

# BELLONA

## ПОДЗЕМНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

(в составе пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов в Нижнеканском массиве, Красноярский край)

**Рабочий документ**

**2018**



Рабочий документ подготовлен Объединением «Беллона»

Автор: Александр Никитин

Редактор: Елена Веревкина

Верстка: Александра Солохина

[www.bellona.org](http://www.bellona.org)

Перепечатки разрешаются со ссылкой на источник

## **СОДЕРЖАНИЕ**

---

<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ.....</b>	<b>4</b>
<b>ПРЕДИСЛОВИЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>I. НОРМАТИВНЫЕ И ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ПИЛ .....</b>	<b>7</b>
<b>II. ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА: ВЫБОР УЧАСТКА И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ О СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПИЛ.....</b>	<b>8</b>
<b>III. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЕКАНСКОГО МАССИВА И УЧАСТКА «ЕНИСЕЙСКИЙ» (ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЙ) .....</b>	<b>10</b>
<b>IV. СТРАТЕГИЯ СОЗДАНИЯ ПГЗРО.....</b>	<b>13</b>
<b>V. СТРАТЕГИЧЕСКИЙ МАСТЕР-ПЛАН ИССЛЕДОВАНИЙ В ПИЛ .....</b>	<b>18</b>
<b>VI. АРГУМЕНТЫ ОППОНЕНТОВ ПРОТИВ СТРОИТЕЛЬСТВА ПИЛ (ПГЗРО) В НИЖНЕКАНСКОМ МАССИВЕ.....</b>	<b>20</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>22</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>23</b>

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ

---

ВАО	– высокоактивные радиоактивные отходы (РАО I и II классов опасности).
ГХК	– горно-химический комбинат.
ОЯТ	– отработавшее ядерное топливо.
ПГЗРО	– пункт глубинного захоронения РАО, включающий в себя сооружение, размещенное на глубине более 100 м.
ПЗРО	– пункт захоронения РАО.
ПИЛ	– подземная исследовательская лаборатория – подземный объект, включающий в себя сооружение, по проектно-конструкторским характеристикам и размещению соответствующее ПГЗРО и предназначенное для проведения исследований в целях поддержки его создания.
РАО	– радиоактивные отходы.
СЗП	– скважина захоронения пеналов.
СМП	– стратегический мастер-план – комплексная программа исследований в обоснование долговременной безопасности захоронения РАО (включая общую программу исследований в ПИЛ) и оптимизации эксплуатационных параметров объекта.
Гнейс	– горная порода, основными минералами которой являются плагиоклаз, кварц и калиевый полевой шпат (микроклин или ортоклаз).
Гранитоиды (граниты)	– общее название группы горных пород магматического, реже – метасоматического происхождения, кислого состава (более 62% $\text{SiO}_2$ ).
Дайки (дайковые тела)	– плитообразные, стенообразные тела, ограниченные двумя примерно параллельными поверхностями; представляют собой трещину, которая была заполнена магматическим расплавом.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Решение о строительстве подземной исследовательской лаборатории (ПИЛ) для проведения исследований в целях поддержки создания пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов (ПГЗРО), включая подтверждение его долговременной безопасности и пригодности выбранной площадки размещения, принято.

Россия пошла по пути тех стран, которые полагают, что высокоактивные радиоактивные отходы (ВАО) должны быть захоронены в глубоких геологических формациях, расположенных в гранитоидных участках. Большинство стран (пять из девяти – Канада, Швеция, Швейцария, Япония, Финляндия) ведут исследования в целях создания пунктов захоронения ВАО в гранитах (см. табл.).

Название ПИЛ	Страна	Вмещающие породы	Глубина захоронения, м
AECL	Канада	Граниты	240-420
Äspö	Швеция	Граниты	450
Asse	Германия	Соляной массив	490-950
Bure	Франция	Глины	445-490
Gorleben	Германия	Соляной купол	900
Grimsel	Швейцария	Граниты	450
HADES	Бельгия	Глины	230
Horonobe	Япония	Осадочные породы	140-250
Kamaishi	Япония	Граниты	300-700
Mizunami	Япония	Граниты	300
Mont Terri	Швейцария	Твердые глины	250-320
Morsleben	Германия	Соляной купол	500
Olkiluoto	Финляндия	Граниты	500
Onkalo	Финляндия	Гнейс	455
Stripa	Швеция	Граниты	360
Tono	Япония	Осадочные породы	150
Tournemire	Франция	Твердые глины	250
WIPP	США	Соляные горизонты	655
Yucca Mountain	США	Слоистые туфы	300

Россия начала проводить эти исследования позже всех стран. Это, конечно, не очень хорошо, но в то же время Россия может использовать опыт других стран и не допустить тех ошибок, которые уже сделаны. Следует отметить, что у России есть и свой опыт применения методологии стратегического планирования, например в отношении утилизации объектов атомного подводного флота на Северо-Западе России и при решении проблем Теченского каскада водоемов ФГУП «ПО «Маяк». Поэтому при рассмотрении проекта создания ПГЗРО в Нижнеканском массиве было принято решение о подготовке стратегического мастер-плана (СМП) исследований в целях обоснования долговременной безопасности глубинного захоронения РАО и строительства ПИЛ, а также с целью оптимизации проектных и эксплуатационных параметров.

Реакция общественности на строительство сначала ПИЛ, а затем ПГЗРО как всегда неоднозначна. С одной стороны, все понимают, что радиоактивные отходы, особенно высокоактивные, необходимо перевести в безопасное состояние. С другой стороны, в обществе работают «рычаги противодействия», которые основаны на повторяющихся аргументах: строить надо в другом месте, а не у нас; это опасно для людей и природы и нет доказательств того, что объект через некоторое время не станет вторым Чернобылем; какие блага от строительства этого объекта получит население ближайших городов; и, наконец, – мы хотим все знать и все контролировать.

Вопросы обращения с высокоактивными и среднеактивными РАО, в том числе связанные с их захоронением, всегда будут находиться в поле зрения общественности, поэтому задача экспертного сообщества – информировать заинтересованные стороны таким образом, чтобы эта информация была понятной не только специалистам, но и общественности. В то же время информация должна быть корректной.

Настоящий рабочий документ представляет собой краткий обзор многочисленных официальных документов, научных статей, отчетов научно-исследовательских институтов и других материалов, касающихся темы строительства пункта захоронения ВАО. В рабочем документе кратко изложены планы по исследованиям на ближайшие десятилетия, а также представлена точка зрения независимых экспертов, которые не согласны с мнением экспертов Госкорпорации «Росатом» относительно стратегии захоронения ВАО и выбора площадки для строительства ПИЛ (а в перспективе и ПГЗРО). Цель подготовки рабочего документа – информирование общественности о том, какие работы и исследования выполнены, прежде чем было принято решение о строительстве подземной исследовательской лаборатории.

Рабочий документ опубликован на сайте [www.bellona.ru](http://www.bellona.ru) и других информационных ресурсах.

## **I. НОРМАТИВНЫЕ И ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ПИЛ**

---

11 июля 2011 года был принят Федеральный закон № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – Закон).

В Законе изложены требования о том, что радиоактивные отходы подлежат обязательному захоронению в пунктах захоронения РАО. При этом в Законе объясняется, что «захоронение РАО» – это безопасное размещение РАО в ПЗРО без намерения их последующего извлечения.

В Законе установлено, что захоронение твердых высокоактивных долгоживущих и твердых среднеактивных долгоживущих РАО должно осуществляться в пунктах глубинного захоронения, обеспечивающих локализацию таких отходов. Также уточняется, что ПГЗРО – это пункт захоронения РАО, включающий в себя сооружение, размещенное на глубине более 100 м от поверхности земли.

Таким образом, Закон однозначно установил, что твердые высокоактивные и среднеактивные долгоживущие РАО подлежат обязательному захоронению в ПГЗРО, который включает в себя сооружение, размещенное на глубине более 100 м. То есть на сегодняшний день других вариантов захоронения высокоактивных и среднеактивных долгоживущих РАО, кроме как захоронение их в ПГЗРО, у национального оператора по обращению с радиоактивными отходами нет.

19 ноября 2012 года было принято Постановление Правительства РФ № 1185 «Об определении порядка и сроков создания единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами», предусматривающее введение в эксплуатацию ПИЛ для проведения исследований с целью подтверждения возможности строительства ПГЗРО.

19 ноября 2015 года Постановлением Правительства РФ № 1248 утверждена федеральная целевая программа «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016-2020 годы и на период до 2030 года». В программе предусмотрено мероприятие (п. 2.1) «Строительство объекта окончательной изоляции РАО I и II классов (Нижнеканский массив, Красноярский край)», в том числе первая очередь в виде подземной исследовательской лаборатории.

## II. ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА: ВЫБОР УЧАСТКА И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ О СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПИЛ

Вопрос выбора места для строительства подземного комплекса для захоронения РАО стал актуальным, когда стало понятно, что количество накопленных ВАО и способ их хранения (во временных устаревших хранилищах) на ПО «Маяк», Горно-химическом комбинате (Железногорск), Сибирском химическом комбинате (Северск) и других предприятиях Росатома требуют более радикального и безопасного решения этой проблемы.

В 1993 году начались исследования по поиску геологических формаций и площадок для строительства подземного хранилища твердых ВАО Горно-химического комбината (ГХК). Работы велись специалистами РАН, геологическими организациями Красноярского края и другими организациями по контракту с Министерством по атомной энергии России. Руководил работами Радиевый институт им. В. Г. Хлопина в Петербурге.

Территория поиска первоначально охватывала краевые части трех глобальных геологических структур – Сибирской платформы, Западно-Сибирской плиты и Алтае-Саянской орогенической зоны (области) (рис. 1).



Рис. 1. Территория Сибирской платформы, Западно-Сибирской плиты и Алтае-Саянской орогенической зоны

Анализ информации по геологии, тектонике, сейсмоактивности, природопользованию и социально-экономическим аспектам показал, что в наибольшей степени геологической концепции и геологическим критериям соответствуют древние магматические и метаморфические формации Южно-Енисейского кряжа – краевого выступа кристаллического основания Сибирской платформы.

В пределах Южно-Енисейского кряжа были выделены перспективные площади, и среди них – северная часть верхнепротерозойского Нижнеканского гранитоидного массива. В радиусе около 100 км от ГХК в Нижнеканском массиве было предварительно определено 18 участков, из которых на основании сравнительных экспертных оценок было выбрано 5 перспективных («Южный», «Верхнеитатский», «Нижнеитатский», «Тельский» и «Енисейский»). Затем для каждого из пяти участков были выполнены предварительные сравнительные оценки безопасности с использованием математического моделирования и исходных данных по фондовым материалам. В результате чего было определено несколько перспективных участков – «Верхнеитатский» («Каменный» и «Итатский») и «Енисейский», на которых были начаты комплексные инженерно-геологические изыскания, в том числе с применением глубоких геолого-разведочных скважин.

В результате геологических исследований, выполненных в период 1993-2007 годов, на основании комплексного сравнительного анализа всей совокупности характеристик массива горных пород и экономико-географических условий для дальнейших исследований в целях создания объекта окончательной изоляции ВАО и подземной исследовательской лаборатории был рекомендован участок «Енисейский».

В 2002-2005 годах были выполнены комплексные геофизические исследования на поверхности участка «Енисейский» (сначала на площади 70 км<sup>2</sup>, затем более детальные на площади 25 км<sup>2</sup>), а также геологоразведочные работы с бурением и отбором кернов в трех скважинах глубиной 100 м и в одной скважине глубиной 600 м. Проведены лабораторные исследования характеристик горных пород и подземных вод.

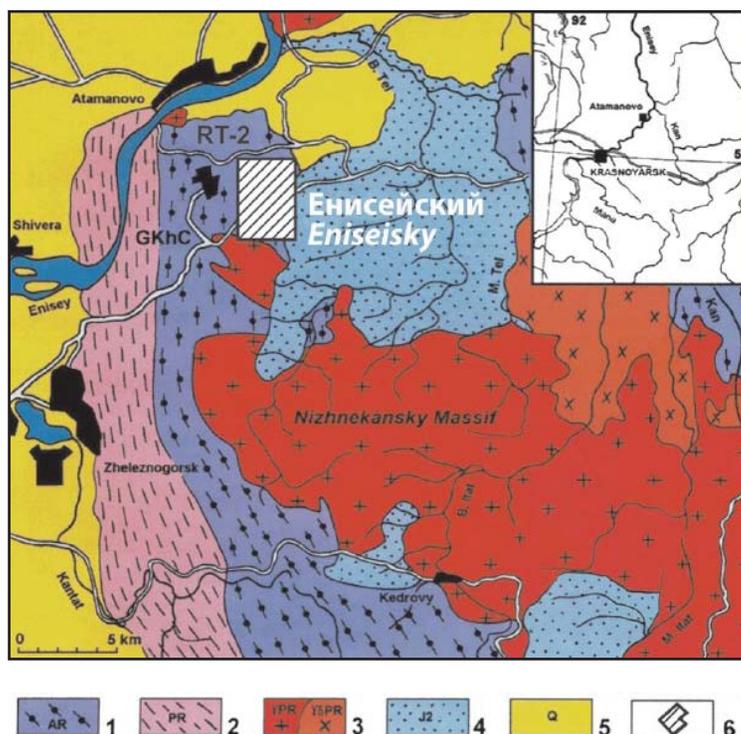
В 2008 году актуализирована и утверждена декларация о сооружении объекта окончательной изоляции ВАО в Нижнеканском гранитоидном кристаллическом массиве (Енисейский кряж).

На сегодняшний день выбрана площадка, представлен проект сооружения и принципиально решен вопрос о строительстве подземной исследовательской лаборатории как первого этапа создания объекта окончательной изоляции ВАО.

### III. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЕКАНСКОГО МАССИВА И УЧАСТКА «ЕНИСЕЙСКИЙ» (ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЙ)

Нижнеканский массив общей площадью около 3500 км<sup>2</sup> является одним из крупнейших в Средней Сибири. Территория северной части Нижнеканского массива представляет собой преимущественно денудационную равнину, осложненную достаточно развитой речной сетью.

Питание грунтовыми водами невелико, менее 10%.



**Рис. 2.** Геологическая карта района ГХК и положение участка «Енисейский»:  
1 - гнейсовый комплекс; 2 - гнейсо-сланцевый комплекс с амфиболитами, мраморами и кварцитами; 3 - гранитоиды Нижнеканского комплекса (1 - граниты-лейкограниты, 2 - диориты-гранодиориты);  
4 - комплекс осадочных пород; 5 - четвертичные осадочные отложения;  
6 - участок «Енисейский»

Правобережье Енисея представляет собой район низкогорного залесенного рельефа. Руслу рек, особенно низовья Большой и Малой Тели, – выровненные заболоченные долины.

Климат района резко континентальный, с продолжительной суровой зимой и коротким жарким летом. Среднегодовая температура воздуха +0,5...–3,0 °С. Среднемесячная температура января –20...–22, июля +18...+20 °С. Годовое количество осадков – 540-560 мм. Осадки за ноябрь–март – 130-160 мм; апрель–октябрь – 390-400 мм.

Питание рек осуществляется талыми снеговыми водами весной и водами летне-осенних дождей.

Нижнеканский массив расположен в континентальной области умеренного климатического пояса с годовым количеством осадков 540-560 мм. Формирование его рельефа типично для земной поверхности в целом: сочетание склонов различной крутизны, образующихся при тектонических поднятиях и эрозионном врезании гидросети. Основные реки, ограничивающие и образующие водораздел в пределах площади северной части массива, – Енисей и Кан. Внутри водораздела – система дренирующих малых рек.

На основании результатов всех исследований, проведенных в 1993-2005 годах, в пределах исследованной площади на участке «Енисейский» выделена перспективная площадка 37, на которой начались детальные инженерно-геологические изыскания с целью изучения возможности создания объекта окончательной изоляции кондиционированных ВАО. Площадка 37 расположена на расстоянии около 4 км от ГХК и 4,5 км от Енисея, в пределах закрытого административно-территориального образования (ЗАТО) Железнодорожск (рис. 3).

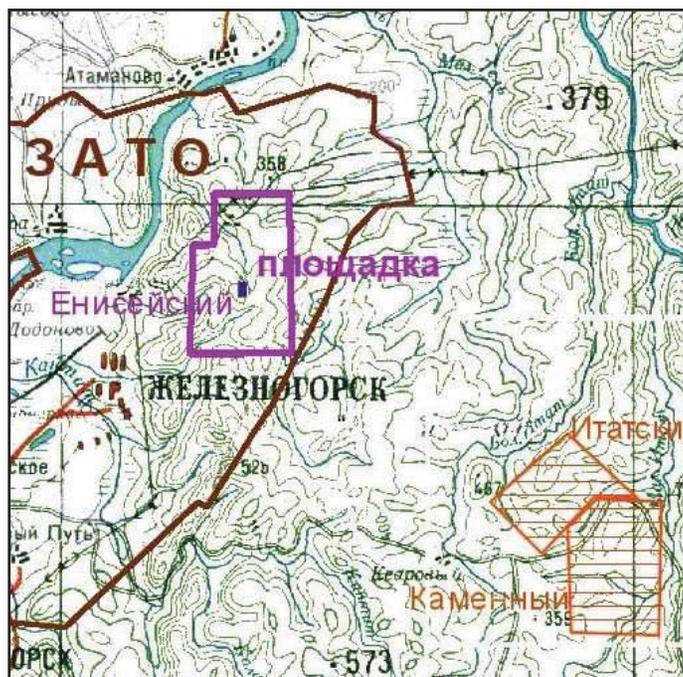


Рис. 3. Схема расположения участка и площадки 37 для объекта захоронения РАО

### Тектонические характеристики выбранного участка (площадка 37)

Площадка расположена в блоке относительно однородных горных пород размером 4×5 км, имеющем трехстороннее ограничение предварительно выделяемыми разломами третьего порядка. Выделяемые разломы затухают с глубиной. Они характеризуются слабоконтрастными аномалиями, что свидетельствует об их залеченности дайковыми телами и отсутствии тектонической активности на современном этапе.

В недрах участка «Енисейский» не обнаружено восходящих источников с хлоридным типом вод и других признаков разгрузки из глубоких горизонтов. На территории участка доминирует нисходящая фильтрация подземных вод. Результаты выполненной гелиевой съемки подтвердили вывод о том, что в пределах данного участка отсутствует восходящая фильтрация флюидов из глубоких горизонтов.

Возраст пород на горизонте размещения подземных сооружений объекта составляет более 1800 млн лет, возраст подземных вод на глубинах более 200 м – около 7 тыс. лет и более.

Массив скальных пород в районе участка «Енисейский» характеризуется стабильным тектоническим режимом, что подтверждается полевыми наблюдениями ярусности рельефа, анализом топографических карт, данными геодезических замеров скоростей современных вертикальных движений земной поверхности. Средняя скорость поднятий исследуемого района за последние 5 млн лет не превышает 0,08-0,09 мм/год (до 9 м за 100 тыс. лет), на площадках внутри района – еще меньше.

Результаты наблюдений и расчетов свидетельствуют о чрезвычайно низких скоростях новейших и современных тектонических движений массива. Это соответствует платформенному типу развития территории и отражает ее слабую тектоническую активность. Исходя из выполненных исследований, основанием блока, в пределах которого располагается рекомендуемая площадка, является интрузивный массив основного состава, выделяемый по геофизическим данным на глубине 1500 м и по своим размерам значительно превосходящий необходимую площадь размещения объекта. По предварительной оценке, площадь подстилающего интрузивного массива составляет около 60 км<sup>2</sup>, в то время как размеры рекомендуемой площадки для размещения объекта – менее 1 км<sup>2</sup>.

Сооружения запланированного объекта при возможных тектонических подвижках не будут испытывать значительных динамических нагрузок, так как разгрузка возникающих тектонических напряжений происходит по границам устойчивых сред, в данном случае – по разрывным нарушениям, обрамляющим указанный интрузивный массив скальных пород.

Таким образом, к настоящему времени на участке проведены комплексные геофизические работы на поверхности, геологические и гидрогеологические исследования массива горных пород до глубины 700 м с использованием 20 геологоразведочных скважин, с полным отбором керна, комплексом геофизических, опытно-фильтрационных и лабораторных исследований.

Выбранная площадка на участке «Енисейский» соответствует следующим критериям, которые определены нормативными документами исходя из требований по безопасности:

- площадка не находится в районе с активными движениями земной коры, высокой сейсмической активностью, интенсивными тектоническими движениями;
- вмещающие породы представлены кристаллическими магматическими или метаморфическими породами, имеют благоприятные физико-механические свойства, однородную структуру и низкую трещиноватость;

- подземные воды имеют восстановительный характер, слабощелочную реакцию и низкую минерализацию;
- активные разломы в пределах площадки отсутствуют;
- размеры площадки достаточны для размещения всех сооружений.

## IV. СТРАТЕГИЯ СОЗДАНИЯ ПГЗРО

---

28 марта 2018 года генеральным директором Госкорпорации «Росатом» была утверждена стратегия создания пункта глубинного захоронения ВАО. Этот документ отражает видение ГК «Росатом» того, при каких условиях и каким способом можно создать такой сложный объект, как ПГЗРО.

Стратегия создания ПГЗРО предусматривает реализацию проекта по фазам на период 2017-2030 годов.

**Фаза 1** «Подготовительные работы по созданию ПИЛ». Длительность фазы – до пяти лет (примерно 2017-2021 гг.). Планом выполнения первой фазы проекта предусматривается:

- разработка и утверждение стратегического мастер-плана по обоснованию долгосрочной безопасности;
- подготовка программы исследований в ПИЛ и комплексной программы мониторинга;
- актуализация концепции захоронения;
- корректировка проектной документации на создание ПИЛ и ПГЗРО;
- создание и ввод в эксплуатацию обеспечивающих наземных сооружений (наземных объектов энергетического комплекса) для ПИЛ;
- ввод в действие систем гидрологического, гидрогеологического, геодинамического, сейсмического и радиационного мониторинга;
- организация и проведение 1-й международной конференции по проблемам создания и обоснования безопасности ПГЗРО в Нижнеканском массиве.

**Фаза 2** «Сооружение демонстрационно-исследовательского центра и ПИЛ». Длительность фазы – до пяти лет (примерно 2021-2025 гг.). Планом выполнения второй фазы проекта предусматривается:

- сооружение наземного демонстрационно-исследовательского центра;
- разработка детализированной программы исследований в ПИЛ (обоснование всех установок ПИЛ, условий проведения экспериментов и прогноз результатов на 10-15 лет);

- обоснование долгосрочной безопасности, обоснование критериев приемлемости РАО, актуализация концепции захоронения;
- введение в эксплуатацию демонстрационно-исследовательского центра и ПИЛ;
- начало отдельных экспериментов в ПИЛ;
- создание стволов, горизонтальных выработок и скважин ПИЛ;
- открытие информационного центра в Красноярске;
- представление на международную экспертизу материалов по обоснованию долго-временной безопасности (в формате Safety case).

**Фаза 3** «Эксплуатация демонстрационно-исследовательского центра и ПИЛ». Длительность фазы – от пяти лет и более (примерно 2025-2030 гг.). Планом выполнения третьей фазы проекта предусматривается:

- обобщение результатов исследований, актуализация концепции захоронения;
- эксплуатация ПИЛ, реализация комплексной программы мониторинга;
- формирование программ обеспечения качества в соответствии с критериями приемлемости захоронения РАО;
- общественная экспертиза безопасности объекта.

**Фаза 4** «Принятие решения о возможности создания ПГЗРО. Лицензирование деятельности по сооружению ПГЗРО. Реализация мероприятий по сооружению первой очереди ПГЗРО». Длительность фазы – от пяти лет и более (примерно с 2030 г.). Планом выполнения четвертой фазы проекта предусматривается:

- подготовка документации (отчет по обоснованию безопасности и оценка воздействия на окружающую среду) для представления в органы регулирования (Ростехнадзор) с целью получения лицензии на ввод в эксплуатацию ПГЗРО;
- принятие решения по сооружению первой очереди ПГЗРО;
- эксплуатация ПИЛ;
- сооружение первой очереди ПГЗРО;
- определение плана первой очереди работ по приему РАО на захоронение;
- формирование плана транспортирования РАО первой очереди на захоронение.

**Фаза 5** «Эксплуатация первой очереди ПГЗРО и ПИЛ». Длительность фазы – от 30 лет и более (примерно 2035-2065 гг.). Планом выполнения пятой фазы проекта предусматривается:

- продолжение отдельных экспериментов в ПИЛ;
- мероприятия по проведению мониторинга, в том числе радиационного, гидрогеологического, климатического и т. д.;
- эксплуатация первой очереди ПГЗРО;

- загрузка РАО в камеры захоронения первой очереди ПГЗРО;
- разработка решений по закрытию первой очереди ПГЗРО.

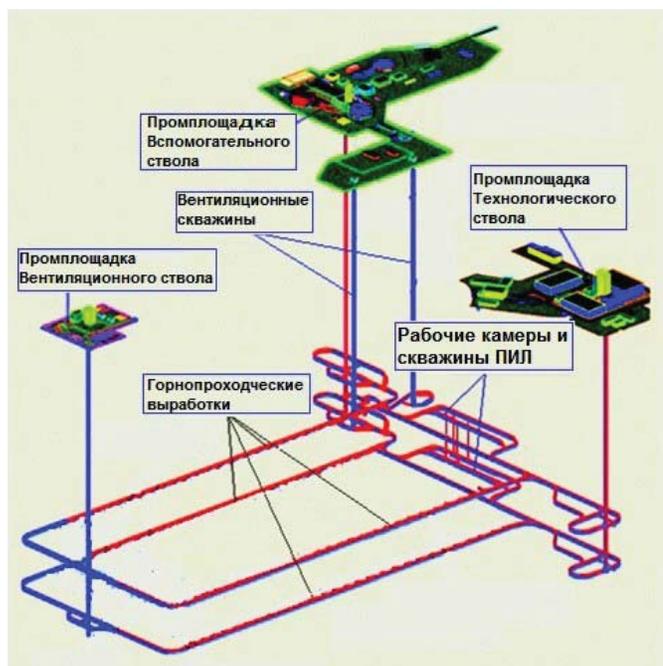
**Фаза 6 «Закрытие первой очереди ПГЗРО».** Длительность фазы – от пяти лет и более. Планом выполнения шестой фазы проекта предусматривается:

- создание решения и проекта по закрытию объекта (первой очереди), лицензирование закрытия;
- выполнение завершающих операций для консервации сооружений и закрытия первой очереди ПГЗРО;
- закрытие первой очереди ПГЗРО;
- реализация комплексной программы мониторинга.

В дополнение к изложенным выше мероприятиям следует сказать, что на каждом этапе (фазе) предусматриваются отдельные мероприятия по взаимодействию с общественностью, что очень важно, поскольку реакция общественности на строительство ПГЗРО остается неоднозначной.

В документе под названием «Стратегия создания пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов» изложены только основные направления той работы, которую планируют выполнить при создании ПГЗРО.

**Первым этапом (первой очередью)** создания ПГЗРО будет строительство подземной исследовательской лаборатории (схема ПИЛ показана на рис. 4; план строительства ПИЛ см. в табл.).



**Рис. 4.** Принципиальная схема и основные сооружения подземной исследовательской лаборатории

**В состав ПИЛ войдут:**

- две камеры (на каждом горизонте);
- комплекс вертикальных и горизонтальных шпуров и скважин для проведения исследовательских работ;
- вертикальные скважины диаметром 1,3 м (имитаторы скважин захоронения пепалов – СЗП), пробуренные между горизонтами +5,0 м и –70,0 м. Количество скважин между горизонтами, имитирующих скважины захоронения РАО I класса полигона, принято равным четырем, но при необходимости может быть увеличено до восьми.

Камерные выработки подземной лаборатории по своим конструктивным и объемно-планировочным решениям являются полным аналогом рабочих выработок для планируемой окончательной изоляции РАО обоих горизонтов, за исключением длин прямолинейных участков выработок.

*План строительства ПИЛ*

№ п/п	Наименование работ	Период							
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025-2030
<b>Строительство</b>									
1	Подготовительные работы, строительство линейных объектов, наземного комплекса зданий и сооружений								
<b>Строительство вертикальных подземных сооружений</b>									
1	Вспомогательный ствол								
2	Технологический ствол								
3	Вентиляционный ствол								
4	Вентиляционные скважины								
<b>Строительство горизонтальных выработок</b>									
1	Транспортная горнопроходческая								
2	Транспортно-технологическая								
3	Выработки ПИЛ								
<b>Ввод ПИЛ в эксплуатацию</b>									
	Исследования и лицензирование для эксплуатации								
<b>Проектирование</b>									
	Положительное заключение Государственной экологической экспертизы на «Проектную документацию» по созданию ПИЛ								
	Разработка «Рабочей документации»								

## Этапы и сроки исследований в ПИЛ

### Первый этап – 2018-2024 гг. (7 лет):

- исследования массива пород до глубины 700 м в ходе строительства трех вертикальных стволов глубиной до 510 м и диаметром 6,0-6,5 м;
- исследования массива пород на площади 0,4 км<sup>2</sup> в диапазоне глубин 450-520 м, выполнение комплекса инженерно-геологических изысканий, натуральных и лабораторных исследований в горизонтальных выработках общей длиной 5000 м и пробуренных в них разведочных скважинах.

### Второй этап – с 2025 г.:

- отработка технологических операций по обращению с РАО на имитаторах в подземных сооружениях ПИЛ;
- исследования технологии сооружения и изолирующих свойств элементов системы инженерных барьеров в четырех горизонтальных выработках общей длиной 600 м и четырех вертикальных скважинах глубиной по 75 м;
- продолжение исследований массива пород в горизонтальных транспортно-вентиляционных выработках общей длиной 5000 м.

Важно отметить, что на четвертой фазе создания ПГЗРО будут приниматься основные решения относительно дальнейшей реализации проекта по строительству и использованию ПГЗРО.

Исследования, которые будут выполнены в ПИЛ до 2030 года, должны определить, соответствует ли место, выбранное для строительства ПГЗРО, всем требованиям по безопасности. В настоящее время предлагаются следующие варианты заключений и рекомендаций (в порядке убывания ожидаемой вероятности их реализации):

**Вариант 1** (базовый). Подтверждение правильности проектных решений, результатов моделирования и оценок долговременной безопасности. Получение положительного заключения Государственной экологической экспертизы и лицензии на эксплуатацию объекта.

Решение: переход к полномасштабным работам по размещению проектных объемов и номенклатуры РАО.

**Вариант 2.** Вывод о недостаточности эксплуатационной и/или долговременной безопасности, обеспечиваемой принятыми проектными решениями по инженерным барьерам.

Решение: доработка проекта по изменению состава, геометрии и/или технологии создания системы инженерных барьеров.

**Вариант 3.** Вывод о недостаточности долговременной безопасности объекта, обеспечиваемой основным барьером безопасности – геологической средой, т. е. вывод о невозможности при всех разумных доработках системы инженерных барьеров безопасного размещения предполагаемых проектом объемов, номенклатуры или общей активности РАО I и/или II классов.

Решение: в зависимости от конкретных результатов в данном случае могут быть приняты следующие варианты:

Вариант 3а. Сокращение объемов и/или номенклатуры размещаемых в объекте РАО I и/или II классов. При наличии свободных объемов в объекте – заполнение их иными категориями РАО, которые должны быть определены после уточнения защитных свойств геологической среды.

Вариант 3б. Отказ (по соображениям безопасности и/или экономическим аспектам) от решения о размещении в объекте любого типа РАО. Использование объекта как технологического полигона для геологических исследований, а также технологий создания систем инженерных барьеров и размещения РАО на иных объектах.

Выбор альтернативных по отношению к базовому вариантам дальнейших работ по объекту будет определяться на основе оптимизации решений с учетом социально-экономических факторов.

## **V. СТРАТЕГИЧЕСКИЙ МАСТЕР-ПЛАН ИССЛЕДОВАНИЙ В ПИЛ**

---

Цель стратегического мастер-плана исследований в ПИЛ – создание видения того, как будет функционировать ПГЗРО на основных этапах (стадиях) своего жизненного цикла, а также обоснование долговременной безопасности этого хранилища. Сроки реализации СМП – с 2017 по 2070 г.

В ходе реализации СМП должны быть решены задачи определения ресурсов и механизмов достижения цели, разработки документов оперативного планирования, формирования консенсуса о том, как достичь цели проекта и какими способами это возможно сделать, и, наконец, должно быть четко сформировано видение того, каким должен стать объект в будущем.

Проект создания ПГЗРО реализуется поэтапно. Первый этап – строительство ПИЛ.

Соответственно стратегический мастер-план также имеет свои этапы, которые привязаны к этапам создания ПГЗРО (ПИЛ). Это дает возможность идентифицировать и минимизировать принципиальные риски путем проведения исследований и внесения корректировок. Программой СМП предусмотрены исследования по оценке и обоснованию безопасности и выдача научных рекомендаций по сооружению ПГЗРО (ПИЛ), эксплуатации и обращению с ВАО.

**Программа исследований, проводимых в подземной исследовательской лаборатории, включает следующие направления:**

- геодинамическое исследование в объеме маркшейдерско-геодезического сопровождения, основными задачами которого является установление величин горизонтальных и вертикальных деформаций самого подземного сооружения, прилегающего к нему массива пород, а также наземных сооружений в зоне влияния строительства в процессе всего жизненного цикла объекта;

- геомеханические исследования геофизическими методами, базирующиеся на изучении взаимодействия массива с физическими полями различного происхождения;
- геофизические исследования для получения дополнительных исходных данных о состоянии массива горных пород, необходимых для оценки и прогноза безопасности изоляции в нем РАО I и II классов;
- гидрогеологические исследования для получения исходных данных для определения реальной проницаемости массива пород по отношению к подземным водам и выявления зон повышенной трещиноватости;
- гидрогеохимические и радиометрические исследования для выявления зон разломов, активности зон предполагаемых тектонических нарушений; оценки генезиса, глубины циркуляции, динамики химического и радионуклидного составов подземных вод, включая продолжительность цикла водообмена;
- специальные исследования для экспериментальной проверки и обоснования корректности проектных решений в области обеспечения безопасности объекта.

#### **Основные задачи специальных исследований:**

- численная оценка способности инженерных барьеров ближней зоны сохранять свои изолирующие свойства при длительном воздействии на них подземных вод и тепловыделяющих РАО;
- экспериментальная проверка соответствия параметров расчетной температурной модели и реального теплового поля;
- натурное получение значений величин теплофизических параметров, лежащих в основе проектных решений по выбору конструкции подземной части объекта.

#### **В рамках специальных исследований также будут выполнены следующие работы:**

- проверка моделей для оценки поведения системы барьеров безопасности для обоснования долговременной безопасности объекта;
- отработка технологии создания вертикальных скважин большого диаметра для размещения пеналов (имитаторов) с РАО I класса;
- отработка транспортно-технологических операций по доставке и изоляции в вертикальных скважинах большого диаметра имитаторов пеналов с РАО I класса, транспортно-технологических операций по доставке и укладке в штабели имитаторов контейнеров с РАО II класса;
- отработка транспортно-технологических операций по доставке и укладке барьерных смесей;
- уточнение составов барьерных смесей;
- испытания и доработка разрабатываемого нестандартного оборудования и технических средств;
- производственное обучение персонала работам по обращению с РАО на объекте;

- демонстрация экспертам и представителям общественности уровня безопасности выполнения транспортно-технологических операций по обращению с РАО и возможности создания объекта.

Несмотря на большой объем уже проведенных и запланированных исследований, специалисты отмечают, что геологическое строение выбранного участка достаточно сложное, поэтому вряд ли удастся создать объект без корректировки проектных решений, которая является одной из задач мастер-плана.

Несомненно, что в процессе жизненного цикла ПГЗРО будет подвергаться эволюции. Жизненный цикл ПГЗРО в идеале включает две стадии: короткую (десятки лет) стадию – строительства и эксплуатации и длительную (сотни тысяч и даже миллионы лет) стадию – развития природно-техногенной системы после ее закрытия без вмешательства человека. Разные сценарии эволюции ПГЗРО будут связаны с различными процессами, которые могут возникать и протекать как следствие глобальных и региональных событий климатического, тектонического, космического и иного характера. Такие сценарии, как правило, носят вероятностный характер. Поэтому обоснование безопасности и выдача научных рекомендаций для сооружения ПГЗРО (ПИЛ), а также периода эксплуатации и постэксплуатационного периода – это сложная задача, решение которой, к тому же, практически не имеет временных рамок, поскольку со временем условия задачи будут меняться. Как будут вести себя инженерные барьеры через 100, 1000 и более лет в условиях давления, повышенных температур, радиационного воздействия и т. д. – эти вопросы также должны будут решены в рамках исследований.

## **VI. АРГУМЕНТЫ ОППОНЕНТОВ ПРОТИВ СТРОИТЕЛЬСТВА ПИЛ (ПГЗРО) В НИЖНЕКАНСКОМ МАССИВЕ**

---

Несмотря на то, что решение о строительстве подземной исследовательской лаборатории как первого шага к созданию ПГЗРО принято, в Интернете и на различного рода мероприятиях не утихают дискуссии и споры о правильности выбранного способа и места для захоронения ВАО.

В международной практике используется два способа захоронения ВАО – приповерхностный и глубинный. Как уже отмечалось, Федеральным законом № 190-ФЗ определено, что твердые высокоактивные и среднеактивные долгоживущие РАО подлежат обязательному захоронению в пункте глубинного захоронения, который включает в себя сооружение, размещенное на глубине более 100 м. Такой способ захоронения считается наиболее безопасным.

Однако есть другая точка зрения, и оппоненты приводят свои аргументы, суть которых в следующем:

- захоронение ВАО в глубоких формациях дорого, нерационально и менее безопасно, чем поверхностное, в силу отсутствия надежного и объективного мониторинга;

- следующие поколения смогут разработать более совершенные технологии, и то, что мы сейчас считаем отходами, для них станет ценным сырьем.

Исходя из этого предлагается долговременное (порядка 100 лет) хранение РАО (и ОЯТ, если его относят к отходам) – это позволит, за счет отказа от ряда дорогостоящих проектов, быстрее привести в порядок существующие хранилища РАО и ускорить дезактивацию и рекультивацию загрязненных зданий и территорий (см.: <http://bezrao.ru/n/2017>).

То есть, другими словами, – не надо строить дорогостоящие пункты глубинного захоронения, а хранить ВАО на поверхности и сосредоточиться на поиске новых технологий, с помощью которых снижать активность этих отходов.

Основные дебаты и споры развернулись вокруг выбранного места для строительства ПИЛ и ПГЗРО.

Оппонируя Росатому и причастным к этому проекту организациям, ряд экспертов утверждают, что место в Нижнеканском массиве выбрано исключительно по причине близости к ГХК, т. е. экономический приоритет ставится выше приоритета безопасности.

Хотя, судя по тому, что будет захоронено в Нижнеканском ПГЗРО (если он будет построен), то примерно 80% ВАО – это те отходы, которые сегодня хранятся на ПО «Маяк» и в других местах. Поэтому стоимость транспортировки с территории ПО «Маяк» в Красноярск примерно такая же, как, допустим, транспортировки на Кольский полуостров, где оппоненты предлагают построить ПГЗРО.

Кроме того, звучит много критики относительно полноты исследований, проведенных в Нижнеканском массиве. В частности, утверждается, что недостаточно исследованы вопросы гидрогеологии и гидрологии, которые являются определяющим фактором безопасности ПГЗРО, поскольку основное поступление радионуклидов в биосферу возможно только с подземными водами.

Эксперты (представляясь от общественности) критикуют труды Радиевого института им. В. Г. Хлопина «Результаты поисковых и научно-исследовательских работ по выбору площадок для подземной изоляции ВАО и ОЯТ на Нижнеканском массиве гранитоидов», а также итоговый отчет по проекту МНТЦ «Разработка обобщенного плана проведения научно-исследовательских работ по созданию объекта подземной изоляции РАО на Нижнеканском массиве», называя их непрофессиональными и необъективными. Тем не менее эксперты признают, что других материалов исследований, которые были бы проведены основательно и профессионально, нет.

Главные аргументы оппонентов о непригодности участка «Енисейский» строятся на том, что сильно трещиноватые, метаморфизованные, прорванные многочисленными дайками среднего состава древние архейские гнейсы имеют большую величину коэффициента фильтрации по сравнению с более молодыми гранитоидами. По мнению оппонентов, необходимо искать и исследовать участок для строительства ПГЗРО в других местах – с более молодыми гранитоидами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

Проект по строительству ПИЛ (ПГЗРО) только начинает реализовываться. Предстоит большая и длительная работа для научно-исследовательских, строительных, эксплуатационных и других организаций, которые будут привлечены в этот проект.

Предварительные исследования и научные разработки говорят о том, что в настоящее время состояние исследований выбранного участка «Енисейский» не позволяет дать окончательных оценок безопасности и надежности объекта в целом. Поэтому главный вопрос – пригодно ли выбранное место для сооружения ПГЗРО – с повестки дня еще не снят.

Эксперты в ходе обсуждений стратегии и программ создания ПГЗРО обращали внимание на улучшение системности списка предлагаемых в рамках СМП исследований. Ими было предложено разбить работы на логически завершенные этапы. Например, если выяснится, что выбранное место непригодно, то встанет другой вопрос – есть ли смысл проводить на этом объекте дальнейшие исследования, но уже с научной точки зрения, и насколько экономически рационально продолжение проекта в рамках возникающих ограничений.

ПГЗРО в процессе жизненного цикла будет подвергаться эволюции. Мультибарьерная конструкция ПГЗРО и предложенные сегодня технические решения потребуют дальнейших научно-исследовательских работ. Потребуется корректировка некоторых проектных решений. Поэтому СМП, который разработан сегодня, также будет эволюционировать вместе с объектом на всех стадиях жизненного цикла.

Результаты дополнительных исследований и изменений должны быть открыты для обсуждения как научным сообществом, так и общественностью.

Эксперты и общественность обращают внимание на то, что создается такой объект, каких еще нет нигде в мире, объект, который несет большую потенциальную опасность и вызывает огромный общественный резонанс. Поэтому в случае неудачи последуют большие репутационные риски для создателей, а также радиационные риски для окружающей среды и людей.

На данный момент у представителей общественности и независимых ученых есть ряд вопросов, ответы на которые их не удовлетворяют. Например: какое истинное назначение ПИЛ и с какой целью ее создают, расходуя огромные денежные средства. Из названия объекта, на который получена лицензия (на размещение и сооружение не относящегося к ядерным установкам пункта хранения РАО, создаваемого в соответствии с проектной документацией на строительство объектов окончательной изоляции РАО (Нижнеканский массив, Красноярский край), в составе подземной исследовательской лаборатории), можно понять, что сооружается хранилище РАО. Конечно, у атомщиков есть свои ответы на эти вопросы и свои оценки безопасности строящегося объекта, но независимые ученые не согласны с этими ведомственными ответами и оценками.

Эти и другие вопросы требуют привлечения заинтересованных сторон на ранних этапах процесса разработки обоснования безопасности ПГЗРО и строительства объекта с целью повышения доверия к проекту и результатам тех оценок безопасности, которые представляются официально.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:**

---

Дорофеев А. Н., Большов Л. А. и др. Стратегический мастер-план исследований в ПИЛ. М.: ИБРАЭ РАН, 2017 (URL: [http://www.ibrae.ac.ru/docs/1.2017%20%D1%80%D0%B0%D0%BE/rwiissue1iweb\\_with\\_cover-7i34-43.pdf](http://www.ibrae.ac.ru/docs/1.2017%20%D1%80%D0%B0%D0%BE/rwiissue1iweb_with_cover-7i34-43.pdf)).

Концепция программы исследований в ПИЛ. М.: ИБРАЭ РАН, 2017 (URL: [http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/2017/materials/02\\_Utkin\\_IBRAE.pdf](http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/2017/materials/02_Utkin_IBRAE.pdf)).

Кудрявцев Е. Г., Гусаков-Станюкович И. В. и др. Создание объекта окончательной изоляции ВАО. 2009 (URL: <http://docplayer.ru/54981607-Sozdanie-obekta-okonchatelnoy-izolyacii-vaov-glubokih-geologicheskikh-formaciyah-nizhnepanskiy-massiv-krasnoyarskiy-kray.html>).

Радиоактивные отходы. М.: ИБРАЭ РАН, 2017. № 1 (URL: <http://www.ibrae.ac.ru/pubtext/260>).

Радиоактивные отходы. М.: ИБРАЭ РАН, 2018. № 2 (URL: <http://www.ibrae.ac.ru/pubtext/270>).

Стратегия создания ПГЗРО. М.: Госкорпорация «Росатом», 2018 (URL: [http://www.ibrae.ac.ru/docs/Radwaste\\_Journal\\_2\(3\)18/114\\_120\\_Strategy.pdf](http://www.ibrae.ac.ru/docs/Radwaste_Journal_2(3)18/114_120_Strategy.pdf)).

Труды Радиевого института им. В. Г. Хлопина. Т. XI. 2006 (URL: [http://www.khlopin.ru/?page\\_id=194](http://www.khlopin.ru/?page_id=194)).

### **Материалы заседаний:**

Абрамов А. А. Итоги реализации ФЦП «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года». Заседание Общественного совета Госкорпорации «Росатом», 12 апр. 2013 г.

Результаты заседания НТС № 5 и НТС № 10 Госкорпорации «Росатом», 27 окт. 2017 г.

**BELLONA**

**bellona.ru**

