

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ

TECHNOLOGICAL BASIS FOR IMPROVING RELIABILITY AND PRODUCT QUALITY

УДК 349.6/349.7/621.039

doi:10.21685/2307-4205-2021-4-10

К ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ ОБОСНОВАНИЮ ПОДЗЕМНОГО ОБЪЕКТА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ СТАДИИ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

В. Н. Комлев

Апатиты, Россия
komleva_ap@mail.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Рассмотрены геологические условия российской площадки глубинного захоронения радиоактивных отходов около Енисея. Не только изолированно в границах заданной площадки, как было принято прежде, но и с учетом более масштабных факторов: тектоника литосферных плит, свойства ряда аналогичных функционально площадок в переходных условиях (Балтика–Енисей–Тихий океан), районирование локальной смежной территории по полезным ископаемым, наличие вблизи площадки других объектов захоронения. *Материалы и методы.* В таком смысловом соединении предложено изучать на стадии разведки главный для безопасности инженерно-геологический параметр горного массива – состояние подземной гидросферы. Отмечена необходимость надежной нормативно-правовой базы. *Результаты и выводы.* По результатам первичных стадий работ по пункту глубинного захоронения РАО выявлены недостатки применения и исполнения законодательства и технических норм. Сформулировано предложение о правовой экспертизе подготовленных для участка «Енисейский» документов.

Ключевые слова: геологическое захоронение радиоактивных отходов, подземное строительство, могильник, безопасность, гидравлическая проницаемость пород, право, технические нормы

Для цитирования: Комлев В. Н. К горно-геологическому обоснованию подземного объекта заключительной стадии ядерного топливного цикла // Надежность и качество сложных систем. 2021. № 4. С. 81–97. doi:10.21685/2307-4205-2021-4-10

TO MINING AND GEOLOGICAL VALIDATION OF THE UNDERGROUND OBJECT OF THE FINAL STAGE OF THE NUCLEAR FUEL CYCLE

V.N. Komlev

Apatity, Russia
komleva_ap@mail.ru

Abstract. *Background.* The geological conditions of the Russian site for deep burial of radioactive waste near the Yenisei are considered. Not only isolated within the boundaries of a given site, as was the case before. But also taking into account more ambitious factors: tectonics of lithospheric plates, properties of a number of functionally similar sites in transitional conditions (Baltic–Yenisei–Pacific Ocean), zoning of the local adjacent territory by mineral resources, the presence of other disposal facilities near the site. *Materials and methods.* In such a semantic connection, it is proposed to study at the exploration stage the main engineering-geological parameter of the rock mass for safety –

the state of the underground hydrosphere. The need reliable regulatory and legal framework was noted. *Results and conclusions.* Based on the results of the initial stages of work on the deep disposal site for radioactive waste, shortcomings in the application and implementation of legislation and technical standards were identified. A proposal has been formulated for a legal examination of documents prepared for the Yeniseisky site.

Keywords: geological disposal of radioactive waste, underground construction, waste storage facility, safety, hydraulic permeability rocks, law, technical regulations

For citation: Komlev V.N. To mining and geological validation of the underground object of the final stage of the nuclear fuel cycle. *Nadezhnost' i kachestvo slozhnykh sistem = Reliability and quality of complex systems.* 2021;(4):81–97. (In Russ.). doi:10.21685/2307-4205-2021-4-10

Предисловие

Настоящая статья как оценочное профессиональное суждение автора для понимания долговременного будущего посвящена анализу опубликованной в открытых источниках информации по теме захоронения особо опасных радиоактивных отходов (РАО) в России.

В мировой практике использования ядерной энергии выделяют заключительную стадию ядерного топливного цикла (ЯТЦ), которую реализуют по одному из двух вариантов: с переработкой отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) или без нее. Важно, что оба варианта в части подземного строительства приводят к принципиально неразличимым подземным объектам глубинно-геологического захоронения либо отходов высокой активности (ВАО) и долгоживущих от переработки ОЯТ, либо непосредственно (прямое захоронение) ОЯТ [1, с. 8].

Россия пока предпочитает основную часть ОЯТ перерабатывать и планирует создать в Красноярском крае, на участке «Енисейский», в пределах ЗАТО Железногорск, на промышленной территории ФГУП «Горно-химический комбинат» (ГХК) национальный шахтного типа ПГЗРО (архейские гнейсы, на глубине 450–550 м) пункт глубинного захоронения РАО 1 и 2 классов опасности, твердых отходов. Речь идет об объекте, у которого по международным представлениям перспектива на миллион лет экологических тревог и на сотни миллиардов долларов затрат только в обозримом будущем. По принципу условной паритетности военных и гражданских ядерных программ СССР/России и США объем российских РАО предположительно можно оценивать лишь в сравнении с американскими. А российский ПГЗРО в центре страны – с совокупностью двух (WIPP и Yucca Mountain) американских в приграничной (как и китайский Beishan) пустыне.

Законодательство и технические нормы

Связанные с любым местом размещения аспекты, прежде всего, безопасности федерального ПГЗРО принципиально нуждаются в надежном доказательстве на базе законодательства, норм и правил в области использования и охраны недр. Естественно, что должна быть уверенность в правильности/надежности самой базы – сформированной подборки регулирующих документов. В связи с этим каждый из подготовленных, обычно в разное время и разными исполнителями (в том числе разных ведомств), обосновывающих ПГЗРО материалов по части законов и технических норм целесообразно, видимо, тестировать, используя разработанный внешними экспертами перечень необходимых для контроля регулирующих документов и их разделов/пунктов. Тестировать последовательно и порознь по факторам: **ОБОЗНАЧЕННЫЕ ИСПОЛНИТЕЛЯМИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛИРУЮЩИЕ ДОКУМЕНТЫ** (в первую очередь, так как заведомое неприменение важных регулирующих документов, ошибочные ориентиры, ущербность выбранной для процедуры обоснования нормативно-правовой базы практически неизбежно порождают нарушения) и **ИСПОЛНЕНИЕ ЭТИХ ДОКУМЕНТОВ**.

К сожалению, при создании ПГЗРО присутствуют, похоже, непрофессиональная, несвязная, неполная и во многом неадекватная горно-геологическая трактовка истории, будущего и объемов работ, идентификации и свойств массива пород, некоторых других важных позиций, а также далеко не в полном объеме применение регулирующих документов (их исполнение и соответствие результатов нормам также далеки от безупречных), недостаточная открытость экономических показателей, принятых разрешительных документов, геологических материалов по участку «Енисейский»¹ [2].

Например, предписано (Закон № 190-ФЗ от 11 июля 2011 г. «Об обращении с радиоактивными отходами...», статья 12, п.2), что захоронение твердых высокоактивных долгоживущих и твердых

¹ Ядерный могильник на Енисее и норвежская Беллона. URL: <https://proza.ru/2018/11/07/898> ; Научные эксперты о ядерном могильнике. URL: <https://proza.ru/2020/06/25/1546> ; Радиоактивные отходы как повод подумать о вечном. URL: <https://proza.ru/2018/02/13/284>

среднеактивных долгоживущих радиоактивных отходов осуществляется в пунктах глубинного захоронения РАО, обеспечивающих локализацию таких отходов в соответствии с Законом о недрах. Стало быть, «в соответствии с Законом о недрах» относится и к Железногорску. Кстати, Закон о недрах рассматривал нормы захоронения РАО в рамках проблемы регулирования отношений при использовании недр в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых, уже до и вне указаний Закона № 190-ФЗ. Поэтому, как только сложное многоэтапное обращение с особой опасности РАО доходит до захоронения, как только функцией создаваемого объекта объявляется обоснование (наука) или реализация (промышленность) захоронения этих РАО, главенствующая роль и необходимость неукоснительного соблюдения переходят к Закону о недрах¹.

Не все причастные к проблеме об этом помнят. В «Стратегическом мастер-плане» исследований в обоснование безопасности ПГЗРО в Нижнеканском массиве» для «строительства ПГЗРО и создаваемой «параллельно» с ним ПИЛ (подземной исследовательской лаборатории)» Закон о недрах не обозначен/отсутствует в качестве ориентира «в рамках горизонта планирования 2070 г.» [3], как и в препринте «Обоснование долговременной безопасности захоронения ОЯТ и РАО на 10 000 и более лет: методология и современное состояние» [4]. В как бы основополагающем (выпущен позже начала работ и оформления основных разрешений) документе «Стратегия создания пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов» Закон о недрах не упоминается (раздел 2), зато объявляется вопреки Закону, что «создаваемые... сооружения ПИЛ... предназначены для захоронения... РАО классов 1 и 2» (раздел 4) [5]. Закон о недрах, по мнению специалистов стратегического планирования захоронения РАО (А. А. Ковальчук, слайд 2), к основе их решений не относится [6]. В условиях действия лицензии Ростехнадзора ГН-01,02-304-3318 не прописано (по крайней мере, напрямую) обязательное выполнение Закона о недрах². В. А. Караулов (ОАО «Красноярская горно-геологическая компания») в выводах приложения 3 протокола ГКЗ – ФБУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых» не указывает соответствие условий участка «Енисейский» Закону о недрах³.

В 2015 г. ФБУ «Институт проблем безопасного развития атомной энергетики» (ИБРАЭ РАН) отмечал, что до 2011 г. (участок «Енисейский» был уже запущен в работу – В.К.) в России отсутствовали правовые требования по захоронению РАО [7, с. 7]. Это не соответствует действительности: уже действовали, например, Закон о недрах (1992 г.), НП-050-03 «Размещение ядерных установок ядерного топливного цикла (ЯУ ЯТЦ). Основные критерии и требования по обеспечению безопасности» (2003) и НП-055-04 «Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности» (2004). Неточности про Закон о недрах и федеральные НП, видимо, воспроизведены не один раз ([8]: введение, с. 6; глава 2; разделы 2.1, 2.3; список литературы; трансляция статьи 12 Закона № 190-ФЗ относительно ВАО без важного указания на Закон о недрах, с. 57).

При выборе и экспертизе площадки и района ПГЗРО никем пока не задействованы федеральные нормы и правила НП-050-03, п. 1.1 которых напрямую предписывает их применение для такого случая. Хотя в перечне «Нормативные документы» на сайте ФГУП «НО РАО» (Национального оператора по обращению с радиоактивными отходами) НП-050-03 присутствуют, а Свидетельством Госкорпорации «Росатом» от 07.03.2012 № ГК-С008 ФГУП «НО РАО» было признано организацией, пригодной эксплуатировать ядерные установки (см. Приложение и Материалы обоснования лицензии, МОЛ, на размещение и сооружение..., том 1, с. 13 [9]). Если ПГЗРО не является ЯУ ЯТЦ, то какие эксплуатируемые ФГУП «НО РАО» сооружения ими являются?⁴

Труднопонимаем лицензируемый вид деятельности лицензии ГН-01,02-304-3318 (которая должна быть документом конкретных и однозначных действий в рамках строго определенной одной стадии пользования недрами, а также строго определенных объемов и типов РАО, а не основанием для опережающих волюнтаристских рассуждений о странных вариантах). Нужно

¹ Закон о недрах и радиационная безопасность страны. URL: <https://proza.ru/2020/09/20/903>

² Лицензия Ростехнадзора ГН-01,02-304-3318. На размещение и сооружение пункта хранения радиоактивных отходов. Объект, на котором и/или в отношении которого проводится заявленная деятельность: стационарные объекты и сооружения, не относящиеся к ядерным установкам, радиационным источникам и предназначенные для хранения радиоактивных веществ, хранения или захоронения радиоактивных отходов в составе подземной исследовательской лаборатории / ФГУП «НО РАО». М., 2016. URL: http://www.gosnadzor.ru/service/list/reestr_licences_170fz/license.php?licNum=%D0%93%D0%9D-01%2C02-304-3318

³ Протокол ГКЗ № 4523 от 03-02-2016. URL: <https://yadi.sk/i/Nbvvx8zrv58tlQ>

⁴ ФГУП «НО РАО». Филиалы и отделение. URL: <http://www.norao.ru/about/affiliates/>

еще доказать, что витиеватая (изобретено комплексное пользование недрами: воедино сведены наука, а также хранение, захоронение и ненормативная «окончательная изоляция» РАО!) формулировка вида деятельности в этой лицензии и МОЛ не противоречит терминологии и сути Закона о недрах, НП-055-14 (которые заменили НП-055-04), Закона о лицензировании и НП-050-03. Терминологии МАГАТЭ (ядерная установка nuclear facility, с. 284, п. 3) эта формулировка вряд ли соответствует [10].

Заявленный вид деятельности есть следствие попытки механистически объединить результаты разных по причинам, обстоятельствам и смыслу работ, выполнявшихся на территории и вблизи ГХК в связи с проблемой захоронения твердых РАО.

Даже в материалах к ФЦП ЯРБ-2 (Федеральная целевая программа «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016 – 2020 годы и на период до 2030 года»), дополнительно к массе аналогичных публикаций в СМИ, представитель ФГУП «НО РАО» излагает историю вопроса и суть лицензируемого вида деятельности, мягко говоря, лукаво [11]. Достаточно сказать, что к 2000 г. (моменту возникновения лишь идеи участка «Енисейский») были не только найдены, но и изучены площадки на Новой Земле и территории ПО «Маяк» (ВНИПИпромтехнологии), Кольском полуострове (Горный институт Кольского НЦ РАН), сформировано надежное научное направление поиска площадок такого ранга в пределах урановых месторождений (ИГЕМ РАН), вышло Распоряжение Правительства России № 1576-р от 27.08.92 (подготовлено Институтом динамики геосфер и Горным институтом Кольского НЦ РАН) о создании ПИЛ на Кольском полуострове.

Основные этапы (можно, видимо, выделить три) и главные особенности/цели локальных работ на территории и вблизи ГХК проявляются при анализе первичных публикаций.

Первый (1992–2001). Нижнеканский массив гранитов. Сведения о участке «Енисейский» и федеральном ПГЗРО отсутствуют. Локальный ПГЗРО запланирован исключительно для РАО ГХК. Добротный обзор работ 1992–1998 гг. дан в работе [12]. Приведем некоторые факты из этой публикации. В конце 1992 г. по поручению ГХК был сформирован коллектив специалистов, представлявший около 15 организаций и предприятий. Задача – определить возможность и найти участок для безопасного захоронения ВАО завода РТ-2 (ГХК вряд ли должен был иметь полномочия ставить задачу поиска и обоснования площадки для федерального ПГЗРО). Три научно-исследовательских и проектно-изыскательских темы, комплексная программа от 1994 г., утвержденная заместителем министра Н. Н. Егоровым и академиком Н. П. Лаверовым, ФЦП № 1030 от 1995 г. на 1996–2005 гг. – внушительное планирование исследований. Надежность информации контролировалась сопоставлением результатов, полученных различными организациями. Всеми группами исследователей независимо друг от друга наиболее перспективными были признаны гранитоиды Нижнеканского массива и участки «Итатский» и «Каменный». В принципе, древнейшие гнейсовые толщи ближайшего окружения рассмотренных (Белогорский, Таракский, Нижнеканский) гранитоидных массивов не были оставлены без внимания. Но такие гнейсы не вошли в число перспективных структур. Ни в планах «начала пути», ни в описании выполненных работ, ни в планах завершения работ (включая детальную разведку) не упоминаются ни участок «Енисейский», ни гнейсы Атамановского кряжа Саян (вмещающие подземный комплекс ГХК породы), ни федеральный ПГЗРО, ни ПИЛ формата горных выработок. Таким образом, этот этап, к сожалению, не является этапом изучения участка «Енисейский».

Второй (2002–2012). Работы впервые начаты за пределами Нижнеканского массива (резкий переход от гранитов к породам их западного обрамления), вблизи Енисея, на контактирующих с мощными отложениями юры архейских гнейсах, ПГЗРО с ПИЛ/ПИЛ в составе ПГЗРО, смешанная/неадекватная терминология, искажение истории работ, РАО ГХК уже лишь как частный случай, упоминание НП-055-04 без Закона о недрах, начало оформления (2008) предпроектной документации на базе результатов бурения лишь одной «глубокой» скважины 1-Е, «на основании выполненных предпроектных исследований (какая стадия геологического изучения – В.К.?) определены характеристики массива горных пород в районе площадки строительства объекта, **обеспечивающие пригодность массива для окончательной изоляции РАО**» [13].

Третий (с 2013 г. по настоящее время). Продолжение работ на участке «Енисейский», «стационарные объекты и сооружения, не относящиеся к ядерным установкам, радиационным источникам и предназначенные для хранения радиоактивных веществ, хранения или захоронения радиоактив-

ных отходов в составе ПИЛ»¹, оформление разрешительных документов – серьезное несоответствие условий участка «Енисейский» международному опыту, требованиям Закона о недрах и ряда других регулирующих документов [2].

Для сравнения и правильного/полного понимания ситуации: в материалах лицензии Роснедр КРР 16117 ЗД от 22.07.16 (со странным сроком действия, по результатам поисковой и оценочной стадий геологического изучения), хотя (вопреки правилам) и не обозначены выдавшие/согласовавшие разрешение на пользование земельным участком органы, а она сама по состоянию на 15.04.21 отсутствует (!) на сайте ФГУП «НО РАО», в части лицензируемого вида деятельности четко и однозначно записано: «захоронение радиоактивных отходов в глубоких горизонтах», участок «Енисейский», никаких других вариантов нет².

Общим итогом перечисленных административно-процессуальных нарушений/системных ошибок/тотальной забывчивости/странной ментальности авторов Енисейского проекта можно, видимо, назвать фактическое неприменение (автоматически – невыполнение) ст. 12 (п. 2) Закона № 190-ФЗ. Что, одновременно, обусловило несоответствие многих реалий создания ПГЗРО горно-геологическим нормам Закона о недрах и связанных с ним документов.

Ограничения промышленной территории ГХК

Вблизи площадки ПГЗРО уже имеются разные, ядерного топливного цикла, объекты длительного размещения (хранение и захоронение) РАО и ОЯТ, комплекс переработки ОЯТ и другие в составе ядерно-космического кластера. Завершают захоронение промышленных реакторов ГХК по способу «на месте» и эксплуатируют полигон «Северный» (юрские осадочные пласты-коллекторы во впадине скального архейского фундамента, захоронение жидких РАО). Документом НП-050-03 предусмотрен соответственно этому факту «учет наличия в районе размещения и на площадке ЯУ ЯТЦ других действующих, сооружаемых и проектируемых объектов использования атомной энергии, зданий, относящихся к категории взрывопожарной и пожарной опасности, объектов, содержащих токсичные и коррозионно-активные вещества, а также транспортных путей, аварии на которых могут оказывать воздействие на ЯУ ЯТЦ» (п. 2.1 и 4.2.1). Предусмотрены также «ограничения техногенного воздействия на ЯУ ЯТЦ действующих ядерных установок, расположенных в районе размещения и на площадке ЯУ ЯТЦ» (п. 2.5).

Рисунки страниц 27, 29, 30, 45, 47, 50, 194 [14], 13 [12] и публичных МОЛ (2015, 2020 и 2021 годов) для других соседствующих объектов дают обобщенную (более полную, нежели лишь в МОЛ-2015 только для пункта захоронения РАО) ситуационную картину промышленной территории ГХК, площадки ПГЗРО и сопряженных территорий (административные границы, горный и земельный отводы, геоморфология, геология). Промышленная территория ГХК (гнейсовый «полуостров») зажата между Енисеем и угленосными (и, скорей всего, обводненными) образованиями юры (долина притока Енисея Большая Тель – долина Черского). От площадки ПГЗРО (блок 37) до Енисея – 4, 5 км, до блока 38 (юрские отложения в составе долины Черского, по А. Ю. Озерскому [15] – наличие водонасыщенных угленосных месторождений) – 2 км.

Эта промтерритория – место уже существующих наземных и подземных объектов, возможное взаимовлияние которых необходимо учитывать. Ее ресурс для размещения сейчас новых объектов ограничен или вообще исчерпан. Современный славный подземный комплекс ГХК с захороненными навечно реакторами (если говорить об интегральных свойствах горы – зона техногенного разуплотнения гнейсов, гигантские объемы вынудой скальной породы [16]), как ни печально (после вывода из эксплуатации, нет вечных производств), – будущие каналы сбора воды и «естественных» водотоков, которые не улучшат и без того сложную в контексте ПГЗРО гидрогеологию общего массива.

¹ Лицензия Ростехнадзора ГН-01,02-304-3318. На размещение и сооружение пункта хранения радиоактивных отходов. Объект, на котором и/или в отношении которого проводится заявленная деятельность: стационарные объекты и сооружения, не относящиеся к ядерным установкам, радиационным источникам и предназначенные для хранения радиоактивных веществ, хранения или захоронения радиоактивных отходов в составе подземной исследовательской лаборатории / ФГУП «НО РАО». М., 2016. URL: http://www.gosnadzor.ru/service/list/reestr_licences_170fz/license.php?licNum=%D0%93%D0%9D-01%2C02-304-3318

² Лицензия Роснедр КРР 16117 ЗД. На захоронение радиоактивных отходов в глубоких горизонтах / ФГУП «НО РАО». М., 2016. URL: <https://rfgf.ru/license/itemview.php?iid=2717774>

Два крупных подземных объекта (подземные пустоты и потревоженный горный массив): не будет ли негативное воздействие друг на друга и на породный целик между ними уже на стадии строительства ПГЗРО? С юга чередой, практически вплоты, – Железногорск, Сосновоборск и Красноярск.

В США, Китае, Швеции и Финляндии целевой горизонт ПГЗРО запланировано вскрывать наклонными спиралеподобными технологическими выработками – туннелями за внешним контуром зоны захоронения РАО. Туннелями вскрывали и подземный комплекс ГХК. В концептуальных проектах Горного института Кольского НЦ РАН для подхода к целевому интервалу предложено использовать принципиально похожую на зарубежный вариант обособленную выработку – многофункциональный уклон (например, Концепция подземного хранилища отработавшего ядерного топлива судовых ядерных энергетических установок на Кольском полуострове).

А российский ПГЗРО начинают вертикальными технологическими стволами непосредственно в будущую рабочую зону [17]. Не следствие ли это тесноты на гнейсовом «острове»? Кроме того, такие стволы на стадии автономного существования ПГЗРО (даже при качественном заполнении их внутреннего свободного/технологического объема, например, бентонитом) могут быть эффективными рукотворными «водосточными трубами/коллекторами» для поступления воды в подземный комплекс с земной поверхности и из массива (скорее всего, так как бетон/тюбинги их стенок без ремонта не сохраняют герметичность и сотню лет – потекут). И никакие памперсы на стенках ПИЛ по планам подземных исследований не дадут прогноза долговременного флюидного режима в зоне РАО.

Впервые (с помощью стволов «под одной крышей») так предлагали строить ПГЗРО и в пределах санитарно-защитной зоны ПО «Маяк» [18], т.е. этот подход осознан давно соответственно общему стремлению Росатома, вопреки мировой тенденции, создавать федеральные пункты захоронения РАО на пока охраняемых территориях своих крупных уже действующих производственных комплексов (Новоуральск, Озерск, Северск, Железногорск), обрамляя южную часть Западно-Сибирской низменности – нефтегазовой провинции (усиливая потенциальные риски штатного и аварийного ее радиационного загрязнения [19]). Но подземного пространства для надежного маневра выработками ПГЗРО в назначенном варианте (при горно-геологических осложнениях или желаемом наращивании объемов захоронения РАО/строительстве новых очередей объекта) при этом, похоже, нет.

Информация к размышлению о будущем Железногорска: не полностью раскрытая всего лишь шестидесятилетняя (не миллион лет!) история постепенно разраставшегося ядерного кластера в Сосновом Бору – необходимы новые законодательные нормы и инструменты для обеспечения ядерной и социально-экологической безопасности объектов [20].

Геологические ограничения участка и района

Участок «Енисейский» принадлежит Атамановскому кряжу Саян – тектоническому узлу Западно-Сибирской плиты, Сибирской платформы и Алтае-Саянской орогенической области. Русло и берега Енисея, маркирующего глобальную континентальную неоднородность/глобальный геологический переход, не будут миллион лет безразличными к динамике земной коры, наложенной на динамику реки. В пределах той же промышленной территории комплексно следят за состоянием горного массива объекта-аналога (см. протокол ГКЗ, В. А. Караулов и А. А. Верчеба¹).

Массив участка «Енисейский» сложен. Особое внимание при его изучении и эксплуатации должно быть уделено флюидному режиму, влиянию разломно-блоковой структуры земной коры на состояние подземной гидросферы. Важно не только наличие в массиве блоков с относительно низкой водопроницаемостью, но и наличие по их границам зон повышенной водопроницаемости (мощностью 0,2–13 м). В условиях масштабных горных работ и последующего автономного функционирования многозвенного ПГЗРО с прогревом пород и подземных вод до 100–150 градусов [21, 22], при благоприятных для образования трещин растягивающих напряжениях в горе и ее «потряхивании» отголосками землетрясений в соседних регионах, именно сеть таких границ будет определять безусловное присутствие и динамику воды в массиве и горных выработках с РАО – главный фактор выноса радиоактивности.

¹ Протокол ГКЗ № 4523 от 03-02-2016. URL: <https://yadi.sk/i/Nbvvx8zrv58tlQ>

На исходную/природную монолитность пород ПГЗРО трудно рассчитывать в принципе, исходя из представлений о процессах в земной коре. Север (Заангарье) и юг (Саяны) региона – провинции месторождений золота и урана, генетически обусловленные геодинамической историей территории. Кроме того, «Грандиозность позднемеловых движений можно считать доказанной, и надежда, что гнейсы в районе участка «Енисейский» ими не затронуты – явный самообман. К тому же в течение кайнозоя... были новые... подвижки, о чем свидетельствуют разломы... Подновления разломов происходят иногда и сейчас», породы целевого интервала для ПГЗРО выходят на поверхность вне участка «Енисейский» [23]. Они могут быть независимо изучены там. Результатом движений является и сброс размером не менее 200 м на глубине 500 м полигона «Северный» (поперечный геологический разрез ПГЗ ЖРО полигон «Северный» [24, с. 20]). Следы разнонаправленных подвижек с потерей консолидации гнейсов на участке «Енисейский» и пример непрекращающегося поступления через целевой интервал воды массива в скважину отмечены в разделе XLI [22].

Картина должна быть дополнена учетом обстоятельства, что сложный по структурно-тектоническим характеристикам гнейсовый «полуостров» контактирует по всему интервалу глубин с сотнями метров юрских отложений, содержащих водонасыщенные (возможно, водонапорные) высокой проницаемости слои. Возможен механизм питания глубинной водой целевого интервала. Факт существования в гнейсах участка «Енисейский» восходящего потока подземных вод может получить еще одно обоснование. Предстоящая геологоразведка должна быть дополнена глубоким бурением (не менее 1 км) не только по гнейсам, но и по юре (причем как вдоль восточной границы пород, так и по западной).

Для полигона «Северный», вмещающие пласты-коллекторы скальных пород которого и участка «Енисейский» однотипны, не исключена возможность гидрологической связи поверхностных вод с областью разгрузки загрязненных подземных горизонтов [25]. Эти же породы средней трещиноватости, вмещающие один из подземных объектов ГХК, содержат жильные включения, многочисленные (мощностью до 0,5 м) зоны рассланцевания и дробления. Однако имеется и зона дробления мощностью до 40 м, а также мощная зона рассланцевания [26]. Утверждают важное обстоятельство: достоверные исторические и современные инструментальные данные о сейсмичности этого района отсутствуют [27].

Анализ изучения участка «Енисейский» выявил целый ряд существенных пробелов и неопределенностей в информации о геологической среде, которая необходима согласно существующим нормативным документам [28–30]¹. Например, глубокие скважины были пройдены за пределами структурного тектонического блока, в котором запланировано размещение ПГЗРО. Отсутствует описание керна скважин, нет достоверной геологической карты земной поверхности масштаба 1:2000. Кроме этого, часть экспериментального материала, в частности данных геофизического изучения участка, была утеряна и т.д.²

Район участка «Енисейский» относится к зоне активного орогенеза, т.е. процесс его формирования как горного сооружения еще не закончен. Поэтому «подходящие» гидрогеологические условия и характеристики в таком блоке, существующие на момент начала строительства ПГЗРО, не могут гарантироваться на весь проектируемый срок его эксплуатации. За длительный период геодинамические процессы способны кардинально изменить гидрогеологический режим в геологической среде, но наибольшую угрозу представляет вероятность тектонической деструкции структурно-тектонических блоков. Участок «Енисейский» располагается на западной границе Нижнеканского гранитоидного массива и вмещающих его докембрийских толщ гнейсов, точнее – полностью в гнейсах вблизи границы с гранитами [30, рис. 2]. Такие зоны экзоконтактов магматических тел, как правило, отличаются повышенной трещиноватостью и структурной неоднородностью.

Тектоническая мотивация выбора участка «Енисейский» до конца не обоснована: разломы на данной территории в настоящее время являются активными, скорости относительных вертикальных движений и зоны динамического влияния активных разломов слабо изученные, сравнительно с нор-

¹ Федеральные нормы и правила: Оценка исходной сейсмичности района и площадки размещения объекта использования атомной энергии при инженерных изысканиях и исследованиях. РБ-019-17; Размещение ядерных установок ядерного топливного цикла. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности. НП-050-03.

² Там же.

мами, возможно, велики [28–30]. Согласно НП-055-14 (п. 53), породный массив должен быть однородной структуры и низкой трещиноватости; целесообразно размещение площадки в районах, не испытывающих интенсивные тектонические движения.

«На участке выделено два блока – 37 и 38. Но 38-й отвергли из-за наличия водонасыщенных угленосных месторождений» [14]. Впервые применительно к участку «Енисейский» дали повод задуматься о возможном опасном соседстве (природные вода и метан с наложенным радиолизом от РАО). Пласты угля повышенной водопроницаемости (наряду с другими недостатками) ранее фиксировали вблизи полигона «Северный» [31].

Юрские отложения Западно-Сибирского плитного комплекса вторгаются на сопряженную территорию достаточно близко от площадки ПГЗРО (восточнее) в виде широкой долины Черского (а также юго-западнее) [12, с. 13]. К возможности проявлений угля на участке «Енисейский» и в окрестностях (на путях питания/разгрузки подземных вод) с разных позиций (полезные ископаемые, подземные пожары, геомеханика, гидрогеология) необходимо относиться очень внимательно. Это ведь промышленная территория ГХК в контурах Канско-Ачинского угольного бассейна, Приенисейского горнопромышленного района [32]. И соседние с ней районы Красноярского края (Сухобузимский, Березовский, Емельяновский) – часть угленосной (с проявлениями урана) провинции [33, табл. 25 и 27]. А статус ЗАТО вряд ли предполагал проведение здесь ранее изысканий по части полезных ископаемых. Возможно, по этой причине зафиксировано мнение в протоколе ГКЗ, что на участке «Енисейский» полезные ископаемые отсутствуют. Механизм появления юрских отложений, с которыми связаны проявления углей, в пределах ЗАТО Железногорск объясняют нам карты МОЛ и статья Р. М. Лобацкой [34].

Месторождения угля с водой – весомое основание для отказа от площадки/участка ПГЗРО, а не только от отдельного блока! В протоколе ГКЗ информация о углях не замечена. Необходимы, видимо, ревизия представленных на экспертизу геологических данных и дальнейшее изучение массива на стадии детальной разведки до начала горных работ.

Создание российского ПГЗРО и соответствующее пользование недрами позиционируют как абсолютно безопасное дело – «стройка века и на века» [35, 36]. Такая позиция – результат ошибочных взглядов, сформированных ранее: «Главной гарантией является гидрогеологическая характеристика горной породы, которая образовалась в архей-протерозойский период развития Земли (от 2500 до 541 ± 1 млн лет назад). За это время разрушению подверглись только первые 30 м пород массива (и стали доступны для проникновения поверхностных вод). По прогнозам вода с поверхности попадет в зону размещения отходов не ранее, чем через 15 миллионов лет. Срок потенциальной опасности объекта оценивается в 2 миллиона лет. Геологическая среда является основным барьером по обеспечению экологической безопасности. Зона размещения объекта находится в горных породах (водонепроницаемых с застойным режимом трещинно-поровых вод). Движение подземных вод носит нисходящий характер и не выходит на поверхность» [37].

Однако в последние годы представления о геологических условиях участка «Енисейский» и их соответствии существующим нормам, с учетом требований Закона о недрах, коренным образом меняются [20, 21, 38, 39].

Взгляд за пределы участка «Енисейский», территории ГХК, района работ и нашего времени

Российский ПГЗРО – природно-техногенная генерирующая энергию геосистема сложного внутриконтинентального перехода, входящая в эффективный водосборный бассейн Енисея. А если это будет прототипом/надеждой для дальнейшего развития идеи (в каком направлении?) за рубежом? В настоящее время сброс жидких РАО Фукусимы в океан все более приобретает черты плановой неизбежной практики. И ураганы самовольно моют территорию. Но здесь ждут и много твердых РАО [40].

При демонтаже/выводе из эксплуатации ядерных объектов Японии, Республики Корея и КНДР (серьезный рынок полного цикла услуг в части ядерных технологий «бэк-энд») где-то будут хоронить значительные объемы образующихся при этом РАО. Где? Если в национальном варианте, то фактически – в еще более сложной переходной зоне «суша-море». Других территорий у этих стран нет. Для такой переходной зоны были и российские предложения: научные и управленческие [41, 42]. Этот вариант, конечно, не будет аналогом Балтики, где побережье и дно (граниты) осваивают для ПГЗРО Швеция и Финляндия. И скорей всего потребуется обоснование или обоснованный

запрет (например, во имя защиты общего Тихого океана) при, вероятно, внимательном постоянном сравнении с потенцией амбициозного (конкурентные преимущества [5] и возможность изменения статуса ПГЗРО [43]) Енисейского проекта. Правда, в том числе и при сравнении относительно механизма триггерной активизации «спящих» негативных факторов под воздействием деформационных тектонических волн от удаленных сильных землетрясений [44].

ПГЗРО – вечность в рамках жизни человечества. Но пока концепция его создания и реальные дела вряд ли учитывают нарождающиеся процессы даже ближайших ста лет. Прогнозы долговременной обеспеченности углеводородами (традиционные нефть и газ, неорганические/глубинные нефть и газ, газогидраты), новые энергетические технологии (на основе возобновляемых источников, термо-ядерные и др.), экологические трудности переработки ОЯТ, принцип нераспространения – все это и, возможно, другое может достаточно быстро обернуться ненужностью/невозможностью массовой переработки ОЯТ и общемировой потребностью его прямого захоронения (и сейчас уже значимого). Соответственно, требования к ПГЗРО резко повысятся.

В контексте вечности создаваемого объекта ЯТЦ необходимо глубокое понимание человека и общества. Например, на базе художественного, религиозного и философского наследия Ф. М. Достоевского и опыта исследователей его творчества [45].

Послесловие

При создании ПГЗРО на всех этапах работ безусловным и обязательным является применение и исполнение ст. 12 (п. 2) Закона № 190-ФЗ «Об обращении с РАО».

Многие аспекты безопасности федерального пункта захоронения радиоактивных отходов нуждаются в дополнительном надежном доказательстве на базе разведочной стадии геологического изучения площадки, а также законодательства, норм и правил в области использования и охраны недр. Эти мысли никем не отрицаются, но и не порождают, к сожалению, адекватного действия по их реализации.

При утверждении «стройка века и на века» геология дела (главный гарант масштабной безопасности) должна быть изучена полно и безупречно. Этот этап работ уж совсем не должен сопровождаться комплексом нарушений, как предшествующий [46]. Ведь в ИБРАЭ РАН (научное руководство Енисейским проектом) не исключают, «что спустя несколько десятков лет мы вынуждены будем... искать другое место» [47]. Хотя, например, комиссия по экологии Общественного совета Госкорпорации «Росатом» вообще не видит какие-либо работы по Красноярскому ПГЗРО приоритетными в 2021 г. [48].

Материалы выбора, изучения и обоснования района и площадки размещения ПГЗРО (геологические задания и проекты на выполнение поисковой и оценочной стадий изучения участка «Енисейский», планируемое геологическое задание на разведочную стадию, геологические отчеты по работам предварительных стадий, протоколы ГКЗ по рассмотрению работ, прежде всего, № 4523 от 03-02-2016), документ «Стратегия создания пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов», проект ПГЗРО, лицензии на изучение массива участка «Енисейский» с земной поверхности и изнутри (из ПИЛ), создание ПГЗРО и захоронение РАО как отражающие все отдельные и важные этапы пользования недрами должны для повышения безопасности неукоснительно соответствовать «Закону о недрах» (с сопутствующими документами), НП-055-14, «Закону о лицензировании» и, возможно, НП-050-03, которыми в дело давно введены географо-горно-геологические критерии, по факту недостаточно применявшиеся до сих пор, а также научному подходу к решению проблемы и отобранном временем лучшим образцам международного опыта [2, 20, 21].

Целесообразна не только геологическая (как предлагалось в [38, 39] и других публикациях), но отдельно и правовая экспертиза (исследование документов, их анализ на соответствие формы и содержания действующему законодательству РФ, как в настоящий момент, так и в ретроспективе).

Гнейсы как таковые, глобальной (плита-платформа) и локальной (древние гнейсы и относительно молодая интрузия гранитов вблизи мощных еще более молодых юрских осадков) переходных зон, ограниченные в размерах, назначенные без должного для национального ПГЗРО выбора, без детальной разведки, без возможности профессиональной и объективной оценки безопасности, с выявленными негативными инженерно-геологическими характеристиками, уже нагруженные стратегическими объектами, в контуре угольного бассейна/провинции месторождений полезных ископаемых, в центре страны, вблизи крупной реки и города-миллионника Красноярска (а не в приграничной пустыне, как в США и Китае), не соответствующие по ряду критериев требованиям зако-

подательства и технических норм, международным подходам! А есть ли вообще подобное в мировой практике выбора площадок для крупных захоронений РАО наивысшей опасности? Автор настоящей статьи не знает таких примеров.

Полезно, вероятно, выйти из ситуации сложной тесноты, отказаться от идеи «под одной крышей», найти для федерального (!) ПГЗРО другую территорию/площадку – разгрузить ЗАТО Железнодорожск и промышленную территорию ГХК («фундамент»). Это может быть модернизацией планов ради сохранения главных смыслов идеи надежного ПГЗРО на территории России и главных объектов ГХК.

Приложение

О возможной принадлежности ПГЗРО к объектам ядерного топливного цикла и применимости дополнительных требований к району и площадке его размещения

ВОПРОСЫ:

1. Имеет ли по факту ПГЗРО участка «Енисейский» статус ядерной установки, сооружения, комплекса ЯТЦ?

2. Распространяется ли на ПГЗРО участка «Енисейский» действие документа НП-050-03?

НП-050-03. Размещение ядерных установок ядерного топливного цикла. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности. Действующий документ.

Настоящие федеральные нормы и правила устанавливают основные критерии и требования по обеспечению безопасности к районам размещения и площадкам ядерных установок ядерного топливного цикла.

1.1. Настоящий нормативный документ распространяется на ЯУ ЯТЦ – сооружения, комплексы, установки для производства и переработки ядерного топлива и ядерных материалов, включая установки по конверсии плутония оружейного качества, производству плутонийсодержащего топлива, обращению со свежим и отработавшим плутонийсодержащим топливом и образующимися при этом радиоактивными отходами, за исключением объектов, добывающих уран.

Проекция положений НП-050-03 на захоронение РАО в ЗАТО Железнодорожск

1. Захоронение РАО является завершающей стадией обращения с этими отходами.

2. Действующие и планируемые пункты захоронения РАО (ПГЗРО ПУГРов, ПГЗРО на участке «Енисейский» и полигон «Северный») предназначены для захоронения РАО от деятельности ГХК по обращению с ОЯТ, включая переработку.

3. Для этих пунктов захоронения РАО выполняются исследования и необходимы Заключение по ядерной безопасности их функционирования (например, ПГЗРО участка «Енисейский» [49, 50], полигон «Северный»¹). И даже для РАО 3 и 4 классов Заключение по ядерной безопасности необходимо².

При этом (Техническое задание ФГУП «НО РАО» в [49]) разработка Заключение по ядерной безопасности на проект ПГЗРО для класса 1 регламентирована требованиями п. 8.3, 9.1.5–9.1.7 стандарта СТО 95 12001–2016 «Основные правила ядерной безопасности при производстве, использовании, переработке, хранении и транспортировании ядерных делящихся материалов (ПБЯ-06-00-2016)» и пунктом 4.15 федеральных норм «Правила ядерной безопасности для объектов ядерного топливного цикла» НП-063-05. А Заключение по ядерной безопасности должно соответствовать требованиям СТО 95 12001–2016 (ПБЯ-06-00-2016), НП-063-05, НП-069-14, НП-093-14 и НП-055-14, т.е. в данном случае ПГЗРО (даже и уже по НП-055-14 «Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности», соответственно ТЗ ФГУП «НО РАО»).

Примечательно, что в создании НП-050-03 принимали участие сотрудники ФГБУН «Геофизический центр РАН», работающие с 2005 г. на промышленной территории ГХК и сопряженных площадях по тематике геодинамической безопасности как ПГЗРО, так и ядерно-опасных объектов ГХК [28].

Для пунктов захоронения РАО оценку ядерной безопасности регламентируют также федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Требования к составу и со-

¹ ТЗ 319/127 от 05.03.21 на оказание услуг по разработке заключения по ядерной безопасности... / ФГУП «НО РАО», Железнодорожский филиал (https://vk.com/wall-66070450_7020).

² ПЛАН-ГРАФИК закупок товаров, работ, услуг для обеспечения федеральных нужд на 2017 год / ФГУП «НО РАО» (п. 168, <https://zakupki.gov.ru/epz/orderplan/printForm/view.html?printFormId=9721126>).

держанию отчета по обоснованию безопасности пунктов захоронения радиоактивных отходов» (НП-100-17)¹.

4. В Перечне нормативных документов на сайте ФГУП «НО РАО» обозначены²:

Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла. НП-016-05 (ОПБ ОЯТЦ);

Основные правила учета и контроля ядерных материалов НП-030-12;

Положение о порядке расследования и учета нарушений в работе объектов ядерного топливного цикла. НП-047-11. Ростехнадзор, 2011;

Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации ядерных установок ядерного топливного цикла. НП-057-04. Ростехнадзор, 2004;

Требования к содержанию плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на предприятии ядерного цикла. НП-077-06. Ростехнадзор, 2006;

Положение о порядке объявления аварийной готовности, аварийной обстановки и оперативной передачи информации в случае радиационно опасных ситуаций на предприятиях ядерного топливного цикла. НП-078-06. Ростехнадзор, 2006;

Размещение ядерных установок ядерного топливного цикла. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности. НП-050-03. Госатомнадзор, 2003.

ФГУП «НО РАО» предписано выполнять нормы работ применительно к ядерным сооружениям, комплексам и установкам ЯТЦ.

5. ПГЗРО на участке «Енисейский» создается для поддержки решения задачи высшего приоритета – переработки ОЯТ. «Важно, что во всех случаях перспективные ядерные топливные циклы должны быть обеспечены надежной и безопасной системой удаления избыточной активности, являющейся в прямом смысле не подлежащими дальнейшему использованию материалами, т.е. радиоактивными отходами. Самые опасные из них нуждаются в размещении в геологическом объекте» [51]. Участником реализации Стратегии создания ПГЗРО является НТС № 5 Госкорпорации «Росатом» «Завершающая стадия ядерного топливного цикла».

6. Видимо, в номенклатуре планируемых к захоронению в федеральном ПГЗРО Железногорска заметное место будут занимать и РАО 1 и 2 классов опасности других комбинатов Росатома, где выполняются работы со свежим или отработавшим ядерным топливом.

7. Действуют также, например, при выводе из эксплуатации открытого бассейна-хранилища РАО № 365 ГХК [52]:

НП 016-05 «Общие положения обеспечения (ядерной и радиационной) безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ОЯТЦ)»;

НП-070-06 «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов объектов ядерного топливного цикла»;

НП-077-06 «Требования к содержанию плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на предприятии ядерного топливного цикла»;

НП-057-17 «Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации ядерных установок ядерного топливного цикла» (с. 20, 142).

Вывод по важному вопросу схемы работ в томе 1:

Реализация намечаемой деятельности по выбранному варианту вывода из эксплуатации «Ликвидация объекта ядерного топливного цикла, реализуемая способом «Немедленная ликвидация объекта ЯТЦ» при безусловном соблюдении ядерной и радиационной безопасности является наилучшим вариантом (с. 22).

8. Свидетельством Госкорпорации «Росатом» от 07.03.2012 № ГК-С008 ФГУП «НО РАО» было признано организацией, пригодной эксплуатировать ядерные установки.

Заключение

Пожалуй, необходимо признать:

1. ДА, ПГЗРО НА УЧАСТКЕ «ЕНИСЕЙСКИЙ» ЯВЛЯЕТСЯ ЯДЕРНЫМ ОБЪЕКТОМ (УСТАНОВКОЙ, СООРУЖЕНИЕМ, КОМПЛЕКСОМ) ЯТЦ: 1. Напрямую, соответственно п.1.1

¹ Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Требования к составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности пунктов захоронения радиоактивных отходов» (НП-100-17).

² Нормативные документы / ФГУП «НО РАО». URL: <http://www.norao.ru/about/docs/>

НП-050-03; 2. Аналогично статусу всех/других объектов обращения с РАО на промышленной территории ГХК, технологических спутников ГХК, на которые распространяются нормы и правила для ЯУ ЯТЦ и для которых оформляются Заключения по ядерной безопасности; 3. Соответственно термину МАГАТЭ в контексте Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами ([10], ядерная установка nuclear facility, с. 284, п. 3); 4. Соответственно комплексному смыслу применяемого политологами/политиками термина «ядерная безопасность» [53].

П. ДА, ДЕЙСТВИЕ НП-050-03 НА ПГЗРО участка «Енисейский» РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ.

Список литературы

1. Экономика ядерного топливного цикла. М., 1999.
2. Комлев В. Н. Глубинный ядерный могильник. URL: <https://proza.ru/2020/05/10/812>.
3. Стратегический мастер-план исследований в обоснование безопасности ПГЗРО в Нижнеканском массиве. URL: <http://www.ibrae.ac.ru/contents/451/>
4. Обоснование долговременной безопасности захоронения ОЯТ и РАО на 10 000 и более лет: методология и современное состояние. URL: <http://radwaste-journal.ru/docs/116/prepr2019i03.pdf>
5. Стратегия создания пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов. URL: [http://en.ibrae.ac.ru/docs/Radwaste_Journal_2\(3\)18/114_120_Strategy.pdf](http://en.ibrae.ac.ru/docs/Radwaste_Journal_2(3)18/114_120_Strategy.pdf)
6. Ковальчук А. А. Национальный оператор по обращению с РАО: основы, планы и реализация деятельности по захоронению РАО // Имплементация Соглашения об информационном взаимодействии государств – участников СНГ при перемещении радиоактивных источников : программа Междунар. науч.-практ. семинара и технического тура для участников Международного научно-практического семинара (ФГУП «НО РАО», 5 декабря 2018 г.). М. : Комиссия государств-участников Содружества Независимых Государств по использованию атомной энергии в мирных целях. URL: <http://sng-atom.com>
7. Обзор зарубежных практик захоронения ОЯТ и РАО. М., 2015. URL: <http://xn---2030-bwe0hj7au5h.xn--p1ai/upload/iblock/d5a/d5a48e55bcd4d5c8df15fe4a91d08723.pdf>
8. Особые радиоактивные отходы. М., 2015. URL: <http://xn---2030-bwe0hj7au5h.xn--p1ai/upload/iblock/cc5/cc536086a1af77aab435d88b1581f79a.pdf>
9. Материалы обоснования лицензии, МОЛ, на размещение и сооружение не относящегося к ядерным установкам пункта хранения РАО, создаваемого в соответствии с проектной документацией на строительство объектов окончательной изоляции РАО (Красноярский край, Нижне-Канский массив) в составе подземной исследовательской лаборатории. Т. 1. С. 13. URL: <http://www.norao.ru/ecology/mol>
10. Глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности. 2007. URL: https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/IAEASafetyGlossary2007/Glossary/SafetyGlossary_2007r.pdf
11. Красильников В. Мнение эксперта / ФЦП ЯРБ-2: Федеральная целевая программа «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года». URL: <http://xn---2030-bwe0hj7au5h.xn--p1ai/expertise/expert-opinion/detail.php?ID = 2005> ; <http://xn---2030-bwe0hj7au5h.xn--p1ai/society/news/v-no-rao-rasskazali-o-spetsifike-sozdaniya-podzemnoy-laboratorii-v-nizhnekanskom-massive>
12. Андерсон Е. Б., Даценко В. М., Кирко В. И. [и др.] Результаты комплексных геологических исследований Нижнеканского массива для обоснования возможности его использования для захоронения отвержденных радиоактивных отходов // Исследования гранитоидов Нижнеканского массива для захоронения РАО. СПб., 1999. С. 14–23.
13. Лобанов Н. Ф. Создание подземной исследовательской лаборатории в Нижнеканском массиве скальных пород: выбор участка и современное состояние работ. URL: http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/Prezentation_31_10_2013/Lobanov.pdf
14. Материалы обоснования лицензии (включая материалы оценки воздействия на окружающую среду) на осуществление деятельности в области использования атомной энергии «Эксплуатация пункта хранения ядерных материалов. Стационарное сооружение, предназначенное для хранения ядерных материалов – водоохлаждаемое хранилище облученных тепловыделяющих сборок ядерных реакторов типа ВВЭР-1000, содержащих отработавшее ядерное топливо». URL: <https://sibghk.ru/images/services/docpack/2021/05/001.pdf>
15. В подземной лаборатории пройдет более 150 исследований // Город и горожане. Железногорск. 2017. URL: <http://www.gig26.ru/news/reklama/nid-11876.html>
16. Скала / ФГУП «Горно-химический комбинат». URL: <https://sibghk.ru/images/pdf/skala/skala.pdf>
17. Способы строительства ПГЗРО в разных странах: США (URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2020/02/28/101784>), Китае (URL: <https://bezrao.ru/n/4384>), Швеции (URL: <https://bezrao.ru/n/3381>), Финляндии (URL: <https://bezrao.ru/n/72>) и России (URL: <http://bezrao.ru/n/1038>; <https://www.atomic-energy.ru/news/2017/01/11/65022>).
18. Гупало Т.А. Перспективы развития технологий подземной изоляции радиоактивных отходов в России. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-tehnologiy-podzemnoy-izolyatsii-radioaktivnyh-othodov-v-rossii/viewer>

19. Комлев В. Н. Рецензия на брошюру А. Никитина о подземной исследовательской лаборатории // Вестник ТюмГУ. Экология и природопользование. 2019. Т. 5, №1. С. 141–153.
20. SOSновый Бор, ядерный кластер южного берега Финского залива и уроки Чернобыля. URL: <http://decommission.ru/> от 02.05.2021.
21. Комлев В. Н. Глубинное захоронение радиоактивных отходов: требования и реальность // Маркшейдерский вестник. 2020. № 6. С. 61.
22. Комлев В. Н. Закон о недрах и радиационная безопасность страны. URL: <https://proza.ru/2020/09/20/903>
23. Васильев Н. Ф. Отзыв на статью // Уральский геологический журнал. 2021. № 1. С. 58–59.
24. Баринов А. С., Ткаченко А. В., Спешилов С. Л. Глубинная закачка жидких радиоактивных отходов. URL: http://www.atomeso.org/mediafiles/u/files/Prezentation_31_10_2013/Speshilov.pdf
25. Вакуловский С. М. Оценка радиационного воздействия Горно-химического комбината на экосистему Енисея // Безопасность Окружающей Среды. 2008. № 2: Радиационный мониторинг. С. 40–43.
26. Зверев А.Б. Результаты натурных исследований устойчивости камерных сооружений подземной атомной станции // Тезисы докладов международной конференции «Использование подземного пространства страны для повышения безопасности ядерной энергетики», Апатиты, 1992.
27. Дзедобоев Б. А., Гвишиани А. Д., Белов И. О. [и др.]. Распознавание мест возможного возникновения сильных землетрясений на основе алгоритма с единственным чистым классом обучения: I. Алтай–Саяны–Прибайкалье. $M \geq 6.0$ // Физика Земли. 2019. № 4. С. 33–47.
28. Татаринов В. Н., Морозов В. В., Колесников И. Ю. [и др.]. Устойчивость геологической среды как основа безопасной подземной изоляции радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива // Надежность и безопасность энергетики. 2014. № 1. С. 25–29.
29. Колесников И. Ю., Морозов В. Н., Татаринов В. Н., Татарина Т. А. Напряженно-деформированное энергетическое районирование геологической среды для размещения экологических инфраструктурных объектов // Инноватика и экспертиза. 2017. № 2. С. 77–88.
30. Морозов В. Н., Татаринов В. Н., Кафтан В. И., Маневич А. И. Подземная исследовательская лаборатория: геодинамические и сейсмодинамические аспекты безопасности // Радиоактивные отходы. 2018. № 3. С. 16–29.
31. Гвишиани А. Д., Татаринов В. Н. Системная оценка факторов, определяющих устойчивость геологической среды при захоронении высокоактивных радиоактивных отходов // Вестник НЯЦ РК. 2019. № 2. С. 44–50.
32. Красноярский горнохимический комбинат (ГХК). URL: <http://www.yabloko.ru/Publ/Atom/atom00016.html>
33. Клер В. Р. Канско-Ачинский бурогольный бассейн. URL: http://www.mining-enc.ru/images/k/4/ kan-skoachinskij_ugolnyj_bassejn_resize.jpg
34. Схема территориального планирования Красноярского края. URL: http://minstroy.krskstate.ru/dat/bin/art_attach/7633_9_stp_kk_tom_vi_prilojeniy_castx_1.pdf
35. Лобацкая Р. М. Разломно-блоковая структура Байкало-Енисейского разлома в районе эксплуатации объектов ядерной энергетики // Геодинамика и тектоника. 2014. № 5. С. 547–562.
36. Стройка века и на века / ФГУП «НО РАО». URL: <http://norao.ru/press/multimedia/2495/>
37. Красноярский «могильник»: разговор начистоту. URL: <http://online.newslab.ru/noran>
38. Комлев В. Н. Геологическое изучение площадки российского пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов (Первый шаг – всегда самый сложный) // Маркшейдерский вестник. 2021. № 1. С. 48–54.
39. Комлев В. Н. К обоснованию пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов (рецензия на две статьи о геологическом изучении места) // Уральский геологический журнал. 2021. № 1. С. 53–58.
40. Утилизация радиоактивных отходов в Фукусиме обойдется недешево. URL: <http://bezrao.ru/n/4296>
41. Курильский остров Симушир может стать хранилищем радиоактивных отходов. URL: <https://ecosakh.ru/category/glavnaya/raze/simushir/>; <https://sakhalin.info/news/9807>
42. Радиоактивные отходы превратят в минералы. URL: <https://www.nkj.ru/news/18950/>
43. Возможность изменения статуса ПГЗРО. URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2021/06/08/114625> ; <https://www.atomic-energy.ru/news/2021/06/01/114399> ; <http://bezrao.ru/n/4437> ; <https://www.atomic-energy.ru/news/2021/04/22/113523> ; <http://www.atomic-energy.ru/interviews/2017/01/16/71717> ; <http://www.atomic-energy.ru/interviews/2018/03/15/84085>
44. Гарагаш И. А., Лобковский Л. И. Деформационные тектонические волны как возможный триггерный механизм активизации эмиссии метана в Арктике // Арктика: экология и экономика. 2021. Т. 11, № 41. С. 42–50.
45. Комлева Е. Ядерное человечество и Ф. М. Достоевский. URL: <http://www.mstu.edu.ru/science/actions/conferences/files/gum2011-9.pdf>
46. Ковач Т. Про пункт захоронения высокоактивных радиоактивных отходов в Железногорске. URL: <https://groups.google.com/g/enwl/c/PcnanPXU55Y>
47. Представители Российской академии наук ответили на вопросы о подземной лаборатории. URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2020/07/16/105480>
48. В Москве прошло очередное заседание Общественного совета Росатома. URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2021/03/26/112659>

49. Веселов М. Могильник Росатома: лицензия есть, стройка идет, заключения о безопасности – нет. URL: https://babr24.com/n2f/2020/6/_na_razrabotku_zakluceniy_po_yrb_rao_1_klassa.pdf ; <https://babr24.com/kras/?IDE = 201692>
50. Бейгул В. П., Мартынов К. В., Захарова Е. В., Еремин Е. А. Анализ процессов локализации делящихся радионуклидов в технологической скважине для обоснования ядерной безопасности глубинного захоронения радиоактивных отходов. URL: <https://www.atomic-energy.ru/technology/99896>
51. Крюков О. В. Краткий комментарий к утверждению «Стратегии создания пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов». URL: <http://radwaste-journal.ru/docs/journals/3/016i017ikryukov-16-17.pdf>
52. Вывод из эксплуатации открытого бассейна-хранилища радиоактивных отходов № 365 ФГУП «ГХК», том I. URL: <https://sibghk.ru/images/services/docspack/2021/04/001.pdf>
53. Золотухин И. Н., Бобыло А. М. Ядерная безопасность в Юго-Восточной Азии: вызовы и направления сотрудничества // Ойкумена. Регионоведческие исследования. 2020. № 4. С. 137–147.

References

1. *Ekonomika yadernogo toplivnogo tsikla = Economics of the nuclear fuel cycle*. Moscow, 1999. (In Russ.)
2. Komlev V.N. *Glubinnyy yadernyy mogil'nik = Deep nuclear burial ground*. (In Russ.). Available at: <https://proza.ru/2020/05/10/812>
3. *Strategicheskij master-plan issledovaniy v obosnovanie bezopasnosti PGZRO v Nizhnekanskom massive = Strategic master plan of research to substantiate the safety of PGZRO in the Nizhnekansk massif*. (In Russ.). Available at: <http://www.ibrae.ac.ru/contents/451/>
4. *Obosnovanie dolgovremennoy bezopasnosti zakhoroneniya OYaT i RAO na 10 000 i bolee let: metodologiya i sovremennoe sostoyanie = Substantiation of long-term safety of SNF and RW disposal for 10,000 years or more: methodology and current state*. (In Russ.). Available at: <http://radwaste-journal.ru/docs/116/prepr2019i03.pdf>
5. *Strategiya sozdaniya punkta glubinnogo zakhoroneniya radioaktivnykh otkhodov = Strategy for creating a deep disposal site for radioactive waste*. (In Russ.). Available at: [http://en.ibrae.ac.ru/docs/Radwaste_Journal_2\(3\)18/114_120_Strategy.pdf](http://en.ibrae.ac.ru/docs/Radwaste_Journal_2(3)18/114_120_Strategy.pdf)
6. Koval'chuk A.A. National operator for the management of radioactive waste: fundamentals, plans and implementation of activities for the disposal of radioactive waste. *Implementatsiya Soglasheniya ob informatsionnom vzaimodeystvii gosudarstv – uchastnikov SNG pri peremeshchenii radioaktivnykh istochnikov: programma Mezhdunar. nauch.-prakt. seminarov i tekhnicheskogo tura dlya uchastnikov Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo seminarov (FGUP «NO RAO», 5 dekabrya 2018 g.) = Implementation of the Agreement on information interaction of the CIS member states during the movement of radioactive sources : the program of International Scientific and practical. seminar and technical tour for participants of the International Scientific and Practical Seminar (FSUE "NO RAO", December 5, 2018)*. Moscow: Komissiya gosudarstv-uchastnikov Sodruzhestva Nezavisimykh Gosudarstv po ispol'zovaniyu atomnoy energii v mirnykh tselyakh. (In Russ.). Available at: <http://sng-atom.com>
7. *Obzor zarubezhnykh praktik zakhoroneniya OYaT i RAO = Review of foreign practices of SNF and RW disposal*. Moscow, 2015. (In Russ.). Available at: <http://xn---2030-bwe0hj7au5h.xn--p1ai/upload/iblock/d5a/d5a48e55bcd4d5c8df15fe4a91d08723.pdf>
8. *Osobyje radioaktivnye otkhody = Special radioactive waste*. Moscow, 2015. (In Russ.). Available at: <http://xn---2030-bwe0hj7au5h.xn--p1ai/upload/iblock/cc5/cc536086a1af77aab435d88b1581f79a.pdf>
9. *Materialy obosnovaniya litsenzii, MOL, na razmeshchenie i sooruzhenie ne otnosyashchegosya k yadernym ustanovkam punkta khraneniya RAO, sozdavaemogo v sootvetstvii s proektnoy dokumentatsiey na stroitel'stvo ob"ektov okonchatel'noy izolyatsii RAO (Krasnoyarskiy kray, Nizhne-Kanskiy massiv) v sostave podzemnoy issledovatel'skoy laboratorii = Materials substantiating the license, they say, for the placement and construction of a non-nuclear RW storage facility, created in accordance with the project documentation for the construction of RW final isolation facilities (Krasnoyarsk Territory, Nizhne-Kansky Massif) as part of a subsurface research laboratory*. 1:13. (In Russ.). Available at: <http://www.norao.ru/ecology/mol>
10. *Glossariy MAGATE po voprosam bezopasnosti. 2007 = The IAEA Safety Glossary*. (In Russ.). Available at: https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/IAEASafetyGlossary2007/Glossary/SafetyGlossary_2007r.pdf
11. Krasil'nikov V. *Mnenie eksperta = Expert opinion*. FTsP YaRB-2: Federal'naya tselevaya programma «Obespechenie yadernoy i radiatsionnoy bezopasnosti na 2016–2020 gody i na period do 2030 goda». (In Russ.). Available at: <http://xn---2030-bwe0hj7au5h.xn--p1ai/expertise/expert-opinion/detail.php?ID = 2005>; <http://xn---2030-bwe0hj7au5h.xn--p1ai/society/news/v-no-rao-rasskazali-o-spetsifike-sozdaniya-podzemnoy-laboratorii-v-nizhnekanskom-massive>
12. Anderson E.B., Datsenko V.M., Kirko V.I. [et al.] The results of comprehensive geological studies nizhnegorskogo array to justify its use for the burial of the cured-tion of radioactive waste. *Issledovaniya granitoidov Nizhnekanskogo massiva dlya zakhoroneniya RAO = Studies of granitoids nizhnegorskogo array for the disposal of radioactive waste*. Saint Petersburg, 1999:14–23. (In Russ.)

13. Lobanov N.F. *Sozdanie podzemnoy issledovatel'skoy laboratorii v Nizhnekanskom massive skal'nykh porod: vybor uchastka i sovremennoe sostoyanie rabot = The construction of an underground research laboratory in Nizhnekamska the solid rock: site selection and contemporary works.* (In Russ.). Available at: http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/Prezentetion_31_10_2013/Lobanov.pdf
14. *Materialy obosnovaniya litsenzii (vklyuchaya materialy otsenki vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu) na osushchestvlenie deyatel'nosti v oblasti ispol'zovaniya atomnoy energii «Ekspluatatsiya punkta khraneniya yadernykh materialov. Statsionarnoe sooruzhenie, prednaznachennoe dlya khraneniya yadernykh materialov – vodookhlazhdaemoe khranilishche obluchennykh teplovydelyayushchikh sborok yadernykh reaktorov tipa VVER-1000, soderzhashchikh otrabotavshee yadernoe toplivo» = Materials substantiating the license (including environmental impact assessment materials) for activities in the field of nuclear energy use "Operation of a nuclear materials storage facility. A stationary facility designed for the storage of nuclear materials is a water-cooled storage of irradiated fuel assemblies of VVER-1000 nuclear reactors containing spent nuclear fuel".* (In Russ.). Available at: <https://sibghk.ru/images/services/docpack/2021/05/001.pdf>
15. More than 150 studies will take place in the underground laboratory. *Gorod i gorozhane. Zheleznogorsk = City and citizens. Zheleznogorsk.* 2017. (In Russ.). Available at: <http://www.gig26.ru/news/reklama/nid-11876.html>
16. *Skala = Rock.* FGUP «Gorno-khimicheskiy kombinat». (In Russ.). Available at: <https://sibghk.ru/images/pdf/skala/skala.pdf>
17. *Sposoby stroitel'stva PGZRO v raznykh stranakh: SShA = Methods of construction of PGZRO in different countries: USA.* (In Russ.). (Available at: <https://www.atomic-energy.ru/news/2020/02/28/101784>), *Kitae* (Available at: <https://bezrao.ru/n/4384>), *Shvetsii* (Available at: <https://bezrao.ru/n/3381>), *Finlyandii* (Available at: <https://bezrao.ru/n/72>) i *Rossii* (Available at: <http://bezrao.ru/n/1038>; <https://www.atomic-energy.ru/news/2017/01/11/65022>).
18. Gupalo T.A. *Perspektivy razvitiya tekhnologiy podzemnoy izolyatsii radioaktivnykh otkhodov v Rossii = Prospects for the development of technologies for underground isolation of radioactive waste in Russia.* (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-tehnologiy-podzemnoy-izolyatsii-radioaktivnyh-othodov-v-rossii/viewer>
19. Komlev V.N. Review of A. Nikitin's brochure about the underground research laboratory. *Vestnik TyumGU. Ekologiya i prirodopol'zovanie = Bulletin of TSU. Ecology and nature management.* 2019;5(1):141–153. (In Russ.)
20. *SOSnoyy Bor, yadernyy klaster yuzhnogo berega Finskogo zaliva i uroki Chernobylya = Sosnoy Bor, the nuclear cluster of the southern coast of the Gulf of Finland and the lessons of Chernobyl.* (In Russ.). Available at: http://decommission.ru/ot_02.05.2021
21. Komlev V.N. Deep burial of radioactive waste: requirements and reality. *Marksheyderskiy vestnik = Surveying Bulletin.* 2020;(6):61. (In Russ.)
22. Komlev V.N. *Zakon o nedrakh i radiatsionnaya bezopasnost' strany = The law on subsoil and radiation safety of the country.* (In Russ.). Available at: <https://proza.ru/2020/09/20/903>
23. Vasil'ev N.F. Review of the article. *Ural'skiy geologicheskii zhurnal = Ural Geological Journal.* 2021;(1): 58–59. (In Russ.)
24. Barinov A.S., Tkachenko A.V., Speshilov S.L. *Glubinnaya zakachka zhidkikh radioaktivnykh otkhodov = Deep injection of liquid radioactive waste.* (In Russ.). Available at: http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/Prezentetion_31_10_2013/Speshilov.pdf
25. Vakulovskiy S.M. Assessment of the radiation impact of the Mining and Chemical Plant on the ecosystem of the Yenisei. *Bezopasnost' Okruzhayushchey Sredy = Environmental Safety.* 2008;(2):40–43. (In Russ.)
26. Zverev A.B. Results of field studies of stability of chamber structures of an underground nuclear power plant. *Tezisy dokladov mezhdunarodnoy konferentsii «Ispol'zovanie podzemnogo prostranstva strany dlya povysheniya bezopasnosti yadernoy energetiki» = Abstracts of the international conference "the Use of underground space to enhance the safety of nuclear power".* Apatity, 1992. (In Russ.)
27. Dzeboev B.A., Gvishiani A.D., Belov I.O. [et al.]. Detection areas of possible occurrence of large earthquakes on the basis of the algorithm with only pure grade: I. Altai–Sayan–Baikal region. $M \geq 6.0$. *Fizika Zemli = Physics of the Earth.* 2019;(4):33–47. (In Russ.)
28. Tatarinov V.N., Morozov V.V., Kolesnikov I.Yu. [et al.]. Stability of the geological environment as a basis for safe underground isolation of radioactive waste and spent nuclear fuel. *Nadezhnost' i bezopasnost' energetiki = Reliability and safety of energy.* 2014;(1):25–29. (In Russ.)
29. Kolesnikov I.Yu., Morozov V.N., Tatarinov V.N., Tatarinova T.A. Stress-strain energy zoning of the geological environment for the placement of ecological infrastructure facilities. *Innovatika i ekspertiza = Innovatika i expertize.* 2017;(2):77–88. (In Russ.)
30. Morozov V.N., Tatarinov V.N., Kaftan V.I., Manevich A.I. Underground research laboratory: geodynamic and seismotectonic aspects of safety. *Radioaktivnye otkhody = Radioactive waste.* 2018;(3):16–29. (In Russ.)
31. Gvishiani A.D., Tatarinov V.N. Systemic assessment of factors determining the stability of the geological environment during the disposal of highly radioactive waste. *Vestnik NYATs RK = Bulletin of the National Research Center of the Republic of Kazakhstan.* 2019;(2):44–50. (In Russ.)

32. *Krasnoyarskiy gornokhimicheskiy kombinat (GKhK) = Krasnoyarsk Mining and Chemical Combine (GCK)*. (In Russ.). Available at: <http://www.yabloko.ru/Publ/Atom/atom00016.html>
33. Kler V.R. *Kansko-Achinskiy burougol'nyy basseyn = Kansk-Achinsk brown coal basin*. (In Russ.). Available at: http://www.mining-enc.ru/images/k/4/kanskoachinskiy_ugolnyj_bassejn_resize.jpg
34. *Skhema territorial'nogo planirovaniya Krasnoyarskogo kraya = Territorial planning scheme of the Krasnoyarsk Territory*. (In Russ.). Available at: http://minstroy.krskstate.ru/dat/bin/art_attach/7633_9_stp_kk_tom_vi_prilojeniy_castx_1.pdf
35. Lobatskaya R.M. Fault-block structure of the Baikal-Yenisei fault in the area of operation of nuclear power facilities. *Geodinamika i tektonika = Geodynamics and tectonics*. 2014;(5):547–562. (In Russ.)
36. *Stroyka veka i na veka = Construction of the century and for the ages*. FGUP «NO RAO». (In Russ.). Available at: <http://norao.ru/press/multimedia/2495/>
37. *Krasnoyarskiy «mogil'nik»: razgovor nachistotu = Krasnoyarsk "burial ground": a straight talk*. (In Russ.). Available at: <http://online.newslab.ru/noran>
38. Komlev V.N. Geological study of the site of the Russian point of deep burial of radioactive waste (The first step is always the most difficult). *Marksheyderskiy vestnik = Surveying Bulletin*. 2021;(1):48–54. (In Russ.)
39. Komlev V.N. To substantiate the point of deep burial of radioactive waste (review of two articles on the geological study of the site). *Ural'skiy geologicheskii zhurnal = Ural Geological Journal*. 2021;(1):53–58. (In Russ.)
40. *Utilizatsiya radioaktivnykh otkhodov v Fukusime oboydetsya nedешеvo = Disposal of radioactive waste in Fukushima will not be cheap*. (In Russ.). Available at: <http://bezrao.ru/n/4296>
41. *Kuril'skiy ostrov Simushir mozhet stat' khranilishchem radioaktivnykh otkhodov = The Kuril island of Simushir may become a repository of radioactive waste*. (In Russ.). Available at: <https://ecosakh.ru/category/glavnaya/raze/simushir/>; <https://sakhalin.info/news/9807>
42. *Radioaktivnye otkhody prevratyat v mineral = Radioactive waste will be turned into minerals*. (In Russ.). Available at: <https://www.nkj.ru/news/18950/>
43. *Vozmozhnost' izmeneniya statusa PGZRO = The possibility of changing the status of the PGZRO*. (In Russ.). Available at: <https://www.atomic-energy.ru/news/2021/06/08/114625>; <https://www.atomic-energy.ru/news/2021/06/01/114399>; <http://bezrao.ru/n/4437>; <https://www.atomic-energy.ru/news/2021/04/22/113523>; <http://www.atomic-energy.ru/interviews/2017/01/16/71717>; <http://www.atomic-energy.ru/interviews/2018/03/15/84085>
44. Garagash I.A., Lobkovskiy L.I. Deformation of tectonic waves as a possible trigger mechanism of activation of methane emission in the Arctic. *Arktika: ekologiya i ekonomika = Arctic: ecology and economy*. 2021;11(41): 42–50. (In Russ.)
45. Komleva E. *Yadernoe chelovechestvo i F. M. Dostoevskiy = Nuclear humanity and F. M. Dostoevsky*. (In Russ.). Available at: <http://www.mstu.edu.ru/science/actions/conferences/files/gum2011-9.pdf>
46. Kovach T. *Pro punkt zakhoroneniya vysokoaktivnykh radioaktivnykh otkhodov v Zheleznogorske = About the disposal point of highly radioactive waste in Zheleznogorsk*. (In Russ.). Available at: <https://groups.google.com/g/enwl/c/PnanPXU55Y>
47. *Predstaviteli Rossiyskoy akademii nauk otvetili na voprosy o podzemnoy laboratorii = Representatives of the Russian Academy of Sciences answered questions about the underground laboratory*. (In Russ.). Available at: <https://www.atomic-energy.ru/news/2020/07/16/105480>
48. *V Moskve proshlo ocherednoe zasedanie Obshchestvennogo soveta Rosatoma = A regular meeting of the Rosatom Public Council was held in Moscow*. (In Russ.). Available at: <https://www.atomic-energy.ru/news/2021/03/26/112659>
49. Veselov M. *Mogil'nik Rosatoma: litsenziya est', stroyka idet, zaklyucheniya o bezopasnosti – net = Rosatom burial ground: there is a license, construction is underway, there are no safety conclusions*. (In Russ.). Available at: https://babr24.com/n2f/2020/6/_na_razrabotku_zakluceniy_po_yrb_raq_1_klassa.pdf; <https://babr24.com/kras/?IDE=201692>
50. Beygul V.P., Martynov K.V., Zakharova E.V., Eremin E.A. *Analiz protsessov lokalizatsii delyashchikhsvya radionuklidov v tekhnologicheskoy skvazhine dlya obosnovaniya yadernoy bezopasnosti glubinnogo zakhoroneniya radioaktivnykh otkhodov = Analysis of the processes of localization of fissile radionuclides in a technological well to substantiate the nuclear safety of deep burial of radioactive waste*. (In Russ.). Available at: <https://www.atomic-energy.ru/technology/99896>
51. Kryukov O.V. *Kratkiy kommentariy k utverzhdeniyu «Strategii sozdaniya punkta glubinnogo zakhoroneniya radioaktivnykh otkhodov» = A brief comment on the approval of the "Strategy for the creation of a point of deep burial of radioactive waste"*. (In Russ.). Available at: <http://radwaste-journal.ru/docs/journals/3/016i017ikryukov-16-17.pdf>
52. *Vyvod iz ekspluatatsii otkrytogo basseyna-khranilishcha radioaktivnykh otkhodov № 365 FGUP «GKhK», tom I = Decommissioning of the outdoor pool-storage of radioactive waste No. 365 of FSUE "GKhK", volume I*. (In Russ.). Available at: <https://sibghk.ru/images/services/docpack/2021/04/001.pdf>
53. Zolotukhin I.N., Bobylo A.M. Nuclear safety in Southeast Asia: challenges and directions of cooperation. *Oyukumena. Regionovedcheskie issledovaniya = Oikumena. Regional studies*. 2020;(4):137–147. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Владимир Николаевич Комлев

инженер-физик, пенсионер

(г. Апатиты, Россия)

E-mail: komleva_ap@mail.ru

Vladimir N. Komlev

engineer-physicist, retired

(Apatity, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 09.09.2021

Поступила после рецензирования/Revised 11.10.2021

Принята к публикации/Accepted 15.11.2021