

ЕСТЬ МНЕНИЕ...

THERE IS AN OPINION...

Рецензия

УДК 167.6+349+930+621.039

DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-138-143

Рецензия

**на горно-геологическую часть обоснования строительства
подземного хранилища радиоактивных отходов**

Владимир Николаевич Комлев

г. Апатиты, Россия

Информация о статье

Поступила в редакцию
02.08.2024

Одобрена после
рецензирования 09.08.2024

Принята к публикации
14.08.2024

Ключевые слова:

*геология, подземное
строительство,
радиоактивные отходы,
Железногорск, хранение
и захоронение отходов,
гидрогеологические данные,
трещиноватость гнейсов,
подземное хранилище
радиоактивных отходов,
геохимическая съёмка,
трассерные исследования*

Городским округом «Закрытое административно-территориальное образование города Железногорска» назначены и организованы общественные обсуждения материалов обоснования лицензии (включая материалы оценки воздействия на окружающую среду) на осуществление деятельности в области использования атомной энергии «Создание на ФГУП «ГХК» хранилища РАО второго класса». Рассмотрены горно-геологические материалы по площадке строительства подземного хранилища радиоактивных отходов (далее – РАО) второго класса опасности в г. Железногорске Красноярского края. Цель строительства объекта – организация хранения РАО второго класса на площадке горно-химического комбината в объёмах, обеспечивающих потребности предприятия, до момента готовности национального оператора по обращению с РАО принимать эти отходы для окончательного захоронения. Рецензия является откликом на предложение обсудить материалы обоснования лицензии – публичные материалы открытого доступа. Общественные обсуждения проводили в форме опроса. Начальную стадию обоснования хранилища предложено выполнять на базе Закона «О недрах». Сделаны следующие заключения: целевой горизонт с РАО в случае его консервации, вероятно, будет затоплен, прежде всего, по вертикальным стволам-коллекторам; неоднородная забутовка внутреннего свободного пространства стволов и горизонтальных выработок с готовой бетонной обделкой измельчённым/гранулированным природным бентонитом не поможет; реально объём воды в зоне захоронения по варианту атмосферных осадков будут значимо определять характеристики и неисчерпаемый ресурс вышележащих водопроницаемых слоёв пород, а не пород целевого интервала; даже без подпитки из других источников затопленные РАО быстро превратятся в поставщика горячей воды и радиолитических газов. Высказано мнение о допустимости строительства подземного хранилища РАО второго класса и недопустимости превращения временного хранилища в пункт постоянного захоронения РАО.

Review

Review for the Mining and Geological Part of the Feasibility Study for the Construction of an Underground Radioactive Waste Storage Facility

Vladimir N. Komlev

Apatity, Russia

Information about the article

Received 2 August 2024

Approved after review
9 August 2024

Accepted for publication
14 August 2024

Keywords:

geology, underground construction, radioactive waste, Zheleznogorsk, waste storage and disposal, hydrogeological data, gneiss fracturing, underground storage of radioactive waste, geochemical survey, tracer studies

The city district "Closed Administrative-territorial formation of the city of Zheleznogorsk" has appointed and organized public discussions on the materials of the justification of the license (including environmental impact assessment materials) for activities in the field of nuclear energy use "Creation of a second-class RW storage facility at FSUE GCK". The mining and geological materials on the construction site of an underground repository of radioactive waste (RW) of the second hazard class in Zheleznogorsk of the Krasnoyarsk Territory are considered. The purpose of the construction of the storage facility is to ensure the storage of second-class radioactive waste at the site of the mining and chemical plant in volumes that meet the needs of the enterprise until the national operator is ready to handle radioactive waste. The review is a response to an offer to discuss supposedly public materials of open access. The subject of public discussions was conducted in the form of a survey. It is proposed to carry out the initial stage of the justification of the object on the basis of the Law "On Subsoil". The following conclusion is made: the target horizon after the conservation of the object is likely to be flooded, primarily along vertical collector trunks; heterogeneous backfilling of the internal free space of trunks and horizontal workings with finished concrete lining with crushed/granular natural bentonite will not help; in reality, the volume of water in the burial zone will significantly determine the characteristics and the inexhaustible resource of the overlying water supply layers of rocks, rather than rocks of the target range, and even without recharge from other sources, the flooded PGZRO will quickly turn into a supplier of hot water and radiolytic gases. The opinion is expressed that it is unacceptable to turn a temporary storage facility into a permanent disposal site for radioactive waste.

В г. Железногорске Красноярского края планируют построить хранилище радиоактивных отходов (далее – РАО) второго класса опасности. Предполагается, что хранилище будет расположено на промышленной территории горно-химического комбината (ФГУП «ГХК») в скальном массиве Атамановского хребта. Цель строительства объекта – организация хранения РАО второго класса на площадке горно-химического комбината в объемах, обеспечивающих потребности предприятия, до момента готовности национального оператора по обращению с РАО (ФГУП «НО РАО») принимать эти отходы для окончательного захоронения (<https://bezrao.ru/n/7863>).

Планируемый объект использования атомной энергии на срок до 30 лет войдет в состав контролируемого и обслуживаемого подземного комплекса ФГУП «ГХК». Так, временно хранить данные отходы – неплохое, по всей видимости, решение, это шаг в правильном направлении. Далее логично их захоронение в пространстве подземных рудников ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение им. Е. П. Славского» (ПАО «ППГХО», г. Краснокаменск). Согласно

давно проработанной научной идее Н. П. Лаврова и других исследователей (Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук), предполагается навечно размещать наиболее опасные РАО в породах урановых месторождений, со временем трансформированной в технические предложения ПАО «ППГХО» [2], принятые ФГУП «НО РАО» [3].

Общественности предлагается обсудить материалы обоснования лицензии (далее – МОЛ) Ростехнадзора (www.admk26.ru/administratsiya/informatsiya/2024/) на осуществление деятельности «Создание на ФГУП «ГХК» хранилища РАО второго класса (г. Железногорск, Красноярский край)» (<https://o-v-o-s.ru/24/35134>). Данная статья является откликом на предложение обсудить МОЛ – публичные материалы открытого доступа. Приведенный документ содержит также информацию для понимания условий сосуществования в промышленной зоне г. Железногорска совокупности разных наземных и подземных объектов.

История документа. В 2022–2023 гг. подготовлены Книга 1 и Книга 2, Оценка воз-

действия на окружающую среду, тома 1 и 2 (приложения). После отрицательного заключения по ним государственной экологической экспертизы от 28 февраля 2024 г. № 310/ Государственная экологическая экспертиза (далее – ГЭЭ) в 2024 г. добавлены Книга 2, Оценка воздействия на окружающую среду, том 3 (дополнительные материалы).

Общими усилиями авторов МОЛ и экспертов ГЭЭ приведены/обобщены *важные и обязательные в данном случае материалы по геологии, гидрологии и гидрогеологии* (суммарный объём – более 100 страниц), полученные на этапах строительства и эксплуатации подземного комплекса ФГУП «ГХК», а также специальных натурных исследований в разные годы с применением скважин бурением с земной поверхности и из горных выработок.

Документ рекомендуется к самостоятельному внимательному изучению в связи с проблемами не только хранения, но и захоронения (<https://proza.ru/2023/10/27/1173>; <https://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=10859>) РАО.

Замечания и предложения по документу на хранилище РАО второго класса (РАО-2):

1) плохое качество некоторых скопированных карт в тексте и приложений (например книга 2, том 2, с. 176–178);

2) лицензия на эксплуатацию пункта хранения радиоактивных веществ просрочена (книга 2, том 2, с. 159);

3) справка о полезных ископаемых просрочена (книга 2, том 2, с. 355);

4) необходимо показать взаимоположение санитарно-защитной зоны хранилища РАО-2 и площадки строящегося федерального пункта глубинного/геологического захоронения РАО (далее – ПГЗРО);

5) следует обосновать и оформить строительство подземного хранилища РАО-2, т.е. пользование недрами промышленной территории г. Железногорска, с позиций выполнения Закона «О недрах», который «содержит правовые и экономические основы комплексного рационального использования и охраны недр», в частности с позиций его ст. 1, 2.1, 3 (п. 5 и 9), 6 (п. 2 и 4), 7, 8, 10.1, 11, 12, 12.1, 22, 23, 24, 27, 29 и некоторых других. Обращение к вопросам недропользования коррелирует с подходом ГЭЭ с позиций рационального использования и охраны недр (книга 2, том 3), а также с обилием геологических материалов в рассматриваемом доку-

менте. Иными словами, нужна опережающая лицензия на пользование недрами, наличие которой предусмотрено и процедурой Производственного экологического контроля недр (книга 2, том 3, с. 148).

Некоторые гидрогеологические данные как пример характеристики первых 300 м массива гнейсов промышленной территории г. Железногорска. Водоносный комплекс гнейсов вмещает подземный комплекс ФГУП «ГХК». Глубина залегания трещинных вод составляет 1,85–59 м. Нижняя граница распространения трещинных вод определяется нижней границей зоны усиленной трещиноватости гнейсов и равна в среднем 70 м. Ниже глубины 70–80 м гнейсы считаются практически безводными. Наблюдаемый капёж в выработках на более глубоких горизонтах приурочен к участкам сильной трещиноватости, контакта даек с вмещающими породами или, в основном, к тектоническим зонам (книга 2, том 1, с. 53).

При проходке скважин фиксировали различной интенсивности поглощение промывочной жидкости и участки низкого выхода керна. Отмечено, что зоны дробления и расщепления секут весь массив с глубины 50,5 м до глубины 280,0 м и, соответственно, могут играть существенную роль в обводнении нижних горизонтов массива. Судя по количеству поглощаемой жидкости, в интервале 50,5–62,5 м по скв. № 018 и в интервале 73–96 м по скв. № 023 около 0,9–1,0 л/с и более, зоны дробления выполняют роль коллекторов трещинно-жильных вод (книга 2, том 1, с. 56–58).

Отмечена также роль шахтных стволов как коллекторов воды из массива (книга 2, том 1, с. 59). Анализ распределения объёмов вод, поступающих в горные выработки на всей площади подземного комплекса ФГУП «ГХК», показывает, что основные объёмы вод поступают по закрепному пространству шахтных стволов и из зоны расщепления (с. 66). При подсечке зоны дробления шахтным стволом 301 величина водопритока составила 206,0 м³/сут (книга 2, том 3, с. 30).

Несомненный интерес представляет исходная, для широкого спектра инженерно-геологических условий, сводка опытных натурных данных (раздел 7.7 «Оценка фильтрационных параметров предполагаемых геологических зон распространения загрязнения», с. 60–64). Существует множество определений коэффициента фильтрации и других параметров применительно к условиям,

процессам и каналам фильтрации реального горно-геологического объекта (неоднородное природное геологическое строение рассматриваемого массива пород, гнейсовые породы разбиты дайками диабазов, зоны дробления и зоны рассланцевания, тектонические разрывные нарушения, зоны техногенной трещиноватости закрепного пространства горных выработок и шахтных стволов, искусственные неоднородности/пустоты скального массива – законтурное пространство горных выработок). Весьма познавательны интегральные оценки. Например, величина суммарного водопритока по всей площади горных выработок равна $\sim 72,5 \text{ м}^3/\text{сут}$. Обозначены технологические приёмы осушения. Наличие водоотводящих тоннелей и зумпфов, расположенных ниже горизонта горных выработок, способствует снижению уровня воды в них, соответственно, почти весь водоприток в закрепное пространство горных выработок дренируется водоотводящими тоннелями и зумпфами.

Материалы моделирования раздела 7.7, которые соответствуют условиям «консервация объекта» и «прогноз на 10 000 лет», в данной статье не рассматриваются, т. к. они не относятся напрямую к задаче создания хранилища РАО-2 на 30 лет, тем более что не все опасности затопления упаковок с РАО (например, при аварии или консервации объекта) моделированием учтены – это коррелирует с замечанием 3 (возможно, и с замечаниями 4–6) ГЭЭ (книга 2, том 3, введение и с. 149, 150).

Гидрогеологический мониторинг подземных выработок ФГУП «ГХК» включает измерение службой главного геолога объёма притока грунтовых вод за период времени (книга 2, том 3, с. 145). Изученность участка работ (там же, разделы 1.1 и 1.3.4) в целом неплохая. К настоящему времени сформирован банк данных, включающий результаты многолетних наблюдений за величинами водопритоков в выработки и замеры уровня подземных вод по скважинам режимной сети (там же, с. 12). Среди вскрытых участков горного массива в 10 % выработок (их общей протяжённости) наблюдались водопритоки (капез, влажность), что соизмеримо с объёмом в горном массиве зон разрывных нарушений (там же, с. 33). Полученные в результате опытных работ значения коэффициента фильтрации составляют по скважинам 1962 г. $0,004\text{--}0,09 \text{ м/сут}$, в 2014–2015 г. – $0,009\text{--}0,32 \text{ м/сут}$, по данным изысканий 2022 г. – $0,008\text{--}0,056 \text{ м/сут}$. Можно сделать вывод о том, что больших измене-

ний за прошедший период времени (почти 70 лет) в гидродинамическом режиме горного массива не произошло (там же, с. 34). Необходимо заметить, что приведённые значения отражают не самый лучший уровень качества массива, предназначенного для изоляции РАО. Например, международным проектом NUCRUS 95410 критерием пассивной защиты для ПГЗРО Северо-Запада России принято условие по коэффициенту фильтрации менее $0,001 \text{ м/сут}$ [5].

Таким образом, в этом диапазоне глубин массив гнейсов явно не соответствует бытовавшей публичной характеристике «километры на километры без трещин и воды».

Мнение о пригодности сочетания гидрогеологической обстановки и технических особенностей подземных объектов промышленной территории.

1. Применительно к созданию хранилища РАО-2.

Сочетание пригодно. Горно-геологическая служба ФГУП «ГХК» и геотехнические системы дренажа 60 лет успешно демпфировали осложнения из-за поступления в выработки воды из массива. Последующие 60 лет обеспечат условно сухие условия эксплуатации хранилища.

2. Применительно к созданию ПГЗРО (в том числе федерального).

Непригодно. Целевой горизонт после консервации объекта, вероятно, будет затоплен, прежде всего по вертикальным стволам-коллекторам. Неоднородная забутовка внутреннего свободного пространства стволов и горизонтальных выработок с готовой бетонной обделкой измельчённым/гранулированным природным бентонитом не поможет, т. к. это не медленный природный процесс осадконакопления без структурных дефектов слоя глины на больших свободных морских акваториях. Бентонит в контакте с динамично дренирующей природной водой и продуктами встречного массопереноса от упаковок РАО вряд ли сохранит себя и свои гидроизолирующие свойства на протяжении требуемого времени. Кроме того, в закрепном пространстве бентонита не будет (разместить его там нельзя по технологии подземного строительства). Срок сохранности бетонной/железобетонной обделки/крепи выработок без неё и дренажной системы предприятия обслуживания, контроля и ремонта (а также без периодического уточнения на основе скважинных исследований гидродинамического режима

горного массива в ближней зоне выработок) не превысит 100–150 лет. В бетоне крепи вне зон гидроизоляции бентонитом внутренних участков выработок возникнут дополнительные эффективные каналы поступления воды в ПГЗРО.

Реально объём воды в зоне захоронения по варианту атмосферных осадков будут значимо определять характеристики и неисчерпаемый ресурс вышележащих водопроницающих слоёв пород, а не пород целевого интервала. Даже без подпитки из других источников затопленный ПГЗРО быстро превратится в поставщика горячей воды и радиолитических газов. Где и как они будут распространяться в массиве (что весьма вероятно) и по выработкам ПГЗРО в настоящее время без дав-

но назревших геохимической (прежде всего, газовой) съёмки и трассерных исследований (<https://proza.ru/2023/10/27/1173>), установить нельзя. Серьёзная опасность в связи с радилизом воды при захоронении РАО в практическом плане известна давно ([1, с. 113–115; 4], раздел «Общие подходы»). Ненадежность бетона при гидроизоляции могильника РАО также доказана (<https://bezrao.ru/n/7938>).

В отношении планируемого хранилища РАО-2 в будущем никогда не должно возникать предложение о переводе его в пункт захоронения РАО второго класса на месте эксплуатации. Действующее законодательство и результаты/опыт прошлых геотехнических проектов формируют ограничения для будущих проектов захоронения РАО.

Список литературы

1. Конухин В. П., Комлев В. Н., Ядерные технологии и экосфера. Апатиты, 1995. 339 с.
2. Кузьмин Е. В., Калакуцкий А. В., Морозов А. А. Технология захоронения радиоактивных отходов в пространстве подземных рудников // Радиоактивные отходы. 2021. № 2. С. 49–62.
3. Кузьмин Е. В., Маянов Е. П., Игин И. М., Минин А. В., Бамборин М. Ю., Калакуцкий А. В., Морозов А. А., Каманин А. Н., Трофимова Ю. В. Обоснование параметров технологии захоронения РАО 2 и 3 классов в пространстве подземных рудников ПАО «ППГХО» // Радиоактивные отходы. 2022. № 1. С. 62–76.
4. Мельников Н.Н, Конухин В. П., Комлев В. Н. Материалы на основе минерального и техногенного сырья в инженерных барьерах для изоляции радиоактивных отходов. Апатиты, 1998. 94 с.
5. Melnikov N. N., Konukhin V. P., Komlev V. N. Improvement of the safety of radioactive waste management in the North West region of Russia. Disposal of radioactive waste. TACIS Project. NUCRUS 95410. Task 3. Report. Apatity – Orlean, Russian Federation – France, 1998. 270 p.

References

1. Konukhin V. P., Komlev V. N. Nuclear technologies and the ecosphere. Apatity, 1995. 339 p. (In Rus.)
2. Kuzmin E. V., Kalakutsky A. V., Morozov A. A. Technology of radioactive waste disposal in the space of underground mines. Radioactive waste, no. 2, pp. 49–62, 2021. (In Rus.)
3. Kuzmin E. V., Mayanov E. P., Igin I. M., Minin A. V., Bamborin M.Yu., Kalakutsky A. V., Morozov A. A., Kamanin A. N., Trofimova Yu. V. Substantiation of the parameters of the technology of disposal of RW of classes 2 and 3 in the space of underground mines of PJSC “PPGHO”. Radioactive Waste, no. 1, pp. 62–76, 2022. (In Rus.)
4. Melnikov N. N., Konukhin V. P., Komlev V. N. Materials based on mineral and man-made raw materials in engineering barriers for isolation of radioactive waste. Apatites, 1998. 94 p. (In Rus.)
5. Melnikov N. N., Konukhin V. P., Komlev V. N. Improvement of the safety of radioactive waste management in the North West region of Russia. Disposal of radioactive waste. TACIS Project. NUCRUS 95410. Task 3. Report. Apatity – Orlean, Russian Federation – France, 1998. 270 p. (In Eng.)

Информация об авторе

Комлев Владимир Николаевич, инженер-физик, г. Апатиты, Россия. Область научных интересов: сочетание физических, геологических и горных исследований по проблеме захоронения радиоактивных отходов.

Information about the author

Komlev Vladimir N., engineer-physicist, Apatity, Russia. Research interests: a combination of physical, geological and mining research on the problem of radioactive waste disposal.

Для цитирования

Комлев В. Н. Рецензия на горно-геологическую часть обоснования строительства подземного хранилища радиоактивных отходов // Вестник Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 30, № 3. С. 138–143. DOI: 10.2109/2227-9245-2024-30-3-138-143.

For citation

Komlev B. N. Review for the Mining and Geological Part of the Feasibility Study for the Construction of an Underground Radioactive Waste Storage Facility // Transbaikal State University Journal. 2024. Vol. 30, no. 3. P. 138–143. DOI: 10.2109/2227-9245-2024-30-3-138-143.