

*Утверждаю*  
*Заместитель генерального директора по производству*  
*ФГУП «НО РАО»*  
*Ю.Н. Буляев Максим Владимирович*



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

Актуальность исследований

Диссертационная работа Д.И. Павлова посвящена актуальной проблематике окончательной изоляции радиоактивных отходов (РАО) классов 3 и 4 (классификация согласно Постановлению Правительства РФ №1069 от 19.10.2012).

В 2016 году ФГУП «НО РАО» введен в эксплуатацию первый приповерхностный пункт захоронения РАО (ППЗРО) в Свердловской области, в настоящее время ведется строительство ещё двух ППЗРО – в Челябинской и Томской областях. За годы проектирования, строительства и эксплуатации накоплен значительный опыт по тематике окончательной изоляции РАО классов 3 и 4.

Для захоронения всего накопленного объёма удаляемых РАО классов 3 и 4, а также объёма ежегодно образующихся РАО потребуется строительство еще нескольких ППЗРО или расширение очередей строительства существующих и запроектированных ППЗРО. В настоящее время ведутся научно-исследовательские разработки для поиска наиболее безопасных и экономичных вариантов окончательной изоляции РАО классов 3 и 4.

Основная цель диссертационной работы Д.И. Павлова – разработка и научное обоснование технических решений по захоронению низко- и среднеактивных отходов классов 3 и 4, направленных на оптимизацию экономических показателей и обеспечение безопасности заключительных стадий обращения с РАО. Актуальность рассматриваемой работы не вызывает сомнений.

Научная новизна работы

Автором разработан и применён на стадии технико-экономических исследований метод проектирования ППЗРО, основанный на комплексном анализе факторов, влияющих на стоимость и безопасность обращения с РАО на конечных стадиях. В рамках применения данного метода получены новые данные по зависимости экономических

показателей от различных технических решений: компоновки, выбора контейнеров, материалов ИББ, конструкций подстилающего и покрывающего экранов ППЗРО.

В рамках диссертационной работы получены новые данные по назначению и функциям ИББ ППЗРО, исходя из анализа долговечности материалов, предложены новые типы контейнеров для хранения, транспортировки и захоронения низкоактивных отходов.

Обоснованность и достоверность научных результатов базируется на представительном системном анализе публикаций по исследуемой проблематике, результатах технико-экономических оценок и модельных расчётов.

### **Практическая значимость работы**

Выполненная Д.И. Павловым диссертационная работа обладает практической значимостью. Предложенный наземный способ захоронения РАО классов 3 и 4 предъявляет минимальные требования к гидрогеологическим особенностям площадки размещения ППЗРО, что расширяет возможности создания сооружений захоронения на различных объектах использования атомной энергии.

В рамках диссертационной работы определены требования к характеристикам ИББ, что может быть применено при проектировании и строительстве ППЗРО.

Типовые решения по конструкциям сооружений захоронения РАО классов 3 и 4, разработанные в результате диссертационной работы, могут быть использованы при создании новых перспективных ППЗРО.

Важным практически значимым результатом является то, что в рамках исследования определены варианты сокращения стоимости обращения с РАО на конечных стадиях, включая стадию контейнеризации РАО, которая осуществляется, как правило, за пределами ППЗРО, но оказывает существенное влияние на экономику и безопасность захоронения РАО в целом.

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы при обосновании инвестиций и выполнении работ по обоснованию безопасности будущих ППЗРО.

### **Личный вклад автора**

Д.И. Павлов провел представительную и значимую работу по обзору и систематизации информации по обращению с РАО на заключительных стадиях в РФ и за рубежом. Автор в рамках работы над диссертацией выступал как в роли исследователя, так и в роли организатора работ, осуществляя руководство технико-экономическими исследованиями для создания ППЗРО в Республике Беларусь. При непосредственном участии Д.И. Павлова разработаны предложения по усовершенствованию конструкций ППЗРО, разработке облика типового наземного ППЗРО. Лично автором разработаны

технические требования к новому парку контейнеров для захоронения РАО класса 4, выполнены оценки стоимости наземного ППЗРО, проведены исследования по зависимости затрат на окончательную изоляцию РАО от различных факторов (от компоновочных решений ППЗРО, от сооружений захоронения, от типа используемых контейнеров и других факторов), разработаны предложения по сокращению стоимости приповерхностного захоронения РАО.

#### Замечания и пожелания по работе

Несмотря на высокий уровень диссертационной работы, к ней имеются следующие замечания, вопросы и рекомендации.

1. Для экономических оценок не был выполнен анализ чувствительности. На результаты анализа существенно влияют данные по стоимости сооружения ППЗРО и контейнеров для захоронения РАО и способов переработки РАО.

2. Для технического решения по применению природных сорбентов в основании подстилающего экрана не определён конкретный сорбирующий материал (по тексту работы указывается «клиноптилолит», «цеолитсодержащий трепел» или иной материал). При этом от характеристик конкретного материала, сорбирующего радионуклиды в случае выхода их с водой, зависят оценки долговременной безопасности ППЗРО.

3. В работе приведены данные зависимости сроков службы ИББ от удельной активности РАО, содержащих короткоживущие радионуклиды, при этом, не указаны сведения о зависимости срока службы ИББ применительно к РАО, содержащим долгоживущие радионуклиды.

4. Не достаточно детально рассмотрены и проанализированы варианты захоронения РАО классов 3 и 4 в среднеглубинных пунктах захоронения РАО.

5. В работе не рассматриваются барьерные глинистые материалы (БГМ) как компоненты ППЗРО. Коэффициенты фильтрации рассматриваемых в работе барьерных материалов довольно высокие (порядка  $10^{-3}$ ), в то время как коэффициенты фильтрации БГМ могут принимать значения менее  $1 \cdot 10^{-5}$ .

6. Низкое качество изображений, приведенных в обзоре литературы, значительно затрудняет восприятие информации.

7. Официальный символ ИЮПАК для массового числа нуклида –  $A$ , обозначающий общее количество протонов и нейтронов. Он указывается в виде верхнего индекса слева от символа элемента (например,  $^{12}\text{C}$  или  $^{12}_6\text{C}$  для углерода-12), в то время как в работе выбран формат написания символа нуклида в формате, принятом ранее в СССР.

### Заключение по работе

Выявленные замечания существенно не влияют на выводы по результатам диссертационного исследования, положительную оценку работы в целом и не умаляют значимости проведенного исследования. Цель диссертации (разработка и научное обоснование технических решений по захоронению низко- и среднеактивных отходов классов 3 и 4, направленных на оптимизацию экономических показателей и обеспечение безопасности заключительных стадий обращения с РАО) достигнута.

Автореферат и опубликованные работы отражают основное содержание диссертационной работы. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК, написана с использованием общепринятой терминологии, материал изложен последовательно, защищаемые положения обоснованы. Выполненная Д.И. Павловым диссертационная работа на тему: «Выбор и научно-техническое обоснование приповерхностного способа захоронения радиоактивных отходов классов 3 и 4» является законченной квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические решения, что соответствует п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного 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».

Отзыв подготовлен на основании положительного заключения, сделанного по результатам обсуждения диссертации и автореферата на заседании *отдела технической политики и НИОКР* ФГУП «НО РАО» 22.12.2025.

*Начальник отдела технической политики и НИОКР*

*Рыбин Алексей Николаевич*

*Главный специалист отдела технической политики и НИОКР*

*к.х.н. Полякова Татьяна Романовна*

*Подпись Беляева М.В. заверяю: должность \_\_\_\_\_, 23.12.2025*

*Душина по пересылке  
Полушова Анна Владимировна М.П.*



ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами»  
(ФГУП «НО РАО»)

Почтовый адрес: 115114, г. Москва, 1-й Дербеневский переулок, дом 5, строение 5

Телефон: +7 (499) 518-88-81

Сайт: [info@noraо.ru](mailto:info@noraо.ru)