



МАЯК
РОСАТОМ

**Федеральное государственное унитарное
предприятие «Производственное
объединение «Маяк»
(ФГУП «ПО «Маяк»)**

пр. Ленина, д. 31, г. Озерск,
Челябинская обл., 456784
Телефон (35130) 3 70 11, 3 31 05,
факс (35130) 3 38 26
E-mail: mayak@po-mayak.ru
ОКПО 07622740, ОГРН 1027401177209,
ИНН 7422000795, КПП 741301001

19.01.2026 № 193-5.8/253

На № _____ от _____

Отзыв на диссертацию

УТВЕРЖДАЮ

Советник генерального директора по
науке и экологии, докт. техн. наук

Мокров Ю. Г.

2026 г.



19 01

ОТЗЫВ

на диссертацию Павлова Дмитрия Игоревича
«Выбор и научно-техническое обоснование приповерхностного способа
захоронения радиоактивных отходов классов 3 и 4»,
представленную на соискание ученой степени кандидата наук по специальности:
2.4.9. «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная
безопасность», и отрасли науки «технические науки»

Актуальность темы

Диссертационное исследование, выполненное Д.И. Павловым, посвящено вопросам окончательной изоляции низко- и среднеактивных радиоактивных отходов (РАО): выбору контейнеров, способам окончательной изоляции РАО, конструкциям приповерхностных пунктов захоронения РАО (ППЗРО), инженерным барьерам безопасности (ИББ) сооружений захоронения РАО.

Большая часть накопленных и образующихся в Российской Федерации удаляемых РАО относится к отходам низкого и среднего уровня активности и соответствует классам 3 и 4 по классификации РАО для целей захоронения. Для окончательной изоляции данных РАО в Российской Федерации в 2016 году введен в эксплуатацию первый ППЗРО в Свердловской области, завершается строительство ещё двух ППЗРО в Челябинской и Томской областях. Сооружения захоронения данных ППЗРО разработаны по однотипным решениям – с размещением РАО класса 3 и РАО класса 4 в заглубленных относительно

поверхности земли железобетонных ограждающих конструкциях с подстилающим экраном из глины и многослойным покрывающим экраном из глины, щебня, песка и других материалов. Выбор данных решений подтверждён выполненными оценками безопасности и обусловлен наличием отработанных технологий возведения аналогичных ППЗРО, однако не является единственно возможным, учитывая многообразие технологий окончательной изоляции РАО и различные характеристики РАО класса 3 и РАО класса 4. В связи с этим актуальными остаются вопросы, касающиеся выбора оптимального способа захоронения РАО классов 3 и 4.

Разработка методического подхода к выбору технологий окончательной изоляции РАО классов 3 и 4 будет способствовать развитию инфраструктуры для обращения с РАО на заключительных стадиях, позволит найти наиболее рациональные способы реализации задач единой государственной системы обращения с РАО.

Таким образом, актуальность темы диссертационной работы не вызывает сомнений.

Оценка содержания диссертации и её завершённости

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы, приложения. Общий объём работы составляет 182 страницы основного текста, включая 37 таблиц и 76 рисунков. Список использованных источников содержит 215 наименований.

В Главе 1 выполнен анализ технологий окончательной изоляции РАО в РФ и в других странах, выявлены тенденции в технологиях создания пунктов захоронения РАО, определены достоинства и недостатки различных решений в области обращения с РАО на заключительных стадиях. Автором сделан вывод о целесообразности проработки варианта наземного размещения сооружений захоронения и дифференциации требований к ИББ для РАО класса 3 и РАО класса 4.

В Главе 2 проведен анализ системы ИББ ППЗРО, предъявлены требования к каждому ИББ и определены их характеристики для типового наземного ППЗРО. Разработана схема с данными по возможным вариантам технических решений для приповерхностного захоронения РАО (матрица технических решений), исследованы данные варианты. Определены основные факторы, оказывающие влияние на стоимость и безопасность окончательной изоляции РАО, выполнено ранжирование данных факторов.

В Главе 3 разработан облик перспективного наземного ППЗРО для РАО классов 3 и 4. Разработаны и обоснованы технические решения по контейнерному парку, по ограждающим конструкциям ППЗРО, по покрывающему и подстилающему экранам, по выбору буферных материалов.

В главе 4 выполнены оценки безопасности для предложенной конструкции перспективного наземного ППЗРО и рассчитан экономический эффект от реализации технических решений по приповерхностному захоронению РАО.

В заключении проведен анализ достигнутых целей и задач диссертационного исследования. Отмечено, что разработанный методический подход позволил достигнуть экономического эффекта при строительстве наземного ППЗРО около 20 % по сравнению с заглублённым ППЗРО. При этом соблюдены все требования федеральных норм и правил, регулирующих обращение с РАО, санитарных правил в области обеспечения радиационной безопасности, а также законодательства Российской Федерации об охране окружающей среды.

Научная новизна работы

В ходе выполнения диссертационной работы автор использовал системный подход к выбору технологий окончательной изоляции РАО, разработал метод проектирования ППЗРО, позволяющий найти наиболее экономичный и безопасный способ захоронения РАО. В ходе выполнения работы, обобщая существующий опыт и практики обращения с РАО, в процессе разработки предложений по захоронению РАО получены новые данные по обоснованию безопасности ППЗРО, функциям ИББ, материалам ИББ, конструкции контейнеров для захоронения РАО, технико-экономическим показателям ППЗРО. Научная новизна диссертационной работы заключается в:

- разработке и применении нового метода проектирования ППЗРО, заключающегося в выборе вариантов контейнеризации и захоронения РАО из множества возможных технических решений на основе комплексного анализа факторов, влияющих на стоимость и безопасность захоронения РАО;
- систематизации данных о назначении и функциях ИББ исходя из анализа долговечности материалов ИББ и сценариев эволюции ППЗРО;
- исследовании роли ограждающих конструкций и подстилающего экрана при реализации сценария «перелива» ППЗРО применительно к материалам с разными коэффициентами фильтрации, в частности цеолитовым сорбентам и глинистым материалам;

- оценке миграции радионуклидов через различные материалы подстилающего экрана ППЗРО;
- обосновании целесообразности применения нового парка контейнеров для захоронения РАО класса 4;
- исследовании зависимости стоимости захоронения РАО классов 3 и 4 от компоновочных решений сооружений захоронения, габаритов покрывающего экрана ППЗРО, стоимости контейнеров, вместимости сооружений захоронения.

Достоверность полученных научных результатов и выводов подтверждается обширным обзором научно-технической литературы по исследуемой проблематике, использованием сертифицированных программных продуктов для выполнения моделирования и расчетов, публикациями автора основных полученных результатов в рецензируемых изданиях и представлением результатов диссертационного исследования на российских и международных научных конференциях.

Практическая значимость работы

Диссертационная работа имеет большой потенциал для практического применения.

Типовые решения по конструкциям сооружений захоронения РАО классов 3 и 4, разработанные Д.И. Павловым, могут быть использованы при создании новых ППЗРО как в РФ, так и в других странах, для которых РФ является поставщиком услуг в сфере атомной энергии.

К практически значимым результатам работы относятся:

- предложенный автором способ захоронения РАО классов 3 и 4 (наземный), обеспечивающий безопасность и предъявляющий минимальные требования к гидрогеологическим особенностям площадки размещения ППЗРО;
- разработанные автором требования к характеристикам ИББ для РАО классов 3 и 4, параметры ИББ, которые подлежат контролю (данные требования и параметры могут быть использованы в качестве практических рекомендаций для проектирования и строительства типовых сооружений захоронения РАО);
- типовые решения по конструкциям сооружений захоронения РАО классов 3 и 4;
- предложения по использованию новых типов контейнеров для РАО класса 4;
- предложения по сокращению полной стоимости обращения с РАО на конечных стадиях за счет снижения затрат на приобретение контейнеров, на возведение ограждающих конструкций, на создание покрывающих экранов.

Результаты диссертационного исследования внедрены при разработке концептуального проекта ППЗРО для стран-потребителей услуг сбалансированного ядерного топливного цикла, в том числе для Белорусской АЭС, а также могут быть использованы при разработке отраслевых стандартов на проектирование ППЗРО.

Замечания по содержанию диссертации

Несмотря на многочисленные достоинства диссертационной работы, к ней имеется ряд замечаний:

- имеются существенные различия в приводимых значениях суммарной активности образующихся ежегодно в России ЖРО и ТРО на стр. 4 и 12 диссертационной работы;
- в разделе 1.1.2 (при описании пункта захоронения РАО в г. Новоуральске) по тексту встречается аббревиатуры ПЗРО и ППЗРО для одного и того же объекта – необходимо остановиться на чем-то одном для единообразия;
- в п.1.1.3 и 1.1.4 приведены данные по объектам ППЗРО в г. Озерск и г. Северск по состоянию на 2024 год, что не вполне актуально в 2026 году;
- в разделе 2 на рисунке 2.1 отсутствует фактор формы отвержденных РАО (матричного материала) при выборе способа захоронения, что странно, так как матрица является первым инженерным барьером против распространения радионуклидов, что особенно справедливо для РАО 3 и 4 класса;
- на этом же рисунке полимерные контейнеры отнесены к категории незащитных контейнеров, что в общем случае не вполне справедливо, т.к. в ряде случаев защитные свойства относительно толстостенного полимерного контейнера могут быть выше, чем тонкостенного металлического (например, стальной бочки);
- в разделе 2.2 отсутствует рисунок под номером 2.5, на который идет ссылка в тексте;
- подход, предлагаемый автором (рис.2.6), с наложением зависимости начальной удельной активности захораниваемых РАО от времени с учетом неперевышения индивидуальной дозы облучения и зависимости, отражающей разрушение ИББ от времени, нагляден только в случае захоронения в ПЗРО однотипных РАО и не отражает наличие нескольких инженерных барьеров с различными характеристиками, образующих эшелонированную систему защиты от выхода радионуклидов;
- на стр.104 и 105 присутствуют повторяющиеся фрагменты текста (до и после рисунка 3.11);
- в п.2 Выводов присутствуют повторяющиеся фрагменты текста;

- адресация к большому количеству статей, подготовленных с участием автора, не вполне уместна, поскольку они частично воспроизводят друг друга или, не имеют прямого отношения к диссертационной работе (как минимум в одном случае).

Заключение по работе

Диссертационная работа на тему: «Выбор и научно-техническое обоснование приповерхностного способа захоронения радиоактивных отходов классов 3 и 4», выполненная Д.И. Павловым, является законченной квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические решения, что соответствует п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.13 № 842.

Дмитрий Игоревич Павлов заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 2.4.9. «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность».

Начальник исследовательской
лаборатории ЦЗЛ по обращению и
кондиционированию РАО, к.т.н., доцент

 П.В. Козлов
19.01.2026

Название организации: Федеральное государственное унитарное предприятие «Производственное объединение «МАЯК».

Адрес: 456784, Челябинская область, г. Озерск, пр-т Ленина, д. 31.

Телефон: (35130) 3 70 11, 3 31 05

Факс: (35130) 3 38 26

Email: mayak@po-mayak.ru

Телефон рецензента: (35130) 33269

Email рецензента: cpl@po-mayak.ru

Козлов Павел Васильевич
(35130) 33269