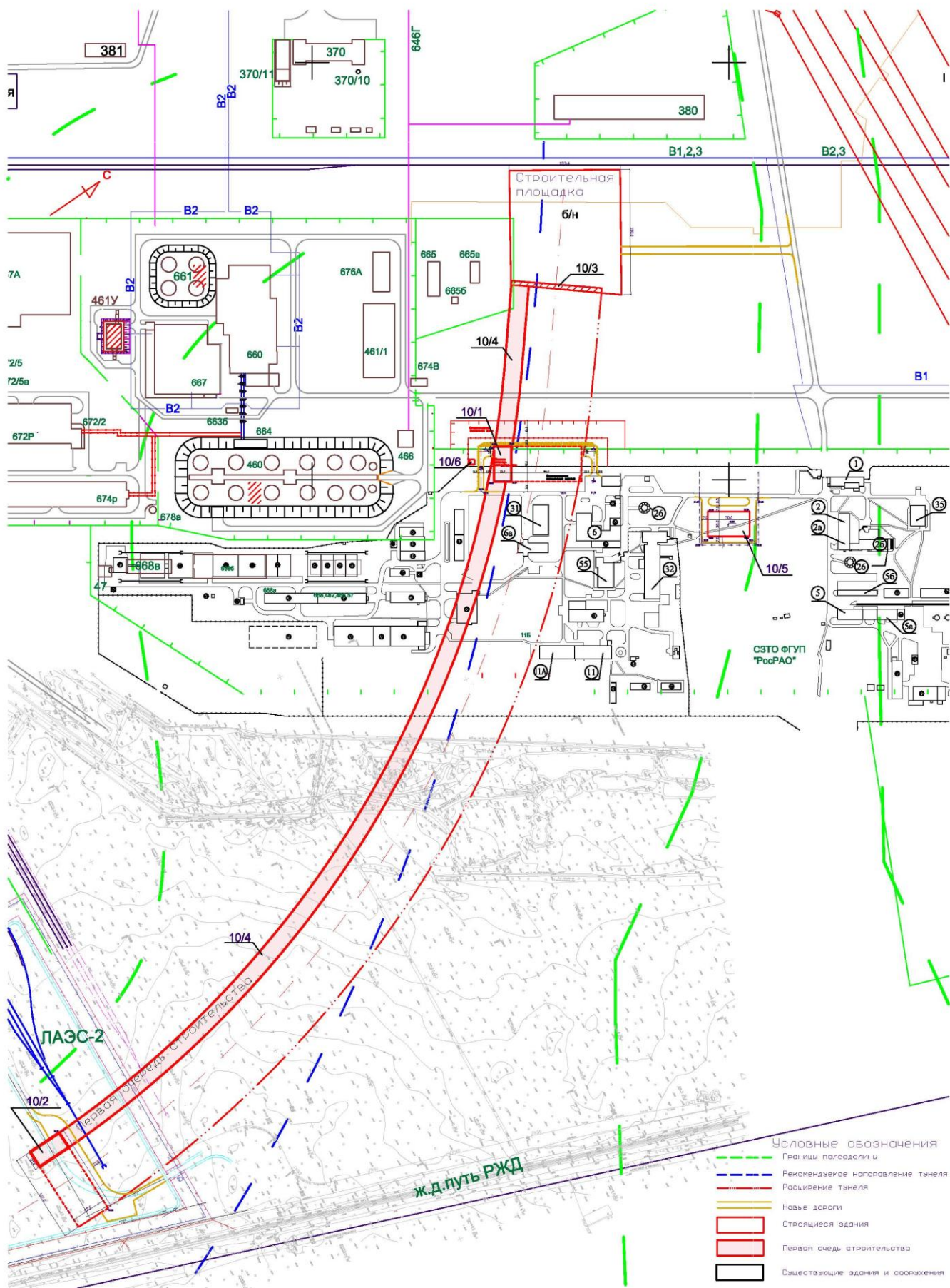
### **7.1. Состав объектов и систем ПЗРО**

Генеральная схема пункта приповерхностного захоронения радиоактивных отходов заглубленного типа представлена на рис. 7.1.

В состав ПЗРО входят следующие основные здания и сооружения [1]:

- 1 - Здание перегрузки упаковок РАО (здание 10/1).
- 2 - Сооружение заглубленной части ПЗРО – сооружение захоронения РАО (сооружение 10/4).
- 3 - Административно-бытовой корпус (здание 10/5).
- 4 - Сооружение над вспомогательной шахтой (сооружение 10/2).
- 5 - Монтажная камера для проходческого щита (сооружение № 10/3).
- 6 - Строительная площадка (б/н).

Рисунок 7.1 - Схема генерального плана ПЗРО



Для обслуживания заглублённого ПЗРО используется инфраструктура Ленинградского отделения филиала «СЗТО» ФГУП «Рос РАО».

На рисунке 7.2 представлен общий вид комплекса технологических зданий и сооружений ПЗРО.

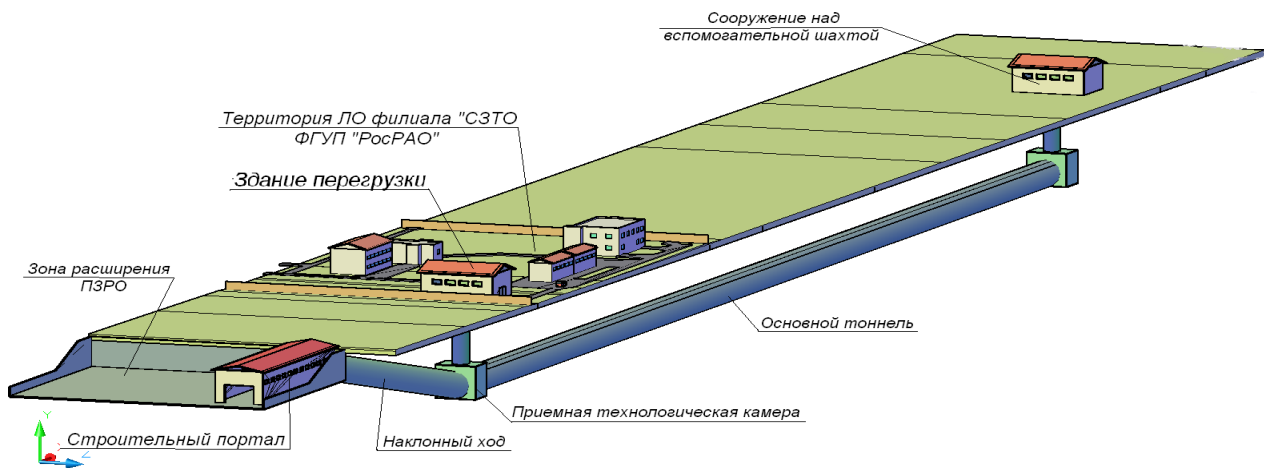


Рисунок 7.2 - Общий вид ПЗРО

ПЗРО предназначен для окончательной изоляции РАО низкого и среднего уровней удельной активности, образующихся на предприятиях г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Расположение заглубленного ПЗРО предполагается в котлинских глинах вена с местом размещения наземного комплекса ПЗРО на территории ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» и территориях филиалов концерна «Росэнергоатом» - ЛАЭС-1 и ЛАЭС-2.

Приповерхностный ПЗРО заглубленного типа состоит из наземного комплекса и сооружения для захоронения РАО.

Сооружение заглубленной части ПЗРО (сооружение для захоронения РАО) представляет собой туннель диаметром 14,2 м, и длиной рабочей части - 1000 м, выполненный в залежах котлинских глин на глубине 60 м от дневной поверхности.

Туннель разделен на 20 отсеков для размещения упаковок с отходами.

Загрузка отходов осуществляется через технологическую шахту, с использованием технологической камеры.

Вместимость одного туннеля ~50 тыс. м<sup>3</sup> РАО. Предусмотрена возможность расширения ПЗРО до 250 тыс. м<sup>3</sup> РАО.

Продолжительность строительства заглубленного ПЗРО составит 2,5-3,0 года. На рисунке 7.3 приведен профильный разрез заглубленного варианта ПЗРО.

Вновь строящиеся здание перегрузки упаковок РАО и административный комплекс располагаются на территории ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО».

Монтажная камера для входа туннеля при строительстве и вспомогательная шахта размещаются, соответственно, около промышленной территории ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» и на базе стройиндустрии ЛАЭС-2.

Обслуживание ПЗРО осуществляется с использованием инфраструктуры ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО».

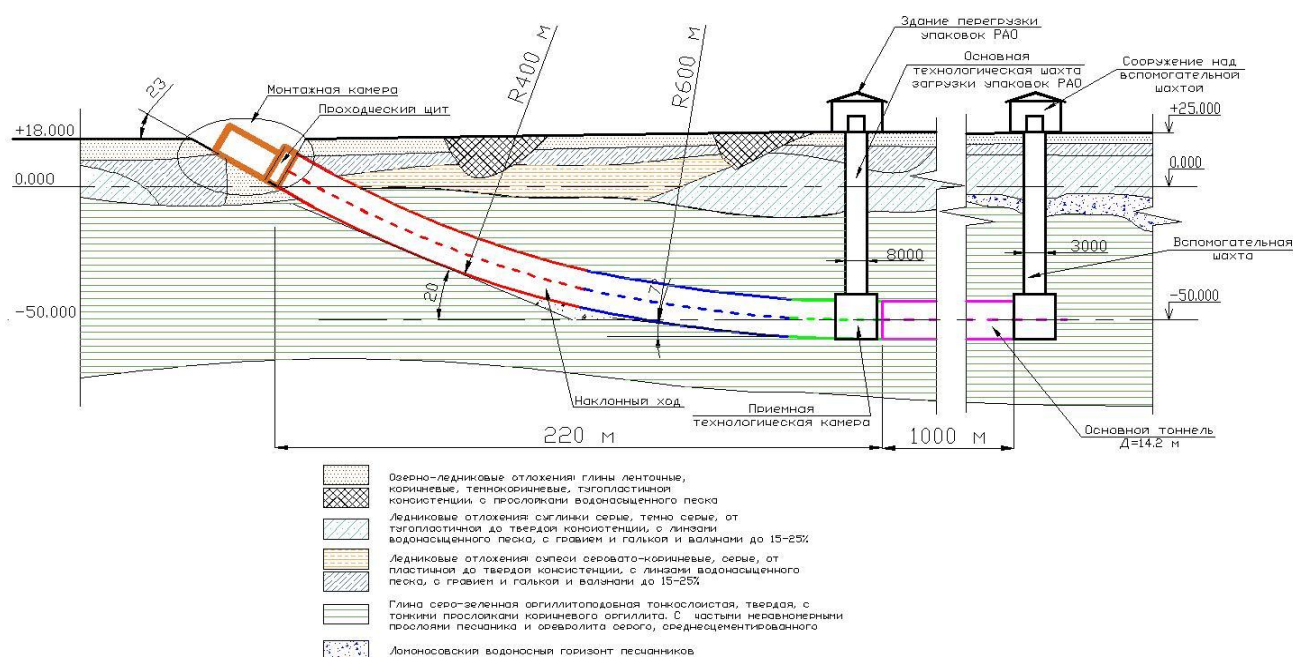


Рисунок 7.3 - Профильный разрез ПЗРО

Перевозки упаковок с РАО на ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» осуществляются автомобильным транспортом.

Действующая площадка ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» имеет развитую сеть автомобильных дорог, обеспечивающую подъезд автомобильного транспорта и пожарной техники. Автомобильные дороги имеют капитальное покрытие проезжей части.

Для осуществления перевозок к ПЗРО предусматривается строительство автомобильных дорог с твёрдым капитальным покрытием: к зданиям перегрузки упаковок с РАО, к строительной площадке и административно-бытовому корпусу.

Конструкция покрытия проезжей части принята по типу существующей.

Поверхностный водоотвод предполагается осуществлять кюветами со сбросом воды в ливневую канализацию и пониженные места рельефа.

### *Здание перегрузки упаковок РАО*

Здание перегрузки упаковок РАО предназначено для приема и учета поступающих на ПЗРО упаковок РАО, их временного хранения и дальнейшей отправки упаковок РАО в основной туннель хранилища РАО, в отсек захоронения.

Здание выполняется в легких строительных конструкциях.

Габариты здания - 42х21х12 м. Здание утепленное. Категория сейсмостойкости по НП-031-01 - II. Категория потенциальной радиационной опасности по ОСПОРБ-99/2010 - III.

Санитарно-защитная зона ограничивается периметром занимаемой территории. Зона наблюдения в соответствии с ОСПОРБ-99/2010 не устанавливается.

Степень огнестойкости здания в соответствии с СП 2.13130.2009- IV, класс конструктивной пожарной опасности - СО.

Компоновка здания двухзональная (помещения периодического и постоянного пребывания персонала), проход персонала в здание – через отдельно стоящий санпропускник, размещенный на территории ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО». Срок службы здания перегрузки – не менее 30 лет.

Здание состоит из 2-х частей:

- 1-я часть – помещение обращения с упаковками РАО;
- 2-я часть здания – помещение обслуживания шахтного подъемника, вспомогательные помещения, саншлюз, помещение персонала.

Помещение обращения с упаковками РАО предназначено для приема, временного хранения упаковок РАО и передачи их к месту захоронения.

В составе этой части здания предусматриваются:

- транспортный въезд;
- участок буферного хранения упаковок РАО;



- участок входного контроля упаковок РАО;
- участок сбора вторичных отходов;
- участок переупаковки аварийного контейнера;
- зона перегрузки контейнера;
- зона шахтного подъемника.

Для выполнения грузоподъемных и транспортных операций в данной части здания предусматривается кран мостовой электрический опорный г/п 12,5 т, группы Б по НП-043-03. Управление краном осуществляется из кабины. Пролет крана – 12 м, высота подъема - 9,5 м.

Класс проводимых работ на участке буферного хранения упаковок РАО – II, класс проводимых работ в остальных помещениях здания перегрузки – III. Проход персонала в помещение обращения с упаковками РАО – через саншлюз.

Транспортный въезд предназначен для приема спецавтомобилей, доставляющих упаковки РАО от предприятия - поставщика на ПЗРО

Участок буферного хранения упаковок РАО отделен от остальной части помещения защитным ограждением, обеспечивающим снижение до допустимого уровня дозовых нагрузок на персонал. В защитном ограждении предусмотрен проем для прохода персонала. Участок буферного хранения упаковок РАО рассчитан на прием не более 12 упаковок РАО (суточная производительность ПЗРО). Упаковки располагаются рядами, в один ярус. Между рядами предусматриваются проходы для доступа к упаковкам РАО (для обращения с ними при перегрузочных работах).

Участок входного контроля упаковок РАО предназначен для проведения работ, связанных с контролем и постановкой на учет упаковок РАО, поступающих на ПЗРО.

Участок оборудован необходимыми средствами контроля и металлическим поддоном с габаритами 3000х3000 мм.

Участок сбора вторичных отходов предназначен для сбора твердых отходов, образующихся при проведении работ в помещении обращения с упаковками РАО.

При нормальной эксплуатации ПЗРО образующиеся вторичные твердые отходы не являются радиоактивными.

Участок оборудован двумя металлическими 200 л бочками.

В зоне перегрузки осуществляется установка контейнера на рельсовую тележку для упаковок РАО и дальнейшее перемещение тележки в грузовую клеть.

Верхний портал основной технологической шахты загрузки упаковок РАО предназначен для установки транспортной тележки с упаковкой РАО в грузовую клеть, с дальнейшей ее доставкой в заглубленную часть хранилища РАО. Для доставки персонала в заглубленную часть хранилища предусматривается пассажирская клеть.

Вторая часть здания предназначена для размещения вспомогательных служб. В составе этой части здания предусматриваются:

- машинное помещение и ремонтная зона (помещение обслуживания приводов шахтного подъемника);
- помещения приточной и вытяжной вентиляционных камер;
- помещение ВК;
- помещения электрощитовой;
- помещение персонала.

Даная часть здания является двух-трёх этажной; для сообщения с верхними этажами предусматривается лестница.

Помещение приточной и вытяжной венткамер предназначено для обеспечения вентиляции здания, основной технологической шахты и основного туннеля захоронения упаковок РАО.

Помещение ВК предназначено для сбора возможных протечек (конденсатов), образующихся в основном туннеле. Помещение оборудовано контрольной емкостью. Машинное помещение и ремонтная зона предназначены для обслуживания приводов грузовой и пассажирской клеток.

### *Сооружение заглубленной части приповерхностного ПЗРО*

Заглубленная часть ПЗРО представляет собой туннель диаметром 14,2 м, проложенный в толще глин на глубине минус 50.0 м относительно уровня моря, с использованием туннеле-проходческого комплекса Herrenknecht. Длина туннеля 1200 м, из них ~200 м - наклонный ход, 1000 м - основной туннель (зона захоронения). Место для сооружения монтажного портала проходческого комплекса и, в целом, размещения заглубленной части ПЗРО предполагается выбирать с точки зрения наименьшего вмешательства в существующую сеть коммуникаций и подземных сооружений близлежащих предприятий и производств.

Детальная проработка вопроса взаимного расположения создаваемого ПЗРО и уже существующих объектов и коммуникаций предполагается на стадии проектирования объекта.

В состав сооружения заглубленной части входят:

- основной туннель;
- наклонный туннель;
- технологическая шахта загрузки упаковок РАО;
- вспомогательная шахта;
- приемная технологическая камера.

Основными технологическими элементами заглубленной части ПЗРО являются:

Первая часть – основная технологическая шахта загрузки упаковок РАО.

Габариты шахты 8х8 м, протяженность (глубина) 70 м.

Вторая часть – приемная технологическая камера.

Габариты камеры 8х8 м Высота 10 м.

Третья часть – основной тоннель для захоронения упаковок РАО. Габариты туннеля: диаметр – 14,2 м, длина – 1000 м.

Для установки упаковок в штабель предусматривается электрогидравлический погрузчик, установленный на рельсовой тележке.

По окончании установки партии упаковок РАО возводится перегородка.



В качестве материала для засыпки используется вынутая при строительстве порода (глина), предварительно подготовленная на узле подготовки тампонажного материала, расположенного вблизи глиняных отвалов.

Основная технологическая шахта предназначена для сообщения здания перегрузки упаковок РАО (здание 10/1) с зоной захоронения.

Шахта оборудована грузовой клетью для доставки упаковок РАО в приемную технологическую камеру и пассажирской клетью для доставки персонала.

Так же в шахте имеется канал для инженерных коммуникаций (электроэнергия, воздухопроводы и др.).

Приемная технологическая камера выполнена в начале основного туннеля.

От зоны захоронения камера отделена перегородкой.

Стены камеры железобетонные, с гидроизоляцией.

Камера предназначена для приема грузовой и пассажирской клетей.

Камера оборудована рельсовыми путями предназначенными для дальнейшего перемещения транспортной тележки с упаковкой РАО в основной туннель хранения. Так же имеются рельсовые тупики для разъезда и стоянки второй транспортной тележки и вспомогательной тележки.

Основной тоннель для захоронения упаковок РАО будет проложен с помощью проходческого щита.

Обделка туннеля состоит из железобетонных тюбингов.

В нижней части туннеля имеется транспортный коридор с проложенными рельсовыми путями для основных и вспомогательной тележек.

Над транспортным коридором возведено железобетонное перекрытие, одновременно являющееся полом (основанием) отсеков хранения.

Для подачи упаковок в отсеки хранения в перекрытии предусмотрены проемы, оборудованные транспортными люками.

В центральной части основного туннеля выделена зона захоронения, которая разделена перегородками на 20 отсеков хранения.

Отсек хранения предназначен для хранения до 900 упаковок РАО (количество их зависит от типа упаковок).

Для установки упаковок в штабель предусматривается электрогидравлический погрузчик грузоподъемностью 16 т.

В верхней части туннеля предусмотрен технологический коридор, предназначенный для прокладки инженерных сетей, доступа операторов к рабочим местам управления электрогидравлических погрузчиков и транспортных тележек, а также доступа к загружаемому отсеку хранения и мониторингу загруженных отсеков хранения.

В нижней части туннеля, в боковых стенках транспортного коридора, предусмотрен дренажные трубопроводы для сбора возможных конденсатов.

Общий вид отсека хранения после его заполнения показан на рисунке 7.4.

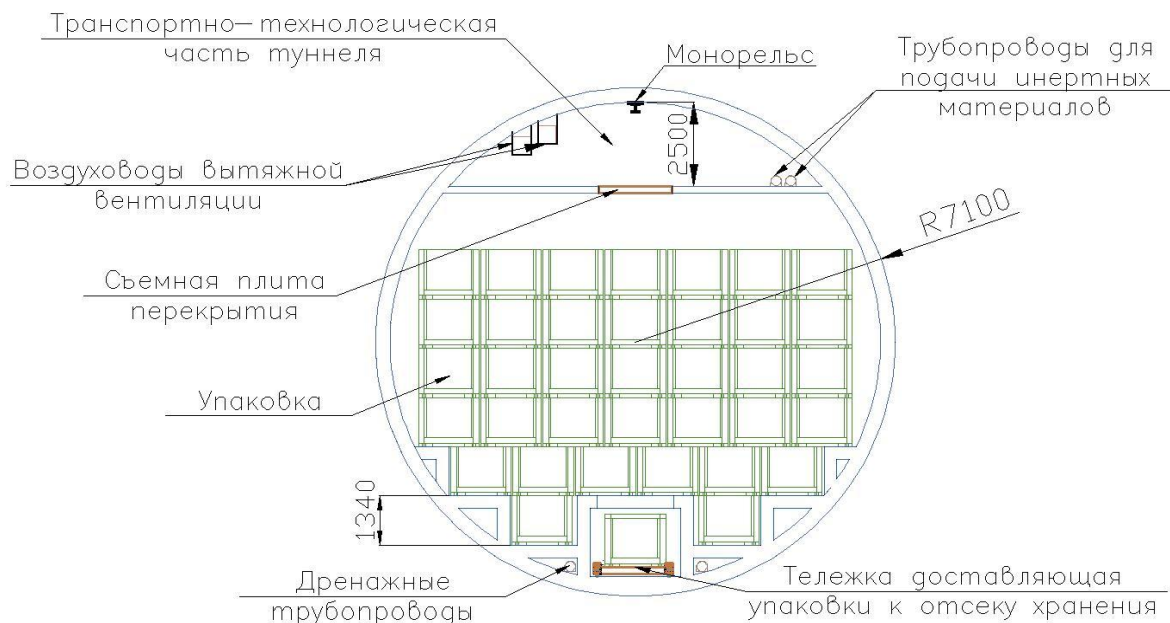


Рисунок 7.4 – Отсек хранения после его заполнения

## 7.2. Характеристика РАО и упаковок, поступающих на захоронение

На захоронение в ПЗРО принимаются радиоактивные отходы (РАО), отвечающие критериям приемлемости, специально установленным для ПЗРО.

Критерии приемлемости упаковок РАО к захоронению на ПЗРО устанавливаются в соответствии с требованиями нормативной документации (НД).

Прием упаковок РАО на захоронение в ПЗРО приповерхностного типа осуществляется на основе следующих критериев [1]:

- критериев приемлемости РАО:
  - по радиационным параметрам;
  - по физико-химической характеристике формы отходов;
  - по химической форме отходов;
- критериям приемлемости упаковок РАО;
- критериям приемлемости контейнеров РАО.

В связи с неопределенностью исходных данных по характеристикам кондиционированных отходов, планируемых к размещению в ПЗРО, количеству и виду упаковок РАО, подготовленных к захоронению, в ОБИН принято:

- вместимость ПЗРО - 50 тыс. м<sup>3</sup> РАО. (Предусмотрена возможность расширения ПЗРО до 250 тыс. м<sup>3</sup> РАО);
- общее количество упаковок РАО, поступающих на захоронение – 18 000 штук;
- среднеактивные и горючие отходы поступают на захоронение в железобетонных контейнерах;
- низкоактивные отходы поступают на захоронение в металлических контейнерах;
- количество железобетонных контейнеров – 3 600 шт., количество металлических контейнеров – 14 400 шт.

Радионуклидный состав отходов зависит от объекта, с которого поступают РАО и условий эксплуатации, а также от срока выдержки ТРО до захоронения, и определяется, в основном  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучающими нуклидами: <sup>51</sup>Cr, <sup>54</sup>Mn, <sup>58</sup>Co, <sup>59</sup>Fe, <sup>60</sup>Co, <sup>65</sup>Zn, <sup>90</sup>Sr, <sup>95</sup>Zr, <sup>95</sup>Nb, <sup>106</sup>Ru, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>144</sup>Ce, <sup>147</sup>Pm, <sup>210</sup>Pb.

Радионуклидный состав РАО, поступающих на захоронение в ПЗРО, представлен в таблице 7.1.

Таблица 7.1. Радионуклидный состав РАО, поступающих на захоронение в ПЗРО

| Тип контейнера | Вид кондиционированных отходов                                         | Радионуклидный состав                                                                                                                                                                          | Содержание, %                               | Суммарная удельная активность, кБк/кг            |
|----------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| НЗК-150-1,5П   | Битумированные                                                         | $^{137}\text{Cs}$<br>$^{134}\text{Cs}$<br>$^{60}\text{Co}$                                                                                                                                     | 58<br>3<br>40                               | $1,7 \cdot 10^5$                                 |
|                | Твердые РАО                                                            | $\beta, \gamma$ -излучатели:<br>$^{137}\text{Cs}$<br>$^{134}\text{Cs}$<br>$^{51}\text{Cr}$<br>$^{54}\text{Mn}$<br>$^{59}\text{Fe}$<br>$^{60}\text{Co}$<br>$^{65}\text{Zn}$<br>$^{95}\text{Nb}$ | 35<br>2<br>30<br>7,5<br>5<br>6<br>2<br>12,5 | $\beta, \gamma$ -излучатели:<br>$1,7 \cdot 10^5$ |
| НЗК-МР         | Битумированные                                                         | $^{137}\text{Cs}$<br>$^{134}\text{Cs}$<br>$^{60}\text{Co}$<br>$^{90}\text{Sr}$<br>$^{144}\text{Ce}$<br>$^{147}\text{Pm}$                                                                       | 70<br>10<br>10<br>5<br>3<br>2               | $3 \cdot 10^4$                                   |
|                | Твердые низкоактивные отходы после прессования (в металлической бочке) | $\beta, \gamma$ -излучатели:<br>$^{54}\text{Mn}$<br>$^{59}\text{Fe}$<br>$^{60}\text{Co}$                                                                                                       | 1-2<br>2-3<br>5-7                           | $\beta, \gamma$ -излучатели:<br>$<10^3$          |

| Тип<br>контейнера | Вид<br>кондиционированных<br>отходов                                          | Радионуклидный<br>состав                                                                                                                                                                                   | Содержание, %                                                                | Суммарная<br>удельная<br>активность,<br>кБк/кг     |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                   | Твердые<br>среднеактивные<br>отходы (в<br>металлической бочке<br>или без нее) | $^{65}\text{Zn}$<br>$^{90}\text{Sr}$<br>$^{95}\text{Zr}$<br>$^{95}\text{Nb}$<br>$^{106}\text{Ru}$<br>$^{137}\text{Cs}$<br>$^{134}\text{Cs}$<br>$^{144}\text{Ce}$<br>$^{147}\text{Pm}$<br>$^{210}\text{Pb}$ | 1-2<br>10-15<br>10-15<br>10-15<br>1-2<br>10-15<br>1-2<br>5-7<br>10-15<br>1-5 | $\beta$ , $\gamma$ -<br>излучатели:<br><br>$<10^5$ |
| ЖЗК-1             | Прессованные                                                                  | $^{137}\text{Cs}$<br>$^{134}\text{Cs}$<br>$^{51}\text{Cr}$<br>$^{54}\text{Mn}$<br>$^{59}\text{Fe}$<br>$^{60}\text{Co}$<br>$^{65}\text{Zn}$<br>$^{95}\text{Nb}$                                             | 35<br>2<br>30<br>7,5<br>5<br>6<br>2<br>12,5                                  | $<10^3$                                            |
| ЖЗК-2             | Битумированные                                                                | $^{137}\text{Cs}$<br>$^{134}\text{Cs}$<br>$^{60}\text{Co}$                                                                                                                                                 | 58<br>3<br>40                                                                | $1,7 \cdot 10^5$                                   |
|                   | Прессованные                                                                  | $^{137}\text{Cs}$<br>$^{134}\text{Cs}$<br>$^{51}\text{Cr}$<br>$^{54}\text{Mn}$                                                                                                                             | 35<br>2<br>30<br>7,5                                                         | $1,7 \cdot 10^5$                                   |

| Тип<br>контейнера | Вид<br>кондиционированных<br>отходов | Радионуклидный<br>состав | Содержание, %     | Суммарная<br>удельная<br>активность,<br>кБк/кг |
|-------------------|--------------------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------------------------|
|                   |                                      | $^{59}\text{Fe}$         | 5                 |                                                |
|                   |                                      | $^{60}\text{Co}$         | 6                 |                                                |
|                   |                                      | $^{65}\text{Zn}$         | 2                 |                                                |
|                   |                                      | $^{95}\text{Nb}$         | 12,5              |                                                |
|                   | Металлические                        | $^{137}\text{Cs}$        | 28                | $1,7 \cdot 10^5$                               |
|                   |                                      | $^{134}\text{Cs}$        | 3                 |                                                |
|                   |                                      | $^{51}\text{Cr}$         | 30                |                                                |
|                   |                                      | $^{54}\text{Mn}$         | 5                 |                                                |
|                   |                                      | $^{59}\text{Fe}$         | 6                 |                                                |
|                   |                                      | $^{60}\text{Co}$         | 11                |                                                |
|                   |                                      | $^{65}\text{Zn}$         | 4                 |                                                |
|                   |                                      | $^{95}\text{Nb}$         | 13                |                                                |
| КМЗ               | Прессованные                         | Аналогично ЖЗК-2         |                   | $<10^3$                                        |
|                   | Цементированные                      |                          |                   |                                                |
|                   | Металлические                        |                          |                   |                                                |
| Бочка<br>V=200 л  | Прессованные                         | $^{137}\text{Cs}$        | 70                | $<10^3$                                        |
|                   | Цементированные                      | $^{134}\text{Cs}$        | 10                |                                                |
|                   |                                      | $^{60}\text{Co}$         | 10                |                                                |
|                   |                                      | $^{90}\text{Sr}$         | 5                 |                                                |
|                   |                                      | $^{144}\text{Ce}$        | 3                 |                                                |
|                   |                                      | $^{147}\text{Pm}$        | 2                 |                                                |
|                   |                                      | $^{239}\text{Pu}$        | $5 \cdot 10^{-3}$ |                                                |

Характеристики контейнеров, применяемых в качестве упаковочных комплектов для формирования упаковок РАО, принимаемых на захоронение в приповерхностные ПЗРО, приведены в таблице 7.3.

Таблица 7.3 - Характеристики контейнеров, используемых для захоронения

| Условное наименование (тип) контейнера | Габаритные характеристики, мм | Толщина стенки, мм              | Внутренний объем / наружный объем, м <sup>3</sup> | Максимально допустимая масса упаковки, т | Конструкционный материал, покрытие                             | Срок Службы                                                | Наличие сертификата |
|----------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------|
| НЗК-150-1,5П                           | 1650x1650x1375                | 150                             | 1,5/3,75                                          | 7,3                                      | Тяжелый бетон В50 (М700), Плотность 2,45-2,65 т/м <sup>3</sup> | 50 лет в условиях хранения, 300 лет в условиях захоронения | +                   |
| НЗК-МР                                 | 1650x1650x1340                | 110                             | 1,9/3,65                                          | 6,5                                      | Тяжелый бетон В40 (М550), Плотность 2,4-2,6 т/м <sup>3</sup>   | 50 лет в условиях хранения, 300 лет в условиях захоронения | +                   |
| ЖЗК-1                                  | 1750x1750x1340                | 160                             | 1,9/4,1                                           | 7,8                                      | Тяжелый бетон В40 (М550), Плотность 2,4-2,6 т/м <sup>3</sup>   | 50 лет                                                     | +                   |
| ЖЗК-2                                  | 1750x1750x1340                | 220                             | 1,5/4,1                                           | 8,7                                      | Тяжелый бетон В40 (М550), Плотность 2,4-2,6 т/м <sup>3</sup>   | 50 лет                                                     | +                   |
| КМЗ                                    | 1650x1650x1375                | δ=5<br>δднища= 8<br>δкрышки= 10 | 3,1/3,75                                          | 10,0                                     | Сталь Ст-3                                                     |                                                            | +                   |
| Бочка<br>V=200 л.                      | Ø - 602<br>h – 880            |                                 |                                                   |                                          | Сталь Ст-3                                                     |                                                            |                     |

### **7.3. Транспортно-технологическая схема обращения с упаковками РАО**

Упаковка с РАО доставляется на спец-автомобиле на ПЗРО. Спец-автомобиль подается в транспортный въезд здания перегрузки упаковок РАО (здание 10/1), где после контрольных замеров мощности дозы на поверхности кузова спец-автомобиля, производится перегрузка упаковки РАО на участок входного контроля. После проведения всех операций, связанных с входным контролем, упаковка с РАО с помощью мостового крана перемещается на участок промежуточного (буферного) хранения.

Передача упаковок РАО в сооружение захоронения осуществляется с помощью шахтного подъемника с использованием тележки с электроприводом.

Упаковка РАО с помощью мостового крана устанавливается на заранее поданную электротележку.

Далее, тележка с упаковкой РАО перемещается к шахтному подъемнику и въезжает в грузовую клеть.

Клеть опускают в технологическую камеру. После завершения спуска грузовой клетки тележка с упаковкой РАО выезжает из нее и следует по туннелю к загружаемому в данный момент отсеку. Тележка ставится под проем для подачи упаковок в отсек хранения. Далее подъемник для упаковок РАО, расположенный на тележке поднимает упаковку в отсек хранения.

Для установки упаковки в штабель предусматривается электрогидравлический погрузчик, установленный на рельсовой тележке. После заполнения сечения туннеля погрузчик перемещают и продолжают загрузку сооружения захоронения. По заполнении отсека хранения сооружения возводится перегородка.

Схема технологических операций с упаковками РАО в здании 10/1 и сооружении 10/4 приведена на рисунке 7.5.



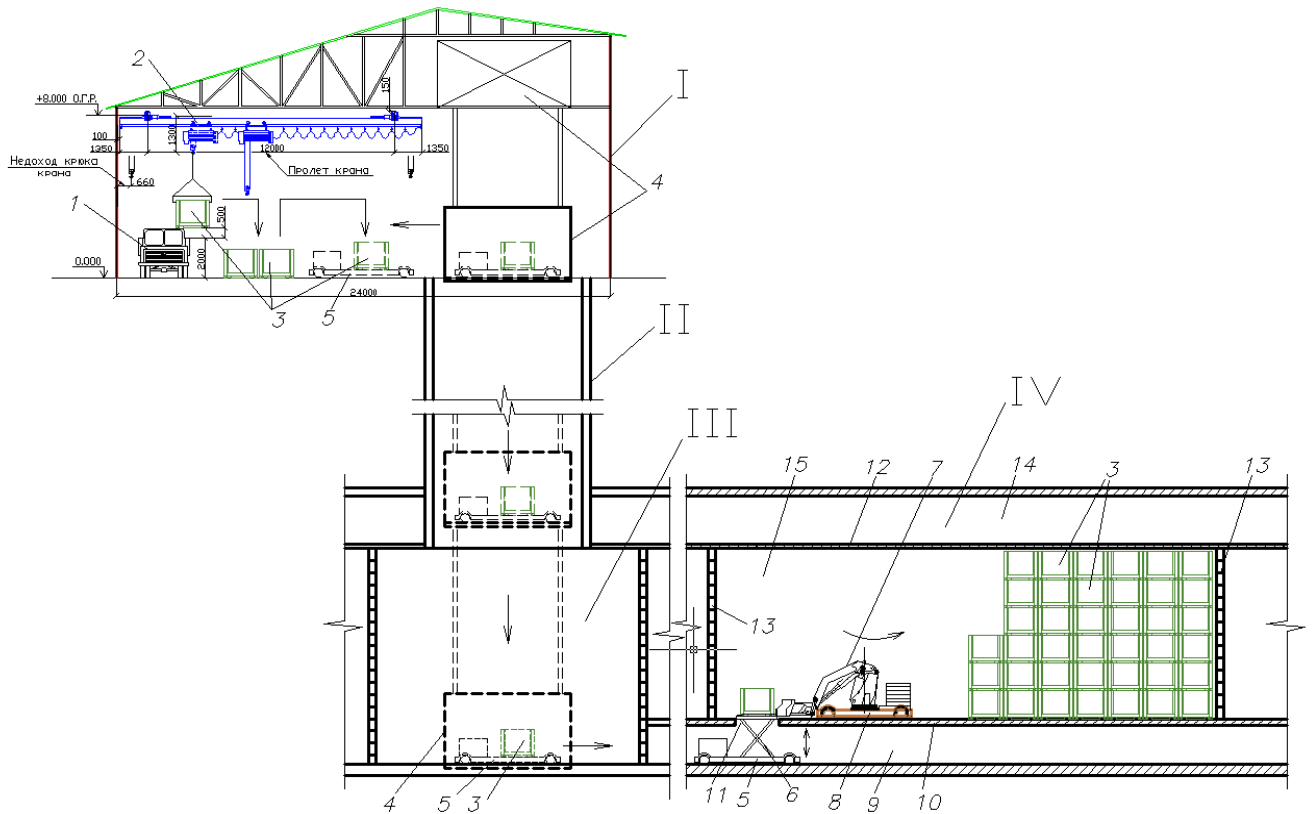


Рисунок 7.5 – Схема технологических операций с упаковками

На рисунке 7.5 обозначены:

I - Здание перегрузки упаковок РАО;

II - Основная технологическая шахта загрузки упаковок РАО;

III - Приемная технологическая камера;

IV - Основной тоннель диаметром 14,2 м;

1 - автомобиль для доставки упаковок РАО;

2 - кран мостовой грузоподъемностью 12,5 т;

3 - упаковка РАО;

4 - шахтный подъемник грузоподъемностью 15 т;

5 - тележка с электроприводом;

6 - подъемник для упаковок РАО (расположен на тележке);

7 - электрогидравлический погрузчик грузоподъемностью 16 т;

8 - тележка для погрузчика;

9 - транспортный коридор;

10 - перекрытие транспортного коридора;

11 - проем для подачи упаковок в отсек хранения;

12 - защитное перекрытие;

13 - перегородки отсеков хранения;

14 - верхняя часть туннеля;

15 - отсек хранения.

## **7.4. Инженерные системы**

### **7.4.1 Система отопления и вентиляции**

Все производственные и вспомогательные помещения ядерных и радиационных производств, независимо от степени загрязнения воздуха, должны быть обеспечены принудительной приточно-вытяжной вентиляцией.

Системы вентиляции предотвращают загрязнение воздушной среды производственных помещений и атмосферного воздуха радиоактивными и другими вредными веществами, обеспечивают допустимые микроклиматические показатели воздуха на рабочих местах в производственных помещениях и поддерживают оптимальные условия работы оборудования и ведения технологического процесса.

Вентиляция проектируется с учетом планировки производственных помещений, технологического процесса, компоновочного и аппаратурного оформления, организации работ.

Системы вентиляции обеспечивают контролируемое направление воздушных потоков из «чистой» зоны в более «грязную». Для этого в производственных помещениях «грязной» зоны поддерживается разрежение по отношению к «чистой». В соответствии с СанПиН 2.6.1.07-03 (СПП ПУАП-03) величина разрежения составляет 10-20 Па.

Помещения различных зон и категорий пожароопасности обслуживаются отдельными вентиляционными системами.

Приточные и вытяжные системы вентиляции, обслуживающие помещения зоны контролируемого доступа, имеют резервные вентиляционные агрегаты и устройства для их автоматического включения.

Вентиляционные системы, обслуживающие помещения, оборудованные автоматической установкой пожарной сигнализации, отключаются при пожаре.

Расчетные параметры наружного воздуха для проектирования систем отопления и вентиляции приняты по СНиП 23-01-99\*:

- для проектирования систем вентиляции в теплый период года (параметры А):
  - температура наружного воздуха  $t = 20,5^{\circ}\text{C}$ ;
  - удельная энтальпия  $I = 48,1$  кДж/кг;

- для проектирования систем вентиляции в холодный период года (параметры Б):

- температура наружного воздуха  $t = \text{минус } 26^{\circ}\text{C}$ ;
- удельная энтальпия  $I = \text{минус } 25,3 \text{ кДж/кг}$ .

Продолжительность отопительного периода - 220 суток.

В здании перегрузки упаковок РАО (здание 10/1) и в административно-бытовом корпусе (здание 10/5) предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением.

Сооружение над вспомогательной шахтой (сооружение 10/3) не вентилируется и не отапливается.

В сооружении захоронения (сооружение 10/4) предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением воздуха. Отопление помещений сооружения захоронения (верхнего технологического туннеля, транспортного коридора, отсеков захоронения РАО) не предусматривается.

#### Здание перегрузки упаковок с РАО (здание 10/1)

Отопление периодически обслуживаемых помещений до температуры внутреннего воздуха  $5^{\circ}\text{C}$  предусматривается воздушное, совмещенное с приточной вентиляцией. В помещениях постоянного пребывания персонала предусматривается отопление до температуры  $18-20^{\circ}\text{C}$  с использованием электроэнергии.

В здании предусматривается приточно-вытяжная общеобменная вентиляция. В помещениях здания воздухообмены приняты по нормируемым кратностям.

При нормальной эксплуатации вентиляционный воздух из помещений здания перегрузки упаковок РАО удаляется системами вытяжной вентиляции в вентиляционную трубу на 2 м выше кровли здания без очистки.

#### Сооружение заглубленной части ПЗРО (сооружение захоронения РАО - 10/4)

Отопление подземной части объекта воздушное, совмещенное с вентиляцией. Потoki воздуха направлены из помещений с меньшим, в помещение с большим возможным радиоактивным загрязнением.

Приточный воздух подается в верхний технологический коридор объекта, удаляется - из нижнего транспортного коридора. Приточная и вытяжная камеры располагаются в здании перегрузки упаковок РАО (здание 10/1).

Предусмотрены резервные вентиляторы на приточной и вытяжной системах (СНиП 2.01.55-85 п.8.5).

В зависимости от периодов эксплуатации рассмотрено два режима вентиляции.

1) Загрузка отсеков (от 1,5 до 6-10 лет). Приточный воздух подается в верхний коридор (третья зона), удаляется через нижний коридор (вторая зона). Приточный воздух через неплотности (СНиП 2.01.55-85 п.8.7) в одновременно загружаемых отсеках (четыре отсека) поступает через люк загрузки в нижний коридор и удаляется наружу без очистки воздуха на аэрозольных фильтрах. В выработках, используемых для передвижения людей, скорость воздушного потока не должна превышать 8 м/с.

2) Наблюдения, эксплуатация (20 лет) и закрытие сооружения захоронения (1 год). После загрузки отсеков в нижний и верхний коридоры (третья зона) схема вентиляции сохраняется. Воздух из верхнего коридора в нижний поступает по специально предусмотренным при строительстве обводным вентиляционным каналам.

Вентиляция помещения операторской в подземной части ПЗРО (сооружение 10/4) – приточная, от общей системы вентиляции сооружения. Вентиляция естественная - через входную дверь. Для поддержания в помещении оптимальных температур предусматривает кондиционер R35CV1A/-30.

Внутренний блок установлен в помещении операторской. Наружный блок вынесен в верхний коридор и охлаждается приточным воздухом, подаваемым в коридор сооружения. Выброс воздуха осуществляется в трубу на два метра выше кровли здания без очистки.

#### Административно-бытовой корпус (здание 10/5)

Отопление здания – электрическое при помощи конвекторов серии TWT фирмы «FRICO» (Швеция).

В здании предусматривается приточно-вытяжная общеобменная и местная вентиляция с механическим побуждением воздуха.

Воздухообмены в помещениях здания определены по расчету на ассимиляцию теплоизбытков и по нормируемым кратностям.

Выброс воздуха, удаляемого вентсистемами, осуществляется над кровлей здания.

#### **7.4.2 Система водоснабжения и канализации**

Для организации систем водоснабжения и водоотведения ПЗРО предусматривается использование существующих сетей водоснабжения и водоотведения ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО».

В комплексе зданий и сооружений заглубленного ПЗРО предусмотрены следующие системы водопровода и канализации:

- система хозяйственно-питьевого и производственно-противопожарного водопровода;
- система бытовой канализации;
- система дождевой канализации.

К комплексу зданий и сооружений ПЗРО предусмотрен подвод воды на хозяйственно-бытовые, производственные и противопожарные нужды от существующих сетей ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО».

В ПЗРО предусмотрено создание двух систем канализации - бытовой и дождевой.

Система бытовой канализации предназначена для сбора бытовых стоков от зданий, размещаемых на площадке ПЗРО (здание 10/1, 10/5).

Бытовые сточные воды от зданий отводятся в существующую сеть бытовой канализации ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО».

Система дождевой канализации предназначена для сбора и отвода дождевых вод с кровли зданий и сооружений и от дождеприемников с дорожного покрытия.

Обращение с дождевыми водами предусмотрено по принятой на ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» схеме.

Внутренние сети водопровода в сооружении 10/4 не предусмотрены.

Конденсаты, образующиеся в сооружении захоронения РАО туннельного типа, по ожидаемому уровню удельной активности (ниже УВ по НРБ-99/2009) не относятся к РАО. Конденсаты собираются в приямок, установленный в нижней камере приемной технологической шахты, откуда передаются в контрольную емкость, размещенную в помещении ВК здания 10/1. После контроля удельной активности вод, они направляются либо в дождевую канализацию, либо в случае обнаружения повышенной активности (например, после случившихся аварий) передаются автоцистерной на переработку РАО по существующей на предприятии схеме.

В здании 10/1 предусмотрены следующие системы водопровода и канализации:

- хозяйственно-питьевого и производственно-противопожарного водопровода холодной воды;
- водопровода горячей воды;
- бытовой канализации.

Сеть водопровода холодной и горячей воды в здании предусмотрена для подачи холодной воды:

- для нужд саншлюза;
- на противопожарные нужды.

Расходы по саншлюзу, численностью обрабатываемого персонала 23 чел/сут составляют:

- расход на умывальники: 0,23 м<sup>3</sup>/сутки, в т.ч. 0,115 м<sup>3</sup>/сут – горячей воды, 0,115 м<sup>3</sup>/сут – холодной воды;
- поддон саншлюза (V-0,095 м<sup>3</sup> -на поддон в смену) - 0,285 м<sup>3</sup>/сут.

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды персонала: 0,322 м<sup>3</sup>/сут - холодной воды, 0,253 м<sup>3</sup>/сут – горячей воды.

Расход воды на мытье полов помещений ( $1476 \text{ м}^2$ ):  $0,148 \text{ м}^3/\text{сут}$  - холодной воды,  $0,148 \text{ м}^3/\text{сут}$  – горячей воды.

При нормальной эксплуатации воды саншлюза и воды от обмывки помещений имеют радиоактивные загрязнения значительно ниже УВ по НРБ-99/2009.

Воды саншлюза собираются в контрольную емкость, размещенную в помещении ВК. После контроля удельной активности вод, они направляются либо в бытовую канализацию, либо в случае обнаружения повышенной активности (например, после случившихся аварий) передаются автоцистерной на переработку РАО по существующей на предприятии схеме.

### **7.4.3 Система геомониторинга**

Для наблюдения за режимом и свойствами подземных вод, а также за выходом радионуклидов из зоны захоронения и распространения их в окружающей среде на период подготовки к строительству, строительства, эксплуатации и закрытия ПЗРО предусматривается устройство наблюдательных скважин (в том числе глубокие скважины, пройденные при проведении изыскательских работ). При необходимости могут быть пройдены дополнительные глубокие скважины.

### **7.4.4 Система радиационного контроля**

В состав объектов ПЗРО, обеспечиваемых радиационным контролем, входят:

- здание 10/1 - здание перегрузки упаковок с РАО;
- сооружение 10/4 - сооружение захоронения РАО.

Система радиационного контроля (СРК) предназначена для осуществления контроля за основными радиационными параметрами, характеризующими работу технологического оборудования и радиационную обстановку во всех режимах работы, включая аварийные ситуации.

СРК обеспечиваются следующие виды контроля:

- радиационный технологический контроль;
- радиационный дозиметрический контроль;
- радиационный контроль за нераспространением радиоактивных загрязнений;

– радиационный контроль окружающей среды (система радиационного мониторинга).

Для реализации указанных видов контроля решаются следующие задачи:

Здание 10/1 – здание перегрузки упаковок с РАО:

- индивидуальный дозиметрический контроль внутреннего и внешнего облучения персонала;
- контроль мощности дозы гамма-излучения в технологических помещениях, в кабине крановщика;
- контроль мощности дозы гамма-излучения на поверхности защитного ограждения участка буферного хранения упаковок РАО;
- контроль объемной активности аэрозолей в воздухе в помещениях;
- контроль радиоактивного загрязнения кожных покровов рук и тела персонала, спецодежды и наружной поверхности обуви;
- контроль радиоактивного загрязнения поверхностей помещений, оборудования, упаковок и спец-автомобилей;
- контроль мощности дозы гамма излучения от упаковки РАО, на поверхности кузова и в кабине водителя спец-автомобиля (при въезде и выезде из здания);
- контроль объемной активности аэрозолей в воздухе, выбрасываемом в вент-трубу, и определение радионуклидного состава;
- контроль мощности дозы гамма-излучения от контрольной емкости;
- контроль удельной активности конденсатов, образующихся в сооружении захоронения, и вод саншлюза, собираемых в контрольной емкости.

Сооружение 10/4 – сооружение захоронения РАО:

- индивидуальный дозиметрический контроль внутреннего и внешнего облучения персонала;
- контроль мощности дозы гамма-излучения в технологическом коридоре и в местах проведения работ;
- контроль объемной активности аэрозолей в воздухе в технологическом коридоре.



### **7.5. Прогноз социально-экономических последствий сооружения ПЗРО, в т.ч. развитие медицинского обслуживания населения и образования**

Необходимость создания пункта захоронения в Ленинградской области обусловлена следующими факторами:

- сосредоточением основных поставщиков РАО в Сосновоборской промышленной зоне, исключающим необходимость транспортирования РАО по дорогам общего пользования;
- наличием накопленных РАО и ожидаемым их образованием в будущем, в том числе за счет вывода из эксплуатации энергоблоков ЛАЭС, в количестве, достаточном для создания ПЗРО с оптимальными технико-экономическими показателями;
- предстоящим вывод из эксплуатации объектов использования атомной энергии;
- наличием в регионе благоприятных геолого-гидрогеологических условий;
- наличием концептуальных проектов, разработанных с участием зарубежных специалистов;
- наличием в Санкт-Петербурге и Ленинградской области научно-исследовательских, конструкторских и проектных организаций, имеющих лицензии на необходимые виды работ;
- наличием уникальных технологий строительства наземных и подземных сооружений, многолетнего опыта проектирования, строительства и эксплуатации Ленинградского метрополитена, инфраструктуры и базы стройиндустрии, квалифицированных кадров и других факторов;
- наличием в регионе профильных образовательных институтов и научно-технического потенциала НИИ и проектных организаций для проведения научно-исследовательских и изыскательских работ по внедрению и апробации новых методов и технологий обращения с РАО на базе уникального объекта.

Строительство на территории Ленинградской области ПЗРО будет способствовать дальнейшему социально-экономическому развитию региона, снижению рисков, связанных с хранением РАО в неподходящих для захоронения

условиях, определит возможность вывода из эксплуатации энергоблоков ЛАЭС, строительства и эксплуатации замещающих мощностей нового поколения.

Строительство и последующая эксплуатация ПЗРО потребует привлечения большого количества высококвалифицированных специалистов и будет способствовать созданию новых рабочих мест в регионе, поступлению дополнительных налоговых платежей.

Заказами на изготовление оборудования, аппаратуры, изделий и материалов будут обеспечены различные отрасли промышленности, как северо-запада РФ, так и всей России в целом.

Размещение объекта окончательной изоляции на площадке, расположенной на территории ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО», позволит свести к минимуму затраты на отвод земель, избежать проблем отселения населения из района предполагаемого строительства и т.п.

Численность эксплуатационного персонала для пуска и эксплуатации первой очереди объекта окончательной изоляции составит 30 человек.

Реализация проекта по сооружению объекта окончательной изоляции РАО позволит:

- обеспечить безопасность при обращении с короткоживущими РАО низкого и среднего уровня радиоактивности в соответствии с современными требованиями;
- снизить риски, связанные с хранением радиоактивных отходов в регионе;
- обеспечить безопасное захоронение РАО и снизить бремя радиационного воздействия на последующие поколения;
- исключить радиационное воздействие на персонал и окружающую среду от эксплуатации и поддержания существующих в округе пунктов временного хранения РАО;

С целью формирования позитивного отношения населения к проекту строительства ПЗРО, демонстрации реальной выгоды для местного населения предусмотрено:

- информирование общественности через средства массовой информации;

- обеспечение строгого соответствия проектирования и строительства ПЗРО действующему законодательству, современным требованиям безопасности;
- проведение общественных обсуждений и государственной экологической экспертизы в соответствии с действующим законодательством в РФ;
- согласование технического задания на разработку раздела ОВОС с органами исполнительной и законодательной власти;
- реализация программы мониторинга процесса строительства и ввода в эксплуатацию ПЗРО, с учетом согласованных экологических требований и условий, а также - программы экологического мониторинга в постэксплуатационный период.

Строительство высокотехнологичного комплекса по захоронению РАО позволит сохранить высокий научный потенциал Сосновоборского муниципального округа, формируя современные требования к образованию, а постоянно проводимый мониторинг объектов будет способствовать сбору статистических данных для дальнейшего анализа и научного развития в данной области и реализации научных выводов на практике.

## **8. Обоснование решений по обеспечению радиационной безопасности**

Целью обеспечения безопасности при захоронении РАО является их надежная изоляция, обеспечивающая радиационную безопасность человека и окружающей среды на весь период потенциальной опасности РАО.

ПЗРО удовлетворяет требованиям безопасности при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, включая аварии, если его радиационное воздействие на работников (персонал), население и окружающую среду не приводит к превышению установленных нормативными документами дозовых пределов облучения работников (персонала) и населения и нормативов выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду (п. 2.3 НП-055-04).

ПЗРО удовлетворяет требованиям безопасности в период после его закрытия, если (п. 2.4 НП-055-04):

- при нормальном (эволюционном) протекании естественных процессов на площадке размещения ПЗРО (наиболее вероятных сценариях эволюции системы захоронения РАО) его радиационное воздействие не приведет к превышению установленной на захоронение квоты предела годовой эффективной дозы;

- при маловероятных (катастрофических) внешних воздействиях природного и техногенного характера на площадке размещения ПЗРО (маловероятных сценариях распространения радионуклидов из системы захоронения РАО) не будет превышен предел индивидуального суммарного риска, равный для критической группы населения  $1,0 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ .

Выбор способа захоронения РАО (приповерхностное захоронение или захоронение в глубокие геологические формации), конструкции хранилища и свойства барьеров определяются и обосновываются в проектной документации ПЗРО в зависимости от характеристик РАО (радионуклидный состав, удельная активность, период потенциальной опасности, физико-химические свойства), с учетом природных условий размещения ПЗРО.

РАО, содержащие радионуклиды в количестве, превышающем указанные в таблице 8.1 пределы, должны захораниваться в ПЗРО глубинного захоронения.

Таблица 8.1. Допустимое содержание радионуклидов в РАО, захораниваемых в приповерхностных ПЗРО

| Радионуклиды                                                                          | Объемная активность, Бк/м <sup>3</sup> |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Радионуклиды с периодом полураспада менее 5 лет                                       | не ограничена                          |
| <sup>3</sup> H                                                                        | не ограничена                          |
| <sup>14</sup> C                                                                       | $3,0 \times 10^{11}$                   |
| <sup>14</sup> C в активированном металле                                              | $3,0 \times 10^{12}$                   |
| <sup>59</sup> Ni в активированном металле                                             | $8,1 \times 10^{12}$                   |
| <sup>60</sup> Co                                                                      | не ограничена                          |
| <sup>63</sup> Ni                                                                      | $2,6 \times 10^{13}$                   |
| <sup>63</sup> Ni в активированном металле                                             | $2,6 \times 10^{14}$                   |
| <sup>90</sup> Sr                                                                      | $2,6 \times 10^{14}$                   |
| <sup>94</sup> Nb в активированном металле                                             | $7,4 \times 10^9$                      |
| <sup>137</sup> Cs                                                                     | $1,7 \times 10^{14}$                   |
| <sup>99</sup> Tc                                                                      | $1,1 \times 10^{11}$                   |
| <sup>129</sup> I                                                                      | $3,0 \times 10^9$                      |
| <sup>241</sup> Pu                                                                     | $1,3 \times 10^{5*}$                   |
| <sup>242</sup> Cm                                                                     | $7,4 \times 10^{5*}$                   |
| Уран и трансурановые альфа-излучающие радионуклиды с периодом полураспада более 5 лет | $3,7 \times 10^{3*}$                   |
| * Удельная активность, Бк/т                                                           |                                        |

Технические и организационные мероприятия по обращению с РАО должны реализовываться на основе требований к обеспечению безопасности при обращении с РАО, с учетом результатов анализа характеристик РАО и критериев приемлемости (критериев качества) РАО для их хранения и захоронения.

С целью повышения уровня безопасности при хранении и захоронении РАО предпочтение следует отдавать следующим методам кондиционирования РАО:

- размещению отвержденных ЖРО в контейнере;
- размещению и омоноличиванию ТРО в контейнере.

Радиационная безопасность ПЗРО и вокруг него обеспечивается (п.2.3.1 ОСПОРБ-99/2010):

- зональным разделением производственных помещений по характеру проводимых работ и радиационного воздействия на персонал;
- разработкой проекта на основе консервативного подхода;
- выполнением с высоким качеством и надежностью всех систем ПЗРО и всех производимых работ;
- сокращением времени проведения радиационно-опасных операций с помощью технических средств;
- эксплуатацией хранилища в соответствии с требованиями нормативных документов и технологического регламента;
- разработкой на основе материалов проекта инструкций и планов по ликвидации аварий;
- подбором персонала с необходимым уровнем квалификации для действий, как при нормальных условиях эксплуатации, так и в предаварийных ситуациях и авариях.

Радиационная безопасность персонала ПЗРО обеспечивается (п. 2.3.2 ОСПОРБ-99/2010):

- ограничениями допуска к работе с источниками ионизирующего излучения по возрасту, полу, состоянию здоровья, уровню предыдущего облучения и другим показателям;
- знанием правил работы с источниками излучения и их соблюдением;
- достаточностью защитных барьеров, экранов и расстояния от источников излучения, а также ограничением времени работы с источниками излучения;
- созданием условий труда, отвечающих требованиям НРБ-99/2009, ОСПОРБ-99/2010, СПП ПУАП-03, СПОРО-2002, действ. с изм. №1 2010г, НП-055-04;
- применением индивидуальных средств защиты;
- соблюдением установленных контрольных уровней;
- организацией радиационного контроля;
- обеспечением системы информации о радиационной обстановке;

- планированием и проведением эффективных мероприятий по защите персонала в случае угрозы и при возникновении аварии.

Радиационная безопасность населения обеспечивается (п. 2.3.3 ОСПОРБ-99/2010):

- созданием условий жизнедеятельности людей, отвечающих требованиям НРБ-99/2009, ОСПОРБ-99/2010, СП 2.6.1.2216-07;
- установлением квот на облучение;
- организацией радиационного контроля всех видов облучения;
- эффективностью планирования и проведения мероприятий по радиационной защите при нормальной эксплуатации и в случае аварии;
- организацией системы информации о радиационной обстановке.

При захоронении РАО обеспечение радиационной безопасности основано на следующих принципах (п. 2.2 НП-055-04):

- радиационное воздействие, связанное с захоронением РАО, должно поддерживаться на возможно низком уровне, с учетом экономических и социальных факторов (принцип оптимизации).
- долговременная безопасность захоронения РАО в период после закрытия ПЗРО должна обеспечиваться применением системы барьеров для ионизирующего излучения и распространения радиоактивных веществ в окружающую среду. Нарушение целостности одного из барьеров, или вероятное внешнее событие природного или техногенного происхождения не должны приводить к снижению уровня долговременной безопасности захоронения РАО (принцип многобарьерности).
- прогнозируемые уровни облучения будущих поколений, обусловленные захоронением РАО, не должны превышать допустимые уровни облучения населения, установленные действующими нормативными документами. Любой индивидуум будущих поколений должен быть защищен от вредного воздействия захороненных РАО в не меньшей степени, чем любой индивидуум нынешнего поколения (принцип защиты будущих поколений).

- захоронение РАО должно осуществляться таким образом, чтобы не возлагать на будущие поколения необоснованного бремени, связанного с необходимостью обеспечения безопасности при обращении с РАО (принцип не возложения чрезмерного бремени на будущие поколения).

Требования по радиационной безопасности и основные дозовые пределы облучения персонала и населения при нормальной эксплуатации установлены в нормах и правилах: НРБ-99/2009, ОСПОРБ-99/2010, СПП ПУАП-03, НП-055-04, НП-060-05, НП-077-06.

В соответствии с нормативными документами рассмотрены различные категории облучаемых лиц:

- персонал (группы А и группы Б);
- все население, включая лиц из персонала, вне сферы и условий их производственной деятельности.

В соответствии с федеральным законом «О радиационной безопасности населения» (№3-ФЗ) и НРБ-99/2009 в качестве критериев радиационной безопасности используются основные дозовые пределы, представленные в таблице 8.2.

Таблица 8.2. Основные пределы доз

| Нормируемые величины                                                                             | Пределы доз, мЗв                                                              |                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                  | Персонал (группа А) *                                                         | Население                                                                      |
| Эффективная доза                                                                                 | 20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, не более 50 мЗв в год | 1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год |
| Эквивалентная доза за год:<br>Хрусталик глаза<br>Кожа<br>Кисти рук и стопы                       | 150                                                                           | 15                                                                             |
|                                                                                                  | 500                                                                           | 50                                                                             |
|                                                                                                  | 500                                                                           | 50                                                                             |
| * Дозы облучения персонала группы Б не должны превышать 1/4 значений доз для персонала группы А; |                                                                               |                                                                                |

Эффективная доза для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) - 1000 мЗв, а для населения за период жизни (70 лет) – 70 мЗв (п. 3.1.4 НРБ-99/2009).



Для ограничения облучения населения отдельными техногенными источниками излучения устанавливается квота предела годовой дозы (п. 5.2.2 НРБ-99/2009). Для этапа захоронения эта квота составляет 10 мкЗв/год (п. 3.12.19 ОСПОРБ-99/2010).

Значение квоты рассматривается как верхняя граница возможного облучения населения от радиационных факторов при оптимальной радиационной защите населения в режиме нормальной эксплуатации ПЗРО.

Значение квоты на облучение населения используются для расчета предельно допустимых выбросов (ПДВ) радионуклидов из ПЗРО.

ПДВ являются верхними границами для газо-аэрозольных выбросов радионуклидов в окружающую среду, в режиме нормальной эксплуатации ПЗРО.

С учетом технически достигнутого уровня безопасности приповерхностного ПЗРО в режиме нормальной эксплуатации (когда фактические выбросы из хранилища создают дозу облучения лиц из населения менее 10 мкЗв в год) радиационный риск для населения при эксплуатации ПЗРО является, безусловно, приемлемым ( $<10^{-6}$  год<sup>-1</sup>).

Для текущего контроля газо-аэрозольных выбросов эксплуатирующей организацией будут установлены контрольные уровни (КУ) выбросов.

Соблюдение установленных значений выбросов гарантирует, что доза облучения лиц из критической группы населения за счет газо-аэрозольных выбросов хранилища при нормальной эксплуатации не превысит 1 мкЗв в год у границ промплощадки, и будет менее 0,1 мкЗв - на расстоянии в 1 км.

Полученные результаты позволяют задать границу СЗЗ ПЗРО по границе промплощадки.

Если фактический выброс хранилища превышает ДВ, но ниже ПДВ, то радиационное воздействие объекта на население и окружающую среду не соответствует принципу оптимизации, что свидетельствует о нарушении культуры производства и подлежит анализу с целью устранения выявленного превышения ДВ.

Превышение ПДВ недопустимо в режиме нормальной эксплуатации объекта, так как является нарушением санитарных норм и правил и может служить основанием для приостановки эксплуатации ПЗРО.

Пределы безопасной эксплуатации ПЗРО по выбросам в технологических регламентах должны быть установлены на уровне ПДВ, а эксплуатационные пределы – на уровне ДВ ПЗРО.

При авариях на ПЗРО ожидаемые дозы облучения населения на границе санитарно-защитной зоны и за ее пределами не должны превышать значений, требующих принятия решений о мерах защиты населения в случае радиационной аварии с радиоактивным загрязнением территории.

Для контроля за указанными параметрами в ПЗРО предусмотрена система радиационного контроля.

Радиационный контроль имеет целью определение степени соблюдения принципов радиационной безопасности и требований нормативов, включая непревышение установленных основных пределов доз и допустимых уровней при нормальной работе, получение необходимой информации для оптимизации защиты и принятия решений о вмешательстве в случае радиационных аварий.

Одним из важных факторов обеспечения радиационной безопасности персонала является осуществление зонирования территории и помещений с формированием двух зон и организацией санитарно-пропускного режима и дозиметрического контроля:

- зона контролируемого доступа - производственные помещения, где осуществляется обращение с источниками излучения (в виде РАО) и возможно воздействие радиационных факторов на персонал группы А;

- зона свободного доступа - вспомогательные и административные помещения, где при нормальной эксплуатации не осуществляется обращение с источниками излучения и, как правило, практически исключается воздействие на персонал радиационных факторов.

Между зоной свободного доступа и зоной контролируемого доступа размещается санитарный пропускник, который предназначен для полного переодевания, санитарной обработки персонала, радиационного контроля тела и спецодежды, сбора и отправки на дезактивацию загрязненной спецодежды и спецобуви (п. 7.5, 9.2, 10.3 СПП ПУАП-03).

Помещения зданий и сооружений зоны контролируемого доступа по уровню радиационного воздействия на персонал будет подразделяться на 2 категории:

- периодически обслуживаемые помещения (ПОП), в которых условия эксплуатации и радиационная обстановка при работе с ТРО допускают ограниченное во времени пребывание в них персонала;
- помещения постоянного пребывания (ППП), радиационная обстановка в которых допускает возможность постоянного пребывания персонала в течение всего рабочего дня.

Необслуживаемые помещения в ПЗРО отсутствуют.

К ППП относятся помещения, в которых допустимые уровни излучения согласно

(НРБ-99/2009, ОСПОРБ-99/2010) составляют:

- мощность дозы внешнего излучения – 12 мкЗв/ч из расчёта 20 мЗв/год и суммарного времени работы 1700 ч.;
- загрязнённость поверхностей оборудования и помещений – 2000  $\beta$ -част./( $\text{см}^2 \cdot \text{мин}$ );
- загрязнённость кожи, спецбелья, внутренней поверхности лицевой части средств индивидуальной защиты – 200  $\beta$ -част./( $\text{см}^2 \cdot \text{мин}$ );
- допустимая объёмная активность радионуклидов в воздухе помещений определяется значениями, приведёнными в приложении 1 НРБ-99/2009.

В ПОП допустимые уровни внешнего и внутреннего облучения могут быть во столько раз выше по сравнению с ППП, во сколько раз время пребывания персонала меньше. Обычно на практике эти уровни в 2 – 5 раз больше, чем в ППП. Загрязнённость поверхностей оборудования и помещений, а также наружной поверхности спецодежды и дополнительных средств индивидуальной защиты не должна превышать – 10000  $\beta$ -част./( $\text{см}^2 \cdot \text{мин}$ .); поверхности кожи и лицевых частей СИЗ – 200  $\beta$ -част./( $\text{см}^2 \cdot \text{мин}$ .). Выход из ПОП в помещения ППП осуществляется через саншлюз.

Для контроля возможного загрязнения грунтовых вод вокруг приповерхностного ПЗРО предусматриваются наблюдательные скважины:

- глубокие скважины, пройденные при проведении изыскательских работ и, при необходимости, пройденные дополнительные глубокие скважины.

При транспортно-технологических операциях с РАО на ПЗРО ограничение доз облучения достигается за счёт:

- дистанционного управления технологическим процессом;
- проведения организационных мер;
- ограничения времени работы в радиационных полях;
- наличия местной биологической защиты.

При транспортировании радиоактивных веществ вне объекта радиационная безопасность регламентируется НП-053-04, согласно которым устанавливаются предельно-допустимые уровни мощности дозы излучения.

Радиационная безопасность населения будет обеспечиваться:

- эффективностью инженерных барьеров в эксплуатационный и постэксплуатационный периоды;
- установлением квот на облучение, выбросы и сбросы;
- организацией радиационного контроля всех видов облучения;
- эффективностью планирования и проведения мероприятий по радиационной защите при нормальной эксплуатации и в случае аварии;
- организацией системы информации о радиационной обстановке.

Выполнение установленных требований обеспечит ожидаемое радиационное воздействие на персонал, население и окружающую среду ниже установленных нормативных пределов и будет поддерживаться на разумно достижимом низком уровне с учетом социальных и экономических аспектов.

### **8.1. Реализация концепции радиационной безопасности**

Радиационная безопасность населения - состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения.

Главной целью радиационной безопасности является охрана здоровья населения и персонала от вредного воздействия ионизирующего излучения путем соблюдения основных принципов и норм радиационной безопасности без

необоснованных ограничений полезной деятельности при использовании излучения в различных областях промышленности, в науке и медицине (п. 2.1 НРБ-99/2009).

Целью обеспечения безопасности при захоронении РАО является их надежная изоляция, обеспечивающая радиационную безопасность человека и окружающей среды на весь период потенциальной опасности РАО.

При захоронении РАО должны соблюдаться следующие принципы (п. 2.2 НП-055-04):

- радиационное воздействие, связанное с захоронением РАО, должно поддерживаться на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов (принцип оптимизации).

- долговременная безопасность захоронения РАО в период после закрытия ПЗРО должна обеспечиваться применением системы барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в окружающую среду. Нарушение целостности одного из барьеров или вероятное внешнее событие природного или техногенного происхождения не должны приводить к снижению уровня долговременной безопасности захоронения РАО (принцип многобарьерности).

- прогнозируемые уровни облучения будущих поколений, обусловленные захоронением РАО, не должны превышать допустимые уровни облучения населения, установленные действующими нормативными документами. Любой индивидуум будущих поколений должен быть защищен от вредного воздействия захороненных РАО в не меньшей степени, чем любой индивидуум нынешнего поколения (принцип защиты будущих поколений).

- захоронение РАО должно осуществляться таким образом, чтобы не возлагать на будущие поколения необоснованное бремя, связанное с необходимостью обеспечения безопасности при обращении с РАО (принцип невозложения чрезмерного бремени на будущие поколения).

**Ключевым принципом обеспечения безопасности является реализация концепции многобарьерной защиты:**

1. Первый уровень безопасности. Инженерные барьеры: матрица, вмещающая РАО + конструкция упаковки (бетон, металл) + инженерные конструкции ПЗРО

2. Второй уровень безопасности. Природные барьеры: геологическая среда (мощный слой глинистых отложений с подтверждёнными высокими изолирующими и сорбционными свойствами).
3. Третий уровень безопасности. Физическая защита наземной части объекта

При этом на протяжении всего жизненного цикла ПЗРО безусловно должны быть обеспечены следующие условия:

- Отсутствие регистрируемого вклада в действующий природный радиационный фон;
- Сбросы и выбросы радиоактивных веществ в окружающую среду проектными расчетами полностью исключены.

Технические и организационные мероприятия по обращению с РАО должны реализовываться на основе требований к обеспечению безопасности при обращении с РАО, с учетом результатов анализа характеристик РАО и критериев приемлемости (критериев качества) РАО для их хранения и захоронения.

Конструкция упаковки (контейнера) и конструкционные материалы контейнера должны обеспечивать сохранение его прочностных характеристик и герметичности в период обращения с упаковкой РАО.

Выбор конструкции контейнера (размеры, механическая прочность, тип уплотнений и строповочных устройств) и конструкционных материалов контейнера для отвержденных ЖРО или омоноличенных ТРО осуществляется исходя из выполняемых контейнером защитных функций после кондиционирования РАО и в течение требуемого периода сохранения целостности контейнера.

Конструкционные материалы контейнеров и материалы, используемые для покрытия поверхностей контейнеров, должны обладать минимальной сорбционной способностью по отношению к радионуклидам, коррозионной и радиационной стойкостью, термической устойчивостью, легко дезактивироваться. Целесообразно использование унифицированных по типу и размеру контейнеров (п. 3.5 РБ-023-02).

Моделирование второго уровня безопасности - глинистого барьера показало, что все оценки распространения радиоактивного загрязнения, рассчитанные с учетом

этого фактора, подтверждают дополнительный запас безопасности пункта захоронения РАО.

Расчеты, выполненные на период до 500 лет, показали, что ореолы загрязнения на 50 лет и на 300 лет отличаются друг от друга незначительно для всех изученных радиоизотопов ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{60}\text{Co}$ ), кроме несорбируемого трития, и распространяются не более, чем на несколько десятков метров от ПЗРО.

Это объясняется совместным влиянием гидравлической дисперсии (разбавления загрязненных вод за счет их перемешивания с чистыми пластовыми водами водоносных горизонтов), гетерогенным взаимодействием и радиоактивным распадом мигрирующих изотопов.

Результаты моделирования показывают, что для рассмотренных радионуклидов стационарность ореолов рассеяния наступает приблизительно через 100–150 лет.

**Особо необходимо отметить, что ПЗРО, в отличие от прочих радиационно опасных объектов, исключает случайное облучение.**

## **8.2. Критерии и пределы радиационной безопасности**

Регламентация критериев приемлемости РАО для хранения и захоронения осуществлена в нормативной документации, введенной в России сравнительно недавно, начиная, в основном, с конца 90-х годов. Основными из этих документов являются: ОСПОРБ-99, (СПОРО-2002 в ред. Изменений и Дополнений № 1 СанПиН 2.6.6.2796-10), СП АС-03, РБ-023-02, НП-019-2000, НП-020-2000, НП-055-04, НП-058-04, НП-069-04, ГОСТ Р 52037-2003, ГОСТ Р 50 927-96, ГОСТ Р 51824-2001, и др.

Полный перечень критериев приемлемости РАО для каждого конкретного ПЗРО должен включать:

- критерии приемлемости самих радиоактивных отходов,
- критерии приемлемости контейнера для захоронения РАО,
- критерии приемлемости упаковки РАО (в целом).

Нормативный документ РБ-023-02 касается регламентации, в основном, критериев приемлемости для хранения и захоронения самих отходов и упаковок РАО. Согласно требованиям РБ-023-02 в проекте ПЗРО должны быть установлены следующие критерии приемлемости:

*а) для РАО*

- радиационные характеристики:
  - верхние пределы удельной активности радионуклидов,
  - радионуклидный состав;
  - период потенциальной опасности РАО;
- химический состав - содержание:
  - ядерных материалов;
  - коррозионно-активных веществ,
  - веществ, образующих комплексные соединения;
  - взрывоопасных и самовозгорающихся веществ;
  - веществ, реагирующих с водой с выделением тепла;
  - ядовитых веществ, химически токсичных веществ, патогенных веществ и инфекционных материалов;
  - свободной влаги (в упаковке)<sup>1</sup>;
- физико-химические характеристики:
  - структурная стабильность формы отходов;
  - водостойчивость формы отходов;
  - термическая устойчивость,
  - тепловыделение;
  - механическая прочность
  - радиационная стойкость,
  - газообразование,
  - биологическая устойчивость;

*б) для упаковки РАО:*

- мощность эквивалентной дозы на наружной поверхности упаковки РАО (на расстоянии 0,1 м) и на расстоянии 1 м от поверхности;
- суммарная активность упаковки РАО,
- уровень снимаемого поверхностного загрязнения;

---

<sup>1</sup> Согласно п. 2.5.2 НП-069-06 содержание жидкости должно быть менее 3%.



- идентификация (маркировка) упаковки РАО;
- геометрические размеры и масса.

В документе РБ-023-02 приведен перечень критериев и дано им качественное определение.

В ГОСТ Р 51824-2001 представлены требования к характеристике контейнеров для хранения и захоронения РАО. В ГОСТ Р 51824-2001 и др. НД количественно регламентированы:

- долговечность (срок службы) контейнера - на весь период хранения - 50 лет (но не менее 30 лет);
- поверхностная загрязненность (снимаемое загрязнение) упаковки РАО для хранения и захоронения - на уровне не более:
  - 5 част/(мин·см<sup>2</sup>) - для отдельных  $\alpha$ - излучателей,
  - 20 част/(мин·см<sup>2</sup>) - для прочих  $\alpha$ - излучателей,
  - 200<sup>2</sup> част/(мин·см<sup>2</sup>) - для  $\beta$ - излучателей
- мощность дозы гамма-излучения на расстоянии 1 м от упаковки РАО: допускается не более 0,1 мЗв/ч (0,1 мГр/ч);
- механическая прочность (для невозвратного защитного контейнера из композиционных материалов на основе бетона – НЗК) – контейнер должен выдерживать:
  - статическую нагрузку на сжатие в течение 24 ч, равную пятикратному значению массы заполненного контейнера, моделирующую нагрузку при штабелировании;
  - динамическую нагрузку, возникающую при падении контейнера с отходами на жесткое основание с высоты 0,5 м на днище и на угол между днищем и стенкой;
  - ударную нагрузку от падения с высоты 1 м металлического стержня диаметром 32 мм с полусферическим концом радиусом 16 мм и массой 6 кг в направлении центра наименее прочной части НЗК;

---

<sup>2</sup> На порядок меньше по сравнению с требованием ГОСТ Р 52037-2003 [11].

- грузозахватные элементы контейнера должны выдерживать нагрузку, равную удвоенной массе контейнера в загруженном состоянии;
- герметичность конструкции (для НЗК): герметичность соединений при внутреннем гидравлическом давлении 75 кПа; утечка по воздуху не более 500 Па/л·с<sup>-1</sup>;
- стойкость контейнера к внешним и внутренним воздействиям и процессам (для НЗК): выдерживать температурное воздействие окружающей среды от минус 50 - плюс 70 °С; повышение температуры до + 130 °С; сохранять свои свойства после прохождения землетрясения интенсивностью до проектного землетрясения (ПЗ) включительно для района размещения объектов по обращению с упаковками;
- диффузионная проницаемость конструкционных материалов по основным радионуклидам не должна превышать для цезия  $-1,0 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ ; трития –  $1,5 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$  (для НЗК).

Перечисленные требования можно рассматривать в качестве критериев приемлемости контейнеров. Область распространения этого ГОСТ ограничивается контейнерами, изготовленными из конструкционных материалов на основе бетона, и не включает контейнеры (бочки) из металла или др. конструкционных материалов, что требует разработки унифицированных критериев приемлемости для различных типов контейнеров.

В ГОСТ Р 52037-2003 изложены критерии приемлемости для РАО в соответствии с перечнем РБ-023-02. Период потенциальной опасности ( $T_{\text{по}}$ ) короткоживущих радиоактивных отходов, направляемых в приповерхностный ПЗРО, должен быть соотнесен с продолжительностью функционирования инженерных барьеров системы захоронения. Верхние пределы удельной активности радионуклидов в РАО должны быть определены, исходя из  $T_{\text{по}}$ . В проекте должны быть также установлены следующие критерии приемлемости для контейнеров и упаковок РАО (п. 5.3, 5.4 ГОСТ Р 52037-2003):

*а) контейнеров для захоронения РАО:*

- по конструкции и конструкционным материалам,

- по надежности (сроку службы)<sup>3</sup>,
- по механической прочности<sup>4</sup>,
- по радиационной стойкости,
- по стойкости к внешним воздействиям<sup>5</sup> (устойчивость к тепловым нагрузкам и термическим циклам; воздействию атмосферных осадков, поверхностных и грунтовых вод; сохранение свойств после прохождения землетрясения);
- по дезактивируемости наружной поверхности<sup>6</sup>;
- по наличию сертификата соответствия и санитарно-эпидемиологического заключения на упаковочный комплект (копий): сертификат соответствия подтверждает выполнимость заявленных технических параметров и свойств контейнера, а санитарно-эпидемиологическое заключение, - их соответствие санитарным правилам;

*б) упаковок РАО:*

- по массогабаритным параметрам
- по радиационным параметрам:
  - суммарная активность;
  - мощность эквивалентной дозы;
  - радионуклидный состав снимаемого поверхностного загрязнения,
  - уровень снимаемого поверхностного загрязнения, который не должен превышать допустимого радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей для помещений постоянного пребывания персонала:
    - 5 част/(мин·см<sup>2</sup>) - для отдельных  $\alpha$ - излучателей,
    - 20 част/(мин·см<sup>2</sup>) - для прочих  $\alpha$ - излучателей,
    - 2000 част/(мин·см<sup>2</sup>) - для  $\beta$ - излучателей;
- по маркировке;

---

<sup>3</sup> В соответствии с ГОСТ Р 51824-2001 срок службы контейнера должен быть не менее 50 лет.

<sup>4</sup> В соответствии с ГОСТ Р 51824-2001 механическая прочность НЗК должна обеспечивать штабелирование упаковок РАО в 6 ярусов по высоте штабеля.

<sup>5</sup> В соответствии с ГОСТ Р 51824-2001 НЗК должен выдерживать температурное воздействие окружающей среды от минус 50 - плюс 70 °С; повышение температуры до + 130 °С; сохранять свои свойства после прохождения землетрясения интенсивностью до ПЗ.

<sup>6</sup> Поверхность контейнера должна позволять проведение дезактивации.

- по герметичности (как закрытого источника) и изолирующим свойствам, сохранению герметичности после испытания на нормальные условия.

Упаковки радиоактивных отходов в эксплуатационный период (от их загрузки до консервации загруженного отсека) должны иметь категорию закрытого источника излучения (без учета снимаемого загрязнения на наружной поверхности). Целостность упаковки должна сохраняться на период от загрузки ее в ПЗРО до консервации загруженного отсека.

Необходимость сохранения целостности упаковки в постэксплуатационный период определяют при проектировании на основе анализа безопасности захоронения (п. 5.6 ГОСТ Р 52037-2003). При этом, согласно п. 2.2 НП-055-04, величина максимальной удельной активности радионуклидов в РАО должна устанавливаться, исходя из периода потенциальной опасности отходов. Из требований НП-055-04 и НП-069-06 следует, что данные, приведенные в приложении 1 НП-055-04 следует рассматривать только как верхние консервативные значения, верхние проектные значения подлежат обоснованию в проекте.

### **8.3. Процедура подготовки РАО к захоронению**

Ключевыми этапами данного процесса являются:

- Сбор РАО с предприятий производителей РАО, включая медицинские учреждения, предприятия атомного промышленного комплекса, научные и исследовательские предприятия.
- Транспортирование до специализированной организации, занимающейся переработкой РАО и подготовкой к захоронению.
- Кондиционирование (переработка) отходов (сжигание, выпаривание для ЖРО, прессование, цементирование, и т.д.), контейнеризация переработанных отходов, включая паспортизацию.
- Транспортирование до ПЗРО
- Загрузка непосредственно в ПЗРО.

Отдельно необходимо отметить, что некоторые предприятия-производители РАО (в первую очередь – АЭС) практически в полном объеме имеют в своей структуре комплексы переработки отходов, могут выполнять контейнеризацию

отходов и собственно часть представленных в схеме обращения с РАО этапов территориально может реализовываться на одной площадке.

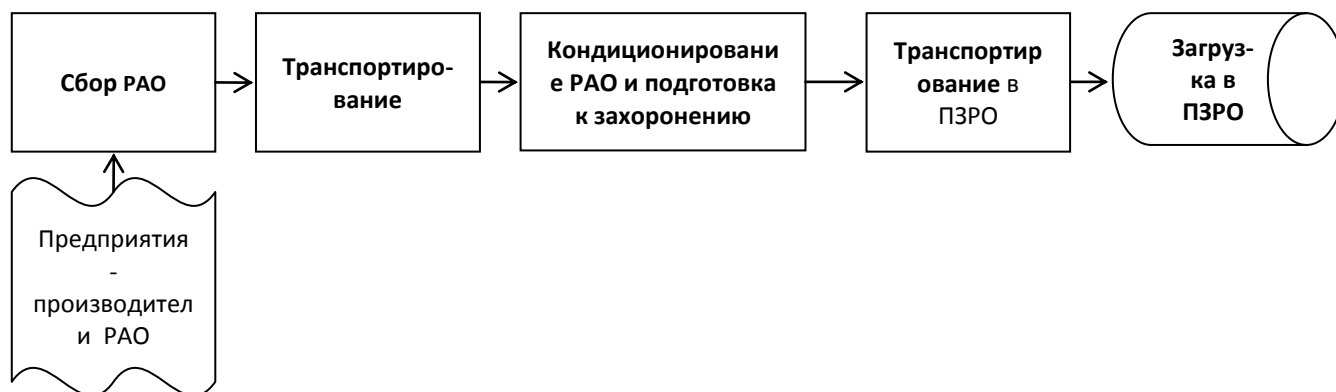


Рис. 8.1 - Схема обращения с поступающими на ПЗРО на захоронение отходами

На рис. 8.1 и 8.2 подробно представлена схема обращения с поступающими на ПЗРО на захоронение отходами. Ключевой особенностью необходимо отметить, фактически 2-х этапный контроль поступающих на захоронение РАО.

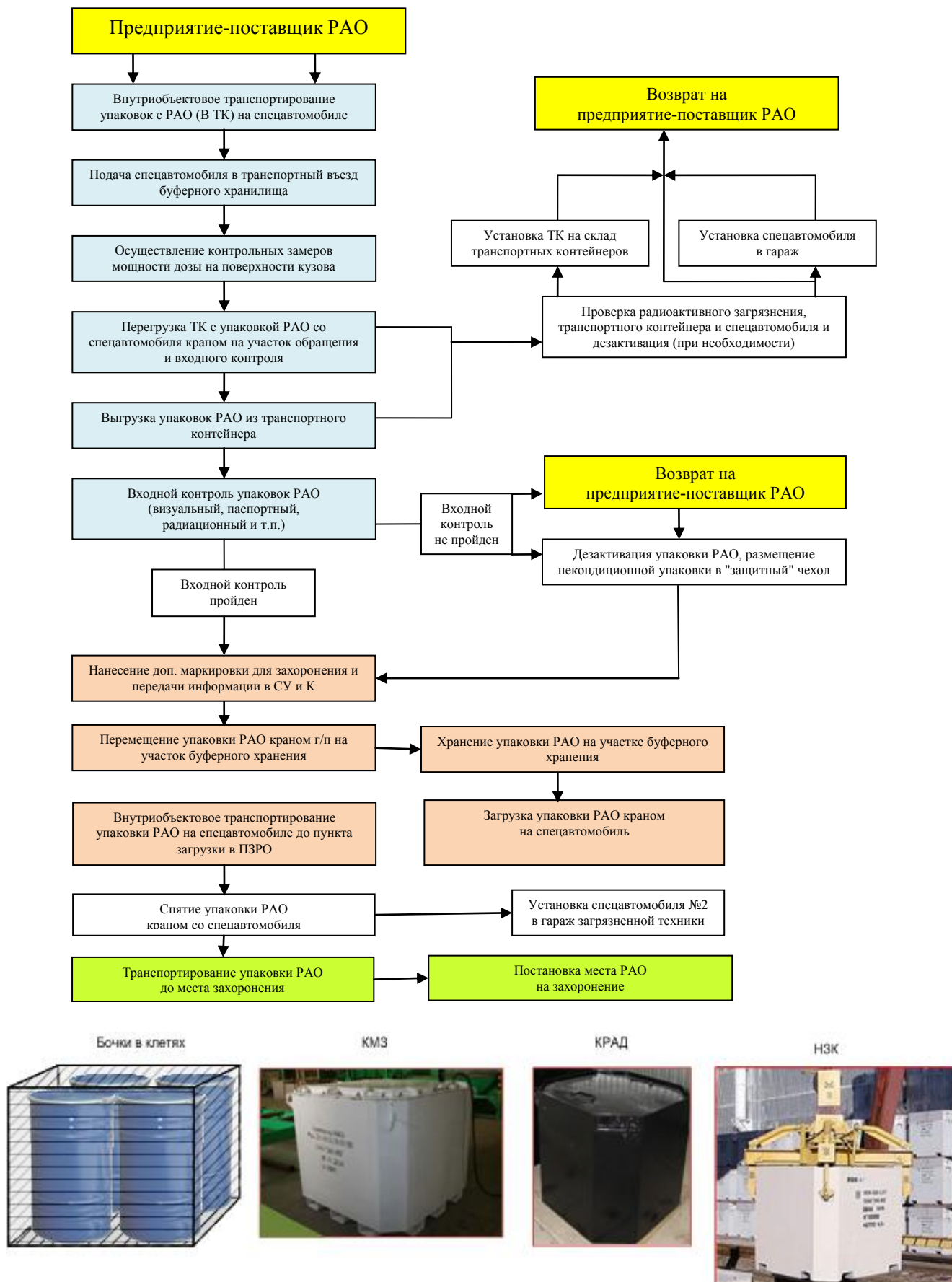


Рис. 8.2 - Подробная схема обращения с РАО, поступающими на захоронение, включающая этап контроля

#### **8.4. Оценка влияния сооружения ПЗРО в условиях существующей техногенной нагрузки и прогноз ФМБА дозовых нагрузок на население**

Ключевой целью сооружения ПЗРО является повышение безопасности обращения с радиоактивными отходами, образующимися в атомной отрасли и других областях народнохозяйственной деятельности, отраслях использующих технологии атомного-промышленного комплекса. При этом сам объект ПЗРО не является объектом-производителем радиоактивных отходов, а предназначен лишь для аккумуляирования на одной территории отходов, образующихся в регионе.

Анализируя существующую техногенную нагрузку объектов использования атомной энергии в регионе и дозовые нагрузки на население в соответствии с данными ФМБА России можно сделать следующие выводы:

- Выбросы предприятий, использующих в работе ИИИ, в атмосферный воздух (данные статистической формы № 2-тп (радиоактивность), не превышают допустимых границ выбросов.
- Структура годовой эффективной коллективной дозы населения, составляющая в среднем менее 1% от допустимой величины формируется за счет предприятий, использующих ИИИ, естественных источников, медицинских исследований и глобальных выпадений. При этом основной вклад вносится естественными источниками (83,5%) и медицинскими исследованиями (16%), а среди предприятий атомного кластера ожидаемо основной вклад происходит от Ленинградской атомной станции.
- Общий вклад предприятий атомного кластера в годовую дозу облучения населения составляет менее 1% от общего объема воздействия на человека.

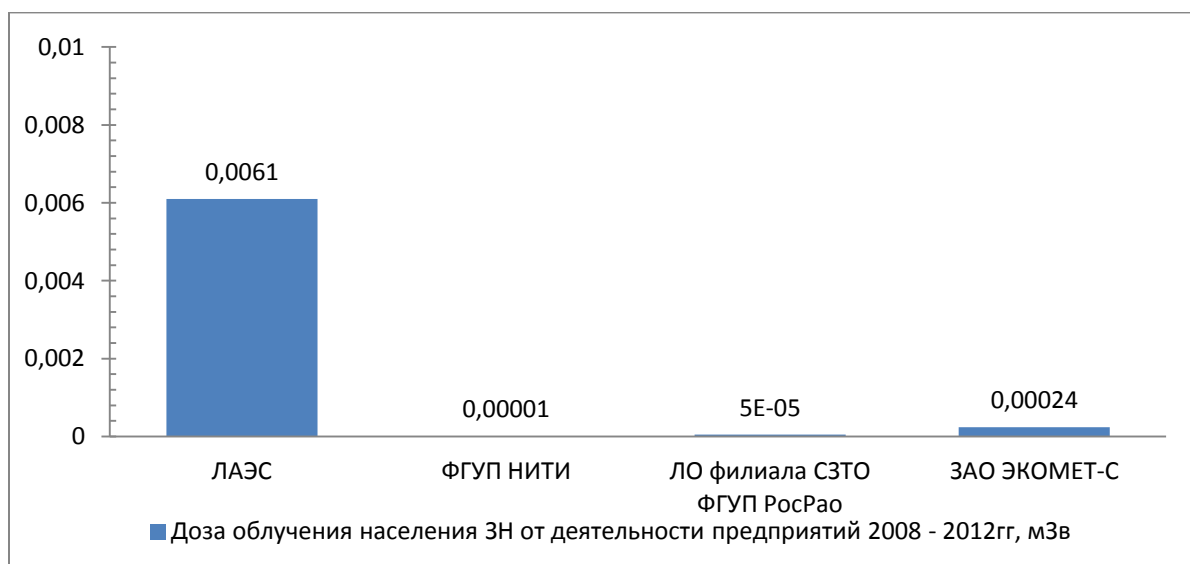
Годовые дозы облучения населения за счет деятельности предприятий, использующих в работе источники ИИИ приведены в таблице 8.3 и на диаграмме 8.1.

Таблица 8.3. Эффективная индивидуальная доза облучения населения ЗН от деятельности предприятий в 2008-2012гг., мЗв.

| Год             | Норматив<br>по НРБ-<br>99/2009мЗв | Эффективная доза, мЗв |         |                                   |                 |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------|---------|-----------------------------------|-----------------|
|                 |                                   | ФГУП<br>НИТИ          | ЛАЭС    | ЛО<br>филиала СЗТО<br>ФГУП РосРАО | ЗАО<br>ЭКОМЕТ-С |
| 2008            | 1,0                               | 0,000047              | <0,010  | 0,00005                           | 0,00087         |
| 2009            |                                   | 0,0000005             | <0,010  | 0,00005                           | 0,000054        |
| 2010            |                                   | 0,0000006             | <0,010  | 0,00005                           | 0,000065        |
| 2011            |                                   | 0,0000004             | 0,00017 | 0,00005                           | 0,000147        |
| 2012            |                                   | 0,0000003             | 0,00013 | 0,00005                           | 0,00004         |
| Средняя         |                                   | 0,00001               | 0,0061  | 0,00005                           | 0,00024         |
| Вклад в дозу, % |                                   | 0,2                   | 95,3    | 0,7                               | 3,8             |

Эффективная индивидуальная доза населения от деятельности предприятий не превышает установленного НРБ-99/2009 норматива дозы облучения населения от техногенных источников в 1.0 мЗв/год

Диаграмма 8.1. Эффективная индивидуальная доза облучения населения ЗН от деятельности предприятий в 2012гг., мЗв.



Структура годовой эффективной коллективной дозы населения г. Сосновый Бор приведена в таблице 8.4 и на диаграмме 8.2 .



Таблица 8.4 - Структура годовой эффективной коллективной дозы населения г. Сосновый Бор

| Наименование составляющих                     | Структура дозы, % |
|-----------------------------------------------|-------------------|
| От деятельности предприятий, использующих ИИИ | 0,004             |
| От глобальных выпадений                       | 0,481             |
| От естественных источников                    | 83,478            |
| От медицинских исследований                   | 16,037            |



Диаграмма 8.2 - Структура годовой эффективной коллективной дозы населения г. Сосновый Бор

Значения мощности амбиентной эквивалентной дозы гамма-излучения за 2008-2010 гг, мкЗв/час приведены в таблице 8.5.

Таблица 8.5 - Значения мощности амбиентной эквивалентной дозы гамма-излучения

| Контролируемая территория | Данные измерений гамма-фона на местности мкЗв/час |                  |                  |
|---------------------------|---------------------------------------------------|------------------|------------------|
|                           | Миним. значение                                   | Среднее значение | Максим. значение |
| Промплощадка              | 0,09                                              | 0,12             | 1,00             |
| СЗЗ                       | 0,07                                              | 0,12             | 0,20             |
| ЗН                        | 0,06                                              | 0,12             | 0,20             |
| Контрольная точка         | 0,06                                              | 0,12             | 0,20             |

В 2012 г. на Ленинградской АЭС (ЛАЭС) эксплуатировались три энергоблока (№ 2 – первая очередь, № 3 и 4 – вторая очередь) с реакторами РМБК-1000, введенными в эксплуатацию в 1973, 1975, 1979 и 1981 гг. соответственно. Энергоблок №1 в 2012 г. остановлен и переведен в режим без генерации. Проектная мощность каждого блока составляет 1000 МВт.

Основные хранилища жидких и твердых РАО (ХЖО и ХТРО), а также системы их переработки расположены на территории площадки комплекса переработки отходов. В 2012 г. на Ленинградской АЭС начата опытная эксплуатация комплекса по переработке твердых радиоактивных отходов, в состав которого входят установки сортирования, прессования, сжигания, системы транспортно-технологических операций, дезактивации оборудования, топливоподачи, воздухообеспечения и другие. В течение года проводились испытания оборудования Комплекса «под нагрузкой» по соответствующим специальным программам.

С 2009 г. на территории КПО ведется строительство хранилища модульных упаковок. По состоянию на конец 2012 г., завершены работы по сооружению ограждающих конструкций здания, фундамента, стеновых ограждений и кровли. Начаты работы по монтажу инженерных систем здания. В настоящее время работы приостановлены в связи с проведением конкурсных процедур по определению генподрядчика. В целях совершенствования системы обращения с ЖРО на территории комплекса переработки отходов ведутся работы по созданию комплекса по переработке ЖРО гетерогенного и гомогенного составов, который будет включать установку цементирования отработанных пульп-фильтроперлита и ионообменных смол и установку переработки гомогенных ЖРО по малоотходной технологии. В 2012 г. велись работы по реконструкции хранилища битумной массы со строительством дополнительных отсеков, предназначенных для хранения отвержденных ЖРО.

В 2012 году на территории Ленинградской области радиационная обстановка в целом оставалась стабильной и практически не отличалась от предыдущего года.

Радиационный фон на территории Ленинградской области находился в пределах 0,05-0,29 мкЗв/ч, что соответствует многолетним естественным

среднегодовым значениям радиационного фона в Ленинградской области. Вклад различных источников в дозу облучения населения по структуре в основном не изменился. Основная доза приходится на природные источники ионизирующего излучения – более 93 %, второе место занимает медицинское излучение - около 6 %, третье место - техногенное облучение – менее 0,5 %.

Ограничение облучения населения Ленинградской области осуществляется путем регламентации контроля радиоактивности объектов окружающей среды (воды, воздуха, пищевых продуктов и пр.), разработки и согласования мероприятий на период возможных аварий и ликвидации их последствий.

## **9. Оценка воздействия на окружающую среду в период эксплуатации ПЗРО**

Согласно предлагаемым технологическим решениям принято, что при неопределенности исходных данных по снимаемому поверхностному загрязнению контейнеров с РАО, поступающих на ПЗРО, радионуклидный состав загрязнения аналогичен составу отходов.

Ориентировочный радионуклидный состав отходов представлен в разделе 7.2 и таблице 7.1.

Расчеты воздействия на персонал, население и окружающую среду проводятся в основном по наиболее значимым с точки зрения радиационных характеристик радионуклидам:  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ .

Для выполнения расчетов выбросов и оценки доз облучения населения условно принят следующий радионуклидный состав:

- $^{90}\text{Sr}$  – 35%,
- $^{137}\text{Cs}$  – 65%,
- $^{239}\text{Pu}$  – 0,005%.

### 9.1. Радиационная обстановка при нормальной эксплуатации ПЗРО

При эксплуатации ПЗРО технологические выбросы радиоактивных веществ в атмосферу отсутствуют, поскольку в здании перегрузки упаковок с РАО не происходит вскрытия упаковок (контейнеров или бочек), перегрузки РАО и т.д.

На ПЗРО поступают упаковки кондиционированных РАО. Упаковки РАО могут иметь незначительное поверхностное снимаемое загрязнение. В соответствии с критериями приемлемости упаковок уровень снимаемого поверхностного загрязнения поступающих на захоронение контейнеров и бочек с РАО составляет:

- 1 част/(мин·см<sup>2</sup>) – для отдельных  $\alpha$ -излучающих нуклидов;
- 10 част/(мин·см<sup>2</sup>) – для прочих  $\alpha$ -излучающих нуклидов;
- 100 част/(мин·см<sup>2</sup>) – для  $\beta$ -излучающих нуклидов.

Вентиляционный воздух из помещений здания перегрузки упаковок РАО удаляется системами вытяжной вентиляции в венттрубу с высотой выброса 14 м, без очистки.

Вентиляционный воздух из транспортного коридора и отсеков ПЗРО удаляется в ту же венттрубу. Вентиляционный воздух из верхней обслуживаемой части туннеля также удаляется в венттрубу без очистки.

При нормальной эксплуатации единственным источником загрязнения воздуха рабочих помещений при целостности упаковок является ресуспензия радионуклидов, содержащихся в нефиксированном поверхностном загрязнении упаковок, в воздух.

Выброс радионуклидов в воздух осуществляется из здания перегрузки упаковок с РАО, а выброс радиоактивных аэрозолей из рабочего туннеля ПЗРО обусловлен вентиляционным воздухом из транспортного коридора и четырех одновременно загружаемых и вентилируемых отсеков ПЗРО.

Предварительный анализ величин указанных выбросов радионуклидов показал, что их величина составляет лишь долю процента фактического выброса в атмосферу ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО», поэтому выбросов радионуклидов в атмосферный воздух в значительных количествах, могущих повлиять на население и окружающую среду, при проведении перегрузочных работ происходить не будет.

## 9.2. Радиационная обстановка на ПЗРО при авариях

При анализе безопасности обеспечения работ по обращению с упаковками с РАО в ПЗРО были рассмотрены и проанализированы различные исходные события природного и техногенного характера, которые могут привести к авариям.

В соответствии с НП-055-04 в качестве исходных событий проектных аварий при эксплуатации и закрытии ПЗРО рассматривались:

1. Внешние воздействия природного происхождения, свойственные району размещения ПЗРО. (При анализе сейсмических явлений необходимо рассматривать МРЗ.)

2. Внешние воздействия техногенного происхождения (воздушная ударная волна, обусловленная взрывом, возможным на соседнем объекте, проходящем транспорте и т.п.).

3. Полное прекращение энергоснабжения.

4. Пожар.

5. Падение отдельных упаковок РАО при транспортно-технологических операциях и размещении в сооружениях ПЗРО.

6. Отказы оборудования систем обращения с упаковками РАО.

7. Падение технологического оборудования и строительных конструкций на упаковки РАО.

В качестве исходных событий запроектных аварий рассматривались:

1. Падение летательного аппарата.

2. Ударная волна силой 30 кПа.

3. Пожар с температурой на поверхности сооружений ПЗРО  $\geq 800^{\circ}\text{C}$  в течение 1 часа.

В результате анализа представленных исходных событий предаварийных ситуаций, сценариев развития аварий и их последствий, уровней техногенного воздействия выявлены аварии с наихудшими радиационными последствиями для населения.

### 9.3. Проектная авария

В качестве проектной аварии рассматривается авария, связанная с падением контейнера, содержащего среднеактивные отходы, в здании перегрузки упаковок РАО или в сооружении захоронения при проведении транспортно-технологических операций.

При проведении транспортно-технологических операций в результате отказов оборудования, ошибок оператора или по другим причинам может произойти падение упаковки РАО. В результате чего контейнер может разгерметизироваться или разрушиться с высыпанием содержимого. Высота возможного падения упаковки РАО в здании перегрузки составляет ~3,5 м. Высота максимального падения упаковки РАО в отсеках сооружения захоронения составляет ~6 м. При этом в здании перегрузки может упасть и разрушиться одна упаковка, а в отсеке сооружения захоронения падение одной упаковки может привести к разрушению нескольких упаковок (при расчете последствий аварии консервативно принято пять разрушенных упаковок).

Выброс радионуклидов в такой ситуации может составить  $5 \times 10^7$  Бк для здания перегрузки РАО и  $3 \times 10^8$  Бк для сооружения захоронения. Учитывая принятый радионуклидный состав отходов, получаем величины выбросов, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1. Выброс радионуклидов при проектной аварии

| Радионуклид       | Величина выброса при аварии в здании перегрузки, Бк | Величина выброса при аварии в сооружении захоронения, Бк |
|-------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| $^{90}\text{Sr}$  | $1,75 \times 10^7$                                  | $1,05 \times 10^8$                                       |
| $^{137}\text{Cs}$ | $3,25 \times 10^7$                                  | $1,95 \times 10^8$                                       |
| $^{239}\text{Pu}$ | $2,50 \times 10^3$                                  | $1,50 \times 10^4$                                       |
| Сумма             | $5,00 \times 10^7$                                  | $3,00 \times 10^8$                                       |

### 9.4. Запроектная авария

В качестве наиболее тяжелой запроектной аварии рассматривается авария, связанная с падением летательного аппарата (ЛА) на здание перегрузки упаковок

РАО с разгерметизацией и выгоранием битумного компаунда четырех контейнеров ЖЗК-2.

При падении самолета на здание перегрузки происходит разрушение строительных конструкций, взрыв и пожар с выгоранием горючих материалов (керосин ~ 1 т). Площадь воздействия - 7-10 м<sup>2</sup>.

При расчете последствий аварии принято, что падение самолета происходит на участок буферного хранения упаковок РАО. При этом происходит разрушение контейнеров ЖЗК-2 с РАО.

В результате этой аварии происходит неорганизованный выброс радионуклидов. Величины выбросов приведены в таблице 9.2.

Таблица 9.2. Выброс радионуклидов при запроектной аварии

| Радионуклид       | Выброс радионуклидов, Бк |
|-------------------|--------------------------|
| <sup>90</sup> Sr  | 2,3х10 <sup>9</sup>      |
| <sup>137</sup> Cs | 3,2х10 <sup>10</sup>     |
| <sup>239</sup> Pu | 3,3х10 <sup>5</sup>      |
| Сумма             | 3,4х10 <sup>10</sup>     |

#### 9.5. Оценка возможных доз облучения населения в результате аварий

Поскольку аварийные выбросы носят случайный характер, то при оценке возможных радиационных последствий таких выбросов расчеты велись на наихудшие условия их рассеивания в атмосфере и миграции в окружающей среде.

Для расчетов рассеивания аварийных выбросов из ПЗРО был использован модуль «Нуклид – Авария» программного комплекса «Гарант-Универсал» версии 5.0 (сертификат соответствия Госстандарта России № РОСС RU.МЕ20.Н01417).

Основными факторами радиационного воздействия радионуклидов, содержащихся в выбросах ПЗРО, на проживающее в районе размещения население являются:

- внешнее гамма-облучение тела человека за счет присутствия радиоактивных веществ в приземном слое воздуха;
- внешнее гамма-облучение тела человека за счет воздействия на него

радионуклидов, накопившихся в поверхностном слое почвы;

- внутреннее облучение органов и тканей за счет ингаляционного поступления радионуклидов в организм человека с вдыхаемым воздухом.

При оценке доз облучения населения при авариях вклад перорального поступления радионуклидов в организм человека с загрязненными пищевыми продуктами местного производства не учитывался.

Исходные данные для расчета приняты следующими:

- высота выброса при падении упаковки в сооружении захоронения РАО – 14 м;
- пожаре в результате падения летательного аппарата – 50 м;
- температура атмосферного воздуха – 23,0 °С;
- высота шероховатости – 10 см;
- постоянная вымывания примеси –  $2,631 \times 10^{-7}$  л/с;
- постоянная «экологического» выведения радионуклида – 0,04 л/год;
- время нахождения на местности – 1 год;
- предел дозы для облучения населения (эффективная доза) – 1 мЗв/год.
- коэффициент защищенности зданиями человека, в соответствии с МПА-98, принят равным 0,4 (в нем учитываются эффекты экранирования и неполного пребывания человека на открытой местности).

В таблице 9.3 приведены результаты расчетов ожидаемых максимальных индивидуальных доз облучения населения при наихудших погодных условиях в результате рассмотренных выше сценариев проектной и запроектной аварий.

Таблица 9.3 - Дозы облучения населения, мЗв

| Расстояние, км | Падение контейнера   | Падение ЛА |
|----------------|----------------------|------------|
| 0,1            | $5,1 \times 10^{-3}$ | 0,0054     |
| 0,2            | -                    | 0,040      |
| 0,3            | $3,1 \times 10^{-3}$ | 0,039      |
| 0,4            | -                    | 0,030      |
| 0,5            | $2,9 \times 10^{-3}$ | 0,026      |



Из представленных результатов расчетов в таблице 9.3 следует, что при проектной аварии с падением контейнера в сооружении захоронения РАО максимальные ожидаемые значения доз облучения населения за первый год после аварии при наихудших погодных условиях без учета пищевых цепочек не превысят 10 мкЗв.

В результате рассмотрения сценария запроектной аварии, связанной с падением летательного аппарата на здание перегрузки упаковок РАО, было получено, что при запроектной аварии максимальные ожидаемые значения доз облучения населения за первый год после аварии при наихудших погодных условиях не превысят 0,04 мЗв (40 мкЗв).

В соответствии п.6.7 НРБ-99/2009 для ожидаемых доз облучения населения не требуется выполнение мер защиты, связанных с нарушением нормальной жизнедеятельности населения, а также хозяйственного и социального функционирования территории.

Исходя из полученных результатов радиационных последствий аварий и критериев из МУ 2.6.1.2005-05 следует, что ПЗРО относится к III категории потенциальной радиационной опасности по ОСПОРБ-99/2010.

#### **9.6. Обращение с отходами, образующимися при эксплуатации ПЗРО**

При нормальной эксплуатации ПЗРО радиоактивные отходы, как жидкие, так и твердые не образуются. Образование вторичных радиоактивных отходов возможно только при авариях.

Отработанная текстильная ветошь и другие твердые отходы собираются в 200-литровые бочки и отправляются на утилизацию по существующей на предприятии (ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО») схеме.

Конденсаты, образующиеся в сооружении захоронения туннельного типа, по ожидаемому уровню удельной активности (ниже УВ) не относятся к РАО. Конденсаты собираются в приямок, установленный в нижней камере основной технологической шахты, откуда передаются в контрольную емкость, размещенную в помещении ВК здания 10/1.

После контроля удельной активности вод, они направляются либо в ливневую канализацию, либо в случае обнаружения повышенной активности (например, после случившихся аварий) удаляются автоцистерной на участок переработки ЖРО предприятия.

Воды саншлюза собираются в контрольные емкости и после контроля удельной активности они направляются либо в бытовую канализацию, либо в случае обнаружения повышенной активности (например, после случившихся аварий) удаляются автоцистерной на участок переработки ЖРО предприятия.

Так же в результате жизнедеятельности специалистов эксплуатирующих ПЗРО и строителей будут образовываться бытовые отходы:

- отходы (осадки) из выгребных ям и хозяйственно-бытовые стоки (код 951 000 00 00 000);
- мусор от бытовых помещений организаций несортированный, исключая КГМ (код 912 004 00 01 004).

Бытовые стоки принято собирать в туалеты, расположенные в санпропускнике ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО», и – в биотуалеты, расположенные в доступности не более 150м от места работы. Стоки от санпропускника принято отводить по проектируемой схеме.

Мусор от бытовых помещений при строительстве будет складироваться в специальных контейнерах. Количество образующихся ТБО из расчета на одного человека в сутки приняты согласно данным таблицы 2 приложения 7 сборника "Безопасное обращение с отходами" том 2.

Для расчетов приняты следующие исходные данные:

- норма накопления ТБО на 1 человека в год – 50 кг (0,25 м<sup>3</sup>);
- количество человек работающих на объекте – 30 чел.;

Общее количество ТБО, образующихся за весь период строительства, равно 1,5 т/год (7,5 м<sup>3</sup>/год).

ТБО, образующиеся при строительстве, временно складироваться в контейнеры на выделенных для этого площадках. Дозиметрический контроль и соответствующая

дезактивация обеспечивает радиационную чистоту данного типа отхода, что позволяет их отправлять на городские полигоны ТБО.

## **10. Воздействие ПЗРО на окружающую среду при его закрытии**

Требования к закрытию ПЗРО регламентированы нормативными документами в области захоронения РАО: НП-055-04, НП-058-04, НП-069-06, ГОСТ Р 52037-2003.

Согласно НП-058-04 закрытие ПЗРО - деятельность, осуществляемая после завершения размещения РАО в ПЗРО и направленная на приведение ПЗРО в состояние, которое будет оставаться безопасным в период потенциальной опасности размещенных в нем отходов.

В соответствии с требованиями НП-055-04 до истечения назначенного (или 30-летнего) срока эксплуатации ПЗРО эксплуатирующая организация должна обеспечить разработку программы закрытия ПЗРО. Разработка программы закрытия ПЗРО должна быть завершена до прекращения размещения РАО в ПЗРО. Программа закрытия ПЗРО – документ, включающий в себя описание конечного состояния ПЗРО после завершения всех работ по его закрытию, основные организационные и технические мероприятия по реализации выбранного варианта закрытия ПЗРО, последовательность и график выполнения этапов закрытия, а также перечень основных работ на каждом этапе закрытия. В программе закрытия ПЗРО должны быть приведены возможные варианты закрытия ПЗРО, выбор которых должен осуществляться с учетом следующих факторов:

- особенности ПЗРО: технология, размеры площадки, габариты оборудования, компоновочные решения, характеристики систем, элементов и конструкций;
- наличие проектной и эксплуатационной документации;
- количество размещенных на площадке РАО, их радионуклидный состав, удельная и суммарная активность;
- радиационные последствия аварий, происшедших при эксплуатации ПЗРО;
- наличие средств, методов и технологий дезактивации и демонтажа оборудования, сооружений и конструкций;

- возможность использования существующих систем, элементов, конструкций и сооружений при закрытии;
- других факторов.

После прекращения размещения РАО в ПЗРО эксплуатирующая организация должна обеспечить выполнение работ по подготовке к его закрытию, в том числе;

- проведение комплексного инженерного и радиационного обследования ПЗРО;
- дезактивацию оборудования, систем и элементов в объеме, необходимом для подготовки к закрытию;
- переработку и кондиционирование РАО, накопленных на ПЗРО в период его эксплуатации и размещение их в ПЗРО.

На основе программы закрытия ПЗРО и исходных данных, полученных в результате комплексного инженерного и радиационного обследования (КИРО) разрабатывается проект закрытия ПЗРО, ООБ закрытия ПЗРО и ряд других документов, обеспечивающих выполнение работ по закрытию объекта.

Проектом закрытия ПЗРО должно быть предусмотрено:

- консервация заполненных упаковками РАО ячеек ПЗРО;
- дезактивация, демонтаж, ликвидация или перепрофилирование сооружений, строительных конструкций, систем и оборудования, предназначенных для приемки упаковок РАО;
- проведение мониторинга системы захоронения РАО после завершения работ по закрытию в течение обоснованного периода времени;
- демонтаж и ликвидацию систем и оборудования, предназначенного для мониторинга системы захоронения РАО.

Проект закрытия ПЗРО должен содержать:

- описание этапов закрытия ПЗРО, технологию и последовательность проведения работ по каждому из этапов;
- методы и средства обеспечения радиационной, пожаро- и взрывобезопасности;
- меры по обеспечению физической защиты ПЗРО и РАО;

- технические решения по проведению демонтажных работ, включая методы и последовательность демонтажа оборудования и строительных конструкций;
- методы и средства дезактивации демонтируемого оборудования;
- методы и средства обращения с РАО, образующимися при закрытии ПЗРО;
- меры по обеспечению учета и контроля РАО;
- описание конечного состояния ПЗРО после завершения работ по его закрытию;
- обоснование необходимых людских, финансовых и материально-технических ресурсов.

Закрытие ПЗРО выполняется на основании оценки безопасности, по результатам которой должен быть определен сценарий дальнейшего землепользования в районе размещения сооружения захоронения.

Все материалы (фрагменты демонтируемого оборудования, биологической защиты, строительных конструкций и т.п.), образующихся при закрытии ПЗРО, должны подвергаться радиационному контролю, по результатам которого должно осуществляться отделение РАО от материалов, пригодных для повторного ограниченного или неограниченного использования в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

После завершения каждого этапа закрытия ПЗРО должны проводиться анализ результатов выполненных работ. Завершение каждого этапа закрытия ПЗРО должно документироваться. Эксплуатирующая организация должна обеспечить учет и хранение документации по закрытию ПЗРО в соответствии с процедурой, установленной в программе обеспечения качества.

Работы по закрытию ПЗРО завершаются после достижения установленного проектом его закрытия конечного состояния оформлением эксплуатирующей организацией акта, подтверждающего завершение работ по закрытию.

После закрытия в течение пост-эксплуатационного периода, обоснованного в проекте закрытия ПЗРО, осуществляется:

- физическая защита ПЗРО;

- мониторинг системы захоронения РАО, включающий контроль состояния инженерных и естественных барьеров;
- мониторинг состояния окружающей среды;
- хранение документации о закрытом ПЗРО, включающей основные характеристики ПЗРО и захороненных РАО, основные результаты мониторинга системы захоронения РАО.

Границы площадки ПЗРО картографируются и вносятся в государственный кадастр пунктов хранения радиоактивных отходов. Закрытый ПЗРО оснащается предупреждающими маркировочными знаками в соответствии с ГОСТ Р 52037-2003.

Контроль за состоянием закрытого ПЗРО должен осуществляться в соответствии с программой, разрабатываемой и реализуемой эксплуатирующей организацией. Программа должна определять порядок, условия и планируемые сроки проведения следующих мероприятий:

- контроль за состоянием безопасности закрытого ПЗРО;
- мониторинг системы захоронения РАО, включая контроль состояния инженерных и естественных барьеров; мониторинг состояния окружающей среды;
- защита инженерных барьеров от разрушений, связанных с проникновением животных и корней растений;
- демонтаж и ликвидация систем и оборудования, предназначенных для мониторинга системы захоронения РАО;
- предотвращение непреднамеренного вторжения человека.

В программе должны быть приведены: порядок хранения документации о закрытом ПЗРО, характеристика конечного состояния ПЗРО после завершения мониторинга системы захоронения РАО.

Согласно технологическим решениям, закрытие ПЗРО происходит не сразу после заполнения отсеков захоронения, а после периода временного содержания упаковок РАО в режиме хранения для исследования процесса естественного изменения защитных свойств барьеров и подтверждения проектных критериев безопасности. В этот период времени осуществляется активный контроль за состоянием инженерных и естественных барьеров, а также вмещающих пород.

Проводится обработка и анализ полученных данных наблюдений и выполняется прогноз взаимовлияния подземного объекта и окружающей среды (включая безопасность ПЗРО). На этом этапе принимаются дополнительные решения по дальнейшим наблюдениям.

При закрытии заглубленного ПЗРО производится следующие работы:

- заполнение свободного пространства (пустот) между упаковками РАО буферным материалом (смесь глины с песком) в отсеках захоронения,
- консервация отсеков и перевод их в конечное состояние для периода захоронения,
- заполнение буферным материалом верхнего технологического и нижнего транспортного коридора,
- консервация технологической и вспомогательной шахт,
- вывод из эксплуатации наземных зданий и сооружений ПЗРО.

Технология выполнения работ по консервации подземных сооружений будет разработана на этапе проектирования. При проектировании будет рассматриваться применение передовых технологий с применением современных материалов и методов способных обеспечить высокую экологическую и экономическую эффективность, малоотходность или полную безотходность.

При закрытии наземных сооружений необходимо предусмотреть выполнение следующих работ:

- проведение дезактивационных работ;
- сбор и отправка образующихся при дезактивации ЖРО по принятой схеме;
- сбор и подготовка к захоронению в сооружении захоронения образующихся ТРО;
- разборка и демонтаж технологического оборудования;
- разборка и демонтаж оборудования систем инженерного обеспечения;
- повторная дезактивация помещений и вывоз РАО на захоронение;
- вывоз очень низкоактивных отходов (ОНАО) в сооружение для захоронения ОНАО;

- вывоз чистого оборудования на утилизацию или передачу на повторное использование;
- демонтаж внутренних строительных конструкций;
- демонтаж всех наружных строительных конструкций;
- подготовка загрязненных конструкций к размещению на захоронение с последующим захоронением;
- вывоз конструкций, относящихся к ОНАО, в сооружение для захоронения ОНАО;
- вывоз чистых конструкций на полигон промышленного захоронения или передачу на повторное использование;
- ремедиация территории вокруг ПЗРО;
- контейнеризация загрязненного грунта, захоронение контейнеров;
- рекультивационные мероприятия;
- благоустройством территории в соответствии с принятыми решениями.

С учетом принятия решений по обеспечению радиационной безопасности ПЗРО, регламентированных в нормативных документах, радиоактивное загрязнение сверх нормативного исключается.

Возможно слабофиксированное и аэрозольное загрязнение стен помещений, которое может быть удалено методом маложидкостной дезактивации.

Проведение работ по закрытию наземных сооружений ПЗРО будет сопровождаться образованием нерадиоактивных отходов. Это бетон, железобетон, кирпич, металл, дерево, грунт, различные строительные конструкции и металлоконструкции.

Нерадиоактивные отходы – это «чистые» отходы, на которые требования норм радиационной безопасности не распространяются, и они могут быть выведены из-под контроля. Их необходимо направлять для утилизации на полигон промышленных отходов.



## 11. Оценка воздействия ПЗРО на окружающую среду в постэксплуатационный период

### 11.1. Модель миграции радионуклидов в глинах

На этапе ОБИН выполняется лишь предварительная качественная оценка влияния ПЗРО на население и окружающую среду в постэксплуатационный период.

Таким образом, необходимо ответить на вопрос: будет ли достаточно существующей толщи котлинских глин, чтобы не допустить попадание радионуклидов за расчетное время миграции в ломоносовский водоносный горизонт, имеющий питьевое и хозяйственное значение.

Для описания процесса распространения радионуклидов от ПЗРО по вертикали до ломоносовского водоносного горизонта использовалась математическая модель, основанная на решении нестационарного одномерного уравнения массопереноса в общем случае для неоднородных сред. Коэффициенты уравнения являются кусочно-постоянными функциями, т.е. сохраняют постоянные значения внутри каждой среды расчетной области.

$$R \frac{\partial C}{\partial t} = -U \frac{\partial C}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} (D \frac{\partial C}{\partial x}) - \lambda \cdot R \cdot C, \quad (11.1)$$

где  $C(x,t)$  - концентрация радионуклида в поровой влаге, Бк/м<sup>3</sup>;

$t$  - время, год;

$x$  – координата, м;

$\lambda$  - постоянная распада радионуклида, 1/год;

$U$  – средняя скорость фильтрации;

$D(x)$  – внутренний коэффициент диффузии, м<sup>2</sup>/год;

$R(x)$  - коэффициент задержки радионуклида.

В качестве левого граничного условия выступает выражение

$$C(0,t) = C_0 e^{-\lambda t}, \quad (11.2)$$

Правое граничное условие зависит от рассматриваемых условий захоронения. При захоронении контейнеров в качестве правого граничного условия задается равенство нулю потока концентрации радионуклидов на достаточно большом удалении от источника:

$$D \frac{\partial C}{\partial x} = 0, \quad x \rightarrow \infty, \quad (11.3)$$

Согласно [10, 11], близкая к описанной одномерная краевая задача (уравнение (1) в консервативном варианте - без последнего слагаемого, плюс граничные условия без экспоненты) в случае однородной области имеет фундаментальное аналитическое решение следующего вида (под однородностью в данном случае понимается постоянство значений коэффициентов уравнения (1) на всей расчетной области):

$$C = 0,5 * C_0 \left[ \operatorname{erfc}(\xi) + e^{Pe} \operatorname{erfc}(\xi') \right], \quad (11.4)$$

где:

$$\xi = \frac{x - ut}{\sqrt{4D't}}, \quad \xi' = \frac{x + ut}{\sqrt{4D't}}, \quad (11.5)$$

$$Pe = \frac{ux}{D'}, \quad u = u_z / R, \quad D' = D / R, \quad R = n + Kd * \rho, \quad (11.6)$$

$C_0$  – начальная удельная активность радионуклида в источнике, Бк/м<sup>3</sup>,

$n$  – пористость породы,

$Kd$  – коэффициент межфазного распределения,

$\rho$  - плотность породы, кг/м<sup>3</sup>,

$R$  – коэффициент задержки радионуклида,

$D$  – коэффициент диффузии радионуклида, м<sup>2</sup>/год,

$u_z$  – вертикальная скорость фильтрации воды в породе.

Представленное решение (5) использовалось для определения возможности миграции радионуклидов из ПЗРО в направлении расположения ломоносовского

водоносного горизонта в консервативном варианте, как при нормальных условиях эксплуатации сооружения захоронения РАО, так и при возможных аварийных ситуациях.

Согласно п. 2.6 СПОРО-2002 (действ. с изм. № 1 2010 г.), облучение критической группы населения от захоронения РАО не должно превышать 10 мкЗв/год.

При использовании этого дозового критерия необходимо делать расчеты миграции комплексного загрязнения (для всех присутствующих в РАО радионуклидов) для вычисления суммарной дозы в критической точке.

Для этого необходимо учитывать физико-химическое взаимодействие всех форм мигрирующих радионуклидов друг с другом и с вмещающей их породой на пути миграции, что при использовании описанного простейшего решения невозможно.

Поэтому в качестве критерия безопасности ПЗРО в постэксплуатационный период было принято монофакторное непревышение концентрацией радионуклида в подземных водах нормативно установленной величины - 0,1 от УВ по НРБ-99/2009. Этот критерий по величине соответствует эффективной дозе облучения населения от потребления питьевой воды, равной 10 мкЗв/год.

Использование этого критерия очень простое – при расчетах вычисляется расстояние от ПЗРО, на котором достигается концентрация, равная 0,1 УВ для каждого радионуклида.

В соответствии с НП-064-05, расчетное время миграции радионуклидов определяется интервалом времени, на котором должны проявляться максимальные значения параметров гидрометеорологических, геологических и инженерно-геологических процессов и явлений, - 10000 лет.

В качестве радионуклидов, для которых проведены расчеты, были выбраны основные радионуклиды, представленные в таблице радионуклидного состава контейнеров с ТРО (таблица 6.1):  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{239}\text{Pu}$ .

При проведении расчетов по миграции радионуклидов важным моментом является выбор величин параметров, которые используются при вычислениях.

Величины всех параметров, входящих в уравнение (1) и в решение этого уравнения (2), взяты из отчета [3], посвященного изучению свойств котлинских глин, в которых планируется строительство ПЗРО.

Выбранные для расчета миграции радионуклидов параметры представлены в таблице 11.1.

Таблица 11.1. Геомиграционные параметры котлинских глин для расчетов миграции радионуклидов

| Радионуклид       | Коэффициент распределения $K_d$ , м <sup>3</sup> /кг | Коэффициент задержки $R$ | Коэффициент диффузии $D$ , м <sup>2</sup> /год |
|-------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------|
| <sup>90</sup> Sr  | 0,047                                                | 104                      | $7,3 \cdot 10^{-4}$                            |
| <sup>137</sup> Cs | 6,392                                                | 14063                    | $1,825 \cdot 10^{-4}$                          |
| <sup>239</sup> Pu | 13,785                                               | 30327                    | $5,475 \cdot 10^{-4}$                          |

Другим важным моментом использования решения (2) уравнения, описывающего миграцию радионуклидов в породах, является определение начальной концентрации радионуклидов, для которых проводятся расчеты.

Как указано в таблице 7.1, на хранение в ПЗРО будут поступать контейнеры нескольких видов (НЗК-150-1,5П, НЗК-МР, ЖЗК-1, ЖЗК-2, КМЗ и бочки объемом 200 л) с различным радионуклидным составом, и с различным видом кондиционированных РАО (прессованные, битумированные, металлические, цементированные, твердые РАО).

Ниже описано определение начальной удельной активности основных радионуклидов в жидкой фазе ТРО в различных контейнерах.

#### 1. Cs в контейнере ЖЗК-2, прессованные отходы.

Удельная активность отходов в контейнере ЖЗК-2 составляет  $1,7 \times 10^8$  Бк/кг. Плотность отходов - 2000 кг/м<sup>3</sup>. Вместимость контейнера – 1,5 м<sup>3</sup>. Масса отходов в контейнере составляет  $2000 \text{ кг/м}^3 \cdot 1,5 \text{ м}^3 = 3000 \text{ кг}$ . Общая активность отходов в контейнере равна  $1,7 \times 10^8 \text{ Бк/кг} \cdot 3000 \text{ кг} = 5,1 \times 10^{11} \text{ Бк}$ . Пористость прессованных отходов принимается равной 0,01, т.е. на поры приходится 0,015 м<sup>3</sup>. Считаем, что при насыщении пор прессованных отходов в воду переходит 1 % активности отходов, т.е.  $5,1 \cdot 10^9 \text{ Бк}$ . Тогда начальная удельная активность в жидкой фазе прессованных

отходов в контейнере ЖЗК-2 составит  $5,1 \times 10^9 \text{ Бк} / 0,015 \text{ м}^3 = 3,4 \times 10^{11} \text{ Бк/м}^3 = 3,4 \times 10^8 \text{ Бк/л}$ . Из этого количества на долю  $^{137}\text{Cs}$  приходится 35 %, т.е.  $1,2 \times 10^8 \text{ Бк/л}$  или  $1,2 \cdot 10^{11} \text{ Бк/м}^3$ .

2.  $^{137}\text{Cs}$  в контейнере ЖЗК-2, битумированные отходы.

Удельная активность отходов в контейнере ЖЗК-2 составляет  $1,7 \times 10^8 \text{ Бк/кг}$ . Плотность отходов –  $2000 \text{ кг/м}^3$ . Вместимость контейнера -  $1,5 \text{ м}^3$ . Масса отходов в контейнере составляет  $2000 \text{ кг/м}^3 * 1,5 \text{ м}^3 = 3000 \text{ кг}$ . Общая активность отходов в контейнере равна  $1,7 \times 10^8 \text{ Бк/кг} * 3000 \text{ кг} = 5,1 \cdot 10^{11} \text{ Бк}$ .

Согласно ГОСТ 6617-76 (Битумы нефтяные строительные. Технические условия) и ГОСТ 2477-65 (Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды) массовая доля воды в битумах не должна превышать  $0,03 \text{ см}^3$  на  $100 \text{ см}^3$  битума («следы воды»). Из этого факта можно сделать вывод, что пористость битума составляет не более  $3 \times 10^{-4} = 0,0003$ .

Водорастворимые соединения битума составляют не более 0,3 % по массе, т.е. в контейнере ЖЗК-2 может раствориться не более  $3000 \text{ кг} * 0,003 = 9 \text{ кг}$  битума. Активность растворенного битума равна  $9 \text{ кг} * 1,7 \times 10^8 \text{ Бк/кг} = 1,53 \times 10^9 \text{ Бк}$ . Это количество активного битума растворяется в объеме воды, равном  $1,5 \text{ м}^3 * 0,0003 = 0,00045 \text{ м}^3$ .

Таким образом, начальная удельная активность в жидкой фазе битумированных отходов в контейнере НЗК-МР составит  $1,53 \times 10^9 \text{ Бк} / 0,00045 \text{ м}^3 = 3,4 \times 10^{12} \text{ Бк/м}^3 = 3,4 \times 10^9 \text{ Бк/л}$ .

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в битумированных отходах в контейнере ЖЗК-2 составляет 58 %. Тогда начальная удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  составит  $3,4 \times 10^9 \text{ Бк/л} * 0,58 = 1,97 \times 10^9 \text{ Бк/л}$  или  $1,97 \times 10^{12} \text{ Бк/м}^3$ .

3.  $^{137}\text{Cs}$  в контейнере КМЗ, цементированные отходы.

Удельная активность отходов в контейнере КМЗ составляет  $1,0 \times 10^6 \text{ Бк/кг}$ . На  $^{137}\text{Cs}$  приходится 58 %, т.е. его удельная активность равна  $5,8 \times 10^5 \text{ Бк/кг}$ . Определение удельной активности радионуклидов в жидкой фазе цементированных отходов проводится через коэффициент распределения, который для  $^{137}\text{Cs}$  в цементе (бетоне)

согласно [13] равен  $0,01 \text{ м}^3/\text{кг}$ . Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в жидкой фазе равна  $5,8 \times 10^5 \text{ Бк/кг}$  /  $0,01 \text{ м}^3/\text{кг} = 5,8 \times 10^7 \text{ Бк/м}^3$ .

4  $^{90}\text{Sr}$  в контейнере НЗК-МР, битумированные отходы.

Удельная активность отходов в контейнере НЗК-МР составляет  $3,0 \times 10^7 \text{ Бк/кг}$ . Плотность отходов –  $2000 \text{ кг/м}^3$ . Вместимость контейнера -  $1,9 \text{ м}^3$ . Масса отходов в контейнере составляет  $2000 \text{ кг/м}^3 * 1,9 \text{ м}^3 = 3800 \text{ кг}$ . Общая активность отходов в контейнере равна  $3,0 \times 10^7 \text{ Бк/кг} * 3800 \text{ кг} = 1,14 \times 10^{11} \text{ Бк}$ .

Как и для  $^{137}\text{Cs}$  пористость битума принимается равной  $0,0003$ . Водорастворимые соединения битума составляют не более  $0,3 \%$  по массе, т.е. в контейнере НЗК-МР может раствориться не более  $3800 \text{ кг} * 0,003 = 11,4 \text{ кг}$  битума. Активность растворенного битума равна  $11,4 \text{ кг} * 3,0 \times 10^7 \text{ Бк/кг} = 3,42 \times 10^8 \text{ Бк}$ . Это количество активного битума растворяется в объеме воды, равном  $1,9 \text{ м}^3 * 0,0003 = 0,00057 \text{ м}^3$ .

Таким образом, начальная удельная активность в жидкой фазе битумированных отходов в контейнере НЗК-МР составит  $3,42 \times 10^8 \text{ Бк} / 0,00057 \text{ м}^3 = 6,11 \times 10^{11} \text{ Бк/м}^3 = 6,11 \times 10^8 \text{ Бк/л}$ .

Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в битумированных отходах в контейнере НЗК-МР составляет  $5 \%$ . Тогда начальная удельная активность  $^{90}\text{Sr}$  составит  $6,11 \times 10^8 \text{ Бк/л} * 0,05 = 3,05 \times 10^7 \text{ Бк/л} = 3,05 \times 10^{10} \text{ Бк/м}^3$ .

5.  $^{90}\text{Sr}$  в бочке объемом  $200 \text{ л}$ , цементированные отходы.

Удельная активность отходов в бочке составляет  $1,0 \times 10^6 \text{ Бк/кг}$ . На  $^{90}\text{Sr}$  приходится  $5 \%$ , т.е. его удельная активность равна  $5,0 \times 10^4 \text{ Бк/кг}$ . Определение удельной активности радионуклидов в жидкой фазе цементированных отходов проводится через коэффициент распределения, который для  $^{90}\text{Sr}$  в цементе (бетоне) согласно [13] равен  $0,001 \text{ м}^3/\text{кг}$ . Удельная активность  $^{90}\text{Sr}$  в жидкой фазе равна  $5,0 \times 10^4 \text{ Бк/кг} / 0,001 \text{ м}^3/\text{кг} = 5,0 \times 10^7 \text{ Бк/м}^3$ .

6.  $^{90}\text{Sr}$  в контейнере НЗК-МР, твердые САО.

Удельная активность отходов в контейнере НЗК-МР составляет  $1,0 \times 10^8 \text{ Бк/кг}$ . На  $^{90}\text{Sr}$  приходится  $15 \%$ , т.е. его удельная активность равна  $1,5 \times 10^7 \text{ Бк/кг}$ . Определение удельной активности радионуклидов в жидкой фазе цементированных

отходов проводится через коэффициент распределения, который для  $^{90}\text{Sr}$  в отходах согласно [13] равен  $0,008 \text{ м}^3/\text{кг}$ . Удельная активность  $^{90}\text{Sr}$  в жидкой фазе равна  $1,5 \times 10^7 \text{ Бк/кг} / 0,008 \text{ м}^3/\text{кг} = 1,9 \times 10^9 \text{ Бк/м}^3$ .

7.  $^{239}\text{Pu}$  в контейнере НЗК-150-1,5П, твердые РАО.

Поскольку физическая структура твердых РАО в контейнере НЗК-150-1,5П заранее неизвестна, рассматривается два способа определения удельной активности  $^{239}\text{Pu}$  в жидкой фазе отходов. Первый способ основан на использовании предельной величины растворимости  $^{239}\text{Pu}$  в воде, второй – на предположении, что твердые РАО можно рассматривать как прессованные отходы. Эти способы являются противоположными крайностями, поэтому можно предположить, что истина находится где-то посередине.

а) Удельная активность альфа-излучателей в контейнере НЗК-150-1,5П равна  $1,0 \times 10^4 \text{ Бк/кг}$ . На долю  $^{239}\text{Pu}$  приходится 80 %, т.е.  $8 \times 10^3 \text{ Бк/кг}$ . Согласно [15] максимальная растворимость  $^{239}\text{Pu}$  как металла в воде равна  $2,4 \times 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ . Таким образом, при первом способе определения удельной активности  $^{239}\text{Pu}$  в жидкой фазе отходов в контейнере НЗК-150-1,5П она равна  $8 \cdot 10^3 \text{ Бк/кг} * 2,4 \times 10^{-3} \text{ кг/м}^3 = 19,2 \text{ Бк/м}^3$ .

б) Удельная активность альфа-излучателей в контейнере НЗК-150-1,5П равна  $1,0 \times 10^4 \text{ Бк/кг}$ . На долю  $^{239}\text{Pu}$  приходится 80 %, т.е.  $8 \times 10^3 \text{ Бк/кг}$ . Плотность отходов –  $2000 \text{ кг/м}^3$ . Вместимость контейнера –  $1,5 \text{ м}^3$ . Вес отходов в контейнере составляет  $2000 \text{ кг/м}^3 * 1,5 \text{ м}^3 = 3000 \text{ кг}$ . Активность  $^{239}\text{Pu}$  в контейнере равна  $8 \times 10^3 \text{ Бк/кг} * 3000 \text{ кг} = 2,4 \times 10^7 \text{ Бк}$ . Пористость прессованных отходов принимается равной 0,01, т.е. на поры приходится  $0,015 \text{ м}^3$ . Считаем, что при насыщении пор прессованных отходов в воду переходит 1 % активности  $^{239}\text{Pu}$ , т.е.  $2,4 \cdot 10^5 \text{ Бк}$ . Тогда начальная удельная активность  $^{239}\text{Pu}$  в жидкой фазе прессованных отходов в контейнере НЗК-150-1,5П составит  $2,4 \times 10^5 \text{ Бк} / 0,015 \text{ м}^3 = 1,6 \times 10^7 \text{ Бк/м}^3 = 1,6 \times 10^4 \text{ Бк/л}$ .

8.  $^{239}\text{Pu}$  в бочке объемом 200 л, цементированные РАО.

Удельная активность отходов в бочке составляет  $10^6 \text{ Бк/кг}$ . На  $^{239}\text{Pu}$  приходится 0,005 %, т.е. его удельная активность равна  $50 \text{ Бк/кг}$ . Определение удельной активности радионуклидов в жидкой фазе цементированных отходов проводится через коэффициент распределения, который для  $^{239}\text{Pu}$  в цементе (бетоне) согласно

[13] равен  $0,1 \text{ м}^3/\text{кг}$ . Удельная активность  $^{239}\text{Pu}$  в жидкой фазе равна  $50 \text{ Бк/кг} / 0,1 \text{ м}^3/\text{кг} = 500 \text{ Бк/м}^3$ .

## 11.2. Сценарий нормальной эволюции ПЗРО

Для оценки радиационной безопасности ПЗРО в постэксплуатационный период при его нормальной эволюции рассматривался один сценарий.

*Сценарий:* неизменность параметров окружающего ПЗРО массива глин на протяжении всего расчетного времени миграции радионуклидов – 10000 лет.

Для рассмотренного сценария предполагалось, что распространение радионуклидов происходит только во вмещающей ПЗРО глинистой породе, и что облучение населения может происходить только за счет потребления питьевой воды.

Как было сказано выше, решение (2) уравнения (11.1) с соответствующими граничными условиями носит консервативный характер. Консервативность расчетов и полученного результата определялась следующими факторами:

1. В решении (2) не учитывался радиоактивный распад радионуклидов. Таким образом, предполагалось, что на протяжении всего расчетного времени их начальная удельная активность в источнике остается постоянной.

2. Поскольку решение (2) имеет место только для однородной области, предполагалось, что источник загрязнения находился в непосредственном контакте с вмещающими ПЗРО глинами. Таким образом, в решении не учитывались изначально чистые стенки контейнеров с отходами и чистые стенки конструкции ПЗРО.

3 Предполагалось, что процессы водонасыщения всех конструкций ПЗРО, контейнеров и отходов в них после закрытия ПЗРО происходят мгновенно, и сразу же начинаются процессы растворения отходов и/или выщелачивания радионуклидов и их переход в поровые растворы.

Расчеты с помощью аналитического решения (2) проводились только для максимальных величин начальных удельных активностей радионуклидов:

- для  $^{137}\text{Cs}$  -  $1,97 \times 10^{12} \text{ Бк/м}^3$  в битумированных отходах в контейнере ЖЗК-2;
- для  $^{90}\text{Sr}$  -  $3,05 \times 10^{10} \text{ Бк/м}^3$  в битумированных отходах в контейнере НЗК-МР;
- для  $^{239}\text{Pu}$  -  $1,6 \times 10^7 \text{ Бк/м}^3$  в твердых отходах в контейнере НЗК-150-1,5П.



При проведении расчетов использовались параметры глин из таблицы 8.6 и скорость фильтрации в глинах принималась равной  $3,65 \times 10^{-4}$  м/год [3].

Результаты расчетов миграции представленных радионуклидов в сценарии нормальной эволюции ПЗРО в постэксплуатационный период представлены в таблице 11.2.

Таблица 11.2. Сценарий нормальной эволюции ПЗРО

| Радионуклид       | Максимальное продвижение фронта с концентрацией, равной 0,1 УВ по НРБ-99/2009, м |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| $^{90}\text{Sr}$  | 2,20                                                                             |
| $^{137}\text{Cs}$ | 0,10                                                                             |
| $^{239}\text{Pu}$ | 0,09                                                                             |

Результаты, представленные в таблице 11.2, показывают, что при нормальной эволюции ПЗРО в постэксплуатационный период фронт радионуклидов без учета радиоактивного распада не продвигается далее 2,2 м от места расположения ПЗРО. Учет радиоактивного распада для  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  значительно уменьшит это расстояние, сведя его практически к нескольким сантиметрам. Полученный результат дает основание утверждать, что в постэксплуатационный период при нормальных условиях эволюции ПЗРО не представит опасности для окружающей среды и человека.

### 11.3. Сценарии эволюции ПЗРО при возможных воздействиях

В Техническом задании на разработку обоснования инвестиций в строительство ПЗРО низкого и среднего уровня активности в районе размещения ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» приведен примерный перечень исходных событий проектных и запроектных аварий после закрытия ПЗРО (в постэксплуатационный период).

Все исходные события разбиты на три большие группы:

- а) внешние воздействия природного происхождения, свойственные району размещения ПЗРО;
- б) внутренние воздействия (процессы, происходящие внутри ПЗРО);
- в) деятельность человека.

К внешним воздействиям природного происхождения отнесены:

- сейсмические явления (при анализе сейсмических явлений необходимо рассматривать МРЗ);
- метеорологические факторы (изменение интенсивности осадков из-за перемены климата и др.);
- факторы, обусловленные водным режимом:
  - наводнения;
  - колебания уровня грунтовых вод;
  - потоки грунтовых вод;
  - инфильтрационные воды;
  - эрозия;
  - биологические вмешательства в сооружение захоронения РАО: проникновение животных и корней растений.

В качестве внутренних воздействий рассматриваются следующие процессы:

- образование химических соединений (например, комплексообразующих агентов), способных снизить изолирующие (задерживающие) свойства барьеров безопасности;
- газовыделение за счет процессов коррозии металлических отходов и конструкционных материалов, микробиологического разложения органических отходов, химической деструкции отходов, включая ошелачивание целлюлозы, радиоактивного распада;
- деградация защитных и прочностных свойств инженерных барьеров безопасности за счет длительных воздействий радиационно-физических факторов;
- механическое воздействие вышележащих (покрывающих сооружение захоронения РАО) грунтов (горных пород) на барьеры безопасности;
- физико-химические (геохимические) взаимодействия РАО со средами ближней зоны сооружения захоронения, обуславливающие изменения физико-химических характеристик, как отходов, так и грунтов ближней зоны.

Исходными событиями аварий, связанных с деятельностью человека, рассматриваются:

- сельскохозяйственные работы;

- использование грунтовых вод;
- размещение населенных пунктов;
- непреднамеренное использование радиоактивно загрязненных сред из ПЗРО в качестве сырья для производства стройматериалов;
- археологические изыскания;
- различные виды промышленной деятельности.

Предварительный анализ описанных исходных событий проектных и запроектных аварий показал, что практически полностью могут быть исключены события, связанные с деятельностью человека, поскольку ПЗРО будет располагаться на территории действующих предприятий на глубине порядка 60 метров. Доступ человека к ПЗРО исключен.

Исключены из рассмотрения могут быть и практически все исходные события природного происхождения.

Район расположения Ленинградской атомной станции и ПЗРО не сейсмичен – интенсивность землетрясений не превосходит 5 баллов (полный анализ сейсмичности региона был проведён при проектировании ЛАЭС 2); ПЗРО располагается на глубине порядка 60 метров, в силу этого метеорологические факторы, в том числе изменение интенсивности осадков, не повлияют на состояние ПЗРО; все факторы, обусловленные водным режимом, не влияют на ПЗРО, располагающийся в глинах, которые являются водоупором, на глубине 50 м от поверхности земли; эрозии же подвергается только почвенный слой.

Внутренние воздействия, т.е. процессы, происходящие в ПЗРО, рано или поздно приведут к полной деградации защитных и прочностных свойств инженерных барьеров безопасности, поскольку срок службы контейнеров не превышает 300 лет; материал конструкций сооружения захоронения также со временем потеряет свои защитные свойства.

В результате, через некоторое время возникнет ситуация, когда размещенные в ПЗРО отходы вступят в непосредственный контакт с окружающими глинами, т.е. глины станут единственным (естественным) защитным барьером на пути возможной миграции радионуклидов.

Поэтому наиболее существенным с точки зрения безопасности ПЗРО в постэксплуатационный период является вопрос о сохранении глинами своих физических свойств.

В качестве сценария аварийной ситуации в постэксплуатационный период для ПЗРО рассматривается «схлопывании» подземного выработанного пространства после деградации бетона рабочего тоннеля. В результате над хранилищем образуется зона с образованием техногенных трещин, которые могут оказаться путями, гидравлически связывающими перекрывающий и подстилающий водоносные горизонты, - путями миграции радиоактивных растворов. Поскольку  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  имеют сравнительно небольшие периоды полураспада – порядка 30 лет, в качестве основного мигрирующего радионуклида выбран  $^{239}\text{Pu}$ , имеющий период полураспада 24100 лет, для которого применение решения (2) на интервале времени 10000 лет более оправдано.

Расчет миграции  $^{239}\text{Pu}$  в водах водоносных горизонтов проводился при следующих параметрах: скорость фильтрации вод – 0,4 м/год [3], коэффициент распределения  $^{239}\text{Pu}$  в песках водоносных горизонтов – 0,1 м<sup>3</sup>/кг, начальная концентрация  $^{239}\text{Pu}$  взята такой же, что и при расчетах в нормальных условиях эволюции -  $1,6 \times 10^7$  Бк/м<sup>3</sup>. Расчеты проводились при следующих консервативных условиях:

- предполагается, что растрескивание окружающего ПЗРО массива глин происходит сразу же после закрытия хранилища;
- после растрескивания обводнение массива глин происходит мгновенно;
- $^{239}\text{Pu}$  также моментально достигает водоносных горизонтов;
- в силу описанных выше условий выбранное расчетное время миграции - 10000 лет.

Проведенные при принятых условиях расчеты миграции  $^{239}\text{Pu}$  по водоносным горизонтам показали, что за 10000 лет  $^{239}\text{Pu}$  с удельной активностью, равной 0,1 УВ, продвигается по водоносному горизонту не более, чем на 20 метров. Поскольку по направлению к Копорскому заливу на расстоянии 20 м от ПЗРО не предполагается

сооружение водозаборов питьевой воды, описанная аварийная ситуация не приведет к каким-либо существенным последствиям.

#### **11.4. Результаты оценки воздействия ПЗРО на окружающую среду в постэксплуатационный период**

Проведенная предварительная оценка воздействия ПЗРО на окружающую среду в постэксплуатационный период дала следующие результаты:

1 В нормальных условиях эволюции ПЗРО максимальное расстояние, на которое могут мигрировать радионуклиды  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{239}\text{Pu}$  во вмещающих глинах за 10000 лет с концентрациями, соответствующими 0,1 УВ по НРБ-99/2009, не превышает 1 – 2 м от защитных барьеров ПЗРО.

2 Рассмотрение исходных событий проектных и запроектных аварий для ПЗРО показало, что наиболее значимыми исходными событиями являются внутренние воздействия, которые могут привести к растрескиванию окружающего ПЗРО массива глин, обводнению отходов, выходу радионуклидов из отходов, достижению ими водоносных горизонтов и миграции по водоносным горизонтам в сторону Копорского залива. Однако даже в этом случае расстояние, на которое могут продвинуться радионуклиды с концентрациями 0,1 УВ, не превысит 20 метров.

Таким образом, можно сделать вывод, что в постэксплуатационный период ПЗРО не будет отрицательно воздействовать на окружающую среду, а рассмотренная аварийная ситуация не приведет к каким-либо существенным последствиям.

### **12. Воздействие на окружающую среду при проведении строительно-монтажных работ**

#### **12.1. Потребность строительства ПЗРО в основных строительных механизмах, машинах и транспортных средствах**

Оценочная потребность строительства ПЗРО в основных строительных механизмах, машинах и транспортных средствах определена в соответствии с конструктивными и объёмно-планировочными решениями возводимых зданий и сооружений, физических объёмов работ и норм выработки строительных машин.

Окончательный объем привлекаемых строительных механизмов и машин, транспортных средств будет определен в ходе разработки проектной документации.

Оценочная потребность в механизмах и машинах приведена в таблице 12.1

Таблица 12.1 - Потребность в основных механизмах и машинах для строительства ПЗРО

| Наименование                          | Характеристика механизмов, тип, марка  | Всего | По годам строительства |       |               |
|---------------------------------------|----------------------------------------|-------|------------------------|-------|---------------|
|                                       |                                        |       | 1 год                  | 2 год | 3 год (6 мес) |
| Экскаватор                            | ЭО-4111 ёмк. ковша 0,65 м <sup>3</sup> | 3     | 2                      | 3     | 1             |
| Экскаватор                            | ЭО-2621 ёмк. ковша 0,25 м <sup>3</sup> | 2     | 2                      | 2     | 1             |
| Бульдозер                             | ДЗ-110                                 | 2     | 2                      | 2     | 1             |
| Каток самоходный                      | ДУ-47Б, 6 т                            | 3     | -                      | 3     | 3             |
| Асфальтоукладчик                      | ДС-1                                   | 2     | -                      | 2     | 2             |
| Пневмоколёсный кран                   | КС – 5363 г/п 25 т                     | 4     | 3                      | 4     | 2             |
| Автомобильный кран                    | КС – 4561 г/п 16 т                     | 2     | 2                      | 2     | 2             |
| Автомобильный кран                    | СМК – 7                                | 3     | 3                      | 3     | 3             |
| Автосамосвалы                         | КАМАЗ 55102 г/п 7 т                    | 24    | 24                     | 4     | 2             |
| Автомобили бортовые                   | КАМАЗ - 5320, г / п 10 т               | 10    | 10                     | 5     | 3             |
| Автобетононасос                       | АБН-60 произв. 60 м <sup>3</sup> /час  | 3     | 3                      | 3     | -             |
| Автобетоносмеситель                   | СБ-92-1А V=4,2 м <sup>3</sup>          | 6     | 6                      | 6     | -             |
| Проходческая установка "Herrenknecht" | S-250                                  | 1     | 1                      | -     | -             |

Отходы строительных материалов, образующиеся при производстве СМР, приведены в таблице 12.2

Таблица 12.2 - Ведомость отходов строительных материалов при производстве СМР

| Наименование | Класс отхода | Норма потерь отхода в % | Един. измер.   | Количество отходов            |                       | Способ хранения         | Способ утилизации |
|--------------|--------------|-------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------|
|              |              |                         |                | Строительств о комплекса ПЗРО | Период загрузк и ПЗРО |                         |                   |
| Арматура     | 5            | 1,0                     | т              | 13.2                          | -                     | металлический контейнер | Вторчер-мет       |
| Бетон        | 5            | 0,2                     | м <sup>3</sup> | 24.9                          | -                     | -//-                    | Полигон ТБО       |
| Асфальтобето | 4            | 0,2                     | т              | 1.5                           | -                     | -//-                    | На пере-          |

|                   |   |               |   |      |   |      |                |
|-------------------|---|---------------|---|------|---|------|----------------|
| н                 |   |               |   |      |   |      | раб. на<br>АБЗ |
| Бытовые<br>отходы | 4 | По<br>расчёту | т | 25,5 | 3 | -//- | Полигон<br>ТБО |

Нормы потерь и отходов в % приняты по РДС 82-202-96.

Годовое количество бытовых отходов, образующихся в результате жизнедеятельности строителей, определяется по формуле:

$$M = N \times m \times p \text{ т/год,} \quad (12.1)$$

где:

$N$  – численность работающих, чел.

$M$  – удельная норма образования отходов на человека,  $\text{м}^3/\text{год}$

$P$  – плотность отходов,  $\text{т}/\text{м}^3$ .

Общее количество бытовых отходов по расчёту составит 28,5 т,

в том числе:

- строительство комплекса ПЗРО – 25,5 т;
- загрузка и закрытие ПЗРО - 3 т.

## 12.2. Оценка воздействия на окружающую среду при строительстве ПЗРО

Данная глава разработана в соответствии с ОНД1-84 "Инструкция о порядке рассмотрения, согласования и экспертизы воздухоохраных мероприятий и выдачи разрешений на выброс загрязняющих веществ в атмосферу по проектным решениям".

### 12.2.1. Характеристика объекта как источника загрязнения атмосферного воздуха

В данной главе рассмотрены два основных этапа: строительство ПЗРО и его эксплуатация.

#### *Строительство ПЗРО*

Строительство ПЗРО будет производиться в два этапа: подготовительный период (вырубка деревьев, корчевка, зачистка территории от кустарников) и строительство объекта (выемка грунта и его вывоз, планировка территории, строительство наземных и подземных сооружений).

Подготовительный период включает в себя: вырубку деревьев и корчевку пней с использованием дизельной техники (кустореза Д-514А и корчевателя-собираателя Д-513А).

Строительство объекта включает в себя: снятие грунта, планировку территории промплощадки, организацию подъездной дороги к площадке строительства, проходку выработок для сооружения ПЗРО, строительно-монтажные и гидроизоляционные работы, сварочные и окрасочные работы, монтаж оборудования, подводку коммуникаций, организацию капитального дорожного полотна, монтаж ограждения.

Выбросы в атмосферу при проведении подготовительных и строительно-монтажных работ связаны с работой дизельных двигателей дорожно-строительных машин (бульдозеры, фронтальные погрузчики, автокран, каток) и автотранспорта; они также происходят при сварочных и гидроизоляционных работах и при укладке асфальтового покрытия.

Выбросы пыли связаны с работой бульдозеров, фронтальных погрузчиков и разгрузкой автосамосвалов.

Кроме этого, присутствуют выбросы связанные с заправкой техники топливом.

За период проведения строительных работ суммарный выброс в атмосферу составит 60,569 т, при максимальной мощности выброса - 9,182 г/сек.

Суммарные показатели выбросов приведены в табл. 9.3.

#### *Эксплуатация ПЗРО*

При эксплуатации объекта выбросы в атмосферу будут связаны с работами по захоронению контейнеров с РАО (подвоз контейнеров и их размещение в ПЗРО). Указанные работы будут выполняться с использованием автомобильного транспорта, фронтальных погрузчиков, автокрана и электрогидравлического погрузчика.

Кроме этого, выбросы в атмосферу связаны с работой газовой котельной, приемом дизтоплива и бензина на склад ГСМ, заправкой топливом техники, сварочными и механическими работами, выездом автомобилей из закрытой стоянки, и с перевозками, обеспечивающими доставку грузов и материалов на промплощадку



ПЗРО. Доставка строительных рабочих и обслуживающего персонала будет выполняться автобусами типа ПАЗ-32054.

Таблица 12.3. Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при строительстве и эксплуатации ПЗРО

| Код<br>загр.<br>в-ва         | Наименование<br>загрязняющего<br>вещества | Класс<br>опасн.<br><br>ЗВ | Предельно допустимая |       |       | ОБУ<br>В<br>мг/м3 | Величины  |           |
|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|----------------------|-------|-------|-------------------|-----------|-----------|
|                              |                                           |                           | концентрация, мг/м3  |       |       |                   | выбросов  |           |
|                              |                                           |                           | РЗ                   | МР    | СС    | г/сек             | тонн      |           |
| 1                            | 2                                         | 3                         | 4                    | 5     | 6     | 7                 | 8         | 9         |
| Период строительства объекта |                                           |                           |                      |       |       |                   |           |           |
| 0301                         | Азота диоксид                             | 2                         | 2.0                  | 0.20  | 0.04  | -                 | 1.058361  | 13.650999 |
| 0304                         | Азота оксид                               | 3                         | 5.0                  | 0.40  | 0.06  | -                 | 0.171983  | 2.218288  |
| 1401                         | Ацетон                                    | 4                         | 200                  | 0.35  | -     | -                 | 0.017840  | 0.014680  |
| 0703                         | Бенз(а)пирен                              | 1                         | 1,5×10-4             | -     | 10-6  | -                 | 0.16×10-6 | 0.52×10-6 |
| 0342                         | Водород фтористый                         | 2                         | 0.5                  | 0.02  | 0.005 | -                 | 0.000222  | 0.000240  |
| 0123                         | Железа оксид                              | 3                         | 4.0                  | -     | 0.04  | -                 | 0.005428  | 0.005862  |
| 0616                         | Ксилол                                    | 3                         | 50                   | 0.20  | -     | -                 | 0.158725  | 0.257840  |
| 0143                         | Марганец и его соединения                 | 2                         | 0.1                  | 0.01  | 0.001 | -                 | 0.000961  | 0.001038  |
| 2909                         | Пыль неорганич. (SiO2<20%)                | 3                         | 6.0                  | 0.5   | 0.15  | -                 | 1.361889  | 16.440363 |
| 2908                         | Пыль неорганич. (SiO2 20-70%)             | 3                         | 2.0                  | 0.3   | 0.10  | -                 | 0.128000  | 0.074880  |
| 0328                         | Сажа                                      | 3                         | 4.0                  | 0.15  | 0.05  | -                 | 0.161618  | 2.181652  |
| 0333                         | Сероводород                               | 2                         | 10                   | 0.008 | -     | -                 | 0.000007  | 0.000078  |
| 0330                         | Серы диоксид                              | 3                         | 10                   | 0.5   | 0.05  | -                 | 0.125937  | 1.520868  |
| 2752                         | Уайтспирит                                | -                         | 300                  | -     | -     | 1.0               | 0.062196  | 0.167340  |
| 2704                         | Углеводороды (по бензину)                 | 4                         | 100                  | 5.0   | 1.50  | -                 | 0.471777  | 0.818776  |
| 2732                         | Углеводороды (по керосину)                | -                         | 300                  | -     | -     | 1.2               | 0.696524  | 4.351116  |
| 2754                         | Углеводороды пред. C12-C19                | 4                         | 300                  | 1.0   | -     | -                 | 0.027204  | 0.058154  |
| 0337                         | Углерода оксид                            | 4                         | 20                   | 5.0   | 3.0   | -                 | 4.731368  | 18.800907 |
| 1325                         | Формальдегид                              | 2                         | 0.50                 | 0.035 | 0.003 | -                 | 0.001825  | 0.005700  |
|                              | ВСЕГО при строительстве:                  |                           |                      |       |       |                   | 9.181866  | 60.568775 |
| Период эксплуатации объекта  |                                           |                           |                      |       |       |                   |           |           |
| 0301                         | Азота диоксид                             | 2                         | 2.0                  | 0.20  | 0.04  | -                 | 0.374062  | 1.925398  |
| 0304                         | Азота оксид                               | 3                         | 5.0                  | 0.40  | 0.06  | -                 | 0.060785  | 0.312877  |
| 0501                         | Амилены (смесь изомеров)                  | 4                         | -                    | 1.50  | -     | -                 | 0.076950  | 0.006255  |
| 0703                         | Бенз(а)пирен                              | 1                         | 1,5x10-4             | -     | 10-6  | -                 | 0.13×10-7 | 0.12×10-6 |
| 0602                         | Бензол                                    | 2                         | 15                   | 0.30  | 0.1   | -                 | 0.061560  | 0.005004  |
| 0342                         | Водород фтористый                         | 2                         | 0.5                  | 0.02  | 0.005 | -                 | 0.000222  | 0.000160  |
| 0123                         | Железа оксид                              | 3                         | 4.0                  | -     | 0.04  | -                 | 0.012928  | 0.008116  |
| 0616                         | Ксилол                                    | 3                         | 50                   | 0.20  | -     | -                 | 0.004618  | 0.000376  |
| 0143                         | Марганец и его соединения                 | 2                         | 0.1                  | 0.01  | 0.001 | -                 | 0.000961  | 0.000692  |
| 2930                         | Пыль абразива                             | -                         | 6.0                  | -     | -     | 0.04              | 0.002920  | 0.004208  |
| 2909                         | Пыль неорганич. (SiO2<20%)                | 3                         | 6.0                  | 0.5   | 0.15  | -                 | 0.126308  | 0.523800  |
| 0328                         | Сажа                                      | 3                         | 4.0                  | 0.15  | 0.05  | -                 | 0.031512  | 0.178012  |
| 0333                         | Сероводород                               | 2                         | 10                   | 0.008 | -     | -                 | 0.000043  | 0.000037  |
| 0330                         | Серы диоксид                              | 3                         | 10                   | 0.5   | 0.05  | -                 | 0.038982  | 0.199407  |
| 0621                         | Толуол                                    | 3                         | 150                  | 0.6   | -     | -                 | 0.044632  | 0.003627  |
| 2704                         | Углеводороды (по бензину)                 | 4                         | 100                  | 5.0   | 1.50  | -                 | 0.073143  | 0.319630  |
| 2732                         | Углеводороды (по керосину)                | -                         | 300                  | -     | -     | 1.2               | 0.395978  | 2.177591  |
| 0415                         | Углеводороды пред. C1-C5                  | -                         | -                    | -     | -     | 50                | 2.322966  | 0.188827  |

|                         |                            |   |     |      |     |    |          |           |
|-------------------------|----------------------------|---|-----|------|-----|----|----------|-----------|
| 2754                    | Углеводороды пред. C12-C19 | 4 | 300 | 1.0  | -   | -  | 0.015133 | 0.013522  |
| 0416                    | Углеводороды пред. C6-C10  | - | -   | -    | -   | 30 | 0.565736 | 0.045988  |
| 0337                    | Углерода оксид             | 4 | 20  | 5.0  | 3.0 | -  | 1.390239 | 6.932440  |
| 0627                    | Этилбензол                 | 3 | 50  | 0.02 | -   | -  | 0.001540 | 0.000125  |
| ВСЕГО при эксплуатации: |                            |   |     |      |     |    | 5.601218 | 12.846091 |

Примечание:

В качестве максимальной мощности выброса (г/сек) по отдельным ингредиентам приняты наибольшие значения за весь период проведения работ с учетом одновременности проведения отдельных видов работ.

Группы веществ: обладающих эффектом полной суммы:

- группа 6035 – сероводород и формальдегид;
- группа 6043 – серы диоксид и сероводород.
- Группы веществ: обладающих эффектом неполной суммы:
- группа 6204 – азота диоксид и серы диоксид;
- группа 6204 – серы диоксид и водород фтористый

#### 12.2.2. Сведения о возможных аварийных и залповых выбросах

Характер проводимых при строительстве и эксплуатации объекта и используемая при этом техника исключают возможность возникновения аварийных выбросов. В качестве залповых выбросов рассматриваются выбросы, связанные с закачкой дизтоплива и бензина в резервуары на складе ГСМ. Величины залповых выбросов составят: при закачке дизтоплива – 0,010466 г/сек; при закачке бензина – 1,620 г/сек.

#### 12.2.3. Мероприятия по уменьшению выбросов в атмосферу

Проектными решениями предусмотрены мероприятия по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при проведении работ на пункте захоронения РАО.

При земляных работах предусмотрено увлажнение грунта с использованием поливочной машины типа ПО-451.

Эффективность мероприятия составит 80% (в соответствии с методикой: "Расчет вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых горных работ (на основе удельных показателей)", Министерство топлива и энергетики РФ,

Институт горного дела им. А.А. Скочинского, Люберцы, 1999 г., табл. 10.1). Указанные мероприятия позволят уменьшить выбросы на 62,539 т за период строительства объекта и на 0,656 т/год при его эксплуатации.

#### 12.2.4. Анализ загрязнения атмосферного воздуха

Для расчета величин приземных концентраций загрязняющих веществ климатическая характеристика принята по СНиП 23-01-99 "Строительная климатология".

Расчет приземных концентраций выполнен на ЭВМ с использованием программного комплекса "Эколог ПРО" версия 3.0 на основе методики ОНД-86 для ингредиентов, величины выбросов которых удовлетворяют условию  $M/ПДК > \Phi$  и групп суммации.

Расчет загрязнения атмосферного воздуха выполнен для двух периодов: периода строительства объекта и периода эксплуатации объекта.

Расчет приземных концентраций при строительстве объекта выполнен для периода с максимальными выбросами ДВС строительной техники (зимнего периода) и для максимального выброса пыли (летний период).

Расчет приземных концентраций при эксплуатации объекта выполнен для летнего и зимнего периодов.

Результаты расчета приведены в таблице 12.4.

Таблица 12.4. Результаты расчетов рассеивания загрязняющих веществ

| Код                          | Наименование                           | ПДК <sub>мр</sub><br>,      | Приземная<br>концентр.,          |         | Координаты<br>точки |       |
|------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---------|---------------------|-------|
| загр.                        | загрязняющего                          | (10*ПД<br>К <sub>сс</sub> , | доли ПДК <sub>мр</sub><br>(ОБУВ) |         | максимальной        |       |
| в-ва                         | вещества                               | ОБУВ),                      | Жилая                            | Макси-  | концентрации        |       |
|                              |                                        | мг/м <sup>3</sup>           | зона                             | мальная | Х, м                | У, м  |
| 1                            | 2                                      | 3                           | 4                                | 5       | 6                   | 7     |
| Период строительства объекта |                                        |                             |                                  |         |                     |       |
| 0301                         | Азота диоксид                          | 0.20                        | 0,120                            | 1,660   | 51635               | 19940 |
| 0304                         | Азота оксид                            | 0.40                        | 0,010                            | 0,014   | 51635               | 19940 |
| 0616                         | Ксилол                                 | 0.20                        | 0,020                            | 0,280   | 51665               | 19940 |
| 2909                         | Пыль неорганич.(SiO <sub>2</sub> <20%) | 0.50                        | 0,050                            | 5,580   | 51995               | 19790 |

|                             |                                          |      |       |       |       |       |
|-----------------------------|------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| 2908                        | Пыль неорганич.(SiO <sub>2</sub> 20-70%) | 0.30 | 0,010 | 0,260 | 51935 | 19670 |
| 0328                        | Сажа                                     | 0.15 | 0,030 | 0,360 | 52025 | 19700 |
| 0330                        | Серы диоксид                             | 0.50 | 0,010 | 0,080 | 51635 | 19940 |
| 2732                        | Углеводороды (по керосину)               | 1.20 | 0,010 | 0,330 | 51605 | 19970 |
| 0337                        | Углерода оксид                           | 5.00 | 0,020 | 0,630 | 51605 | 19970 |
| 2902                        | Взвешенные вещества                      | 0,50 | 0,060 | 5,660 | 51995 | 19790 |
|                             | Группы суммации:                         |      |       |       |       |       |
| 6204                        | Азота диоксид и серы диоксид             | -    | 0,080 | 1,090 | 51635 | 19940 |
| 6205                        | Серы диоксид и водород фтористый         | -    | 0,000 | 0,040 | 51635 | 19940 |
| 6035                        | Сероводород и формальдегид               | -    | 0,000 | 0,020 | 51665 | 19940 |
| 6043                        | Серы диоксид и сероводород               | -    | 0,010 | 0,080 | 51635 | 19940 |
| Период эксплуатации объекта |                                          |      |       |       |       |       |
| 0301                        | Азота диоксид                            | 0.20 | 0,040 | 1,320 | 51785 | 19970 |
| 0304                        | Азота оксид                              | 0.40 | 0,000 | 0,110 | 51785 | 19970 |
| 0602                        | Бензол                                   | 0.30 | 0,010 | 3,840 | 51755 | 20000 |
| 2909                        | Пыль неорганич. (SiO <sub>2</sub> <20%)  | 0.50 | 0,010 | 0,760 | 51815 | 19940 |
| 0328                        | Сажа                                     | 0.15 | 0,010 | 0,280 | 51785 | 19970 |
| 0330                        | Серы диоксид                             | 0.50 | 0,000 | 0,060 | 51785 | 19970 |
| 2732                        | Углеводороды (по керосину)               | 1.20 | 0,010 | 0,260 | 51605 | 19970 |
| 0337                        | Углерода оксид                           | 5.00 | 0,010 | 0,210 | 51725 | 19940 |
| 2902                        | Взвешенные вещества                      | 0,50 | 0,010 | 0,790 | 51815 | 19940 |
|                             | Группы суммации:                         |      |       |       |       |       |
| 6204                        | Азота диоксид и серы диоксид             | -    | 0,030 | 0,860 | 51785 | 19970 |
| 6205                        | Серы диоксид и водород фтористый         | -    | 0,000 | 0,030 | 51605 | 19910 |
| 6043                        | Серы диоксид и сероводород               | -    | 0,000 | 0,110 | 51755 | 20030 |

Расчет загрязнения атмосферного воздуха показывает, что максимальные приземные концентрации, создаваемые выбросами при проведении строительных работ и при эксплуатации объекта, не превысят предельно допустимых значений для рабочей зоны промышленных предприятий.

На границе территории ПЗРО приземные концентрации не превысят предельно допустимых значений для жилых зон (ПДК<sub>мр</sub>).

На границе ближайшей жилой застройки приземные концентрации не превысят предельно допустимых значений для жилых зон (ПДК<sub>мр</sub>) и максимально составят 0,12 ПДК<sub>мр</sub> при строительстве и 0,04 ПДК<sub>мр</sub> при эксплуатации.

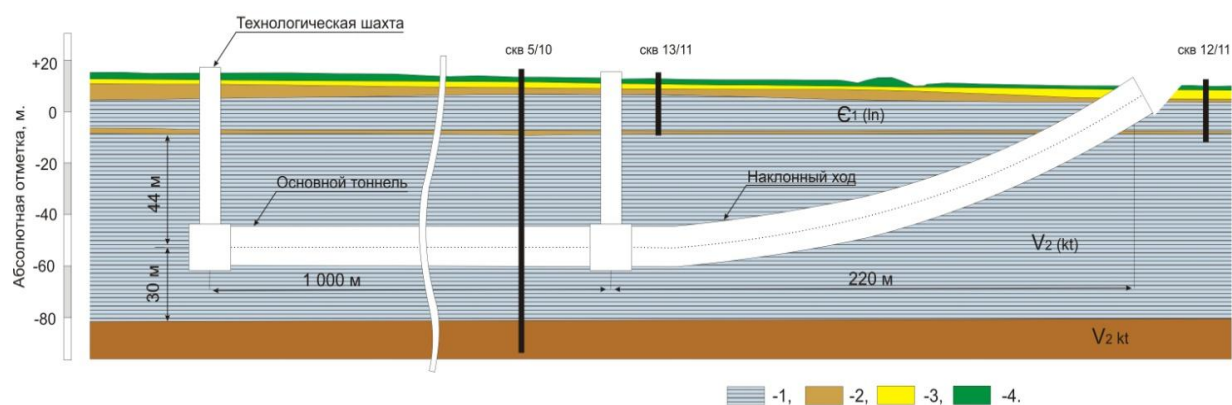
### 12.2.5. Контроль выбросов в атмосферу

Контроль будет проводиться по утвержденным методикам с привлечением специализированной организации. Инструментальный контроль должен проводиться на стационарных источниках. Для неорганизованных источников контроль проводится расчетным методом по действующим методикам по технологическим показателям и отчетным данным по потреблению материалов и времени работы используемой техники. Контроль выбросов будет проводиться в соответствии с утвержденным планом-графиком, который должен быть разработан на последующей стадии проектирования.

## 12.3. Расчёт объёмов извлечённых грунтов и оценка их соответствия санитарным нормам

### 12.3.1. Расчёт объёмов извлечённых грунтов

Предварительный расчет объемов извлеченных грунтов проводился на основе материалов геологических изысканий (разрезов) по линии предполагаемой проходки ПЗРО. Положение вертикальных стволов выработки и основного тоннеля в реальных геологических условиях представлено на рисунке 12.1. Оценка объемов велась по упрощенной методике (по формуле объема цилиндра), а результаты расчета представлены в таблице 12.5.



1. – глины, 2 – пески и песчаники, 3 – супеси и суглинки, 4 – ПРС, песок (четвертичный)

Рисунок 12.1 – Продольный разрез через ПЗРО

Таблица 12.5. Оценка объемов извлекаемых пород при проходке тоннеля

| Тип объекта                  | Диаметр,<br>м. | Объем, м <sup>3</sup> . |           |
|------------------------------|----------------|-------------------------|-----------|
| Наклонный тоннель            | 14.2           | глина                   | 37 989.0  |
|                              |                | песок, песчаник         | 2 374.0   |
| Основной тоннель<br>(1000 м) | 14.2           | глина                   | 158 287.4 |
|                              |                | песок, песчаник         | -         |
| Техническая шахта<br>(2 шт.) | 8.0            | глина                   | 6 028.8   |
|                              |                | песок, песчаник         | 603.0     |
| Сумма                        |                | глина                   | 202 305.2 |
|                              |                | песок, песчаник         | 2 977.0   |

Отдельно необходимо отметить, что окончательный вариант обращения с грунтами и их объем будет определен в рамках разработки проектной документации сооружаемого объекта в соответствии с требованиями постановления Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. N 87 г. Москва «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», с соответствующей корректировкой сводно-сметного расчета строительства.

### **12.3.2. Классификация извлекаемых грунтов с позиций их соответствия санитарным нормам**

Предварительные расчеты показали, что при строительстве ПЗРО (проходка тоннелей) образуется 3 000 м<sup>3</sup> вскрышного грунта и 202 000 м<sup>3</sup> глин.

Утилизация грунта производится путем сваливания его в согласованных с местным правлением местах. Как правило, местами утилизации грунта, извлеченного при выполнении земляных работ, становятся брошенные карьеры, овраги и балки, а также другие изъяны рельефа, которые можно засыпать грунтом, предназначенным для утилизации.

После утверждения принципиальных проектных решений, в том числе, способа проходки, угла проходки, способа консервации пункта захоронения после его заполнения отходами, будут уточнены оценки по объему образующихся грунтов.

Для того, чтобы обосновать возможность складирования грунтов в открытом карьере, необходимо доказать безвредность извлекаемых грунтов с позиций химических, токсикологических и радиологических показателей. Поскольку основной объем вскрышных пород при проходке ПЗРО будут занимать котлинские глины, то на предварительной стадии изысканий исследовались свойства глин на соответствие санитарным нормам и правилам.

Для этого из скважины 6/11 из интервала глубин 84,65-84,96 м (глубина заложения тоннеля) был отобран монолитный образец вендской глины массой более одного килограмма. На данном образце были проведены химические, токсикологические и радиологические исследования.

Химический анализ пробы был произведен в соответствии с *СанПиНом 2.1.7.1287-03* и *МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест»*.

Результаты проведенных исследований приведены в таблице 12.6.

Таблица 12.6. Результаты химического анализа образца глины (глубина 85 м)

| Параметр                                       | Концентрация<br>загрязняющих<br>веществ, мг/кг | Погрешность,<br>± % | ПДК<br>вещества<br>(мг/кг) почвы с<br>учетом фона<br>(кларка) |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------|
|                                                | глубина отбора<br>84,65-84,96 м                |                     |                                                               |
| характеристика почвы                           | глинистая                                      |                     |                                                               |
| рН                                             | 6,8                                            | 0,1                 |                                                               |
| нефтепродукты                                  | 82                                             | 30                  |                                                               |
| бенз(а)пирен                                   | <0,005*                                        | 35                  | 0,02                                                          |
| кадмий (ВФ)                                    | <0,5*                                          | 30                  | 2,0 (ОДК)                                                     |
| медь (ВФ)                                      | 30                                             | 30                  | 3,0                                                           |
| никель (ВФ)                                    | 25                                             | 30                  | 4,0                                                           |
| свинец (ВФ)                                    | 16                                             | 30                  | 32,0                                                          |
| цинк (ВФ)                                      | 53                                             | 30                  | 23,0                                                          |
| мышьяк (ВФ)                                    | 0,56                                           | 30                  | 2,0                                                           |
| ртуть общ.                                     | <0,05*                                         | 30                  | 2,1                                                           |
| <b>Суммарный показатель<br/>загрязнения Zс</b> | <b>1,9</b>                                     |                     |                                                               |

Примечание: \* - нижняя граница определения методики выполнения измерений

Значения ПДК, с которыми сравниваются полученные концентрации веществ, определены согласно ГН 2.1.7.2041-06 «Перечню предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ в почве» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 19 января 2006 г.).

Норматив по кадмию взят в соответствии с ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве» (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 18 мая 2009 г. № 32).

Значение ориентировочной допустимой концентрации нефтепродуктов соответствует региональному нормативу по охране почв Санкт-Петербурга.

Согласно полученным результатам можно говорить о том, что почва имеет практически нейтральный показатель pH, не превышает допустимый уровень загрязнения нефтепродуктами; ПДК стандартного списка химических элементов не превышены, за исключением меди, никеля и цинка.

Тем не менее суммарный показатель загрязнения Zс составляет 1,9 мг/кг, в связи с чем, согласно Приложению 1 СанПиН 2.1.7.1287-03 «Оценка степени химического загрязнения почвы» (таблице 12.7), **почвы относятся к допустимой степени загрязнения ( $Z_c < 16$ )**.

Таблица 12.7. Категории загрязнения почв

| Категория загрязнения почв | Суммарный показатель загрязнения Zс |
|----------------------------|-------------------------------------|
| Допустимая                 | менее 16                            |
| Умеренно опасная           | 16 – 32                             |
| Опасная                    | 32 – 128                            |
| Чрезвычайно опасная        | более 128                           |

Так же, руководствуясь полученными значениями концентраций загрязняющих веществ, был произведен расчет класса опасности отхода.

Расчет произведен в соответствии с «Критериями отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды», утвержденными приказом МПР России 15 июня 2001 г. № 511.



Данные по расчету представлены в таблице 12.8.

Таблица 12.8. Расчет класса опасности

| Название компонента | $C_i$ , мг/кг  | $W_i$ , мг/кг | $K_i$        |
|---------------------|----------------|---------------|--------------|
| нефтепродукты       | 82             | 4641,59       | 0,0177       |
| бенз(а)пирен        | 0,005          | 59,97         | 0,00008      |
| кадмий (ВФ)         | 0,5            | 26,9          | 0,0186       |
| медь (ВФ)           | 30             | 358,9         | 0,0836       |
| никель (ВФ)         | 25             | 128,8         | 0,1941       |
| свинец (ВФ)         | 16             | 33,1          | 0,4834       |
| цинк (ВФ)           | 53             | 463,4         | 0,1142       |
| мышьяк (ВФ)         | 0,56           | 55,0          | 0,0102       |
| ртуть общ.          | 0,05           | 10,0          | 0,005        |
| <b>ИТОГО:</b>       | <b>207.115</b> |               | <b>0,927</b> |

$C_i$  – концентрация  $i$ -го компонента в отходе (мг/кг отхода);

$W_i$  – коэффициент степени опасности  $i$ -го компонента отхода для ОПС (мг/к).

Для большинства веществ он взят в соответствии с приложением 2 приказа МПР России № 511. Исключение составляют нефтепродукты для данного компонента коэффициент степени опасности рассчитан отдельно.

Уровни экологической опасности нефтепродуктов для различных природных сред:

1. ПДКв (ОДУ, ОБУВ) [мг/л]: 0.01-0.1 (2 балла) [30];
2. Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования: 4 (4 балла) [30];
3. ПДКр.х. (ОБУВ) [мг/л]: 0.011-0.1 (3 балла) [30];
4.  $L_g (S[\text{мг/л}]/\text{ПДКв} [\text{мг/л}]): <1$  (4 балла) [32];
5. LC50 [мг/м3]: >50000 (4 балла) [31];
6. Показатель информационного обеспечения: 1 балл

Относительный параметр опасности компонента для ОПС (X)

$$X = (\text{Сумма баллов})/6 = 3.000;$$

$Lg(W) = Z = 3.667$ , где  $Z=4*X/3-1/3=3.667$ .

Коэффициент степени опасности для окружающей природной среды (W)

$W = 10*Lg(W) = 4641.589$ .

$K_i = C_i / W_i$  – показатель степени опасности *i*-го компонента опасного отхода для ОПС.

Показатель степени опасности отхода для ОПС К рассчитывают по следующей формуле:

$$K = \sum K_i, \quad (12.2)$$

В нашем случае показатель степени опасности равен 0,927.

Руководствуясь приказом № 511 (таблица 12.9) можно отнести грунт к **V классу опасности отходов: практически неопасные.**

Таблица 12.9. Класс опасности отходов в соответствии с приказом МПР РФ № 511

| Класс опасности отхода | Степень опасности отхода для ОПС (K) |
|------------------------|--------------------------------------|
| I                      | $10^6 \geq K > 10^4$                 |
| II                     | $10^4 \geq K > 10^3$                 |
| III                    | $10^3 \geq K > 10^2$                 |
| IV                     | $10^2 \geq K > 10$                   |
| V                      | $K \leq 10$                          |

Также были выполнены токсикологические исследования данного образца. Для определения острой токсичности использовалась методика биотестирования.

Данная методика основана на определении смертности дафний (*Daphnia Magna Straus*) при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой водной среде, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсических веществ (контроль) [ПНД Ф Т 14.1:2:4.12-06 16.1:2:3:3.9-06].

Метод биотестирования имеет ряд весомых достоинств:

- учет комплексного воздействия всех токсических веществ на живой организм;
- использование наиболее чувствительных организмов, что увеличивает точность результатов;
- возможность выявления зависимости концентрации токсичной вытяжки на жизненные функции организма (подвижность, репродуктивная функция и др.)

Для тестирования использовали водную вытяжку из пробы, полученную в соотношении 250 г воздушно-сухой пробы на 1 л культивационной воды ( $t=20^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH}=7,8$ ).

При этом температура и  $\text{pH}$  вытяжки перед началом и после завершения испытаний находились в пределах установленных методиками оптимальных значений; погрешность измерений не превысила значений, установленных МВИ.

Результат биотестирования представлен в таблице 12.10.

Таблица 12.10. Результаты токсикологических исследований

| Тест-объект          | Продолжительность наблюдения, ч | Оценка тестируемой пробы                                                  |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Daphnia Magna Straus | 48                              | Не оказывает острого токсического действия. ( $\text{БКР}_{10-48}=1,0$ ). |

При определении острой токсичности вытяжек из отходов и их разбавлений устанавливают:

- среднюю летальную кратность разбавления вод, водных вытяжек, вызывающую гибель 50 % тест-объектов за 48-часовую экспозицию ( $\text{ЛКР}_{50-48}$ );
- безвредную кратность разбавления вод, водных вытяжек, вызывающую гибель не более 10 % тест-объектов за 48-часовую экспозицию ( $\text{БКР}_{10-48}$ ).

Класс опасности устанавливается по кратности разведения водной вытяжки, при которой не выявлено воздействие на гидробионтов в соответствии со следующими диапазонами кратности разведения в соответствии с таблицей 12.11.

Таблица 12.11. Зависимость класса опасности отхода от кратности разведения водной вытяжки этого же отхода

| Класс опасности отхода | Кратность разведения водной вытяжки из опасного отхода, при которой вредное воздействие на гидробионтов отсутствует |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I                      | > 10000                                                                                                             |
| II                     | от 10000 до 1001                                                                                                    |
| III                    | от 1000 до 101                                                                                                      |
| IV                     | < 100                                                                                                               |
| V                      | 1                                                                                                                   |

В нашем случае почва не оказывает острого токсического действия, БКР10-48=1,0.

Следовательно, образец может быть отнесен к V классу опасности - **практически неопасные.**

Для того, что бы составить полное представления об исследуемом грунте, были так же выполнены испытания по определению радионуклидного состава, эффективной удельной активности природных радионуклидов и удельной активности  $^{137}\text{Cs}$ .

Монолитный образец глины был отобран из того же интервала глубин и использован для приготовления счетных образцов для последующих измерений удельной активности радионуклидов на специальном гамма-спектрометре для исследования строительных материалов.

Определение удельной активности радионуклидов выполнено в соответствии с Методикой выполнения измерений удельной активности радионуклидов радия-226, тория-232, калия-40, цезия-137, в счетных образцах с применением гамма-спектрометра СГС-200 НИИРГ.

При проведении измерений учитывалась следующая нормативная литература:

- Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010) СП 2.6.1.2612-10;

- Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.6.1.2800-10;

- Методика выполнения измерений удельной активности радионуклидов радия-226, тория-232, калия-40, цезия-137 в счетных образцах, изготовленных из проб продукции промышленных предприятий, предприятий сельского хозяйства, объектов окружающей среды и технологических сред.

Согласно *НРБ-99/2009 «Нормы радиационной безопасности» (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 07 июля 2009 г. № 47)*, основной характеристикой, определяющей потенциальную радиационную опасность производственных отходов, содержащих природные радионуклиды, для работников предприятий и населения является значение  $A_{эфф}$  (глава 5.3.4):

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,3A_{Th} + 0,09A_K, \quad (12.3)$$

где:

$A_{Ra}$  и  $A_{Th}$  - удельная активность  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$ , находящихся в радиоактивном равновесии с остальными членами рядов соответственно;  $A_K$  - удельная активность калия-40.

Все необходимые параметры были определены в ходе испытаний. Результаты измерений удельной активности природных радионуклидов представлены в таблице 12.12.

Таблица 12.12. Результаты измерений удельной активности природных радионуклидов в образце глины

| № пробы | Наименование материала                              | № счетного образца | Удельная активность, Бк/кг |        |        |        |        |
|---------|-----------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|
|         |                                                     |                    | Th-232                     | Ra-226 | K-40   | Aэфф.  | Cs-137 |
| 068     | Глина (монолит) из интервала глубин 84,65 – 84,96 м | 1                  | 45±5                       | 30±5   | 820±90 | 160±20 | < 2,5  |
|         |                                                     | 2                  | 45±5                       | 40±5   | 820±90 | 170±20 | < 2,5  |
|         |                                                     | 3                  | 50±5                       | 35±5   | 860±90 | 180±20 | < 2,5  |
|         |                                                     | 4                  | 55±5                       | 35±5   | 850±90 | 180±20 | < 2,5  |
|         |                                                     | 5                  | 50±5                       | 40±5   | 850±90 | 180±20 | 4±2,5  |

Примечание:

Других гамма-излучающих радионуклидов техногенного происхождения в пробе монолита глины из интервала глубин 84,65 – 84,96 м не обнаружено.

Для установления требований к обеспечению радиационной безопасности населения и работников предприятий, ограничения загрязнения среды обитания людей природными радионуклидами и планирования видов и объема радиационного контроля при обращении с производственными отходами, а также установления радиационно-гигиенических требований по обращению с ними введена классификация производственных отходов по эффективной удельной активности природных радионуклидов в них, в соответствии с таблицей 12.13 [НРБ-99/2009].

Таблица 12.13. Категории производственных отходов, содержащих природные радионуклиды

| Категория отходов | Эффективная удельная активность природных радионуклидов, Бк/кг |
|-------------------|----------------------------------------------------------------|
| I категория       | $A_{эфф} \leq 370,0$                                           |
| II категория      | $370,0 < A_{эфф} \leq 740,0$                                   |
| III категория     | $740,0 < A_{эфф} \leq 1500,0$                                  |
| IV категория      | $1500,0 < A_{эфф} \leq 4000,0$                                 |
| V категория       | $A_{эфф} > 4000,0$                                             |

Таким образом установлено, что эффективная удельная активность природных радионуклидов не превышает 200 Бк/кг. Следовательно, грунты относятся к I категории отходов и, согласно НРБ-99/2009, **могут быть использованы при строительстве жилых и общественных зданий.**

Согласно СП 2.6.1.1292-03 «Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения», **обращение с производственными отходами I категории в производственных условиях, включая их сбор, временное хранение, транспортировку и захоронение на свалках общепромышленных отходов по радиационному фактору осуществляется без ограничений.**

#### **12.4. Основные решения по размещению извлекаемых грунтов**

Предварительные расчеты показали, что при строительстве ПЗРО (проходка тоннелей) образуется 3 000 м<sup>3</sup> вскрышного грунта и 202 000 м<sup>3</sup> глин.

Размещение извлекаемого грунта в объеме 205 000 м<sup>3</sup> предусматривается в выработанном карьере по проекту его рекультивации.

Работы по транспортированию грунта к месту его размещения, с учетом отчислений на восстановление и поддержания надлежащего вида дорог общего пользования, по которым будет осуществляться транспортировка, будут предусмотрены в рамках проекта.

На данный момент достигнуты договоренности с двумя организациями проводящими рекультивацию карьеров, расположенных вблизи предполагаемого места строительства ПЗРО.

27 октября 2011 было проведено рабочее совещание в Администрации муниципального района МО «Копорское сельское поселение» при участии Черняева Е.Ю.- заместителя Председателя Совета депутатов Ломоносовского муниципального района, Главы МО «Копорское сельское поселение» и Аладышкина М.В.- Генерального директора организации проводящей рекультивационные мероприятия в карьере, в районе д. Широково Копорского сельского поселения ООО «ЭкоПром» (протокол совещания представлен на рисунке 12.2).

По итогам совещания были достигнуты договоренности о возможном сотрудничестве ФГУП «РосРАО» и ООО «ЭкоПром» для использования карьера, в районе д. Широково Копорского сельского поселения.

Перспективный для удаления грунтов карьер в районе д. Широково Копорского сельского поселения располагается от места предполагаемого строительства ПЗРО в 17км и по проекту рекультивации способен принять до 3 000 000 м<sup>3</sup> грунта.

**ПРОТОКОЛ**  
**рабочего совещания**  
**по вопросу размещения грунтов, планируемых к изъятию в ходе**  
**сооружения в районе МО «Сосновоборского городского округа» пункта**  
**захоронения радиоактивных отходов**

Санкт-Петербург, Ломоносов, ул. Владимирская, д.19/15

« 27 » октября 2011 г.

**Присутствовали:**

Черняев Е.Ю.- Заместитель Председателя Совета депутатов Ломоносовского муниципального района, Глава МО «Копорское сельское поселение»;

Аладышкин М.В.- Генеральный директор ООО «ЭкоПром»;

Литвиненко А.Г. – Начальник управления по развитию инфраструктуры обращения с РАО ФГУП «РосРАО»;

Захаров А.С. – Главный специалист ФГУП «РосРАО»;

**Заслушали:**

1. Черняева Е.Ю. по вопросу необходимости размещения грунтов в соответствии с техническими условиями (проектными требованиями) к рекультивации карьера (-ов), о недопустимости создания несанкционированных отвалов, а также необходимости учета транспортной нагрузки на дороги общего пользования при проведении работ по транспортированию грунтов.

2. Литвиненко А.Г. об объемах и предварительных характеристиках изымаемых грунтов, общих сроках реализации проекта.

3. Аладышкина М.В. о работе карьера в районе д.Широково Копорского сельского поселения, лицензионной обеспеченности деятельности и принципах организации работ, а также возможности проведения экспертизы грунтов.

**Решили:**

1. ФГУП «РосРАО» направить в ООО «ЭкоПром» для проработки возможности размещения грунтов существующие предварительные данные об объемах и характеристиках планируемых к извлечению пород.

2. ООО «ЭкоПром» направить во ФГУП «РосРАО» выдержки из проектной документации по реабилитации (рекультивации) карьера располагаемого в районе д.Широково МО «Копорское сельское поселение»;

От Администрации

Ломоносовского муниципального района

От ООО «ЭкоПром»

От ФГУП «РосРАО»



/ Черняев Е.Ю./

/ Аладышкин М.В./

/ Литвиненко А.Г./

Рисунок 12.2 – Протокол рабочего совещания

Вторая организация готовая к сотрудничеству с ФГУП «РосРАО» - ООО «Строй-Группа «Сигма». Данная организация проводит рекультивацию карьера в районе



Лопухинского сельского поселения. Карьер располагается в 35км от предполагаемого места строительства ПЗРО и способен вместить до 2 500 000м<sup>3</sup> грунта.

Отдельно необходимо отметить, что окончательный вариант обращения с грунтами и их объем будет определен в рамках разработки проектной документации сооружаемого объекта в соответствии с требованиями постановления Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. N 87 г. Москва «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», с соответствующей корректировкой сводно-сметного расчета строительства.

### **12.5. Миграция животных и птиц связанная со строительством и эксплуатацией ПЗРО**

На период строительства и эксплуатации ПЗРО ожидается миграция животных и птиц с территории ПЗРО на смежные территории, связанная с работой машин и механизмов.

В постэксплуатационный период (после закрытия ПЗРО, ликвидации инфраструктурных элементов, и рекультивации земель) ожидается восстановление численности животных и птиц, мигрировавших с территории ПЗРО в период строительства и эксплуатации.

Строительство и эксплуатация ПЗРО не приводит к снижению численности животного мира ввиду невозможности гибели представителей животного мира вследствие строительства и эксплуатации создаваемого объекта

## **13. Решения по мониторингу окружающей среды**

### **13.1. Общие положения по мониторингу окружающей среды**

Создание на современном научно-техническом уровне систем комплексного мониторинга состояния окружающей среды обеспечивает получение в полном объеме объективной и достоверной информации о текущем состоянии загрязнения окружающей среды, вызванном различными источниками, и позволяет органам управления своевременно подготавливать обоснованные решения по стабилизации и улучшению экологической обстановки.

Мониторинг включает в себя четыре обязательных компонента:

- осуществление сбора информации (наблюдений) о параметрах контролируемой системы по заранее заданной во времени и пространстве программе;
- хранение собранной информации в течение длительного времени;
- оценка этой информации по заданным критериям;
- прогноз развития ситуации в контролируемом регионе по заданным параметрам.

Система мониторинга должна решать следующие задачи:

- контроль, выявление и инвентаризацию источников загрязнения окружающей среды на территории ПЗРО, контроль над перемещением радионуклидов и вредных химических веществ (ВХВ) из этих источников в окружающую среду;
- оперативное выявление и оценку уровней загрязнения различных объектов окружающей среды; определение радионуклидного состава загрязнений на основе комплексной обработки данных, включающей физические, химические и прочие методы анализа;
- разработку прогноза состояния окружающей среды, определение влияния экологической обстановки на степень безопасности человека и природной среды, выдачу рекомендаций, на основе анализа индивидуальных и интегральных показателей загрязнения и данных математических моделей, с привлечение системы экспертных оценок (экспертов);
- прогнозирование, обнаружение и слежение за развитием чрезвычайных ситуаций; выработка рекомендаций оперативным органам управления для принятия решений по ликвидации, как самой аварии, так и ее последствий;
- оценку нагрузки на население и экосистемы в период штатной (нормальной) работы объектов и при возникновении на них аварийных ситуаций;
- документирование, создание базы данных о состоянии окружающей среды.

Конечной целью создания системы мониторинга является проведение комплекса мер организационного и инженерно-технического характера, направленных на обеспечение комплексной безопасности населения, проживающего

в районе расположения объекта, стабилизацию и улучшение экологической обстановки в регионе и связанное с этим повышение степени защищенности здоровья и жизни человека.

Система организации и проведения мониторинга ПЗРО определяется требованиями следующих основных нормативных документов:

- НП-064-05 «Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии»;
- РБ-036-06 «Мониторинг инженерно-геологических условий размещения объектов ядерного топливного цикла»;
- НП-055-04 «Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности»;
- НП-069-06 «Приповерхностное захоронение радиоактивных отходов. Требования безопасности»;
- ГОСТ Р 52037-2003 «Могильники приповерхностные для захоронения радиоактивных отходов. Общие требования».

Согласно этим требованиям, наблюдения следует проводить на всех этапах жизненного цикла ПЗРО (первый цикл каждого вида наблюдений рекомендуется проводить за 12 месяцев до начала строительства ПЗРО, а последующие - в периоды строительства, эксплуатации, закрытия ПЗРО, а также в постэксплуатационный период).

Мониторинг ПЗРО предусматривается на площадке его размещения, в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения. Система мониторинга должна обеспечивать получение и обработку информации о контролируемых параметрах, характеризующих радиационную обстановку на ПЗРО и состояние окружающей среды, должен быть предусмотрен контроль состояния инженерных и естественных барьеров, обеспечивающий своевременное обнаружение нарушения целостности инженерных барьеров и контроль миграции радионуклидов в окружающей среде.

Мониторинг ПЗРО и окружающей среды проводят в несколько этапов:

- до начала строительства (предварительный мониторинг на стадии инженерных изысканий);

- при строительстве ПЗРО;
- при эксплуатации ПЗРО;
- при закрытии ПЗРО;
- в постэксплуатационный период (продолжительностью от момента консервации до момента фактического подтверждения безопасности, с учетом социально-экономических факторов).

Различают следующие режимы мониторинга ПЗРО:

- режим нормальной эксплуатации;
- режим аварийных ситуаций, включая максимально возможную аварию;
- режим закрытия;
- режим захоронения (постэксплуатационный период).

При нормальной эксплуатации рассматриваемых сооружений все системы мониторинга должны работать в основном режиме, определяемом главной (штатной) программой, где отражены периодичность опроса датчиков и проведения натурных измерений и наблюдений, порядок обработки первичной информации и ее свертывания, периодичность передачи свернутой информации в вышестоящие инстанции.

При аварийных ситуациях системы мониторинга работают по специальным программам в зависимости от класса аварий, с задействованием резервных систем измерений и выдачей оперативных данных, например, о радиационной обстановке.

При закрытии ПЗРО мониторинг осуществляется на основе системы мониторинга при эксплуатации. При необходимости в систему мониторинга могут быть внесены изменения по отношению к штатной программе с учетом особенностей выполняемых работ на каждом этапе закрытия ПЗРО и их влияния на окружающую среду.

После закрытия ПЗРО эксплуатирующая организация должна проводить мониторинг системы захоронения РАО, включающий:

- контроль состояния инженерных и естественных барьеров;
- мониторинг состояния вмещающих пород;
- мониторинг состояния окружающей среды.

Продолжительность мониторинга системы захоронения РАО устанавливается и обосновывается в проекте закрытия ПЗРО в зависимости от общей активности захороненных РАО и их радионуклидного состава.

Мониторинг системы захоронения РАО прекращается, когда его результаты подтверждают безопасность системы захоронения РАО.

## **13.2. Принципиальные решения по организации мониторинга окружающей среды на всех этапах жизненного цикла ПЗРО**

### **13.2.1. Границы и объекты наблюдений**

Исходя из полученных результатов радиационных последствий аварий и критериев из МУ 2.6.1.2005-05, рассмотренных в главе 6.2., следует, что ПЗРО относится к III категории потенциальной радиационной опасности по ОСПОРБ-99/2010. Для объектов III категории потенциальной радиационной опасности устанавливается санитарно-защитная зона, ограниченная территорией самого объекта (горного отвода размещения ПЗРО). Установление зоны наблюдения для объекта III категории потенциальной опасности требованиями федеральных норм и правил в области использования атомной энергии не предусмотрено.

Однако территориально мониторинг будет проводиться в разных местах в пределах горного отвода размещения ПЗРО и вне его.

При этом территориально выделяются следующие границы наблюдений:

- мониторинг на площадке - проводится на территории, расположенной на поверхности в границах горного отвода (наблюдения уже существуют в рамках АСКРО и др. систем);
- мониторинг внутри объектовый - пространство внутри и снаружи проектных контуров подземного сооружения (горный мониторинг);
- мониторинг внеплощадочный - территории, прилегающие непосредственно к площадке или контрольные внеплощадочные точки (например, геодезические репера, отслеживающие тектонические движения на региональном уровне и т.п.)
- сопутствующий мониторинг - на площадке временного складирования отвалов выбранных пород (контроль устойчивости откосов).

По пространственному расположению можно выделить поверхностный и подземный (горный) мониторинг, что и определяет непосредственно объекты мониторинга.

На поверхности горного отвода проводится мониторинг гидрометеорологических параметров и радиационного фона в рамках существующих систем наблюдений в СЗЗ Сосновоборского атомно-промышленного комплекса.

В подземном пространстве горного отвода необходим контроль геомеханических и других процессов.

Общие объекты горного мониторинга подразделяются на следующие группы:

- вся толща массива пород, включая подземные воды и газы, а также дневную поверхность;
- весь структурный блок пород, в которых размещается подземный комплекс (специфичными будут оценки пространственной устойчивости, неизменности положения и целостности структурного блока (или блоков), в котором располагается комплекс подземного сооружения);
- приконтурная область массива пород вокруг подземного объекта;
- внутренняя атмосфера в подземных помещениях сооружения (специфическим по отношению к обычным горным выработкам является радиационный контроль подземной атмосферы, то есть необходимы дополнения к существующим системам контроля вентиляционных параметров, которые широко используются на горных предприятиях при строительстве);
- внутренние конструкции, крепи, обделки горных выработок.

### **13.2.2. Программы мониторинга**

Для создания и проведения комплексной системы периодических наблюдений за состоянием природной среды необходима организация комплексного геоэкологического мониторинга сложной геотехнологической системы - «подземное сооружение - массив вмещающих пород». Необходимо выявление любых изменений инженерно-геологической направленности и выработки рекомендаций по устранению (минимизации) возможных факторов негативного влияния на окружающую среду на всех жизненных циклах объекта. В общем виде контроль

состояния системы «сооружение-среда» должен осуществляться при следующих основных возможных видах воздействий на массив, характерных для рассматриваемых объектов: механическом и радиационном.

При этом механические воздействия по отношению к контролируемым областям могут быть внешними (от внешних источников типа землетрясений, падения летательных аппаратов или взрывов на поверхности и т.п.) или внутренними (от установленного оборудования или динамических нагрузок при аварийных ситуациях).

В связи с этим, Заказчиком или др. участником проекта, создается специальная Геомеханическая служба мониторинга (ГМ СМ), осуществляющая:

- создание и обслуживание системы горного мониторинга объекта;
- организацию взаимосвязи с существующими службами и режимами наблюдений;
- контроль безопасности ПЗРО (постоянно);
- прогноз безопасности ПЗРО (краткосрочный, среднесрочный, долгосрочный).

Помимо эксплуатации и использования обычных средств мониторинга в долгосрочные задачи ГМ СМ входит постоянное внедрение новой измерительной аппаратуры.

Необходимо использование современных методов научных исследований с применением оптимальных средств контрольно-измерительного оборудования (спутниковые системы наблюдений, спецоборудование диагностики подземного состояния) для обработки информации о горном массиве в режиме реального времени.

Для выполнения прогноза безопасности ПЗРО ГМ СМ сопоставляет получаемые результаты мониторинга и прогнозируемые по его результатам значения контролируемых параметров инженерно-геологической среды с соответствующими проектными и (или) нормативными значениями параметров, установленными в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии.

Размещение служб мониторинга подразумевается в административных корпусах ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО».

### **13.2.3. Принципиальные решения по организации мониторинга до начала строительства**

По специальному заданию на отведенной территории выполняются комплексные инженерные изыскания (при необходимости выполняются на всех этапах строительства), по данным которых разрабатываются Программа наблюдений, в которой определяются места, методы, оборудование и частота проведения наблюдений. Выполняет этап ГМ СМ совместно с генпроектировщиком и привлеченными участниками. Служба мониторинга Заказчика после соответствующей оценки экспертной комиссии и утверждения Заказчиком принимает Программу к действию и выполняет этап ГМ СМ совместно с генпроектировщиком и привлеченными участниками..

Согласно Программе проводится первый цикл наблюдений, с получением обобщенных и уточненных фоновых характеристик площадки горного отвода и площадки складирования изъятной породы (осуществляется минимум за год до начала строительства с внедрением горного мониторинга). Как правило, осуществляют основные виды наблюдений, к которым относятся:

- стационарные гидрогеологические наблюдения за режимом и свойствами подземных вод (наблюдательные скважины и т.д.);
- геодезические наблюдения в контрольных точках территории, важных для безопасности;
- инженерно-геологические и геофизические наблюдения, в том числе наблюдения за возможными дифференцированными смещениями земной коры и тектоническими процессами;
- инженерно-геологические и геофизические наблюдения за изменением напряженно-деформированного состояния массива вмещающих пород;
- сейсмический мониторинг.

По результатам наблюдений проводится:

- обработка и интерпретация (анализ) данных мониторинга;
- прогноз изменений инженерно-геологических условий;
- прогноз взаимовлияния подземного объекта и окружающей среды;



- принятие дополнительных решений по дальнейшим наблюдениям

определение дополнительных контрольных точек и зон наблюдения, а также внесение изменений в проектную документацию.

Полученные данные также могут обеспечить защиту строительного персонала, т.к. до начала строительно-монтажных работ в местах загрязнения грунтов, грунтовых вод или воздуха вредными химическими, биологическими веществами, излучениями или другими вредными факторами, указанными в проекте организации строительства, необходимо проводить контроль их уровня в соответствии с рекомендациями органов Госсанэпиднадзора с определением геологических факторов страхового и строительного риска.

#### **13.2.4. Принципиальные решения по организации мониторинга окружающей среды при строительстве ПЗРО**

На этом этапе продолжают основные виды наблюдений и начинается основной горный мониторинг.

При строительстве ПЗРО к основным видам наблюдений добавляются:

- специальные наблюдения за устойчивостью и деформированием горных выработок, включая крепь и приконтурную часть массива горных пород;
- специальные наблюдения за тектоническими нарушениями, пересекающими горные выработки (в случае выявления);
- наблюдения за изменением напряженно-деформированного состояния массива вмещающих пород;
- контроль за образованием трещин в массиве горных пород.
- на площадке складирования изъятых пород - дополнительный мониторинг устойчивости откосов отсыпанных пород.

По результатам основных наблюдений проводится:

- обработка и интерпретация (анализ) данных мониторинга;
- среднесрочный прогноз изменений инженерно-геологических условий;
- среднесрочный прогноз взаимовлияния подземного объекта и окружающей среды (включая безопасность ПЗРО);
- принятие дополнительных решений по дальнейшим наблюдениям.

Горный мониторинг осуществляется ГМ СМ по отдельной программе наблюдений, взаимосвязанной с другими программами. Для его проведения помимо визуальных наблюдений предусматривается обустройство подземных сооружений контрольно-измерительной аппаратурой (КИА) с автоматическими считывающими устройствами. Предусмотрена установка множества опускных и закладных пьезометров и другой аппаратуры, определяющей напряженно-деформированное состояние массива вмещающих пород, располагаемых в нескольких вертикальных измерительных сечениях.

Диагностика массива горных пород основывается на всестороннем и систематическом изучении его состояния на всех стадиях ведения горных работ. Она включает анализ изменения геометрических размеров выработанного пространства по мощности и кратности подработки, различные инструментальные методы измерения физических параметров массива горных пород, включая сейсмику и сдвигение горных пород. В процессе диагностики выполняется анализ геологических и маркшейдерских документов, осуществляется регулярное обследование выработанного пространства на основе визуальных наблюдений за проявлениями горного давления; ведутся наблюдения за сдвижением земной поверхности и сейсмической активностью массива. По результатам диагностики устанавливаются причины возможного изменения состояния массива.

Контроль состояния массива горных пород является следующим после диагностики этапом работ. Служба ГМ СМ круглосуточно должна осуществлять контроль с целью обеспечения охраны окружающей среды и безопасности труда в случае возникновения непредвиденных обстоятельств. Контроль основывается на наблюдении и знании физических процессов, протекающих в массиве, и осуществляется различными видами и методами мониторинга, включая аналитические методы, инструментальные методы контроля за сдвижением горных пород, современные системы автоматизированного контроля (например, для контроля фильтрационного (гидродинамического), температурного и гидрохимического режимов в подземных сооружениях ПЗРО устанавливается большое количество КИА), непосредственные визуальные обследования состояния выработок и др.

Основными задачами контроля за поведением горного массива являются:

- выбор в пределах горного отвода участков массива, подлежащих контролю;
- выбор и обоснование критериев контроля массива или отдельных его элементов;
- разработка схем контроля и необходимых средств их совершенствования;
- контроль параметров микроклимата в рабочей зоне подземных выработок;
- оповещение обслуживающего персонала в случае возникновения опасных ситуаций.

### **13.2.5. Принципиальные решения по организации мониторинга окружающей среды в эксплуатационный период**

В периоде эксплуатации можно выделить три самостоятельных этапа:

- период загрузки РАО в сооружение захоронения, составляющий от 6 до 10 лет в зависимости от поступления РАО, но не менее 1,5 лет;
- период активного наблюдения за состоянием инженерных и естественных барьеров, вмещающих пород и окружающей среды, составляющий примерно 30 лет;
- период закрытия ПЗРО, составляющий примерно 1 год.

Продолжаются наблюдения, проводимые на этапе строительства ПЗРО.

Данные мониторинга проходят экспертную проверку, по результатам которой принимается решение о введении новых средств наблюдений или минимизации (консервации) ряда имеющихся контрольных точек с аппаратурой.

На этом этапе, согласно Программе наблюдений, продолжают основные виды наблюдений.

По результатам наблюдений проводится:

- обработка и интерпретация (анализ) данных мониторинга;
- долгосрочный прогноз изменений инженерно-геологических условий;
- долгосрочный прогноз взаимовлияния подземного объекта и окружающей среды (включая безопасность ПЗРО);
- принятие дополнительных решений по дальнейшим наблюдениям с выбором точек наблюдения автономной мониторинговой аппаратуры.

### **13.2.6. Принципиальные решения по организации мониторинга окружающей среды в постэксплуатационный период**

В постэксплуатационном периоде к методам мониторинга и применяемой аппаратуре должны предъявляться некоторые специфические требования. Прежде всего, эти требования определяются главными целями мониторинга - получать объективную, представительную и непрерывную информацию о состоянии контролируемого объекта. Здесь объективность информации определяется обоснованным выбором измеряемых параметров, изменение которых однозначно характеризует состояние объекта.

Представительность информации определяется числом наблюдаемых пунктов (датчиков), т.е. степенью охвата наблюдениями контролируемого объекта. Непосредственно с представительностью информации связаны требования обеспечения однородности информации, т.е. измерения одних и тех же параметров, относящихся к одним и тем же точкам или пунктам объекта. Непрерывность информации означает принципиальную возможность получения информации в любой момент времени, при этом дискретность наблюдений назначается, исходя из степени монотонности и скорости наблюдаемого процесса, а также точности применяемой аппаратуры. Эти общие требования обычно дополняются некоторыми специфическими требованиями, которые определяются особенностями контролируемых процессов и объектов. В частности, учитывая радиационную опасность, необходимо применять системы наблюдений, обеспечивающие возможность дистанционного измерения тех или иных параметров. Непосредственно это требование относится к мониторингу внутренних конструкций, крепи, обделки горных выработок и приконтурной области массива пород вокруг основного сооружения. Существует необходимость проведения измерений в недоступных местах. В наибольшей степени указанным требованиям отвечают автоматизированные системы контроля состояния массива. При этом общая структура всех систем практически одинакова и состоит из группы первичных датчиков, блока регистрирующей аппаратуры, блока обработки и анализа полученных данных, линий связи и питания. Основным назначением разработанных

и установленных систем будет получение конкретной исходной информации для последующих расчётов и оценки степени устойчивости горных выработок и оценки безопасности объекта. В соответствии с этим назначением определялся набор методов, положенных в основу созданных систем контроля, которые подразделяются на две большие группы:

- группа прямых деформационных методов, когда измеряемыми параметрами являются деформации пород (иногда элементов крепи) и их производные - перемещения, наклоны, кривизны, конвергенция, нагрузки или напряжения;
- группа косвенных измерений геофизическими методами, главным образом, сейсмическим, сейсмоакустическим; реже - электрометрическим, ультразвуковым, радиометрическим, гравиметрическим.

Также все разработанные и применяющиеся системы подразделяются с точки зрения скорости контролируемых процессов:

- контроля медленно протекающих процессов - статических и квазистатических;
- контроля динамических процессов.

Системы различаются по способу передачи информации от первичных датчиков к регистрирующей и обрабатывающей аппаратуре:

- системы, использующие проводную связь (их большинство);
- системы, использующие радиосвязь;
- системы, в которых применяются оба вида связи, в частности, от датчиков к регистрирующей аппаратуре - радиосвязь, далее к вычислительному центру - проводная; или наоборот, сначала проводная, а затем радиосвязь.

Контролируются гидрогеологические и геодинамические параметры.

Служба мониторинга после соответствующей оценки экспертной комиссии может завершить (законсервировать) некоторые наблюдения, проводимые на площадке, вне площадки (кроме постоянных), по решению комиссии на необходимый срок. Данные автономных наблюдений передаются под контроль соответствующих служб в единую систему.

На последних сроках проведения мониторинга специальная геомеханическая служба мониторинга осуществляет (организует):

- демонтаж (или консервация) отработавшего наблюдательного оборудования;
- монтаж наиболее современной автономной мониторинговой техники.

После оценки работоспособности средств наблюдений, обустроенных в соответствующих контрольных точках, оставляемая контрольная аппаратура переводится в полный автономный режим.

### **13.2.7.      Общественный экологический контроль**

Общественный экологический контроль осуществляется в целях реализации права каждого гражданина на благоприятную окружающую среду и предотвращения нарушения законодательства в области охраны окружающей среды [23].

На протяжении всех этапов создания ПЗРО, при заинтересованности общественных объединений или иных некоммерческих организаций в соответствии с их уставами, а также гражданами в соответствии с законодательством, предусматривается возможность проведения общественного контроля охраны окружающей среды.

Общественный контроль охраны окружающей среды осуществляется посредством:

- информирования общественности о ходе проектных и строительных работ через средства массовой информации;
- строгого контроля со стороны общественности соответствия проектирования и строительства ПЗРО действующему законодательству, современным требованиям к ее безопасности;
- обсуждения проекта общественностью, проведение слушаний и государственной экологической экспертизы в соответствии с действующим законодательством в РФ;
- согласования технического задания на разработку раздела ОВОС с органами исполнительной и законодательной власти;

- реализации программ мониторинга процесса строительства и ввода в эксплуатацию ПЗРО с учетом согласованных экологических требований и условий.

Результаты общественного контроля в области охраны окружающей среды, представленные в органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления, подлежат обязательному рассмотрению в порядке, установленном законодательством.

### **13.2.8. Муниципальный экологический контроль**

В соответствии с решением от 27.03.2006 г. № 46 Об утверждении «Положения о контроле в области охраны окружающей среды (муниципальном экологическом контроле) на территории муниципального образования Сосновоборский городской округ Ленинградской области» разработана система экологического контроля.

Она создаётся на территории городского округа из органов (служб) государственного, производственного, муниципального и общественного контроля, взаимодействие которых осуществляется на основе совместно разработанных и согласованных планов действий, программ, проектов, общей нормативной правовой базы, мобилизации информационных, финансовых, кадровых и иных ресурсов.

Муниципальный экологический контроль на территории городского округа осуществляется на основе следующих принципов:

- открытость и доступность для контроля любых объектов хозяйственной и иной деятельности, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду;
- взаимодействие и координация действий всех форм экологического контроля;
- приоритет превентивной функции контроля для пресечения нарушений.

Осуществление муниципального экологического контроля является обязательным средством обеспечения органами местного самоуправления городского округа реализации права населения на благоприятную окружающую среду, предусмотренного статьей 42 Конституции РФ.

Осуществление муниципального экологического контроля предусмотрено Федеральным законом «О защите прав юридических лиц при осуществлении ими предпринимательской деятельности и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора), муниципального контроля» от 26.12.2008 №294-ФЗ (в ред. Федерального закона от 17.07.2009 N 164-ФЗ), статьями 7, 10 и 64 Федерального закона «Об охране окружающей среды», пунктом 11 статьи 16 Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» и Письмом Министерства природных ресурсов России от 31.01.2001 г. № АП-42/719 «О создании муниципальных комитетов (отделов) природных ресурсов».

Объектами муниципального экологического контроля являются:

- объекты, способные оказывать негативное воздействие на окружающую среду (в соответствии с нормативно-правовыми актами органов местного самоуправления городского округа);
- муниципальные объекты, либо объекты, созданные и/или функционирующие (осуществляющие свою деятельность) на основании решений (разрешений), принятых (выданных) органом местного самоуправления городского округа (включая предоставление земельного участка либо помещений, выдачу разрешений на производство работ, природопользование и т.п.);
- объекты, относящиеся к особо охраняемым природным территориям и объектам, землям природоохранного назначения, зонам экозащитного профиля (включая санитарно-защитные зоны, зоны экологической компенсации, зоны рекреации) в соответствии с Правилами землепользования и застройки Сосновоборского городского округа.

Муниципальный экологический контроль осуществляется по следующим направлениям:

- сбор, накопление, вывоз, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления;
- планирование и выполнение мероприятий по охране окружающей среды;
- соблюдение иных нормативно-правовых актов органов.



Органом муниципального экологического контроля является исполнительный орган местного самоуправления – Администрация Сосновоборского городского округа в лице структурного подразделения - отдела природопользования и экологической безопасности (в соответствии с Уставом Сосновоборского городского округа).

Отдел природопользования и экологической безопасности администрации городского округа возглавляет руководитель администрации, начальник отдела, главный муниципальный инспектор по охране природы. Специалисты отдела природопользования и экологической безопасности являются муниципальными инспекторами по охране природы.

Для осуществления контроля в области охраны окружающей среды администрацией городского округа могут создаваться собственные структурные подразделения (муниципальная экологическая инспекция при отделе природопользования и экологической безопасности и т.п.), а также привлекаться самостоятельные организации, наделяемые соответствующими контрольными полномочиями в соответствии с действующим законодательством.

Контроль за проведением муниципального экологического контроля осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

#### **14. Принципиальные решения по учету РВ и РАО в ПЗРО**

В соответствии с ГОСТ Р 52037-2003, учет РАО при захоронении включает в себя:

- учет номенклатуры, количества и параметров упаковок РАО, адресов их размещения в ПЗРО;
- учет мест захоронения, количества ПЗРО и их характеристик.

В соответствии с требованиями НП-067-11 в ПЗРО должна быть предусмотрена система учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов (СУиК РВ и РАО ПЗРО).

Комплекс технических средств СУиК РВ и РАО ПЗРО представляет собой совокупность программно-аппаратных средств на базе современной вычислительной техники, предназначенных для решения функциональных задач учета и контроля РВ и РАО.

В сопроводительной документации на упаковки РАО, поступающие на захоронение в ПЗРО, предприятия-отправители приводят данные о контейнерах (брутто-массу контейнера, и, при необходимости, тип и характеристику устройств индикации вмешательства) и сведения о характеристиках РАО.

После прохождения входного контроля для каждой упаковки РАО осуществляются следующие операции:

- проверка соответствия идентификатора упаковки РАО данным сопроводительных документов;
- подтверждающие измерения.

Далее, в соответствии с разделом IV НП-067-11, осуществляется постановка на учет поступивших РАО.

Данные о РАО, содержащиеся в паспортах упаковок РАО, заносятся в базу данных СУиК.

При отправке на переработку в сторонние организации РАО, образующихся в процессе ликвидации аварийных ситуаций при эксплуатации ПЗРО, на контейнер с РАО формируется необходимая сопроводительная документация.

В ПЗРО предусмотрена система автоматизированного учета и контроля РАО, предназначенная для определения и идентификации адреса захоронения упаковок РАО с различными характеристиками (типоразмеры, удельная активность).

Упаковки РАО, поступающие в ПЗРО, должны иметь маркировку для идентификации их содержимого.

Элементами СУиК являются компьютерная база данных, а также основное оборудование - персональный компьютер, расположенные в операторской технологического корпуса.

Паспорта упаковок отходов и учетные документы с адресом ПЗРО хранят в эксплуатирующей организации до момента передачи объекта с учетной документацией на баланс федеральных, региональных или местных органов власти.

По завершении фазы активного контроля ПЗРО в постэксплуатационный период в учетную документацию вносят информацию о факте и сроке вывода ПЗРО из-под контроля.

Границы площадки ПЗРО должны иметь установленные координаты и быть внесены в государственный земельный кадастр.

ПЗРО после его закрытия должен быть оснащен предупреждающими маркировочными знаками, предназначенными для оповещения человека о радиационной опасности в случае его непредвиденного вторжения.

## **15. Пригодность геологической среды на территории ЛОФ «СЗТО» ФГУП « РосРАО» для создания безопасного ПЗРО**

По действующим нормам и правилам, для обоснования безопасности объектов окончательной изоляции РАО (или ПЗРО), согласно НП-055-04, проведен анализ геологических условий потенциальной площадки на предмет выявления факторов, которые могут привести к авариям в системе изоляции, разрушению инженерных барьеров и миграции радионуклидов во вмещающие породы.

С целью подтверждения отсутствия проявлений в настоящее время на территории предполагаемого размещения объекта геологических процессов, влияющих на безопасность будущего ПЗРО, и прогнозирования возможности развития таких процессов в будущем, при обосновании пригодности площадки проведено комплексное изучение инженерно-геологических условий площадки и прилегающих районов.

НП-064-05 устанавливает требования к учету внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии.

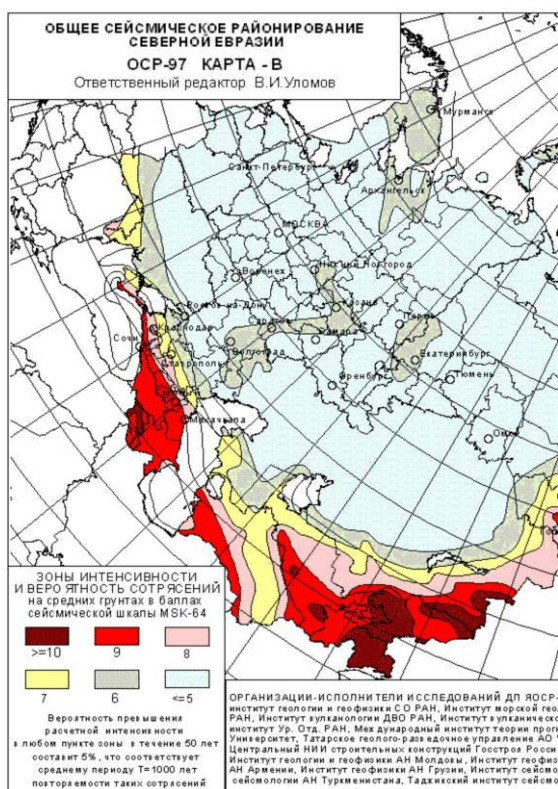
Анализ полученной в ходе инженерных изысканий информации о геологических процессах подтверждает, что отрицательные факторы внешнего воздействия либо не проявляются (и не проявятся вовсе, из-за отсутствия

соответствующих геологических предпосылок), интенсивность проявления процессов пренебрежимо мала, вредные внешние воздействия могут быть предотвращены или нивелированы при помощи инженерных мероприятий, предусмотренных при проектировании сооружений ПЗРО.

При этом, на стадии размещения объекта сейсмическая опасность района принимается на основе комплекта карт ОСР-97: для ПЗ - по карте ОСР-97В; для МРЗ - по карте ОСР-97D.

По карте ОСР-97-В рассматриваемая территория расположена в зоне сейсмичности менее 5 баллов по шкале MSK-64, что является пригодным и благоприятным условием.

По карте ОСР-97-D она расположена в зоне сейсмичности той же балльности, при этом, повторяемость сейсмической интенсивности этого уровня опасности - в среднем один раз за 10000 лет [20] (рис. 15.1).



Карта В



Карта D

Рис. 15.1 Фрагменты карт общего сейсмического районирования, Карты В и D

Проведенная оценка сейсмической опасности на стадии размещения ПЗРО показывает приемлемость территории.

Возможность последствий от реализации такого уровня опасности минимальна и полностью исключается путем проектирования сооружений будущего ПЗРО в соответствии с действующими строительными нормами.

Результаты моделирования задерживающей способности природного изолирующего глиняного барьера во всех случаях подтвердили существенный дополнительный запас в расчётах миграции радионуклидов при обосновании безопасности пункта захоронения РАО.

Можно отметить, что в течение срока потенциальной опасности захороненных в ПЗРО радиоактивных отходов (300 лет), даже в случае полного разрушения защитных инженерных барьеров, ПЗРО не будет оказывать вредного воздействия на водоносные горизонты и сферу человеческой жизнедеятельности, так как главным препятствием на пути миграции радионуклидов является природный геологический барьер (отложения котлинских глин).

На рассматриваемой территории нижнекотлинский водоносный горизонт не используется для водоснабжения, так как содержит воды не питьевого качества, что является дополнительным положительным фактором при оценке площадки.

Кроме того, все водоносные горизонты верхней части геологического разреза изолированы мощными слоями глинистых пород, и поэтому надежно защищены.

Результаты моделирования миграции радионуклидов, выполненные в Санкт-Петербургском отделении ИГЭ РАН, убедительно подтверждают безопасность размещаемого ПЗРО.

Научный анализ материалов, использованных при написании данной работы свидетельствует о пригодности геологических условий территории ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО» для сооружения безопасного ПЗРО.

Исполнителем по необходимому на стадиях проектирования объекта доизучению геологических, инженерно-геологических и гидрогеологических условий в районе размещения приповерхностного ПЗРО, в том числе, с целью подготовки материалов окончательной ОВОС, является ФГУП «Гидроспецгеология»:

многопрофильное предприятие, созданное в 1933 году, уже выполнившее большой объем специальных гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических исследований.

Работы на исследуемой площадке включают:

1. Наземные геофизические исследования, бурение заверочных (параметрических) скважин, лабораторные исследования, опытно-фильтрационные работы.
2. Сбор, анализ и систематизацию материалов по геодинамическим и сейсмическим условиям площадки; систематизацию геолого-гидрогеологических материалов, обоснование гидрогеологической схемы и разработку региональной и локальной гидрогеологической и геомеханической моделей.
3. Верификацию моделей, проведение прогнозных расчетов.

Проведено уточнение конфигураций палеодолин в местах предполагаемой проходки горных выработок приповерхностного ПЗРО при помощи площадного электропрофилирования, профильного электроразведывания с асимметричной установкой ВЭЗ, площадного электропрофилирования методом РМТЗ.

Определены геомиграционные параметры изотопов:  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  для котлинских глин и пород смежных водоносных горизонтов в статических условиях:

- эффективные значения коэффициентов диффузии для каждого изотопа в составе комплексного радиоактивного загрязнения;
- сорбционные свойства пород ломоносовского и гдовского водоносных горизонтов для комплексного радиоактивного загрязнения;
- изменение сорбционных свойств вендских глин по глубине.

Изучены водообильность водоносных горизонтов и их гидродинамические параметры.

Работы выполняются в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных правовых актов.

Предварительные результаты проведенных работ по доизучению геологических условий площадки подтверждают вывод о пригодности выбранной площадки для

создания приповерхностного пункта захоронения радиоактивных отходов заглубленного типа.

## **16. Заключение**

В настоящем документе представлены результаты оценки воздействия на окружающую среду заглубленного приповерхностного пункта захоронения радиоактивных отходов низкого и среднего уровня активности в районе размещения Ленинградского отделения филиала «Северо-Западный территориальный округ ФГУП «РосРАО», подготовленные по техническому заданию, разработанному с участием рабочей группы по подготовке и проведению общественных обсуждений создания ПЗРО, а так же с учетом замечаний членов рабочей группы.

Заглубленный вариант ПЗРО является оптимальным решением проблемы изоляции РАО от среды обитания человека в Ленинградской области, с учетом таких факторов, как наличие инновационных строительных технологий, высокая квалификация производственного персонала, готового выполнить работу по созданию ПЗРО и подготовке РАО к захоронению в соответствии с критериями приемлемости, поддержка региональных властей и высокий уровень общественной и экологической приемлемости размещения объекта на территории предприятия по обращению с радиоактивными отходами ФГУП «РосРАО» (ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО»).

В материалах предварительной оценки воздействия ПЗРО на окружающую среду представлены основные технические характеристики объекта и транспортно-технологическая схема его эксплуатации.

Приведено краткое описание основных систем, проектируемых для безопасной эксплуатации ПЗРО, включая инженерные системы и системы, обеспечивающие контроль за состоянием окружающей природной среды как в период эксплуатации ПЗРО, так и в постэксплуатационный период.

Проанализированы результаты расчетов по воздействию радиоактивных газоаэрозольных выбросов ПЗРО на население.

Оценены объемы вторичных отходов (радиоактивных и нерадиоактивных), образующихся при создании и эксплуатации ПЗРО.

Выполнен анализ проектных и запроектных аварий, проведенный на детерминистической основе (без привлечения вероятностных характеристик рассматриваемых событий) с учетом специфики региона размещения.

Предложенные решения аккумулируют отечественный и зарубежный опыт по обращению с радиоактивными отходами и учитывают рекомендации МАГАТЭ по безопасной изоляции РАО от среды обитания человека.

Итоговый анализ перечисленных данных показывает, что предусмотренные организационные и технические мероприятия, а также принятые основные технологические решения, используемые для сооружений ПЗРО, обеспечивают техническую и радиационную безопасность создаваемого комплекса и экологическую безопасность для населения и объектов окружающей среды.

Нормальные условия эксплуатации объектов ПЗРО обеспечивают выполнение следующих условий:

- сбросы радиоактивных вод в открытую гидрографическую сеть исключены;
- негативное воздействие на поверхностные и подземные воды, на почвы и геологическую среду, на растительность, животный мир и население отсутствует;
- отрицательное воздействие проведения строительно-монтажных работ сведено к минимуму и не оказывает значимого влияния на окружающую среду.

Расчетные приземные объемные активности и дозовые нагрузки на население от радиоактивных газоаэрозольных выбросов ПЗРО не превышают выбранной квоты облучения населения (предварительный анализ величин выбросов радионуклидов показал, что они составляют лишь долю процента фактического выброса в атмосферу ЛОФ «СЗТО» ФГУП «РосРАО», поэтому выбросов радионуклидов в атмосферный воздух в значительных количествах, способных повлиять на население и окружающую среду, при проведении работ по перегрузке контейнеров с РАО происходить не будет).



Разработанные мероприятия по обращению с вторичными РАО (сбор, переработка, транспортировка, контролируемое хранение) на промышленной площадке ПЗРО гарантируют отсутствие отрицательного влияния объекта на окружающую среду и население.

Нерadioактивные отходы, образующиеся при проведении строительных работ и при закрытии сооружения захоронения, вывозятся на полигоны ТБО или перерабатываются в установленном порядке.

Для обеспечения контроля за влиянием проектируемого ПЗРО на окружающую среду и население в период эксплуатации предусмотрена система мониторинга, в том числе горного.

Активный контроль предусматривается в течение 30 лет до закрытия сооружения захоронения.

После закрытия сооружения захоронения осуществляется пассивный ведомственный контроль в течение 200 лет. Длительность периода пассивного контроля уточняется (при необходимости) на этапе проектирования.

Вариант заглубленного ПЗРО, размещенного в толще глин на глубине около 60 м, в большей степени отвечает требованиям безопасности, чем наземный, в силу природной стабильности геологической формации. Он менее чувствителен к природным воздействиям (землетрясение, ураган, наводнение, ветровая эрозия, изменение климата и др.) и техногенным воздействиям (ударная волна, падение самолета и др.) и террористическим угрозам.

Анализ последствий радиационного воздействия в случае проектной аварии (падение контейнера при загрузке ПЗРО) показал, что максимальные ожидаемые значения доз облучения населения в течение первого года после аварии при наихудших погодных условиях не превысят 10 мкЗв.

При анализе сценария запроектной аварии (падение летательного аппарата на здание перегрузки контейнеров с РАО) максимальные ожидаемые значения доз облучения населения в течение первого года после аварии при наихудших погодных условиях не превысят 0,04 мЗв.

В соответствии п. 6.7 НРБ-99/2009 для таких доз облучения населения не требуется выполнение мер защиты, связанных с нарушением нормальной жизнедеятельности населения, а также хозяйственного и социального функционирования территории.

Многофакторный анализ безопасности проектируемого ПЗРО при нормальных условиях эксплуатации, а также в ряде случаев с учетом проектных и запроектных аварий, позволяет заключить, что создаваемый ПЗРО не будет оказывать регистрируемого негативного воздействия на окружающую природную среду и проживающее в районе расположения объекта население.

Особо необходимо отметить, что в отличие от обычных радиационных объектов, заглубленный ПЗРО исключает случайное облучение.

Строительство регионального ПЗРО позволит:

- снизить риски, обусловленные временным хранением радиоактивных отходов;
- отказаться от тупиковых решений по строительству новых временных хранилищ РАО (резерв существующих в регионе хранилищ РАО практически исчерпан);
- обеспечить окончательную изоляцию РАО и, таким образом, исключить возложение бремени решения проблемы накопленных отходов на последующие поколения
- обеспечить соответствие создаваемой в Российской Федерации системы обращения с РАО современным мировым стандартам безопасности.

## 17. Перечень принятых сокращений

|              |                                                               |
|--------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>АСКРО</b> | – автоматизированная система контроля радиационной обстановки |
| <b>ГРО</b>   | – газообразные радиоактивные отходы                           |
| <b>ГМ СМ</b> | – геомеханическая служба мониторинга                          |
| <b>ДВ</b>    | – допустимый выброс                                           |
| <b>ДОН</b>   | – декларация о намерениях                                     |
| <b>ЖРО</b>   | – жидкие радиоактивные отходы                                 |
| <b>ЗА</b>    | – запроектная авария                                          |
| <b>ЗАО</b>   | – закрытое акционерное общество                               |
| <b>ЗКД</b>   | – зона контролируемого доступа                                |
| <b>ЗН</b>    | – зона наблюдения                                             |
| <b>ИИИ</b>   | – источники ионизирующего излучения                           |
| <b>КПП</b>   | – контрольно-пропускной пункт                                 |
| <b>ЛА</b>    | – летательный аппарат                                         |
| <b>ЛВД</b>   | – лаборатория внешней дозиметрии                              |
| <b>ЛРБ</b>   | – лаборатория радиационной безопасности                       |
| <b>МРЗ</b>   | – максимальное расчетное землетрясение                        |
| <b>НД</b>    | – нормативные документы                                       |
| <b>ОБИН</b>  | – обоснование инвестиций                                      |
| <b>ОНАО</b>  | – очень низко активные отходы                                 |
| <b>ООПТ</b>  | – особо охраняемые природные территории                       |
| <b>ОЯТ</b>   | – отработавшее ядерное топливо                                |
| <b>ПА</b>    | – проектная авария                                            |
| <b>ПД</b>    | – предельная доза                                             |
| <b>ПДВ</b>   | – предельно допустимый выброс                                 |
| <b>ПЗ</b>    | – проектное землетрясение                                     |
| <b>ПЗРО</b>  | – пункт захоронения радиоактивных отходов                     |
| <b>РАО</b>   | – радиоактивные отходы                                        |
| <b>СЗЗ</b>   | – санитарно-защитная зона                                     |
| <b>СИЗ</b>   | – средства индивидуальной защиты                              |

|             |                                                     |
|-------------|-----------------------------------------------------|
| <b>СРК</b>  | – система радиационного контроля                    |
| <b>СФЗ</b>  | – система физической защиты                         |
| <b>ТБО</b>  | – твердые бытовые отходы                            |
| <b>ТК</b>   | – транспортные контейнеры                           |
| <b>ТРО</b>  | – твердые радиоактивные отходы                      |
| <b>ТУК</b>  | – транспортный упаковочный комплект                 |
| <b>УВ</b>   | – уровень вмешательства                             |
| <b>ФГУП</b> | – Федеральное государственное унитарное предприятие |

# **18. Перечень действующих нормативно-правовых актов РФ, использованных при подготовке предварительных материалов ОВОС**

| Номер<br>и дата введения документа                                                                                                                             | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Федеральный закон РФ<br>от 10.01.2002 № 7-ФЗ                                                                                                                   | Об охране окружающей среды                                                                                                                                                                                                                                    |
| Федеральный закон РФ<br>от 09.01.1996 № 3-ФЗ                                                                                                                   | О радиационной безопасности населения                                                                                                                                                                                                                         |
| Федеральный закон РФ<br>от 30.03.1999 № 52-ФЗ                                                                                                                  | О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения                                                                                                                                                                                                         |
| Федеральный закон РФ<br>от 04.05.1999 № 96-ФЗ                                                                                                                  | Об охране атмосферного воздуха                                                                                                                                                                                                                                |
| Федеральный закон РФ<br>от 23.11.1995 № 174-ФЗ                                                                                                                 | Об экологической экспертизе                                                                                                                                                                                                                                   |
| Федеральный закон РФ<br>от 11.07.2011 № 190-ФЗ                                                                                                                 | Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации                                                                                                                                           |
| Федеральный закон РФ<br>от 21.12.1994 № 68-ФЗ                                                                                                                  | О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера                                                                                                                                                                  |
| Федеральный закон РФ<br>от 25.10.2001 N 136-ФЗ                                                                                                                 | Земельный кодекс Российской Федерации                                                                                                                                                                                                                         |
| Федеральный закон РФ<br>от 21.02.92 № 2395-1                                                                                                                   | О недрах                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Федеральный закон РФ<br>от 24.04.1995 № 53-ФЗ                                                                                                                  | О животном мире                                                                                                                                                                                                                                               |
| Федеральный закон РФ<br>от 14.03.1995 № 33-ФЗ                                                                                                                  | Об особо охраняемых природных территориях                                                                                                                                                                                                                     |
| Федеральный закон<br>от 04.05.2011 N 99-ФЗ                                                                                                                     | О лицензировании отдельных видов деятельности.                                                                                                                                                                                                                |
| Федеральный закон РФ<br>от 30.12.09 № 384-ФЗ                                                                                                                   | Технический регламент «О безопасности зданий и сооружений»                                                                                                                                                                                                    |
| Решение № 46 от 27.03.2006                                                                                                                                     | «Об утверждении «Положения о контроле в области охраны окружающей среды (муниципальном экологическом контроле) на территории муниципального образования Сосновоборский городской округ Ленинградской области»                                                 |
| Постановление Администрации Сосновоборского городского округа от 10.02.2010 № 214                                                                              | Административный регламент проведения общественных обсуждений по оценке воздействия на окружающую среду при реализации планируемой или осуществляемой хозяйственной и иной деятельности на территории МО Сосновоборский городской округ Ленинградской области |
| Постановление Администрации Сосновоборского городского округа от 09.10.2009 № 1654 (с изм., внесенными постановлением Администрации Сосновоборского городского | Административный регламент проведения мероприятий по муниципальному экологическому контролю на территории МО Сосновоборский городской округ Ленинградской области                                                                                             |

|                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| округа от 10.11.2009 №1845)                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                               |
| Постановление<br>правительства<br>Ленинградской области от<br>19.08.2010 № 219<br>(с изм., внесенными<br>постановления<br>правительства<br>Ленинградской области от<br>11.07.2011 № 210) | Сводный перечень целей и задач правительства Ленинградской области по социально-экономическому развитию Ленинградской области на период до 2013года и стратегическую перспективу до 2025 года |
| Закон Ленинградской области от 22.09.2011, № 72-оз                                                                                                                                       | Концепция социально-экономического развития Ленинградской области на стратегическую перспективу до 2025г.                                                                                     |
| СП 2.6.1.2523-09                                                                                                                                                                         | Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).                                                                                                                                                |
| СП 2.6.1.2612-10                                                                                                                                                                         | Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010).                                                                                                           |
| СП 2.6.6.1168-02<br>(с изм. и доп. № 1<br>СанПиН 2.6.6.2796-10)                                                                                                                          | Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002 с изм. № 1).                                                                                                               |
| СанПиН 2.6.1.24-03                                                                                                                                                                       | Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций СП АС-03                                                                                                                     |
| СанПиН 2.3.2.1078-01,<br>с изменениями                                                                                                                                                   | Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов                                                                                                                    |
| СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03                                                                                                                                                               | Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов                                                                                                    |
| СанПиН 2.6.1.1281-03                                                                                                                                                                     | Санитарные правила по радиационной безопасности персонала и населения при транспортировании радиоактивных материалов                                                                          |
| СанПиН 2.6.1.07-2003<br>(СПП ПУАП-03)                                                                                                                                                    | Гигиенические требования к проектированию предприятий и установок атомной промышленности                                                                                                      |
| СанПиН 2.2.3.1384-03                                                                                                                                                                     | Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ                                                      |
| ГН 2.1.6.1339-03                                                                                                                                                                         | Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Москва, 2003                                                                 |
| ГН 2.1.6.2509-07                                                                                                                                                                         | Ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атм возд населенных мест                                                                                           |
| СНиП II 7-81*                                                                                                                                                                            | Строительство в сейсмических районах                                                                                                                                                          |
| СНиП 41-01-2003                                                                                                                                                                          | Отопление, вентиляция и кондиционирование                                                                                                                                                     |
| СНиП 2.04.01-85*                                                                                                                                                                         | Внутренний водопровод и канализация зданий                                                                                                                                                    |
| СНиП 2.04.02-84*                                                                                                                                                                         | Водоснабжение. Наружные сети и сооружения                                                                                                                                                     |
| СНиП 2.04.03-85                                                                                                                                                                          | Канализация. Наружные сети и сооружения                                                                                                                                                       |
| СНиП 3.05.01-85                                                                                                                                                                          | Внутренние санитарно-технические системы                                                                                                                                                      |
| СНиП 23-01-99*                                                                                                                                                                           | Строительная климатология. ГУП ЦПП, 2000                                                                                                                                                      |
| СНиП 2.01.07-85*                                                                                                                                                                         | Нагрузки и воздействия                                                                                                                                                                        |
| СНиП 22-01-95                                                                                                                                                                            | Геофизика опасных природных воздействий                                                                                                                                                       |
| СНП-77                                                                                                                                                                                   | Санитарные нормы проектирования предприятий и установок атомной промышленности.                                                                                                               |
| СТП 6.019-88                                                                                                                                                                             | Эталон ТЭО, ТЭР проектирования и строительства новых, расширение, реконструкция и технического перевооружения действующих промышленных предприятий и сооружений.                              |

|                   |                                                                                                                                          |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| РДС 82-202-96     | Правила разработки и применения нормативов трудноустраняемых потерь и отходов материалов в строительстве                                 |
| ПНАЭ Г-14-038-96  | Требования к отчету по обоснованию безопасности пунктов хранения радиоактивных отходов в части учета внешних воздействий                 |
| НП-019-2000       | Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности                                    |
| НП-020-2000       | Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твердых радиоактивных отходов. Требования безопасности                                   |
| НП-021-2000       | Обращение с газообразными радиоактивными отходами. Требования безопасности                                                               |
| НП-038-11         | Общие положения обеспечения безопасности радиационных источников.                                                                        |
| НП-053-04         | Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов                                                                      |
| НП-055-04         | Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности                                                 |
| НП-058-04         | Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения                                                                    |
| НП-064-05         | Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии                                |
| НП-069-06         | Приповерхностное захоронение радиоактивных отходов. Требования безопасности                                                              |
| РБ-011-2000       | Оценка безопасности приповерхностных хранилищ радиоактивных отходов                                                                      |
| РБ-022-01         | Рекомендации по оценке характеристик смерча для объектов использования атомной энергии                                                   |
| РБ-023-02         | Рекомендации по установлению критериев приемлемости кондиционированных радиоактивных отходов для их хранения и захоронения               |
| РБ-036-06         | Мониторинг инженерно-геологических условий размещения объектов ядерного топливного цикла                                                 |
| ОНД-86            | Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). Госкомгидромет, 1987  |
| ГОСТ 8020-90      | Конструкции бетонные и железобетонные для колодцев канализационных, водопроводных, газопроводных сетей. Технические условия.             |
| ГОСТ Р 50996-96   | Сбор, хранение, переработка и захоронение радиоактивных отходов. Термины и определения.                                                  |
| ГОСТ Р 51824-2001 | Контейнеры защитные невозвратные для радиоактивных отходов из конструкционных материалов на основе бетона. Общие технические требования. |
| ГОСТ Р 51883-2002 | Отходы радиоактивные цементированные. Общие технические требования.                                                                      |
| ГОСТ Р 29507-96   | Отходы радиоактивные битумированные. Общие технические требования.                                                                       |
| ГОСТ Р 52037-2003 | Могильники приповерхностные для захоронения радиоактивных отходов. Общие требования.                                                     |

|                   |                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Т-НВК-03-82       | Наблюдательные скважины для промплощадок и городских территорий                                                                                                                                 |
| МУК 2.6.1.29-2000 | Методических указаниях по расчету допустимых сбросов радиоактивных веществ в поверхностные воды                                                                                                 |
| МПА-98            | Методические указания по расчету радиационной обстановки в окружающей среде и ожидаемого облучения при кратковременных выбросах радиоактивных веществ в атмосферу. Технический документ МПА-98. |
|                   | Рекомендации по экологическому сопровождению инвестиционно-строительных проектов утверждены Госстроем России 01.06.1998 № 9-10-17/28                                                            |
|                   | Научно – прикладной справочник по климату СССР                                                                                                                                                  |
|                   | Руководство по установлению допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферу (ДВ-98). Том 1.                                                                                               |



## 19. Список использованных источников

1. Пункт захоронения радиоактивных отходов низкого и среднего уровня активности в районе размещения Ленинградского отделения филиала «Северо-Западного территориального округа ФГУП «РосРАО». Обоснование инвестиций. Том 1. Пояснительная записка. Инв. № 10-05668. Санкт-Петербург, ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ», 2010.
2. Интегральные оценки накопления РАО, подготовленных для захоронения в Федеральном и региональных ПЗРО, по предприятиям Госкорпорации «Росатом». Обоснование единой схемы размещения структурных элементов ЕГС РАО до 2030 года с использованием методов моделирования движения материальных потоков РАО. Отчёт. ОАО «ВНИПИпромтехнологии», Арх. № А-13930дсп, Москва, 2013.
3. Изучение инженерно-геологических и гидрогеологических свойств вендских глин с целью проведения геологических работ по созданию и ведению мониторинга состояния недр на промплощадке ФГУП ЛСК «Радон». Институт геоэкологии РАН, Санкт-Петербургское отделение, договор № 03/07 от 14.08.2007. Санкт-Петербург, 2008.
4. Ленинградская АЭС. Энергоблок 4. Охрана окружающей среды при подъеме и работе энергоблока № 4 Ленинградской АЭС на мощности выше номинальной. 210010.1008417.00004.910ОС.32. ОАО «Атомэнергопроект», Москва, 2009.
5. Пункт захоронения радиоактивных отходов низкого и среднего уровня активности в районе размещения Ленинградского отделения филиала «Северо-Западного территориального округа ФГУП «РосРАО». Ходатайство (Декларация) о намерениях. Книга 2. Пояснительная записка. Инв. № 10 06042. Санкт-Петербург, ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ», 2010.
6. Озябкин В.Н., Озябкин С.В. Оценка режима близповерхностных вод и миграции радионуклидов вблизи временного хранилища РАО ЛСК «Радон» (г. Сосновый Бор). Исследовательская группа СОФДЭК (Санкт-Петербургский Университет, геологический факультет, кафедра гидрогеологии), Санкт-Петербург, 1999.
7. Хранилище короткоживущих отходов низкой и средней активности в Ленинградской области. Проект TACIS R4.05/04 (VNI-LRP1-TEC-T7.7). Обоснование инвестиций. Том 3. Технологические решения. Инв. № 08-05674. Санкт-Петербург, ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ», 2008.
8. Хранилище короткоживущих отходов низкой и средней активности в Ленинградской области. Проект TACIS R4.05/04 (VNI-LRP1-TEC-T7.7). Обоснование инвестиций. Том 12. Предварительная оценка радиационной безопасности. NDA, 2008.

9. NCRP. Recommended screening limits for contaminated surface soil and review factors relevant to site-specific studies. NCRP report No. 129. NCRP, Bethesda USA, 1999.
10. Бочеввер Ф.М., Орадовская А.Е. Гидрогеологическое обоснование защиты подземных вод и водозаборов от загрязнений. Москва, «Недра», 1972, 128 с.
11. Мироненко В.А., Румынин В.Г. Проблемы гидрогеоэкологии. Том 1. Теоретическое изучение и моделирование геомиграционных процессов. Москва, Издательство Московского государственного горного университета, 1998, 611 с.
12. Андерсон Е. Б., Савоненков В. Г., Шабалев С. И. Перспективы создания подземных могильников РАО в нижнекембрийских глинах Ленинградской области // Труды Радиевого института им. В. Г. Хлопина, т. XI, 2006 с. 105-132
13. T. Vieno, H. Nordman and V. Taivassalo. Post-Closure Safety Analysis of a Rock Cavern Repository for Low and Medium Level Waste. Radioactive Waste Management and the Nuclear Fuel Cycle, Vol. 17(2). pp. 139-159, 1993.
14. Серебряков Б.Е. Расчет миграции радионуклидов из мест захоронения. Атомная энергия, т. 79, вып. 5, ноябрь 1995.
15. M.D. Siegel, M.S. Chu, R.E. Pepping. Compliance Assesments of Hypothetical Geological Nuclear Waste Isolation System with the Draft EPA Standard // Nat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 15, 1983, pp. 497-506.
16. Хранилище короткоживущих отходов низкой и средней активности в Ленинградской области. Проект TACIS R4.05/04 (VNI-LRP1-ТЕС-T7.7). Обоснование инвестиций. Том 5. Организация строительства. Инв. № 08-05676. Санкт-Петербург, ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ», 2008.
17. Румынин В.Г., Панкина Е.Б., Якушев М.Ф. и др. Оценка влияния атомно-промышленного комплекса на подземные воды и смежные природные объекты (г. Сосновый Бор Ленинградской области). СПб.: Изд. С.-Петерб. ун-та. 2003. – 203 с.
18. Кабаков Л. Г., Скопенко Н. Ф. Оценка геодинамического состояния территории Ленинградской области // Геология и геофизика, 1992, № 10, с. 25-31.
19. Скороспелкин С. А. Геотектоническое развитие и перспективы алмазоносности Восточно-Европейской платформы / Геология и геофизика, 1992, № 10, с. 25-31.
20. Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации (ОСР-97) – М., ОПФЗ РАН, 1998.
21. Проскуряков В. В., Николаев Ю. В., Стуккей Г. А. и др. Геологическая среда Ленинградской области и Санкт-Петербурга и её значение в решении хозяйственных и социальных проблем / Разведка и охрана недр, 1998, № 7-8, с. 21-23.
22. Медведев Н. И. Модель колебаний блоков земной коры после землетрясения // Геология и геофизика, 1986, № 4, с. 76-83.

- 23.Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".  
Статья 68.
24. Информация о социально-экономическом развитии Сосновоборского городского округа за 2009 год.
- 25.Отчет о выполнении Программы социально-экономического развития Сосновоборского городского округа на 2010-2014 годы за 2010 год
- 26.Газета Маяк  
(<http://www.mayak.sbor.net/index.php?module=articles&func=display&ptid=11&catid=91&aid=2463>)
- 27.Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03. Минздрав России, Москва, 2003 г.
- 28.Инструкция по разработке раздела "Охрана окружающей среды" проектной документации на стадиях ТЭО, проект (рабочий проект) для строительства в г. Москве. 1994 г.
- 29.Обобщенный перечень ПДК вредных веществ в воде водных объектов, используемых в рыбохозяйственных целях. В кн.: Контроль химических и биологических параметров ОС. П./ред. Л.К. Исаева, СПб, 1998 год
- 30.ГН 2.1.5.689-98. (ГН 2.1.5.690-98) ПДК (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, М., Минздрав России, 1998 г.; ГН 2.1.5.963а-00 Дополнение к ГН 2.1.5.690-98;
- 31.Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник, Л., Химия, 1985,;  
Вредные вещества в промышленности. под ред. Лазарева В.С., т. 1-3, Л., Химия, 1977
- 32.Новый справочник химика и технолога. Основные свойства неорганических, органических и элементоорганических соединений. СПб, АНО НПО "Мир и семья", 2002 г.; Справочник химика, Л., Химия, 1971 год
- 33.Проведение инженерно-геологических изысканий на площадке размещения пункта захоронения радиоактивных отходов (Ленинградское отделение ФГУП «РосРАО») ТОМ 5,. ИГЭ РАН 2011год.
- 34.Концепция социально-экономического развития Ленинградской области на стратегическую перспективу до 2025г, введена законом ленинградской области от 22.09.2011, № 72-оз.
- 35.Информация о социально-экономическом развитии Сосновоборского городского округа за 9 месяцев 2010 года, Администрация МО Сосновоборский городской округ Ленинградской области, отдел экономического развития, г.Сосновый Бор, 2010

36. Сводный перечень целей и задач правительства Ленинградской области по социально-экономическому развитию Ленинградской области на период до 2013 года и стратегическую перспективу до 2025 года (утв. постановлением правительства Ленинградской области от 19.08.2010 № 219, действующим в ред. постановления правительства Ленинградской области от 11.07.2011 № 210)
37. Постановление правительства Ленинградской области от 11.02.2011 № 22 «О территориальной программе государственных гарантий оказания бесплатной медицинской помощи в Ленинградской области на 2011г»
38. Доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в Ленинградской области в 2010 году, Управление Роспотребнадзора Ленинградской области; Санкт-Петербург, 2011г.
39. «Заглубленный пункт захоронения радиоактивных отходов низкого и среднего уровня активности в районе размещения Ленинградского отделения филиала «Северо-Западного территориального округа ФГУП «РосРАО», Материалы ОВОС, ФГУП «РосРАО», ВНИПИЭТ, Москва, 2011.
40. Материалы, VI региональный общественный форум-диалог «Атомные производства, общество, безопасность 2013».
41. Отчет об экологической безопасности по итогам 2012 года, Росэнергоатом, Ленинградская АЭС, 2012.
42. «Об экологической ситуации в Ленинградской области в 2012 году», Администрация Ленинградской области, Комитет по природным ресурсам Ленинградской области, С-Петербург, 2013г.
43. «Информация о социально-экономическом развитии Сосновоборского городского округа за 2012 год», Администрация муниципального образования Сосновоборский городской округ Ленинградской области, Отдел экономического развития, 2012г.
44. «Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2012 году», Ежегодник, Росгидромет, 2013.