

УДК 620

**ПУНКТ ГЛУБИННОГО ЗАХОРОНЕНИЯ  
РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ  
THE POINT OF DEEP BURIAL OF RADIOACTIVE WASTE**

А.И. Васильева, С.В. Зеньков

Научный руководитель – Ю.В. Суходолов, доцент  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
ef@bntu.by

A. Vasileva, S. Zenkov

Supervisor – Yu. Sukhodolov, Candidate of Technical Sciences, Docent  
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** описание устройства ПГЗРО и методов определения его безопасности и надежности.*

***Abstract:** description of the DDFRWC device and methods for determining its safety and reliability.*

***Ключевые слова:** радиоактивные отходы, радиация, безопасность, захоронение.*

***Keywords:** radioactive waste, radiation, safety, burial.*

### **Введение**

Пункт глубинного захоронения радиоактивных отходов (ПГЗРО) — это сооружение на глубине более 100 метров от поверхности земли, предназначенное для размещения высокоактивных тепловыделяющих и среднеактивных долгоживущих РАО без намерения их последующего извлечения и обеспечивающее радиационную безопасность работников такого пункта, населения и окружающей среды в течение периода потенциальной опасности РАО. [1]

Пункт глубинного захоронения (ПГЗРО) предназначен для глубинного захоронения долгоживущих ВАО с высоким тепловыделением (РАО класса 1) и долгоживущих ВАО и САО с незначительным тепловыделением (РАО класса 2). Предварительный этап к созданию ПГХРО — создание на площадке Подземной исследовательской лаборатории (ПИЛ). РАО класса 1 планируется захоранивать в вертикальных скважинах глубиной 75 метров, в толстостенных пеналах, с мощным бентонитовым барьером, а РАО класса 2 планируется размещать в штабелях контейнеров в горизонтальных подземных выработках.

Первая очередь ПГЗРО создается с целью окончательного вывода из сферы жизнедеятельности ранее накопленных наиболее экологически опасных долгоживущих ВАО и САО, находящихся в наземных временных хранилищах.

Подземная исследовательская лаборатория — первоначальный этап сооружения ПГЗРО, в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ и международным опытом выполнения аналогичных работ. Она необходима для обоснования долговременной безопасности глубинного захоронения долгоживущих РАО.

В задачи подземной лаборатории входит: дополнительные исследования характеристик вмещающего массива горных пород; подтверждение пригодности массива пород для безопасного глубинного захоронения долгоживущих РАО; исследование и обоснование изолирующих свойств системы инженерных барьеров; отработка технических решений и транспортно-технологических схем строительства и эксплуатации объекта захоронения РАО; обучение производственного персонала.

### **Основная часть**

Оценку долговременной безопасности пунктов глубинного захоронения радиоактивных отходов рекомендуется выполнять с целью подтверждения способности системы захоронения радиоактивных отходов ограничивать радиационное воздействие пунктов глубинного захоронения радиоактивных отходов на население и окружающую среду пределами, установленными санитарными правилами и нормами радиационной безопасности, с учетом всех значимых событий, явлений и факторов, влияющих на выход радионуклидов из пунктов глубинного захоронения радиоактивных отходов и их перенос в окружающей среде, в том числе с учетом цепочек радиоактивных превращений. [2]

При проведении оценки долговременной безопасности пунктов глубинного захоронения радиоактивных отходов рекомендуется выполнять прогнозные расчеты миграции радионуклидов в системе захоронения радиоактивных отходов и окружающей среде (биосфере) и радиационного воздействия пунктов глубинного захоронения радиоактивных отходов на население, а также прогнозы развития процессов и явлений, учитываемых в различных сценариях (далее — прогнозные расчеты). [2]

В зависимости от этапа жизненного цикла ПГЗРО оценку долговременной безопасности ПГЗРО рекомендуется выполнять на основе консервативного или реалистичного подходов или их комбинации.

При использовании консервативного подхода к оценке долговременной безопасности ПГЗРО рекомендуется в сценариях и расчетной модели в качестве исходных данных и расчетных параметров использовать данные (в пределах допустимых диапазонов их значений), а также допущения, предположения и граничные условия, заведомо приводящие к наиболее неблагоприятным результатам, то есть в предположении максимального радиационного воздействия ПГЗРО на критическую группу населения.

При использовании реалистичного подхода к оценке долговременной безопасности ПГЗРО рекомендуется в сценариях и расчетной модели в качестве исходных данных и расчетных параметров использовать характеристики ПГЗРО и условий площадки и района его размещения, граничные условия там, где это возможно, подтвержденные исследованиями, в том числе в ПИЛ, научно обоснованные допущения и предположения.

С целью определения статистических характеристик результатов расчетной модели рекомендуется выполнять статистическую обработку результатов многовариантных расчетов. Оценку долговременной безопасности ПГЗРО на этапе размещения рекомендуется выполнять на основе консервативного подхода.

На основании исходных данных о характеристиках ПГЗРО и условиях его размещения рекомендуется разрабатывать сценарии, представляющие собой возможные последовательности событий, явлений и факторов, а также процессов, происходящих в системе захоронения РАО.

В сценариях рекомендуется учитывать:

- 1) свойства (условия, характеристики, особенности) ПГЗРО, площадки и района его размещения, влияющие на долговременную безопасность ПГЗРО;
- 2) внешние воздействия природного и техногенного происхождения, свойственные району размещения и площадке ПГЗРО;
- 3) процессы, определяющие миграцию радионуклидов в системе захоронения РАО и окружающей среде, в том числе выход радионуклидов из компаундов (матричных материалов с включенными в них РАО) и упаковок РАО;
- 4) факторы, которые могут прямо или косвенно влиять на миграцию радионуклидов в системе захоронения РАО и окружающей среде;
- 5) возможные пути миграции радионуклидов в системе захоронения РАО и окружающей среде;
- 6) исходные события, учитываемые при оценке долговременной безопасности системы захоронения РАО, установленные федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии;
- 7) механизмы облучения критической группы населения.

Обоснование учета в сценариях событий, явлений и факторов рекомендуется выполнять качественно и количественно, основываясь на результатах специализированных прогнозных оценок и исследований, выполненных в том числе в ПИЛ. В рамках консервативного подхода допускается использовать экспертный метод, основанный на анализе и формализации мнений квалифицированных специалистов, их знании характеристик ПГЗРО и условий его размещения, возможных состояний системы захоронения РАО и ее эволюции в предполагаемых условиях, а также имеющегося опыта.

В зависимости от частоты реализации учитываемых событий, явлений и факторов рекомендуется разрабатывать сценарии следующих типов:

- 1) сценарий нормальной эволюции (наиболее вероятный сценарий), то есть последовательность наиболее вероятных событий, явлений и факторов, в том числе процессов, влияющих на долговременную безопасность ПГЗРО;
- 2) альтернативные сценарии, то есть вероятные отклонения системы захоронения РАО от ее нормальной эволюции, которые могут приводить к более негативным последствиям для системы захоронения РАО, приводящим к изменению механизмов, путей и (или) скорости миграции радионуклидов в системе захоронения РАО и окружающей среде, включая маловероятные сценарии, обусловленные катастрофическими внешними воздействиями природного и техногенного характера на площадке размещения ПГЗРО.

При разработке сценария нормальной эволюции рекомендуется учитывать постепенное снижение защитных, задерживающих, прочностных и изолирующих свойств инженерных барьеров безопасности со временем в результате внутренних воздействий и процессов.

При разработке альтернативных сценариев рекомендуется учитывать:

1) внешние воздействия природного и техногенного происхождения, свойственные району размещения ПГЗРО, способные привести к ухудшению изолирующих и прочностных свойств естественных барьеров безопасности, нарушению целостности и отказам инженерных барьеров безопасности;

2) внутренние воздействия и недостатки в системе инженерных барьеров безопасности, приводящие к их отказам и раннему выходу из строя, включая возникновение СЦР после закрытия ПГЗРО, дефекты производственного характера, ошибки при создании системы инженерных барьеров безопасности;

3) непреднамеренное вторжение человека в систему захоронения РАО, включая буровые и горные работы, различные виды промышленной деятельности на площадке ПГЗРО, приводящие в том числе к вскрытию ячеек захоронения РАО.

### **Заключение**

ПГЗРО являются крайне важные объектами, к которым необходимо подходить максимально ответственно. Следует рассмотреть всевозможные варианты развития событий и их последствия.

### **Литература**

1. Проектирование и строительство подземной исследовательской лаборатории для изучения вопросов захоронения РАО классов 1 и 2 [Электронный ресурс]/ФЦП ЯРБ.РФ- Режим доступа : <https://xn----btb4bfrm9d.xn--p1ai/about/events-program/direction1event8/>.- Дата доступа : 17.04.2023.

2. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии [Электронный ресурс]/ Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору- Режим доступа : [https://docs.secnrs.ru/documents/rbs/РБ-003-21/РБ-003-21.html#\\_Тос68600418](https://docs.secnrs.ru/documents/rbs/РБ-003-21/РБ-003-21.html#_Тос68600418).- Дата доступа : 17.04.2023.