

А.А. Карцевым опубликовано порядка 500 научных работ, в том числе 20 монографий и руководств. Наиболее известные труды – «Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений», «Основы геохимии нефти и газа», «Гидрогеология нефтегазоносных бассейнов», «Геохимические методы поисков и разведки нефтяных и газовых месторождений» и другие – многократно переиздавались. Более 30 работ издано в зарубежных издательствах.

Много время Карцев с большим интересом уделяет законотворчеству. Предложенные им поправки к проектам законов, касающихся использования природных ресурсов, были приняты неоднократно.

А.А. Карцев в течение более чем 50-летней преподавательской деятельности подготовил большое число специалистов, среди них немало докторов и кандидатов наук. Им создана научная школа нефтегазовой гидрогеологии и органической геохимии, представители которой работают во многих странах мира.

Алексей Александрович Карцев – участник целого ряда престижных конгрессов, конференций, симпозиумов, совещаний; имеет звания Заслуженного деятеля науки РФ (2002) и Туркменской ССР (1970), является лауреатом премии имени И.М. Губкина (2004).

Профессор А.А. Карцев является также действительным членом Российской Экологической академии.

Алексей Александрович, несмотря на свой почтенный возраст, продолжает заниматься научно-исследовательской работой, консультирует аспирантов, научных сотрудников, производственников по вопросам нефтегазовой гидрогеологии и геохимии.

Коллеги, ученики, друзья поздравляют от всей души Алексея Александровича с юбилеем, желают ему крепкого здоровья и активного долголетия!

Л.А.Абукова (ИПНГ РАН),

О.П.Абрамова (ИПНГ РАН),

О.И.Серебряков (Астраханский государственный университет)

УТИЛИЗАЦИЯ ЯДЕРНЫХ ОТХОДОВ КАК МИРОВАЯ ПРОБЛЕМА

Комлева Елена Владимировна, научный сотрудник

Институт философии и политологии Дортмундского технического университета
44221, Федеративная Республика Германия, г. Дортмунд, ул. Эмил-Фигги, 50
E-mail: komleva_ap@mail.ru

Рассмотрены некоторые антропосоциальные аспекты феномена ядерной энергии, идея долговременной подземной изоляции ядерных материалов международными усилиями. Представлены российские версии. Отмечена необходимость разработки адекватных юридических, финансовых и экономических механизмов, социокультурных оснований и критериев реализации идеи. Они сопряжены с первой попыткой создания международных подземных могильников ядерных материалов. Отмечены проблемы, которые идентифицированы таким сопряжением.

Ключевые слова: междисциплинарность, культура безопасности, ядерная энергия, нефть, ядерные отходы, международный ядерный могильник

DISPOSAL OF NUCLEAR WASTE AS A GLOBAL PROBLEM

Komleva Yelena V.,

Research

Institute for Philosophy and Political Science of Dortmund Technical University

50 Emil-Figge st., Dortmund, 44221, Federal Republic of Germany

E-mail: komleva_ap@mail.ru

There are considered some anthropo-social aspects of the nuclear energy phenomenon. The work is devoted to an idea of the long-term underground isolation of nuclear materials by international efforts. It introduces the Russian versions and emphasizes the necessity to develop the appropriate legal, financial and economic tools as well as social and cultural grounds and criteria to implement this idea. They refer to the first attempt of constructing an international underground repository for nuclear materials. There are mentioned some problems identified by this connection.

Keywords: interdisciplinarity, culture of safety, nuclear energy, oil, nuclear waste, international nuclear waste storage facility

Б. Никипелов [3], один из видных руководителей советской/российской ядерной/атомной отрасли прошлого, со ссылкой на Гегеля, этику и диалектику, отстаивает мнение, что запрет на международное разделение труда в гражданской ядерной сфере – это противоречие, которое будет преодолено историей. И будут созданы крупные международные хранилища радиоактивных отходов в Китае, Монголии, Казахстане, Канаде, России. Мысль верная. Перехватив инициативу, Финляндия уже строит (пройдя национальные разрешительные процедуры) на своей территории и пока самостоятельно как бы такого рода объект Онкало на площадке Олкилуото (http://www.bbc.co.uk/russian/international/2011/07/110701_5thfloor_nuclear_waste_docu.shtml). Как и на каких других площадках (в первую очередь, российских) правильно реализовать верную мысль? Вот в чем суть. По аналогии с проектом Yucca Mountain стоимость только обоснования и строительства каждого хранилища (подземного, шахтного типа)/могильника высокоактивных и долгоживущих отходов, ВАО (которые нас преимущественно интересуют, в том числе – отработавшее ядерное топливо, ОЯТ и делящиеся ядерные материалы демонтированного боезапаса, если они признаны отходами) составит не менее ста миллиардов долларов.

Такой объект, являясь отражением достигнутого в обществе уровня культуры во всех ее ипостасях, должен мотивировать долговременный прогноз культуры безопасности в расширенном толковании и будет формировать повышенное геополитическое внимание к региону размещения. Кроме того, существует мнение, что в будущем, возможно, нынешние отходы ядерной отрасли – ценное сырье, а их подземная изоляция – создание техногенных месторождений отложенного использования. Ведь все разнообразие элементного состава вещества Земли – результат когда-то и где-то произошедших ядерных реакций. Но одновременно проблема практически вечно опасного объекта отражает удручающую неопределенность наших нынешних представлений (прежде всего, гуманитарных, а не технических) относительно антропосоциальных аспектов будущего. Именно вокруг такой социокультурной неопределенности

в необычном контексте «вечной» безопасности концентрируются основные мысли фильма режиссера М. Мадсена (Michael Madsen) об Онкало.

Можно сказать, что заканчивается своеобразный исторический этап развития ядерной отрасли. А именно «интеллектуальный период» касательно наведения «после себя» порядка. Время преимущественно теоретических, с преобладанием естественнонаучных и технических проработок, моделей. Моделей первого приближения, предназначавшихся для выбора и частичной апробации самых общих контуров пути, как завершать ядерные топливные циклы гражданской энергетики. Разомкнутый/открытый и замкнутый/закрытый циклы. Оба в разной мере, но не обходятся без отходов. Завершение предполагало первоначально захоронение тех или иных высокоактивных отходов исключительно собственными силами каждой ядерной страны отдельно. Безопасное захоронение таких материалов оказалось достаточно сложным делом, постоянно откладывалось и постепенно стало «ахиллесовой пятой»/«гирей на ногах» мировой ядерной энергетики. В СССР этот этап был еще и сокрыт от историков и широкой общественности. Времена изменились, но этот важный для общества процесс (в том числе и его прагматика) слабо документируется, имеет неустойчивый социально-политический характер, плохо снабжен нормами права, естественниками смежных отраслей и гуманитариями (для полноты картины и мировоззренческого целеполагания) не изучается. И, в итоге, по-прежнему недостаточно и недостоверно известен, полновесно не осмыслен, толково и надежно не регламентирован. А также во многом не управляем.

Ныне мы видим, что «интеллектуальный период» принес не только некоторые научно-методические и технические достижения, но и, действительно, сформировал международный вектор их внедрения. Установление баланса между разделением и объединением труда (соответственно, и ответственности) в ядерной сфере сейчас если и не является окончательной реальностью, то все ближе к этому. Человечество переходит от принципа национальных усилий по захоронению/вечной изоляции всего, что сейчас отнесено к отходам ядерной отрасли, к интернационализации этой деятельности.

Важной составляющей нового этапа, где главным становится дело, должно быть научно-методическое (в том числе юридическое) сопровождение процесса, создание комплексной и без перекосов нормативной базы. Чтобы это дело на международном уровне не превратилось в хаос либо в «игру в одни ворота». Чтобы «принцип дополнительности» в политике страны-лидера (учет рациональных и иррациональных аспектов действительности; <http://nuclearno.ru/text.asp?17564>) не привел бы к негативным деформациям во взаимоотношениях с другими. Необходима согласованная всеми участниками международного процесса регламентация разных действий и параметров (от методологии выбора площадки до норм на ее характеристики) на разных (от межгосударственного до предприятия) уровнях. А также – достижение консенсуса при формировании интегрированных международных стандартов. На основе четкого понимания причин и следствий более ранних различных национальных подходов и целей.

Вспоминать серьезно недавно модную концепцию устойчивого мирового развития ныне не принято. О новой крупной войне/череды крупных конфликтов (в том числе, В. Путин и другие участники конференции международного дискуссионного клуба «Валдай-2014», советник президента РФ С. Глазьев, лидер КПРФ Г. Зюганов) поговаривают настойчиво (<http://www.trinitas.ru/rus/>

doc/0012/001d/00123211.htm; <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2056078>; <http://news.mail.ru/politics/19856221/?frommail=1>; <http://news.mail.ru/politics/19691532/?frommail=1>; <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0012/001d/00123088.htm>). Не будем забывать в контексте будущего и некоторые далеко не безобидные социально-технологические сценарии трансгуманизма. 'Данные сценарии, может и в иной конкретике, но, несомненно, отзовутся усилением монополизма стран научно-технического и финансового авангарда. А также «первое кибероружие», перспективы которого, уже отрабатываются, прежде всего, на ядерных объектах (<http://nuclearno.ru/text.asp?17591>). Проекты гражданской ядерной отрасли теряют свою жизнеобеспечивающую актуальность. «Сегодня актуальны лишь проблемы уничтожения запасов всех видов устаревшего ядерного оружия и проблемы окончательного захоронения отработавшего ядерного топлива» (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=comments&sid=4716&tid=68829&mode=&order=&thold=>).

Следует подчеркнуть, что, вектор на международные усилия по захоронению ядерных материалов пока предусматривает в основном энергетику. Однако можно предположить, что в дальнейшем не исключены такие усилия и применительно к некоторым проблемам военных. Исходная база к этому есть. Хранилище (пока наземное) оружейного российского плутония около Челябинска, построенное с помощью и по технологиям США. Правда, по поводу такого совместного объекта есть серьезные опасения (<http://worldcrisis.ru/crisis/1300398>). Процессы утилизации «всем миром» ядерных судов ВМФ РФ и рекультивация береговых баз. Сейчас международными усилиями Сирию избавляют от химического оружия массового поражения. В будущем, возможно, некоторые ослабленные, вне авангарда страны будут избавлены похожим, принудительно-добровольным, образом и от ядерного оружия/ядерных материалов, которые будут утилизированы международными усилиями, по международным технологиям и с применением международных подземных могильников. Первое такого рода предложение относительно ядерной программы Ирана уже поступило во время встречи лидеров России и Израиля (<http://vz.ru/news/2013/11/20/660589.html>). Последнее время часто говорят об опасениях по поводу аналогичной программы Северной Кореи. Вполне возможно, через некоторое время, реальная денуклеаризация Ближнего Востока. НАТО начинает перезахоранивать ядерные отходы советских времен на Украине (<http://news.traders-union.ru/economy/news/198851/>). Особый смысл и стратегические цели этого перезахоронения проявляются (см. дальше) при их совместном анализе с целями и движущими силами гражданской войны там, которая становится все более основательной (<http://nuclearno.ru/text.asp?17907>).

ОБЩЕРОССИЙСКИЕ РЕАЛИИ

Постепенный переход к всеобъемлющей практике пока приурочен к России и Сибири. А. Глюксман еще в начале века писал о совпадении интересов некоторых политических сил России и Запада по поводу международного ядерного могильника на российской территории (тогда предпочтение отдавали Челябинску) и о финансировании «уже несколько лет» процесса сближения (<http://www.inosmi.ru/untitled/20020427/140631.html>).

Сближение в рамках темы ядерных отходов происходит на неудачном для российской атомной отрасли фоне. В результате резкого свертывания реального строительства Россией за рубежом и внутри страны новых АЭС. Выдавливания Росатома с европейского рынка свежего ядерного топлива. Лихорадочных и зачастую сомнительных действий российского атомного менеджмента (www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4560; www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4588, <http://www.echo.msk.ru/blog/ecodefense/1100254-echo/>). Когда с системой принятия опасных и некомпетентных решений в Росатоме начинают не соглашаться полностью лояльные к отрасли в прошлом ее ветераны-профессионалы (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5543>; <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4690>). Когда «Россия за последние 15 лет проспала все основные мировые тренды развития энергетики... Наконец, мы полностью проспала утрату мировой роли атомной энергетики... Это значит, что в будущем наши возможности на мировых энергетических рынках будут становиться все более периферийными». И продолжает стратегически ошибаться (<http://www.forbes.ru/mneniya-column/konkurenciya/250165-strategiya-oshibok-gosudarstvopoka-ne-znaet-kak-razvivat-energe>). И в условиях, когда экономика России перестает быть российской (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4599>), а обрабатывающая промышленность и машиностроение страны исчезают (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4639>). Когда страна, во многом и реально теряя культуру и человечность в людях, упивается процессом построения «экономики пустоты» (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5435>).

На этом неудачном фоне более заманчиво формируются новые потенциальные контуры будущего усиления международной ядерной интеграции.

Резкое обострение в 2014 г. мировой ситуации привело к большим сомнениям в успешном финансировании действующих внутренних и международных проектов Росатома (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5648>; <http://ria.ru/atomtec/20141029/1030736190.html>; <http://lenta.ru/articles/2014/09/22/oilprice/>; <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5519>). Нужны, в частности, новые, более жизнеспособные сейчас международные проекты с участием России.

Варианты есть. По словам академика Н. Лаверова (<http://www.fontanka.ru/2013/06/24/138/>), «США постоянно с нами советуются» по вопросам обращения с радиоактивными отходами и их захоронения. Это мнение выдающегося геолога, специалиста в сфере безопасности ядерных технологий, основоположника и руководителя российских исследований по геологической изоляции отработавших ядерных материалов, политического деятеля и управленца в нефтегазовом бизнесе. И даже в условиях свертывания политического и экономического сотрудничества по многим направлениям есть надежда, что в контексте захоронения отходов «Белый дом не позволит конгрессу сократить ядерное сотрудничество с РФ» (<http://ria.ru/world/20140922/1025152149.html>; <http://www.atomic-energy.ru/news/2014/07/11/50161>).

Ядерная отрасль страны и мира в нынешних трактовках, особенно ее гражданская часть, находится на чрезвычайно важном, но с большой неопределенностью того или иного безупречного исхода, этапе (возможно, в тупике). По крайней мере, ядерная энергетика России должна без рывков, осто-

рожно сменить технологическую платформу: уйти от конверсионных (ВВЭР, РБМК) к новым реакторам (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4833>). Ядерное оружие в наступившем веке – оружие бедных (одновременно и единственная защита, на которую пока могла бы надеяться Россия; <http://news.mail.ru/politics/19749699/?frommail=1>), что ставит его вне законов, формируемых современной мировой элитой. Элита сейчас практически монопольно владеет эффективными видами высокоточного неядерного оружия и социальными технологиями невоенного достижения своих целей. Впечатляющий результат применения таких социальных технологий – «постсоветское пространство». Составляющие этих технологий – «экономическое сдерживание», которое заменяет «ядерное сдерживание» (Д. Песков, «Неделя с Марианной Максимовской», 15.03.14), денежный печатный станок, который как оружие эффективней ядерной бомбы (<http://nuclearno.ru/text.asp?17789>; http://reosh.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=321:1-r&catid=1:jdiscms&Itemid=22) и формирование извне власти, с помощью которой удалось ликвидировать СССР без ядерной войны (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5565>).

Документы в связи с закрытием в США Yucca Mountain, разрешительные документы Финляндии относительно хранилища Онкало, американо-российское Соглашение № 123 (2010 г.) и Соглашение по ядерным НИР (2013 г.), Директива ЕС по обращению с ядерными отходами (2011 г.), материалы международного проекта ARIUS (а также конференций под эгидой МАГАТЭ 2002 г. и 2005 г. в Москве). Это основные исходные информационно-правовые вехи на пути создания крупных международных подземных объектов изоляции ядерных материалов и радиоактивных отходов. В том числе и в России. Подробности тенденции раскрыты в моих статьях в журналах «Научный вестник Норильского индустриального института», «Север промышленный», «Вестник аналитики», «Право и безопасность», «Юридическая наука». А также – «Экологический вестник России», «Геофизический журнал», «Энергетическая политика», «Известия вузов. Горный журнал», «Горный журнал Казахстана», «Уральский геологический журнал», «Горно-геологический журнал» (Казахстан), «Маркшейдерский вестник» и в других журналах (ссылки на тенденцию приведены Н. Лаверовым в блоге https://twitter.com/news_nlaverov).

Хотя политическая воля к созданию международных ядерных хранилищ/могильников достаточно определенно начинает проявляться многими странами и поддерживается МАГАТЭ, конкретные юридические, финансовые и экономические механизмы этого, как отмечалось, ещё предстоит создать (Росатом запускает сравнительные правовые исследования на тему площадок для могильников: <http://www.zakupki.rosatom.ru/1307220482014>). В том числе, и по части сбалансирования в России интересов общефедеральных и того региона, где объект будет создаваться. Видимо, как аналог будет принята схема практической реализации Соглашения между МАГАТЭ и Россией (2010 г.) о создании первого в мире международного банка свежего ядерного топлива. Приветствуется и критическая правовая позиция относительно международных хранилищ (например, <http://www.dissercat.com/content/problemny-pravovogo-regulirovaniya-obrashcheniya-s-radioaktivnymi-otkhodami>; <http://www.barentsinfo.org/?DeptID=3549>), способствующая полной оценке ситуации.

Необходимо также четко идентифицировать и укоренить социокультурные (светские и религиозные) основания и критерии таких действий. На базе православия, философского наследия Ф. Достоевского (<http://www.lawinrussia.ru/blog/729>), с привлечением идей геоэтики, позитивной ядерной символики (<http://www.globalistika.ru/biblio/komleva.htm>) и других элементов духовно-гуманитарных начал безопасности. Как показано в моих ранних работах (например: <http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2008/1/Komleva/>; <http://www.voskres.ru/economics/komleva.htm>; <http://elibrary.az/docs/jurnal-08/832j.htm>), в некоторых случаях плодотворно обращение к таким брендам, как «Медной горы Хозяйка», «Сампо», «Сампо-Лопаренок». Есть и другие ракурсы формирования в ядерном контексте необходимого «культурно-природного каркаса региона». А также «актуализации культурного и природного наследия» (термины Института социально-гуманитарных и политических наук САФУ им. М.В. Ломоносова). С целью социокультурного фундирования такого природно-социально-промышленного объекта, каковым должен быть ядерный могильник. Красноярский край, например, должен формировать культурно-природный каркас региона и России, приоритетно отталкиваясь от нерукотворного наследия В. Астафьева. В его творчестве широко представлены духовно-экологические мотивы. При анализе истории формирования ядерного этоса не были забыты и относящиеся к нему не для всех удобные оценки великого писателя (http://iph.ras.ru/elib/Ph_sc11_15.html). Не скрою, пыталась и я (например, <http://www.voskres.ru/economics/komleva.htm>; <http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2008/1/Komleva/>) сопрягать антропосоциальные аспекты ядерного человечества с трудными взглядами на жизнь знаменитого красноярца. Но не смогла это сделать достойно: «малокнижной невежей» оказалась, если перефразировать слова, приписываемые св. Трифону Печенгскому. По нынешним временам потребность в таком сопряжении многократно выше. А Росатом и КГПУ им. В.П. Астафьева сотрудничают на ниве просвещения (<http://www.rosatom.ru/journalist/news/cfbb94804311ee519a20ff4162a53fab>). В 1996 г. писатель был приглашен выступить перед участниками проходившего в Красноярске международного симпозиума «Судьба отработавшего ядерного топлива: проблемы и решения» (один из организаторов – В. Михеев). Но болезнь Виктора Петровича помешала реализовать эту встречу. А ведь было чему внимать потенциальным собеседникам мудрого писателя на той несостоявшейся встрече. Чтобы впитать хотя бы одну, но чрезвычайно важную составляющую мироощущения В. Астафьева касательно тепла (энергии). Как показывает И. Башкова: «В мире Астафьева жизнь – это наивысшая ценность, и так как тепло – обязательное условие существования жизни, оно входит в систему основных ценностей..., но оно является ценностью только тогда, когда сопровождается душевным теплом» [1].

Так называемый «индекс безопасности ядерных материалов» Фонда «Инициатива по предотвращению ядерной угрозы», для сравнения, предусматривает анализ условий хранения и обращения с ядерными материалами в странах мира не только в плоскости военно-технической, но и социокультурной – от прошлого к будущему (<http://www.arms-expo.ru/050049054050124050054055048055.html>; <http://itar-tass.com/mezhdunarodnaya-panorama/875805>). А в СССР, даже когда страна еще не овладела ядерной энергией, уже правильно понимали суть дела, назидательно говоря по поводу пострадавшего от нее человека: «Так будет с каждым, кто НЕКУЛЬТУРНО обращается с атомной энерги-

ей!» (персонаж Ф. Раневской в фильме «Весна», 1947 г.). Заслуживает пристального внимания мнение, что культура есть гарант российской безопасности в целом (http://vphil.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=455&Itemid=52). Искажение ныне мировоззренческих оснований, социокультурных начал в практике и нормативных документах разных отраслей вряд ли повышает безопасность их деятельности. В частности, в строительстве (Н. Никонов, <http://pamag.ru/images/nomer9.pdf>).

Примечательны в этой связи материалы и атмосфера общения на профессиональном сайте «Проатом», который допускает разностороннее рассмотрение ключевых для отрасли проблем. «Все как у людей»: от низкого до высокого. Однако, как говорил И. Сталин несколько по другому поводу: «Других... у меня для вас нет». Представляется, что о желаемом более высоком качестве человека и общества, по крайней мере, нужно думать. Не рассчитывая на скорый позитив внедрения особо важной по последствиям «культуры безопасности» (с ее метафизическим и управленческим аспектами). Укоренения ее в ядерной сфере и, как минимум, среди населения соседствующих с ней регионов. «Вживание» или отторжение «культуры безопасности» на стадии науки, проектирования, строительства и эксплуатации обусловлено трудно изменяемой природой человека (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5176>). При регламентации действий по созданию международных ядерных могильников не стоит, прежде всего, забывать о антропосоциальной реальности. Применительно к оружейному ядерному комплексу, например, эту реальность изучают в США (vivovoco.rsl.ru/VV/PAPERS/ECCE/VV_EN1_W.HTM) и предлагают изучать в России (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4906>). Причем, как во многом справедливо заметил один из участников дискуссии по поводу такого изучения, «комментарии как раз и отражают суть проблемы». Да уж, далеко американским результатам академических исследований до российской правды-матки, высказанной в задушевной беседе!

Вот пример, ставший недавно достоянием широкой общественности (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4972>). В 1974 г. на первом блоке ЛАЭС «созревала» катастрофа. Но в то время не в связи с реактором РБМК (ленинградская предтеча Чернобыля датируется 1975 г.), а с системой генерации пара. После предварительной эксплуатации персонал станции заподозрил неладное. Возникли сомнения в безопасности достижения проектной мощности. Назревал скандал. Поразительно, как вели себя участники сдачи в эксплуатацию нетипичного для мировой гражданской энергетики головного энергоблока. Начальство высокого уровня «выкручивало руки» подчиненным, чтобы получить подписи под документом о сдаче блока к знаменательной дате. Конструкторы и проектировщики молчали. Наука (от молодых ученых до академиков) не фиксировала опасность (по некоторым современным версиям «знала, но бездействовала»!?) и (чтобы не «трансклютировали») по прямому заказу подписывала документ, гарантирующий полную безопасность. Случайно (сработала не система выявления брака) в составе сдаточной комиссии ЛАЭС нашелся один человек, который, рискуя профессиональной карьерой и личной судьбой, имел смелость и доводы настойчиво говорить и говорить на официальных совещаниях иное – о необходимости

пересмотра технических решений. Многие ли в жизни способны на такое в ответственный момент государственного значения? Но надо отдать должное и руководству тогдашнего Минсредмаша: неудобному специалисту «не заткнуло рот», а все-таки успело предотвратить беду на этом и последующих блоках из-за ошибок в парогенерации. Не успело предотвратить Чернобыль, и «стойкого оловянного солдатика» там не нашлось. Хотя катастрофы такого типа на ЛАЭС (благодаря опять же не системе, а высокому профессионализму одного оператора) избежать удалось.

Мы все еще не поняли должным образом комплекс последствий Чернобыля. Беда дважды случайно миновала ЛАЭС. Если бы произошла аналогичная катастрофа там, вообще невозможно было бы помыслить о дальнейшей судьбе России. Сейчас общество может быть более спокойным относительно принимаемых Росатомом решений?

Возможно, полезно для понимания статуса ядерной энергетики на реакциях деления задуматься параллельно и о судьбе гражданского термояда на реакциях синтеза (см., например, <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4996>, <http://www.interfax-russia.ru/Siberia/news.asp?id=464721&sec=1671> и ответы А. Просвирнова, <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4921>). Когда в пятидесятые годы прошлого века «на ура» и с величайшей верой начинали разработку этой научно-технической проблемы, мотивация была очевидной. Нужно было поддерживать недавно народившуюся, но сразу ставшую приоритетной водородную бомбу. СССР в то время не был сказочно богат углеводородами, углеводороды только еще набирали силу в качестве основы мировой экономики. Сейчас, по прошествии многих лет, военное дело и гражданская энергетика существенно обновились технически, технологически и организационно. Россия обладает серьезными реальными и потенциальными запасами нефти и газа (не говоря об угле), за рубежом спрос и цены на российские углеводороды будут падать, нефтегазовая отрасль страны будет выдавливаться с нового (<http://news.mail.ru/politics/19842227/?frommail=1>; <http://news.mail.ru/economics/19817839/?frommail=1>) и традиционного внешнего рынка (<http://news.mail.ru/politics/19759511/?frommail=1>). Положительных перспектив глобального освоения термоядерной энергии в мирных целях устойчиво не видно. Крупномасштабные проекты и финансовые траты касательно термоядерной энергетики нужны ли и не ведут ли в тупик?

Завершающие стадии любого ядерного топливного цикла экономически достоверно не исследованы (<http://www.atomnews.info/?T=0&MID=62&JId=62&NID=3481>). Как не поняты до конца и причины Чернобыля, «а реакторы продолжают работать» (комментарии к <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4718>). Кто после ликвидации нынешней РАН хоть как-то (а необходимо комплексно) будет контролировать, учитывая необозримые во времени перспективы позитива ядерной отрасли и ее негативных последствий для здоровья и кошелька множества людей, геолого-географо-экономические «открытия» и гарантии безопасности Росатома? Справятся ли с этим федеральные университеты, назначаемые столпами российской науки?

ЗИГЗАГИ НЕУДАЧ: АДАПТАЦИЯ ПРОБЛЕМЫ К РОССИЙСКИМ РЕГИОНАМ

Центр России: опасный приоритет Росатома родом из смутного времени

У меня один знакомый, тоже учёный... – ... так он десятку за полчаса
так нарисует –
не отличить от настоящей!
Фильм «Джентльмены удачи»

Уже можно говорить о нарушениях правовых норм (как и морально-нравственных, а также научных критериев обоснования) применительно к захоронению отходов. Например: «Строительство подземной лаборатории возле Красноярского горно-химического комбината, несомненно, является началом сооружения пункта геологического захоронения радиоактивных отходов без получения лицензии на такое строительство, то есть является строительством несанкционированного могильника высокоактивных отходов. ...При сооружении подземной лаборатории...образуется депрессионная воронка, естественный гидрогеологический режим (объект изучения, – Е.К.) будет нарушен,...т.е. от лаборатории будет больше вреда, чем пользы» (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4554>, комментарий Б. Серебрякова). Грубые ошибки, скудость обнародованной инженерно-геологической информации, подтасовка фактов, ложь, проектирование при нарушении нормативной последовательности этапов – эти и другие негативные особенности «обоснования» присущи работам по могильнику около Красноярска (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5394>; <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5226>). Чего стоит только обоснование необходимости подземной лаборатории через уравнивание полученной с ее помощью локальной геологической информации с несравненно более объемной и представительной информацией от системы разведочных скважин по 800 м глубиной каждая, пройденных по сетке 1х1 м (<http://www.atomic-energy.ru/news/2014/06/16/49555>)!

Некоторые правовые инициативы в связи с могильником ГХК были переданы участниками Гражданского саммита «Группы Двадцати» через В. Путина в адрес глав государств G20 (<http://www.press-line.ru/novosti/2013/06/putinu-predlozhili-obratit-vnimanie-na-yadernyy-mogil-nik-pod-krasnoyarskom.html>).

Даже при показательных акциях открытости специалистам и общественности не дают ответы на ключевые вопросы: Почему именно Красноярский край и Нижнеканский гранитоидный массив, обстоятельства выбора, анализ других мест, критерии выбора, список ранее рассмотренных Росатомом (около 30 в 18 регионах!) площадок? Предполагается, что эти и другие вопросы не останутся все же без ответа (<http://nuclearno.ru/text.asp?17434>). Известен «Эффект Селлафилда» как реакция общества на изменение в ходе работ декларируемого назначения подземной лаборатории (http://www.bellona.ru/articles_ru/articles_2013/1366203649.11). Без честных ответов на вопросы по Красноярску эффект может получить новое название. Некоторая информация к размышлениям по этому поводу приведена далее.

Площадку, которая была выбрана первоначально для одного объекта (наземного завода РТ-2 радиохимической переработки отработавшего ядерного топлива по несбывшимся из-за «перестройки» планам расширения ГХК, <http://www.iapress-line.ru/dossier/item/10768-unik>), целенаправленно «подогнали» под принципиально другой. Другой, прежде всего, по сроку существования (миллионы лет – могильник, десятки лет – завод). Понятно, что требования к площадкам и к обоснованию их надежности разные для завода и могильника. Есть и другие признаки лукавого «протаскивания» Росатомом нужного решения (www.bellona.ru/articles_ru/articles_2013/Krasnoyarsk-repository-EIA, www.facebook.com/NETmogilniku, www.sgzt.com/krasnoyarsk/?module=articles&action=view&id=1617&theme=2).

Выбранный вблизи Железногорска Нижнеканский массив гранито-гнейсов вскрыт слабо. Имеются обоснованные знаниями о генезисе этого типа пород принципиальные сомнения в их хороших гидроизолирующих свойствах (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4774>). Нижнеканский массив является южной частью Енисейского кряжа – важнейшей золотоносной провинции России. Кроме того, граниты в последнее время преподносят геологам поразительные сюрпризы, невообразимые ранее. Месторождение «Белый тигр» знаменито гигантскими запасами нефти в гранитах на глубинах 1–3 км. Есть и другие примеры нефти в кристаллических породах (http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-1-1-2013/2_Resolution_1-KR.pdf). Кстати, в породах Нижнеканского массива отмечали проявления углеводородов (Ф. Бакшт, Томск, устное сообщение). Кроме того, по данным Кольской сверхглубокой скважины, на глубине в гнейсо-гранитах были обнаружены углеводородные газы, в том числе метан в значительных концентрациях (сообщение П. Скуфьиной, Апатиты). Для обоснования могильника ГХК эти факты важны несколькими следствиями.

Во-первых, пришло время радикального пересмотра концепций поиска и разведки углеводородов. Во-вторых, доказано, что на глубинах в первые километры граниты могут иметь мощные зоны массопереноса, в том числе с направленностью движения газов и флюидов к земной поверхности. Именно обнаруженные в США (на основе советского опыта изучения пещер) Ю. Дублянским (<http://www.seu.ru/programs/atomsafe/B3/g6.htm>; <http://uibk.academia.edu/YuriDublyansky>) геологические индикаторы периодического появления глубинных вод у земной поверхности впоследствии стали главным аргументом при закрытии проекта Yucca Mountain. Кстати, гидротермальную историю изучали также относительно гранито-гнейсов Онкало (Олкилуото) и Канады (ссылка в <http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0227/ML022740218.pdf> на A.R. Bluth и A.R. Bukata). Работы Ю. Дублянского – это впечатляющий и достойный для подражания пример эффективного вхождения геолога «со стороны» в современную глобальную ядерную проблему.

А если под ГХК море нефти или воды? Будем потом, после эксплуатации «ядерного кластера», разведку вести – как Казахстан (<http://lenta.ru/news/2013/06/25/use/>). Германия уже обеспокоилась прогнозом наличия газа ниже подземной лаборатории «Горлебен» на глубине 3 км и соседством площадки с Эльбой (<http://atominfo.ru:17000/hl?url=webds/atominfo.ru/news/air8788.htm&mime=text/html&charset=windows-1251>). МАГАТЭ, кстати, рекомендует при обосновании площадки захоронения ДОКАЗАТЬ отсутствие в ее недрах и вблизи полезных ископаемых, особенно высоколиквидных. Есть и глобальное третье

следствие. Абиогенная нефть, как частный случай нефти в гранитах, позволит не принимать серьезно разговоры про принципиальную невозможность запасов углеводородов, скорое их исчерпание и про неизбежность развития гражданской ядерной энергетики с применением опасной радиохимии.

Единственный предположительный ответ Росатома применительно к Железнодорожному, которому сейчас можно безоговорочно верить: здесь действует и будет все же расширено радиохимическое и иное производство ГХК. С целью «одним махом» покрыть все формируемые РФ такого рода потребности. Набор технологий ГХК очень подходит для курса на предоставление страной международных ядерных услуг расширенного спектра (<http://www.z101359.infobox.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=888>). Вот так: главное, – обеспечить решение не вполне очевидной задачи по развитию ГХК. Могильник лишь необходимое дополнение для этого, а не самостоятельная сложнейшая проблема! Радиохимический завод для гражданских целей и другие относительно временные технологии «определяют сознание», а не потребность правильно, всесторонне и надежно обосновать решение по вечной изоляции отходов.

Госкорпорация одновременно запускает амбициозный проект «Прорыв», который призван сформировать новый для России и мира облик отрасли, и предусматривает, видимо, опасную радиохимическую переработку при каждой АЭС нового поколения непосредственно на площадках этих станций. Кроме того, Росатом отрабатывает технологии консервации/захоронения хранилищ жидких радиоактивных отходов Сибирского химического комбината (Томск) непосредственно на месте их расположения и обещает тиражировать эти технологии на других объектах (<http://www.itar-tass.com/c96/935360.html>). В Железнодорожном законсервировано подземное хранилище радиоактивных пульп (<http://spetsstroy.ru/pressroom/spsnews/25027/>). В Железнодорожном, дополнительно к могильнику Нижнеканского массива, промышленные/военные реакторы и другие высокоактивные материалы будут навечно захоронены непосредственно на месте их эксплуатации ГХК (в том числе, с фрагментами разрушенного отработавшего топлива, <http://www.sibghk.ru/news/2207-gkhk-gotov-k-eksportu-tekhnologii-bezopasnogo-vyvoda-iz-ekspluatatsii-radiatsionnykh-proizvodstv.html>). Причем один из главных доводов «великолепен»: другие варианты никогда не исследовались – поэтому будем хоронить так (П. Гаврилов, <http://portal.tpu.ru/files/conferences/eers/2013/sec4.pdf>). В РФ много ядерных объектов, создавая которые не проводили заранее исследования возможности последующего геологического захоронения на их площадках либо где-то еще! Это же не повод везде «так хоронить».

Тем более, что именно по отношению к таким случаям и не зря сказано в контексте приоритетов: «Серьезного внимания и больших вложений требует проблема вывода из эксплуатации ПУГРов – промышленных уран-графитовых реакторов, которые нарабатывали оружейный плутоний. И в особенности то, что касается их подземной части. Если все заранее не предусмотреть, то там можно загрязнить по-крупному, поскольку сопряжено это с подземными водами – основным переносчиком радиоактивного загрязнения. Чтобы это безопасно ликвидировать или каким-то образом законсервировать на месте, не один пуд соли придется съесть» (<http://www.atomic-energy.ru/interviews/2014/07/28/50537>).

Что за стратегическое противоречие: общий «санузел», а добавочно еще и многим объектам отдельные «удобства» с «головной болью» на миллион лет? И всем оформление «законных геологических паспортов» задним числом! К тому же, замечу, радиохимические технологии решаются применить в промышленных масштабах гражданской отрасли далеко не все ядерные страны. Россию не смущают «странные метеориты» (<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/12706.html>), осваивающие маршруты над ее территорией.

К сожалению, аргумент якобы отсутствия разумных альтернатив применительно к захоронению ядерных отходов не в первый раз в истории России назначают главным (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5253>).

Обозначим четко последовательность и причины событий. ГХК разместили вблизи Красноярска, дабы до него тогдашние ударные силы США (бомбардировщики) не добрались. Объект геологической изоляции ядерных материалов решили расположить в Нижнеканском массиве, главным образом, из-за близости ГХК (см. также http://roscontract.ru/custdetal_1c3aa07b29f1.html; http://www.fcp-radbez.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=391&Itemid=30), а не по геологическим критериям путем альтернативного выбора площадки применительно к условиям страны/региона. Но нет худа без добра. Очень хорошо (применительно к проблеме уже могильников ВАО и ОЯТ, а не одного могильника вблизи Красноярска), что есть история и опыт создания и эксплуатации подземных объектов ГХК. История и опыт, достойные памяти и уважения. Но, с горно-геологической точки зрения, фиксируются тревожные факты, подрывающие веру в удачное будущее ядерных могильников на данной территории.

Сначала администраторы горно-ядерной науки писали нам, что с качеством массива, вмещающего подземные объекты ГХК, все хорошо (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=print&sid=155>). Когда другие специалисты этой же науки стали писать для иностранных заказчиков, оценки изменились. «До начала строительства подземных объектов скальный массив ГХК в гидрогеологическом отношении был практически не изучен» (<https://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/321359.pdf>). В процессе же эксплуатации ГХК и исследований горных пород как аналога Нижнеканского массива обнаруживаются участки с показателями высокой гидравлической проницаемости массива (кстати, гораздо выше, чем нормы на проницаемость пород по критериям размещения могильников), вполне ожидаемые для данного типа пород. В том числе (и особенно) в пределах приконтурной зоны подземных сооружений. Налицо тесная связь поверхностных и подземных вод (<https://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/321359.pdf>).

Факт «прозрения» неизбежно повторится и на Нижнеканском массиве, как только организаторы работ перейдут от благостных и ангажированных первоначальных обоснований к открытому обсуждению данных детальной разведки массива на глубину не менее 2–3 км. Не перескакивая через этапы добротной РАЗВЕДКИ с поверхности до заложения дорогостоящих горных выработок подземной лаборатории. А также, объективно рассмотрев имеющийся опыт натурных оценок термомеханических последствий воздействия на целостность вмещающих горных пород «начинки» подземных сооружений ГХК (например, технические отчеты и журнальные публикации А.Б. Зверева). Расчетные модели – хорошо. Хотя они при чисто методологическом тестировании даже на одном и том же исходном материале (не экзаменуя важнейший фактор – достоверность этого материала) могут приводить к ужасающему разброду

в результатах (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5226>). Но разведка массива, которая в геологии предполагает также экспериментальную оценку основных параметров дальнейшей эксплуатации подземного объекта, и натурные исследования имеющихся выработок – лучше.

Вряд ли кому-либо из горняков, например, придет в голову идея строить подземный рудник, если для месторождения не утверждены (на государственном уровне) запасы руды, не выявлены достаточно надежно подземные условия, не отработаны технологии подземных работ и переработки руды, не определены потребители продукции. Совершенно точно, что для такой идеи данные по картировочным скважинам неглубокого заложения – никудышная основа.

Одна глубокая (тем более сверхглубокая) скважина может по данным для отдельного участка земной коры не только разом низвергнуть фундаментальные до ее бурения общепланетарные геологические представления, но и наложить прямой инженерный запрет на проекты захоронения здесь ядерных отходов применительно к конкретным интервалам глубин. Например, «человечество должно быть безмерно благодарно коллективу Кольской СГ-3 за то, что эти люди предупредили об опасностях выполнения подобных... проектов» (сообщение П. Скуфына, Апатиты). Каковы в Нижнеканском массиве «запасы» пород требуемого инженерного качества, их пространственное размещение? Каковы «запасы» отходов для Нижнеканского могильника и источники их формирования? Каков масштаб объекта, строительство которого пока поручено (на общественных слушаниях) одобрить даже не населению Красноярского края и тех тысяч железнодорожных станций, мимо которых пойдут «ядерные составы», а лишь славным жителям Железногорска? «За себя и за того парня», причем и за «парня» из будущего. Может быть, уже многократно увеличен бюджет Железногорска, как следует из французского опыта согласования решений с муниципалитетами, озвученного на Общественном совете Росатома в 2014 г. (<http://www.atomic-energy.ru/news/2014/06/09/49463>)?

Приведу цитату, характеризующую весьма относительную полезность таких слушаний: «Вопрос: Какие факторы будут учитываться при вынесении решения о «непригодности» данного участка под размещение могильника? Ответ: Будет проводиться комплексная оценка по многим параметрам (геологическим, технологическим, экологическим и т.д.) на соответствие целому комплексу критериев» (<http://aakolotov.livejournal.com/52756.html>). Многозначительные, в стиле общих фраз, формулировки высокопоставленного представителя Росатома, которые удовлетворили, видимо, слушателей, не являются достойным ответом по существу и даже формальной «отпиской». Проще можно было бы сказать так: будем работать много и правильно, но о конкретных действиях умолчу. Это похоже на игнорирование важного блока работ. Не приведены, хотя бы выборочно, примеры нормированных так или иначе критериев, не назван (хотя бы в первом приближении) общий их объем. А ведь именно правильно сформированный и примененный корпус критериев, большинство из нескольких десятков которых есть конкретные цифры, позволяет вынести научно обоснованное, надежное и проверяемое независимыми экспертизами ответственное решение о пригодности/непригодности площадки. Например, в не самой совершенной работе (TACIS Project NUCRUS 95410) группа только геологических критериев содержит более 50 позиций. Последующая расчет-

ная оценка безопасности выбранных по этим критериям двух десятков площадок не дала ни одного отрицательного результата (вот аргумент в части силы правильных норм!). Иначе, в принципе, и быть не могло для штатных ситуаций. Грубо говоря, можно было бы и не тратиться на изготовление красивых картинок по расчетам. Ведь критерии-нормы взяты не «с потолка». Они являются нормативным отражением предыдущего расчетного, экспериментально-исследовательского, и эксплуатационного опыта применительно к подобным объектам. А такой опыт, худо-бедно, есть для времени в десятки лет (Германия, Швеция, Финляндия как минимум). Там, где предпочитают отказаться от выверенных норм для свободы маневра (а допустимо ли это?), остается лишь словесно и при помощи не всем понятных «результатирующих» картинок многозначительно (но не всегда ответственно) вещать и обещать.

Нынешняя администрация Росатома показала слабость планирования и реализации планов в интервале времени в десять лет на примере программ строительства АЭС. Но она на примере могильника вблизи Красноярска пытается убедить общество, что умеет предвидеть ход событий на миллионы лет вперед и тратить бюджетные деньги. Специалисты США несколько десятков лет поэтапно выбирали по всей стране площадку для могильника, сравнивая разные геологические формации. Пока не получили право начать горные работы на Yucca Mountain. Но, увы, итог и здесь печален.

А Росатом наскоком, в период труднейшей социальной ломки, в условиях буйства безответственных решений, при внешнем управлении процессами внутри страны с помощью ваучеров и «коробок из-под ксероксов», нашел подходящий массив «у забора» ГХК, замалчивая историю вопроса и альтернативы. Хотя должен был бы оценить территорию страны (если говорить о международном могильнике) или того региона, отходы которого должен принимать могильник (если говорить о региональном могильнике). «Забыв» это сделать («забыв» про общепризнанный в мировой практике необходимый этап), Росатом сразу создал основания для серьезных сомнений в объективности работы. Дальше потянет «забыть» про добротную разведку (первооснову любых подземных начинаний) площадок Нижнеканского массива – и выручай, филология, вместо геологии... Про похожие ситуации в народе говорили так: «Дела идут, контора пишет». В результате именно такой филологии Нижнеканский массив еще в 2007 г. был объявлен разведанным и пригодным. Нарисована картина, на которой на многие километры в трех измерениях массив весомо охарактеризован монолитным (<http://www.atomic-energy.ru/news/2014/06/16/49555>). На основании этого был сделан следующий шаг – как бы вмонтирован нужный блок в фундамент обоснования будущего международного центра: «Кроме того, одним из преимуществ размещения на ГХК такого комплекса является наличие разведанного в данном районе Нижнеканского гранитоидного массива, который может быть использован для захоронения надежно упакованных высокоактивных отходов (ВАО) от переработки ОЯТ и неперерабатываемого облученного топлива» (<http://www.z101359.infobox.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=888>; <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=888>).

Выбор Нижнеканского массива осуществлен структурами Росатома – ВНИПИПромТехнологии и Радиевым институтом. Он не оптимален геологически (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5226>; <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4634>). Номенклату-

ра подлежащих долговременной/вечной изоляции высокоактивных материалов уже сейчас не сводится только к отходам радиохимии ГХК. Со временем, особенно при ускорении процессов демонтажа ядерных объектов и все большей интернационализации отрасли, неадекватность по многим параметрам площадки вблизи Красноярска будет становиться все очевидней и отягощающей. И шаг за шагом, если могильник здесь будет построен, его функции, скорее всего, будут последовательно, каждый раз «в связи с новыми непредвиденными обстоятельствами», расширяться. Модернизация станет постоянной. Радиационные нагрузки на территорию будут возрастать. Как происходит сейчас на площадках в Сосновом Бору (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5079>), Сайда-Губе и Приморье. И как уже предусмотрено в документе, подготовленном на иностранные деньги и ссылающемся на международный, по-крупному, статус могильника под Красноярском (<https://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/321359.pdf>). По схеме многоступенчатой «актуализации» со временем целей и задач (попросту говоря, подгонки под нужные). Для создания условий конкурентоспособного на международной арене развития российской ядерной энергетики и промышленности.

При уважении к опыту упомянутых выше институтов, следует помнить, все же, и некоторые неприятные итоги их научных обоснований в условиях финансовой и корпоративной зависимости от администрации Росатома. ВНИПИ-ПромТехнологии – разработчик («научный» подход тот же – «у забора» своего объекта, но совершенно иного назначения) отвергнутого после критики со стороны Горного института Кольского НЦ РАН проекта подземного ядерного могильника на полигоне Новой Земли, незаконченного аналогичного проекта для территории ПО «Маяк». Кто может вспомнить добрым словом эти проекты? Прямое наследие ВНИПИПТ – неоднозначные результаты подземных ядерных взрывов в мирных целях. Радиевый институт поддержал продвижение одной из технологий обращения с радиоактивными отходами на объекты ПО «Маяк» и РосРАО. Технологии, которую осудила Комиссия РАН по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований (http://www.gazeta.ru/science/2013/06/28_a_5394973.shtml; http://moi-vzn.narod.ru/VZN_12.PDF, с. 22–24; <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4630>).

Разумные независимые альтернативы на периферии РФ: лучшие, но опальные

Ну-ко, ты, мастер явленный, покажи, как, по-твоему, сделать?

П. Бажов, «Каменный цветок»

Могильник за Уралом – исторически не первое предложение Минатома/Росатома. Кстати, предложение о Кольском полуострове было первым (1985 г.) (http://www.opes.ru/news.aspx?id=221&ob_no=86000), а первое впечатление, как говорят, всегда самое верное. Какова судьба предыдущих, каждое из которых в свое время было «всесторонне обоснованным и единственно верным»? Почему «один на всех» могильник вот-вот будут строить вблизи Красноярска – географического центра России? Всесторонне ли обоснован этот вариант с учетом предыдущих и еще имеющихся сейчас вариантов и тенденций?

Кто готов согласиться с тем, чтобы ядерные объекты и в окрестностях Красноярска охраняли бы силы НАТО, как подобное прочтат Украине (<http://itar-tass.com/mezhdunarodnaya-panorama/1114926>; <http://worldru.ru/index.php?nma=news&fla=stat&nums=31930>)? Или с тем, чтобы ядерный могильник (в паре с радиолокационной станцией в Енисейске, самой восточной в создаваемой заново системе воздушно-космической обороны России) в центре страны и вблизи Енисея (маркера мощного геологического разлома) как потенциальная цель для удара современными или будущими видами дистанционного оружия был бы ключевым звеном военно-политического шантажа России? Такое столь же недопустимо, как планировавшаяся база НАТО/США в Крыму.

Многие понимают, что конечной целью этой «арабской весны», как и предыдущих, является Россия (<http://www.trinitas.ru/rus/doc/0012/001d/00123230.htm>; <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0012/001d/00123008.htm>).

А почему не построить два объекта подземной изоляции ядерных материалов, но, воспользовавшись методологией Украины и ее западных наставников-поводырей, у границ (западной, Печенга и восточной, Краснокаменск)? Могильники у границ с серьезными соседями повысят на несколько порядков безопасность объектов. По крайней мере, о разрушениях в результате военных действий, диверсий и терактов, направляемых против России, призывах внешних сил в связи с могильниками к делению страны пополам можно будет не беспокоиться. Уменьшится число желающих дестабилизировать страну посредством «цветных революций». Терроризм и промышленные аварии стали постоянной частью российской действительности. Новинкой применительно к ядерным объектам следует считать «интеллектуальный терроризм изнутри» (<https://www.facebook.com/Zelenaaliga/posts/328816177263046>; <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5307>; <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4833>, комментарий Е. Катковского). Будем также крепко помнить о работе крылатых ракет по Югославии. Вовсю идет подготовка к подобному в Сирии. Но никто не решится потревожить таким образом совместно Россию и Китай или Россию и Норвегию, Финляндию, Швецию. Да и другие аспекты безопасности могильника будут выверены многократно, безо лжи, в связи с жизненно важными интересами разных стран, не только Росатомом.

Учитывая масштаб задачи и длительность качественного выбора, строительства, эксплуатации и мониторинга объекта, несомненно, что это мотивирует «навечно» международное сотрудничество в приграничье нынешней молодой поросли специалистов и будущих поколений. Можно (пока сугубо предварительно и менее конкретно) подумать в контексте периферии и о международных могильниках на Камчатке и Таймыре.

В конце концов, если события к тому пойдут (очередное ускорение налицо, <http://itar-tass.com/politika/1404370>, <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5507>), у Печенги и Краснокаменска есть и потенциал глобального или регионального (арктического в случае Печенги) ядерного сдерживания. Аналогично широко известной идее реального и фантастического вариантов «Периметр» и «Машина Судного дня». Никаких уязвимых средств ответной доставки не надо. И дополнительные усиливающие эффект «оболочки» из кобальта или урана легко выполнить из местного рудного сырья. «Ядерный остров» в границах родного мне Мурманска (<http://nuclearno.ru/text.asp?17345>), как и хранилище на сто лет в Сайда-Губе, как и

скорое возложение на «Атомфлот» функций по перезарядке реакторов всех АПЛ РФ в «столице Заполярья» (<http://itar-tass.com/spb-news/1359014>), видимо, задумка Росатома «из той же серии». Но, надо отметить, не в самый раз придумано: слабо, слабо.... Не учли настораживающую трассу событий с АПЛ «Комсомолец», «Курск», «Екатеринбург». По части защиты безопасности страны и региона этот как бы остров не только многократно хуже, чем вариант Печенги, но и, скорей всего, подрывает ее. Береговые базы и судоремонтные заводы ВМФ России, прилегающие акватории впору называть «Новыми Бермудами».

Концентрация ядерных технологий в Городе-Герое Мурманске и вблизи главных баз Северного флота возможна, а их отходов в недрах Печенги – нет?

Народ, не очень смыслящий в математике, но знающий жизнь конкретно, говорит примерно так: «Лучше один раз увидеть и пощупать, чем сто раз имитационно моделировать». Поэтому предлагаю новую последовательность/программу работ по подземно-ядерной науке. У ГХК и Росатома, как и вообще в Красноярском крае (и не только), ведь многое уже есть.

Надо перевести туннель под Енисеем (слух прошел, что конкурс объявляли на предмет нового его использования) в ранг Подземной лаборатории (ПЛ) № 1. ПЛ № 2 – выработки, где будут на месте эксплуатации захоронены промышленные реакторы. Обе лаборатории полностью отключить от систем жизнеобеспечения и наглухо замуровать – избавить от влияния цивилизации. Оставить наедине с реальными природными процессами. Снабдив, конечно, каждую отдельной шлюзовой камерой – люком для периодического посещения лабораторий специально введенными в штат ГХК профессиональными спелестологами. Они будут мониторить результаты совместно с учеными. Надо бы красноярских спелеологов спросить: а нет ли вблизи ГХК природных пещер? Вот нам и ПЛ № 3 была бы. ПЛ № 4 следует разместить на одном из объектов «Норильского никеля» в Красноярском крае. ПЛ № 5 и № 6 – готовые выработки Краснокаменска и Печенги. Обобщение долговременных наблюдений за природно-техногенными процессами внутри и вне законсервированных подземных сооружений позволило бы говорить о некоем натурно-виртуальном подобии ПЛ № 7. Пример – исследование геологических изменений в связи с полостями и отсеками захоронения продуктов подземных ядерных взрывов («гора еще дышит», <http://www.atomic-energy.ru/articles/2012/01/31/30417>), а также с закрытием рудников Урала (С.Н. Елохина, В.А. Елохин, <http://www.mi-perm.ru/content/resume1.pdf>).

Лет через 20–30 станет ясно: по нашим расчетным законам природа преобразовывает разные натурные модели могильников (которых в уже готовом виде может быть достаточно для надежных выводов) или по своим. А уж потом, если еще не исчезнут желание и потребность, можно будет приступить к работам по ПЛ № 8. Непосредственно в пределах Нижнеканского массива, предварительно в должной степени разведанного. А уж совсем потом из восьми лабораторий надлежит выбрать лучшую. В ее площадку и следует вложить основные инвестиции. Можно проигравшие лаборатории и на миллион лет оставить в качестве «образцов-свидетелей». Есть-пить они не попросят, а в реальный могильник вход должен быть ликвидирован по его статусу.

Отметим, что авторство идеи о подземной лаборатории и могильнике в Краснокаменске, нашедшей поддержку в США и МАГАТЭ, принадлежит коллек-

тиву сотрудников ИГЕМ РАН во главе с Н. Лаверовым. Еще нужно внимательно посмотреть – как будет экологичнее и экономичнее: перевезти отходы Красноярского ГХК в надежное подземное хранилище в Краснокаменске или переместить тот же объем отходов в Нижнеканский массив с последующим на миллионы лет ограничением хозяйственной деятельности на Енисее из-за естественных или рукотворных (техногенных/диверсионных/военного генезиса) радиоактивных протечек из этого массива? Несколько километров по второму варианту в «особый период» до рек Кан или Енисей: да что стоит современным умельцам здесь «Плаушер» или «Чаган» пристроить?! Хотелось бы, чтобы и про подобные «пустячки» не забыли будущие (<http://gornovosti.ru/glavnoe/pod-krasnoyarskom-zakhoronyat-45-tys-kubometrov-atomnykh-otkhodov44445546.htm>) «проверяльщики» безопасности Нижнеканского могильника.

Площадки Челябинска и Красноярска, а также, отчасти, Краснокаменска и даже Печенги – все «дети» Минатома/Росатома. Но есть нюансы. Важен фактор времени. И дипломатия официальных высказываний, соответственно меняющейся обстановке, позициям и комбинациям проблемы могильника с другими крупными ядерными проектами. Челябинск – предложение 70-х гг. прошлого века. Красноярск – «лихих» 90-х. Краснокаменск формируется на наших глазах. По разным причинам позиция атомного ведомства объективно и субъективно менялась (страна изменилась!). Сначала фаворитом был Челябинск (но там из-за неудачной по-крупному геологии отходы пришлось сливать в наземную гидросеть: в результате – большое загрязнение, что препятствует новым крупным международным проектам). Сейчас – безопасный для всех (кроме России) Красноярск. А завтра?

Дипломатия и авторитет Н. Лаверова, интересы западных партнеров (прежде всего, США) позволяют коллективу ИГЕМ (тесно связанному с Росатомом) все же удачно развивать этот относительно независимый вариант. Не раздражая атомный менеджмент в публикациях прямым противопоставлением площадок. Но все же иногда стратегическая цель проскальзывает, обозначается явно. Например: «Воссоздание пространственно-временной связи между деформацией кристаллических массивов, флюидной проницаемостью пород и миграцией вещества необходимо для ... обоснования места расположения международного хранилища ОЯТ (Лаверов, 2008) вне долгоживущих разломных зон и узлов их пересечений» (www.arcus.msis.ru/users/files/file90034-1224057358.pdf). (Похожее по логике действий сочетание задач должно быть реализовано применительно к Печенге – Е.К.).

А Печенга (п. Никель, где прошли детские и юношеские годы первого «атомного» министра РФ В. Михайлова, <http://severpost.ru/read/16353/>) впервые рассматривается в качестве площадки могильника, хотя тогда по ситуации лишь для частного случая, была названа бывшим офицером Краснознаменного Северного флота, сотрудником ВНИПИЭТ и консультантом «Беллоны» В. Перовским (<http://bellona.ru/reports/NotherrnFleet/1184076942.91/#64b>).

Международные подземные ядерные хранилища/могильники можно рассматривать как элементы будущих систем ядерного нераспространения и физической защиты ядерных материалов, как панацею, в том числе, и от попадания этих материалов (возможная начинка радиологического оружия) в руки террористов.

Но прежде, все же, следует, минимум на двух уровнях, переосмыслить вопрос: «Нефть или ядерная энергия/ядерные отходы?» Глобальный уровень. Ес-

ли абиогенная нефть реальна (как реальна на Земле вода различного происхождения), то нужно остановить (приостановить) развитие нынешней и любой другой будущей ядерной энергетики, неотъемлемым следствием которых есть и будет штатное и аварийное генерирование высокоактивных и долгоживущих отходов. А также – системы международных подземных ядерных могильников, в том числе приостановить работы вблизи Красноярска. Локальный уровень. Если строительство могильника вблизи Красноярска необходимо, надо с помощью глубокого бурения доказать отсутствие нефти и благоприятный гидрологический режим применительно к оконтуривающим предполагаемое место заложения объекта кристаллическим породам Нижнеканского массива.

Для Печенгской геологической структуры (породы основного и ультраосновного состава) и ее обрамления (где обильно, как и в зоне урановых месторождений Краснокаменска, представлены и граниты) эти вопросы имеют ответы. Множество скважин глубиной 2–2,5 км, сеть горных выработок «Норильского никеля» и Кольской сверхглубокой скважиной доказали отсутствие нефти и показали благоприятные предпосылки естественной гидроизоляции (например, <http://www.biodiversity.ru/publications/arctic/archive/n12/nikel.html>) будущих подземных сооружений могильника. Породы собственно Печенги в сравнении с гранитами более устойчивы к внешней дестабилизирующей энергии (диссипация напряжений) и более эффективны в способности «самостоятельно залечивать» возникшие все же из-за внешнего воздействия трещины. На основе местного сырья разработаны строительные материалы, надолго предназначенные для дополнительной (в составе защитных инженерных барьеров) изоляции радионуклидов, а также блокирования опасных процессов внутри могильника [2]. Про инженерно-геологические и другие свойства гранитов Краснокаменска (в частности, их опасную склонность к горным ударам, <http://itar-tass.com/novosti-partnerov/794047>) много знают тамошние и московско-петербургские специалисты.

А мурманские геологи, геофизики и горняки пока еще способны (даже, вероятно, самостоятельно и уже в ближайшее время) наполнить первоначальную «затравку» для дальнейшего полновесного обоснования альтернативного варианта международной площадки захоронения высокоактивных и долгоживущих ядерных отходов на Северо-Западе РФ имеющимися на сегодня фактическими результатами полевых работ. В прошлом веке их усилиями и по их инициативе в честном научном соревновании было доказано, в том числе на международном уровне (TACIS Project NUCRUS 95410), преимущество Мурманска перед Новой Землей. Кроме того, был подготовлен вариант комплекса критериев отбора площадок, применимый и для других регионов. Кроме того, непосредственно для Печенги был выполнен анализ данных гидрогеологических испытаний по стволам 13 глубоких разведочных скважин (<http://www.biodiversity.ru/publications/arctic/archive/n12/nikel.html>) [6]. Эти и подобные другие, отражающие благоприятные инженерно-геологические условия, скважины-индикаторы, число которых можно легко увеличить до «113» посредством специальных камеральных исследований имеющейся комплексной документации, будут исходными ориентирами своеобразного «путеводителя», базовыми элементами координатной системы, вблизи которых целесообразно искать подходящие блоки пород для строительства.

Согласно опыту геофизиков, стенки разведочных скважин (бурением как с поверхности, так и из подземных выработок) и целостность массивов на Печенге вне маломощных и редких участков богатой руды, как правило, без дефектов. Свободной воды в таких интервалах пород нет. Это позволяло успешно применять для разных качественных и количественных (производственных и экспериментальных) каротажных исследований не только кавернометрию, но также гамма-гамма плотностной и гамма-гамма селективный, рентгенорадиометрический, спектрометрический нейтронный гамма-, нейтронно-активационный, нейтрон-нейтронный и другие методы. Такую, существенно дополняющую результаты непосредственно гидрогеологических работ (которые не являются в технологии геологоразведки массовыми) оценку качества массивов можно проверить по архивам Мурманской геологоразведочной экспедиции и комбината «Печенганикель». В том числе, посредством интерпретации заново (в связи с новой задачей) первичных материалов полевых работ. Или при постановке новых каротажных исследований. Применение некоторых из перечисленных методов (а также адаптированных к Печенге новых методов из нефтегазовой геофизики), несомненно, повысит достоверность оценок инженерных (в том числе, содержания воды) условий и должно быть важной составной частью будущей методики выбора конкретных блоков заложения подземных сооружений.

Интересно сочетание двух экспериментальных фактов, проявляющихся, правда, с разном по глубине в несколько километров. Во-первых, есть участки пород хорошего инженерного качества в вулканитах без убедительных доказательств топливных перспектив на глубинах до 2 км по данным разведочных скважин и горных выработок. Во-вторых, по данным СГС-3 (сообщение П. Скуфына, Апатиты [4, с. 37–40]), есть участки пород в подстилающих глубинных (где применение шахтного строительства исключено) гранито-гнейсах с высокой проницаемостью для флюидов и газов, имеющие признаки наличия в них углеводородных газов. Думаю, это не является примером антагонистических условий для существования шахтного могильника в вулканитах на глубине (при разумных затратах) до одного километра. Да, это сочетание должно быть хорошо осмыслено. Да, должны быть оценены вероятность и потенциально возможные механизмы взаимодействия газо- и гидросистем таких участков, принадлежащих весьма разным геологическим формациям. Да, необходимы сравнительные минералогические и изотопные исследования. Да, выбранные под строительство блоки пород не должны быть случайными, должны иметь историю предварительной оценки и должны дополнительно быть хорошо изучены по части их герметичности (в том числе, с применением газовой съемки). Ну, и что тут экстраординарного? Что может указывать на заранее проигрышную ситуацию? Работы С. Милановского с коллегами (http://www.ukrdgri.gov.ua/ukrdgri_site/CS-2012_Milanovskiy_Paper.pdf; http://tph_2012.ifz.ru/pdf/Milanovski.pdf), наоборот, внушают оптимизм. Перечисленные выше некоторые задачи исследований – это обязательное, грамотное и объективное, повышенное внимание к условиям заложения подземных объектов особой важности при ясном понимании (в отличие от ситуации Нижнеканского массива) возможных георисков.

Установленная для и на примере Печенги возможность наличия в земной коре существенно разных по проницаемости и разнесенных по глубине зон подсказывает и категорически принуждает дополнительно изучить Нижнекан-

ский массив и в этом контексте. Для Печенги потенциально опасные гидро-геологические условия приурочены к глубине примерно 8 км (к гнейсам!). А что, если для Нижнеканского массива эта опасность гораздо ближе к поверхности? Хотя бы потому, что гнейсы этого массива выходят на поверхность, а не перекрыты как в Печенге восьмикилометровой толщей вулканитов.

СГС-3 (пять стволов) показала устойчивую зональность геологического разреза также по техническим условиям проходки и геометрическим параметрам стволов, информативность этих показателей с точки зрения интегрированных инженерных свойств вскрытых блоков пород. До глубин примерно 5 км (в вулканитах) никаких отклонений скважины от проекта практически не было. Хотя была смена породных свит, соответственно этапам формирования протерозойского комплекса: серьезных технических осложнений не фиксировали, ствол с небольшими закономерными искривлениями, сечение условно-круглое. После глубин примерно 7–8 км (в гнейсах) скважина начала активно «гулять» по азимуту и зенитному углу, сечение превратилось преимущественно в эллипсовидное с превышением размеров осей до 5 раз. Причем характер «гульбы» имел тенденцию повторяться в разных стволах. Кавернозность стенок скважины в протерозойском комплексе вулканитов (хотя они и испытывали более длительные по времени механические воздействия) существенно ниже, чем в архейском комплексе гнейсов [5]. Фундаментальный и одновременно прагматичный подход работы [5], устанавливающий связь природных свойств пород с параметрами и результатами бурения, при адаптации его к анализу геологической, геофизической и технологической информации по системе разведочных скважин (по площадям и глубине) позволит оценивать инженерно-геологическую зональность Печенгской структуры (и, возможно, других – при необходимости) не только с точки зрения сугубо научной, но и на предмет поиска блоков пород хорошего качества для подземного строительства. Но идея перехода к разведочным скважинам в контексте новой задачи еще не обрела своих активных приверженцев. Хотя предпосылки для такого перехода следуют и непосредственно из опыта исследования таких скважин, изложенного выше.

Почему бы мурманским специалистам с имеющимся горно-геологическим опытом, примерами площадок на Кольском полуострове и анализом, прежде всего, соседских шведско-финских аналогов (мировых лидеров по части использования скальных массивов для создания ядерных могильников и хранилищ углеводородов) и массивов Печенги не быть спарринг-партнерами исследователям площадки около Красноярска? А иногда – и стимулирующими объективностью оппонентами.

Горный институт Кольского НЦ РАН, например, изучает проблемы ядерных объектов совместно с научными и производственными партнерами как России, так и Германии, Франции, Бельгии, Норвегии и Китая (<http://www.goikolasc.ru/node/16247>; <http://www.goikolasc.ru/partner>). К сожалению, одновременно, он слабо взаимодействует с «Норильским никелем» как применительно к ядерным, так и традиционным горным проблемам (<http://www.goikolasc.ru/node/16234>; http://www.goikolasc.ru/sites/default/files/soder_mon.pdf). Похоже, что и формировать новое мировоззрение (мировоззрение, не иначе!) в освоении (опять неадекватный местной действительности лозунг!) природных ресурсов (освоение оных не есть только добыча полезных ископаемых) он пред-

почитает вне ядерного контекста и без важного регионального и мирового субъекта научно-хозяйственной деятельности (<http://www.goikolasc.ru/sites/default/files/sb-2014.pdf>, <http://www.goikolasc.ru/sites/default/files/inform.pdf>). Но, (хорошо ли, плохо ли это?) на данном уважаемом институте свет, как говорится, клином не сошелся. Заметим, что Администрация Мурманской области, напротив, поддерживает весьма партнерские отношения с «Норильским никелем».

Есть предположение, что Нижнеканский массив выше уровня моря не будет лидером по объему исследований в настоящее время. И никогда (природу не обманешь!) – по гидрогеологическим условиям пород в сравнении с данными (<http://www.biodiversity.ru/publications/arctic/archive/n12/nikel.html>) не только по Печенге, но и по гранито-гнейсам Швеции и Финляндии [2]. Выбранные для могильников условно слабопроницаемые гранитоидные блоки Швеции и Финляндии дополнительно находятся под дном моря в равновесии с окружающей средой. Равновесие компенсирует некоторый их недостаток по проницаемости. То есть и с точки зрения наличия внешних гидравлических потенциалов надо помнить о разной (прежде всего, сезонной) динамике поведения воды в Нижнеканском массиве и зарубежных «эталонах»: явно подвижная вода и условно неподвижная.

Одновременно с работами по Красноярску применительно к Кольскому полуострову были бы созданы предпосылки строительства объекта новой отрасли, сочетающей горно-геологическую основу и функции энергетики. Объект, который бы (дольше, чем горное дело прежних и нынешних лет, стоящее на пороге кризиса: особенно предприятия цветных и черных металлов, http://www.kolasc.net.ru/russian/press/13/2811_05.pdf) стабильно наполнял бюджет региона основными доходами. Наихудшие перспективы традиционной деятельности, учитывая планы «Норильского никеля» по реструктуризации производства и перераспределению задач между Норильском и Печенгой, имеет промышленная площадка п. Никель. Возможно, что даже будет свернута (первые за всю историю освоения месторождений!) работа ООО «Печенгагеология» по наращиванию запасов медно-никелевых руд (<http://www.infocrisis.ru/sokratili/902.html>). Новые векторы развития энергетической системы Мурманской области, ключевые факторы «бытия» горной промышленности и создание новых горных технологий. Эти вопросы обозначены в программе II Мурманской международной деловой недели (2013 г.) среди центральных. Горному буму в Финляндии последних лет нужна серьезная альтернатива на Мурмане. В докладах П. Машегова, С. Симонова и Г. Победоносцевой (<http://www.iep.kolasc.net.ru/tezis2013.pdf>) возможность рывка в развитии северных регионов, например, связана с крупными научно-производственными проектами (в том числе, на базе Кольской сверхглубокой скважины), которые сравниваются по масштабам и значению с проектами в ядерной сфере.

Предлагаемая же «Стратегия социально-экономического развития Мурманской области до 2020 года» вряд ли может дать ориентиры на серьезное дело. Таковыми не могут быть иллюзорные надежды на строительство Кольской АЭС-2 (<http://www.b-port.com/news/item/119715.html>) и активное освоение Штокмановского газоконденсатного месторождения. Тем более, что США планируют запрет на экспорт высоких технологий в области нефтегазовой промышленности в Россию по аналогии с ограничениями экспорта военных

технологий. Запад рассчитывает избежать непосредственного воздействия на экспорт энергоресурсов. Но серьезно затормозить прогресс в области разработки новых шельфовых месторождений Арктики, развития СПГ-проектов и в других подобных направлениях (<http://news.mail.ru/economics/19947978/?frommail=1>; <http://nuclearno.ru/text.asp?17914>; <http://news.mail.ru/politics/19522553/?frommail=1>; <http://news.mail.ru/politics/18169592/?frommail=1>). Тем более, что очевидно динамичное, ни перед чем не останавливаясь, проникновение американских компаний со своими технологиями добычи сланцевого газа на месторождения Восточной Европы. Как призрачны и прогнозы соответствующих Кольской АЭС-2 и Штокману инвестиций и результатов (опубликованное на сайте Института экономических проблем Кольского НЦ РАН письмо № 17547-2115 от 24.10.13, <http://www.iep.kolasc.net.ru/news/news25102013.php>).

Налицо, во многом, имитация радения о деле путем реанимации на уровне области разговоров, которые на уровне страны и крупных международных компаний за несколько десятков лет (и несколько лет «Стратегии», см. также «локальный глобализм» Росатома, <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=56111>) не дали даже приближения к результату. Малая значимость и ошибки «Стратегии» видны и простому люду (<http://blogger51.com/2013/10/46992>). И такая реакция в области на «Стратегию», подготовленную на стороне, не в первый раз (<http://blogger51.com/2011/11/21668>). Но, к сожалению, предлагаемые вновь и вновь стратегические подходы не учитывают достаточно явные тенденции. И не случайно, видимо, II Мурманскую международную деловую неделю воспринимают как «Неделю сказок» (<http://blogger51.com/2013/11/47405>). Стоило бы вспомнить пословицу: «Чем богаты, тем и рады». А ядерная инфраструктура, горно-геологический потенциал и надежные скальные массивы Мурманска – это недооцененное ныне российскими стратегами реальное богатство.

Пока же, к сожалению, Мурманская область теряет шанс. Но, незаменимых регионов, как и незаменимых специалистов, не бывает. Вне всякого сомнения, при дальнейшем промедлении со временем для решения международной проблемы подземной изоляции ядерных отходов найдутся другие и специалисты, и организации, и периферийные регионы РФ/других стран.

«Неделя сказок» контрастно по смыслам, но совпала по времени с юбилейными воспоминаниями об академике А. Ферсмане – знаменитом геологегосударственнике и хорошем человеке. Его не мечта, но мечта, его дела, усиленные счастливым образом нацеленностью страны на реальное ускоренное развитие, преобразили регион. С другой стороны, чуть позже «Недели», на которой было с привязкой к важным федеральным документам 2013 г. торжественно объявлено об арктическом курсе и инновационной траектории развития области (<http://fedpress.ru/news/econom/reviews/1384947163-marina-kovtun-arkticheskii-kurs-predpolagaet-innovatsionnuyu-traektoriyu-razvitiya#comments>), нынешнее государство обнародовало решение о замораживании госпрограммы социально-экономического развития Арктики (<http://flashnord.com/news/pravitelstvo-rf-zamorozilo-gosprogrammu-razvitiya-arktiki>). Но, похоже, будет формировать и укреплять арктические границы РФ (<http://news.mail.ru/politics/16044427/?frommail=1>).

Именно с Мурманом отчасти связаны разработка основ научного направления по локализации радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топ-

лива, стратегическому использованию подземного пространства страны. А также руководство крупномасштабными исследованиями в области подземного строительства специальных объектов государственного значения, в частности – подземных АЭС и ядерных могильников (<http://www.kolasc.net.ru/russian/news/vestnik/vestnik-2-2014.pdf> – В. Маслобоев; <http://ria.ru/science/20130725/951940224.html> и <http://goikolasc.ru/congratulation> – Н. Мельников и В. Конухин). В ходе работы Контактной экспертной группы МАГАТЭ на Кольском полуострове в октябре 2013 г. прозвучали высокие оценки выполненной работы и перспектив. «Мурманская область – крупнейшая территория по развитию ядерных технологий». «С использованием немецких технологий и наших подходов ... рождаются совершенно новые технические решения», «... будет создан полный цикл обращения с радиоактивными отходами на северо-западе России. Технологии и методы, которые здесь применяются, позволят решить глобальный вопрос с захоронением РАО» (<http://nord-news.ru/news/2013/10/11/?newsid=54929>). Аналогично думают и члены Комитета по природным ресурсам, природопользованию и экологии ГД РФ, которые работали в Мурманске сразу после иностранных экспертов (<http://murman.rfn.ru/rnews.html?id=1186841&cid=7>). Мурманская область настойчиво добивается взаимности от Германии и в горно-геологической сфере (<http://helion-ltd.ru/news/15475-2014-04-03-09-22-34/>).

Попытки были «навести мосты» между площадками Мурманска и восточных регионов РФ со стороны специалистов Кольского полуострова (<http://news.chita.ru/56096/>; <http://www.credo-dialogue.com/getattachment/e4c54c46-69e3-4d52-a847-5152bd5c9fad/Tsifrovye-tehnologies-trehmernogo-modelirovaniya.aspx>; zakupki.rosatom.ru/file.ashx?oid=2116953; http://www.opec.ru/news.aspx?id=221&ob_no=86000; conf.sfu-kras.ru/uploads/MelnikovNN.doc; portal.tpu.ru/files/conferences/radioactivity/book-light.pdf; <http://www.kolasc.net.ru/russian/news/vestnik/vestnik-1-2014.pdf>) [2].

Печенга максимально обеспечит выполнение упомянутой рекомендации МАГАТЭ по недрам: известные месторождения исчезнут, а новые практически невероятны при высочайшей геологической изученности территории. Не изменится коренным образом ситуация на данной площадке даже при использовании новых технологий и организации поисковых и разведочных работ относительно традиционного и нового (золото) для Печенги сырья, о гипотетических результатах которых предполагает в общем по региону А. Калинин (<http://zolotodb.ru/articles/geology/placer/10553>). Новые исследования по высоколиквидным полезным ископаемым здесь беспроигрышны при любом их результате. В частности, при отрицательном результате или, в крайнем случае, локальной находке они усилят доказательную базу в части подземного ядерного объекта вне месторождений. Аналогия: в РАН (Н. Лаверов) такой же подход к Краснокаменску считают “единственно верным” (2011 г., <http://www.ras.ru/FStorage/Download.aspx?id=bb9c25dd-630b-4f87-8d3e-6fad9a0ba9ca>; 2005 г., newmdb.iaea.org/GetLibraryFile.aspx?RRoomID=694). “Приаргунское производственное горно-химическое объединение” может работать при существующих запасах урана 30–35 лет.

Международные перевозки ядерных материалов и радиоактивных отходов в Печенгу (как и часть российских, например, с Дальнего Востока, если там не будет могильника, из Соснового Бора, <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5105>), скорей всего, будут осуществляться морем. Через незамерзающие порты Киркенес или Лиинахамари. Или

через благогощенные базы Сайда Губа (с красочно упакованным «подарком» будущим поколениям – реакторными отсеками) и Западная Лица. По освоенным несколькими странами (США, Япония, Франция, Швеция, Россия и др.) технологиям. Или из Калининграда через Балтику и северную Финляндию. Логистические системы Онкало и Печенги во многом пригодны для унификации. При этом территория России не будет подвергаться опасности. И страна претендует на роль лидера на рынке морских перевозок ядерных материалов как применительно к Северо-Западу (<http://51rus.org/news/economy/7649>), так и к неограниченному району плавания (<http://globalsib.com/18894/>). Кстати, логистика при уничтожении сирийских отравляющих веществ имеет схожие черты: морские перевозки под охраной ВМС США и России – порт Гамбург – переработка на территории Германии в районе Мюнстера.

Желательно было бы протестировать излишне сильный тезис (<http://www.khlopin.ru/proceedings/11-2.pdf>) о Нижнеканском массиве как единственном пока еще в России природном объекте с максимально высоким статусом подготовки для сооружения подземного могильника высокоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива. В сравнении с материалами по Печенгской структуре, Стрельцовскому рудному полю (Краснокаменск) и площадкам ПО «Маяк». И с учетом различия между нынешними социальными и политическими условиями и теми, которые были на момент мутно-волонтаристского «раскручивания» Нижнеканского массива как площадки могильника. Только такое тестирование может позволить говорить о научной достоверности тезиса авторов из Радиевого института и легитимности основанных на нем приоритетных исследований вблизи Красноярска. А также – надеяться на получение так называемой социальной лицензии на строительство и эксплуатацию могильника. Несомненно, полезными были бы и сравнительные исследования российских, украинской (Чернобыльская зона), казахстанской (Семипалатинский полигон), китайской (Бейшан, <http://www.atomic-energy.ru/news/2012/03/26/32151>) и других (монгольских, канадских) потенциальных площадок подземной изоляции ядерных отходов через «призму» данных по объекту Онкало.

Следует отметить, что разрабатываемая для Печенги методология обращения в контексте геологического хранения/захоронения ядерных материалов к бывшим или истощающимся сульфидным медно-никелевым месторождениям (но не к вновь вводимым в эксплуатацию, например, в Воронежской области) имеет потенциал расширения/тиражирования/унификации. В частности, в пределах Балтийского щита (особенно Финляндии). Возможно, и для условий ядерных технологий Северной Америки и никеленосных провинций Канады. Для условий Казахстана (Жезказган) и Узбекистана (Навоийский горно-металлургический комбинат). Возможно, и для условий ядерных технологий Тихоокеанского региона и никеленосной провинции Камчатки, в пределах которой следует ожидать позитивных комбинаций шахтного и гидротермального (<https://sites.google.com/site/geobelousov/>) способов утилизации/изоляции/омоноличивания. Причем на Камчатке плодотворным будет симбиоз Китая (владелец горных выработок, http://kamchat.info/novosti/kitajcy_pokupayut_krupnejshie_mestorozhdeniya_nikelya_i_medi_na_kamchatke/) и Газпрома (владелец инфраструктуры гидротермальной технологии, http://ria.ru/press_video/20100513/234263725.html).

Отличительной особенностью этой методологии (по моему мнению, положительной) является отсутствие «родовой связи» площадки захоронения с каким-либо первоначально созданным там ядерным объектом иного назначения. Ведь даже место для Онкало выбрано не при доминировании геологического фактора, а по случаю соседства с АЭС Олкилуото. Но АЭС (промышленные реакторы другого назначения, радиохимические комбинаты) и могильник – противоположности по основному фактору безопасного функционирования: АЭС должна находиться рядом с мощным источником воды, а для могильника такое соседство губительно. Вспомним как аналогию давний зарубежный опыт. В свое время сочетание инфраструктуры и хороших геологических (прежде всего, гидрогеологических) условий вмещающих массивов бывшего рудника «Конрад» (железная руда), бывших соляных шахт «Ассе» и «Морслебен» позволили Германии первой в мире прагматично и системно создать на базе этих природно-техногенных комплексов эффективные одноименные подземные хранилища радиоактивных отходов. Но, как тогда требовалось, лишь низкого и среднего уровня активности.

При необходимости «Норильский никель» и на равноудаленном от западных и восточных поставщиков Таймыре (почти идеальном регионе с точки зрения отсутствия выноса деструктивной энергии из глубин Земли, рис. 1, <http://e-almanac.space-time.ru/assets/files/Tom%203%20Vip%201/rubr6-estestvennyyegranicy-st3-syvorotkin-2013.pdf>) найдет пригодные массив и/или готовые разработки для могильника, дополнительно изолированные покровом естественных многолетнемерзлых пород. Или «АЛРОСА» – на Северо-Востоке России (к примеру, на одной из стадий поиска площадок для изоляции ядерных отходов Северо-Запада РФ в качестве претендентов рассматривались трубки взрыва Архангельской области, кимберлитовые и базальтовые) [2]. В Якутии есть и урановые (да еще в сочетании с сульфидными золоторудными) месторождения, где (как и в Узбекистане), возможно, перспективным будет подход, аналогичный работам по подземной лаборатории и могильнику одновременно и Краснокаменска, и Печенги.

Поэтому имеет смысл рассмотреть не замороженные приповерхностные известняки в качестве непосредственной среды захоронения (как предлагалось ВНИПИПТ для условий полигона Новой Земли), которые гидравлически связаны с морем (как грунты Фукусимы-1) и без глобального потепления превратятся в «газированное болото» или породят, как их геологический сосед, воронки/озера «ямальского типа» (<http://itar-tass.com/ural-news/1564902>) под действием тепловых и радиационных нагрузок. А приличного инженерного качества породы с плюсовым температурным режимом под отдельной «шапкой» многолетней мерзлоты для дополнительной гарантии от проникновения метеорных вод. Вот ведь на Фукусиме-1 после более чем двух лет неудачных попыток предотвратить миграцию радиоактивной воды приняли решение применить достаточно освоенную в горной промышленности искусственную заморозку грунта вокруг и под АЭС. Правда, не надо скрывать, что, как говорится, здесь «две большие разницы». Горняки применяют конкретную систему заморозки локально и максимум на десятки лет. А с загрязнением прибрежных вод Японии и Тихого океана в предложенных ядерщиками очередных «неприятных» обстоятельствах придется бороться минимум сотни лет. И при

таком интересе к вариантам использования мерзлоты вновь (как и в случае с Ю. Дублянским) полезным будет опыт спелеологов. Например, связанный с научными исследованиями в Кунгурской Ледяной пещере на протяжении ста лет.

Сочетание подземного могильника вблизи Норильска/Краснокаменска с наземным временным хранилищем и мощностями по переработке ОЯТ Красноярского ГХК может быть удачным для некоторых сценариев будущего ядерной энергетики. Фундаментальный международный могильник у Норильска дополнительно вместил бы отработавшее ядерное топливо и радиоактивные отходы Билибинской АЭС. Вместо того, чтобы обустривать вблизи этой АЭС (<http://www.kolasc.net.ru/russian/news/vestnik/vestnik-1-2014.pdf>), подобно проекту могильника Новой Земли, опасное потенциально «радиоактивное болото» внутри многолетнемерзлых пород. Росатом и Норникель имеют опыт нахождения взаимных интересов на базе диверсификации производства (<http://baikalfinans.com/ekonomika/rosatom-i-nornikel-nahodyat-vzaimnyie-interesy-i-v-zabaykale.html>).

Печенгская структура по праву должна рассматриваться как уникальное геологическое (с комплексом других привлекательных для решения проблемы подземного ядерного могильника черт) место Кольского полуострова и России. Как научно-технологический полигон для международных объектов MegaScience. Заметим, что даже по собственным отчетным данным Кольского НЦ РАН («Мурманский вестник» от 18 декабря 2012 г.; http://www.kolasc.net.ru/russian/news/arc13/science_innov2.pdf) и по федеральной статистике (<http://www.iep.kolasc.net.ru/resolution2014.doc>) за последние годы при множестве действительно интересных разработок инновации, рожденные кольской наукой, соответствуют наихудшему по РФ уровню, близкому к нулю. Во многом «зачаточный уровень инновационной среды», вопреки усилиям администрации по ее взращиванию, обусловлен туманными перспективами Мурманской области: еще только надеются на определение возможного будущего, создание желаемого образа будущего и определение стратегий его достижения (В. Котельников, http://www.kolasc.net.ru/russian/press/14/Forsait_dlia_Mooremanska.pdf). Печенга – непревзойденный стандарт степени геологической изученности (советский, ставший по наследству российским) и, возможно, качества породных массивов. Ствол Кольской сверхглубокой скважины служил как глубинная геофизическая лаборатория, позволявшая изучать различные геофизические поля. Может и в будущем послужит? Здесь (как нигде еще) даже граница мантии установлена точно, по данным геофизики и бурения (А. Жамалетдинов, <http://geoksc.apatity.ru/images/stories/Print/zh21.pdf>). На Мурмане расположена уникальная установка сверхнизкочастотного с поверхности зондирования и мониторинга земных недр «Зевс». С помощью этой установки уже проводился поиск мест для захоронения радиоактивных отходов (<http://www.rit.informost.ru/rit/3-2002/4.pdf>). И ключевые команды в экстренной ситуации аналогично управлению АПЛ могут передаваться под землю. При использовании других технических средств имеются предпосылки и беспроводного контроля этим методом подземного объекта и вмещающего массива изнутри (Е. Терещенко, <http://www.kolasc.net.ru/russian/news/vestnik/vestnik-1-2013.pdf>). Кольский полуостров называют «окошком» внутрь Земли. Здесь проводилось и будет проводиться глубинное электромагнитное зондирование и другими методами, при разных вариантах «Кольского зонда» (<http://www.igemi.troitsk.ru/emr/kola.html>).

«Крайний» глобальный эксперимент – FENICS-2014 (<http://geoksc.apatity.ru/images/stories/Print/2-й%20циркуляр%20FENICS.pdf>).

Необходимо приветствовать попытки новых разносторонних исследований применительно к данной площади. Такая высокая планка подхода к знаниям о социальном, политическом, экономическом, экологическом, культурном и других аспектах проблемы, о литосфере конкретного географического региона и критериям ее пригодности наиболее адекватна возникшей задаче. Задаче создания природно-техногенного объекта в недрах Земли, безопасно и никому не мешая существовать и самоорганизовываться после консервации который впервые в истории человечества должен не иначе как в координатах времени геологического и, возможно, всей дальнейшей жизни рода человеческого. Соответственно новой, экологической, функции литосферы. Настолько важной, что, если бы неандертальцы, кроманьонцы и другие древние люди имели рукотворный ядерный реактор, но не имели бы технологий надежного использования подземного пространства (науке известны природные ядерные реакторы дочеловеческой эпохи в урановых месторождениях), то мы и сейчас должны были бы опасаться отходов «первобытной» ядерной отрасли.

Как только и если Россия примет положительное решение по Печенге в качестве площадки для международного ядерного могильника, в Европе (как минимум) возникнет очередь желающих участвовать в проекте, которые надолго забудут разговоры об антироссийских санкциях в защиту «арабских весен» по периметру РФ и планы относительно самих таких «весен». А Мурманская область станет наиболее защищенным и самым спокойным местом на Земле.

Полезно было бы подойти в контексте геологической изоляции ядерных материалов к оценке ресурсного потенциала и более обобщенно – внимательно рассмотреть идею о международных исследовательских проектах по изучению проблем захоронения ВАО на периферии (преимущественно северной и восточной) РФ. Но торопиться надо: не ровен час, Украину (в которой за прошедшие десятилетия возвращена, к сожалению, мощная общественная поддержка антироссийской ориентации – <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0012/001d/00123235.htm>, <http://nuclearno.ru/text.asp?17938>) в пик России переформируют всем западным миром в новую, послушную и удобную, энергетическую супердержаву как по газу и электроэнергии АЭС для этого мира, так и по ядерным отходам из него. И тогда, вполне возможно, извне появится (для большинства совершенно неожиданно – «как черт из табакерки» в запретной особой зоне Донбасса) крупный ядерный могильник (дополнительно к немалому отечественному: http://rostov.rbc.ru/rostov_topnews/16/10/2014/953372.shtml) у юго-западной российской границы (и без того в беспокойном регионе) вблизи Белгородской, Воронежской, Волгоградской и Ростовской областей (<http://www.e1.ru/talk/forum/read.php?f=58&i=200694&t=200694&>). Европейская ситуация с подземной изоляцией ядерных отходов, перевернутая «с ног на голову», во многих смыслах станет более опасной.

«Воздатите кесарева кесареви и божия богови», и «А король-то голый!»

Росатом многолик, но не всеобъемлющ. Ядерные могильники, например, справедливо, подчеркивая главную роль природных условий в долговременной защите, называют еще геологическими хранилищами. Геология – не про-

филь Росатома по определению. Не урановые объекты – тем более. Это отражается и в тематике дискуссий и на официальном, и на неофициальном российских уровнях. Преобладают устремления вперед: новые энергетические мощности, реакторы, топливные технологии. Проблемы «тыла» – демонтажа технических достижений, геологической изоляции отработавшего оборудования, топлива и наработанных отходов – не являются при этом любимыми. Когда же время принуждает все же делать в этом сегменте отрасли дело, начинаются далеко не безобидные «фокусы» с терминологией, правовым статусом и нормами безопасности (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4774>), переносом сроков. В итоге погружение в пучину нереализуемых мечтаний о «Новом Атомном проекте» оказывается удобным по времени и финансированию. А неотложные задачи отрасли (включая геологическое захоронение) отодвигаются в сторону или выполняются абы как. При этом зачастую «неожиданно» выясняется, что реальные геологические процессы, экспериментальное изучение которых подменяется «высоконаучными» теоретическими расчетами «ядерных геологов» по части общих оценок (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4887>, комментарий Б. Себрякова), приводят к неприятностям, которые на порядки более значимы, чем теоретически предсказанные.

Российская ядерная отрасль изолируется от комплексных знаний о Земле, от горно-геологической науки и практики в ее полноте, фактически пренебрегает мировым опытом. Проявляет готовность «свалить» отходы своей и чужой деятельности «в первую попавшуюся дыру», решает сложную задачу примитивно по принципу «приятного во всех отношениях» Нижнеканского массива «под боком». Игнорирует возможность и перспективы abiогенных и сланцевых углеводородов. Как, кстати, и возможность энергетической революции, вероятно, на новой ядерной технологической платформе (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5593>; <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4921>). Вслед за сланцевой революцией и так же быстро по срокам начала. Как, кстати, увлекаясь филологией стратегий, игнорирует и позитивную прагматику опыта ВМФ СССР и США в части утилизации АПЛ и их ОЯТ (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5540>). Тем самым она многопланово дискредитирует себя в глазах «просвещенного человечества». И рискует полностью потерять своих надежных сторонников широкого профессионального спектра, в том числе и среди специалистов в науках о Земле. Такой подход к делу далек от «культурного» обращения с ядерной энергией. Как отмечают в философском контексте некоторые ядерщики, в нынешнее время общего маразма и в деятельности Росатома на перспективу преобладают фикции, порожденные деформацией мировоззрения и психологии (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5633>).

В последнее время Росатом все же вынужден допускать «до своих ушей» неприятную констатацию «задним числом». «Например, наблюдательные скважины на площадке существуют, а сведения о геолого-гидрогеологических условиях территории расположения предприятия отсутствуют или очень скудны. В таких условиях достаточно сложно понять насколько существующая сеть скважин адекватно отражает возможное влияние объекта на подземные воды.

Найти материалы проектно-изыскательской документации, которая была при строительстве, не всегда удается – все-таки с момента ввода в эксплуатацию большинства объектов атомной отрасли прошло более 50 лет. Да и строительство этих объектов зачастую велось в ускоренном режиме при минимальном геологическом обосновании» (<http://www.atomic-energy.ru/interviews/2014/08/27/51053>).

Немного о границах «существа» проблемы. Меня часто подозревают в некомпетентности. Например, говорили: «Статьи по существу не геологические/не горные наук». Да, не геологические и не горные в устоявшихся традициях и правилах работы геологов и горняков. А «геологическое хранение ядерных материалов» – это горно-геологическая проблематика? Да, горно-геологическая. Тем не менее, по ряду исторических и политических причин «гражданские» геологи и горняки со всем их разносторонним опытом и методами исследований отстранены/самоустранились от этих дел. Хотя в начале «Атомного проекта» работами по массовым поискам урана, строительством подземных объектов значительно помогли Минатому и стране. Когда атомные энергетики сотворили при помощи «национального типа реактора» беду в Припяти, «рудознатцам» и «горщикам» выпало «врукопашную» бороться с «Китайским синдромом» под разрушенной активной зоной.

Сейчас же они находятся не в активной позиции, а на правах «гастарбайтеров» на вспомогательных (чтобы не дело сделать, а общественность формально успокоить) подрядных работах. Кто платит, тому и «танцуют» по заказу. Это ошибка. Я пыталась, хотя и неумело, поспособствовать исправлению дел, инициировать понимание того, что участие специалистов по Земле в таких исследованиях должно быть усилено. Во взаимодействии с ядерщиками, но без давления со стороны Росатома. А как и по каким направлениям? Ну, это уже дело этих специалистов «по существу»: понять задачи и определить свое место в строю. Думалось, что вот тут то и хороши были бы статьи «по существу геологические/горные», но не мои. Есть, конечно, исключения. Например, по части критического анализа принимаемых «ядерными геологами» решений (Ю. Дублянский) или собственных оригинальных предложений (В. Белоусов, С. Рычагов, Н. Жатнуев). Но таких примеров мало.

А пока, как мне кажется, даже в рамках специальной ядерно-горно-геологической тематики горняки/геологи и ядерщики существуют и предпочитают существовать в «разных параллельных мирах». Как обособились в своих мирах и другие части населения. Воспользуемся удачным применением термина О. Двойниковым по иному поводу из ядерной сферы (<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4990>), но характеризующим общую картину российского общества. При этом, в одном из миров вкладывают большие деньги в навязчивый агрессивный пиар и саморекламу.

Но проблему утилизации ядерных отходов Росатому «культурно» не решить без консолидации усилий различных профессиональных и социокультурных групп. В том числе, не состоящих в штате госкорпорации представителей естественнонаучных и технических сообществ, а также гуманитариев по роду светских и религиозных занятий и образу жизни.

Благодарю за поддержку исследований профессоров Brigitte Falkenburg и Владимира Маслобоева.

Автор посвящает статью памяти советских геофизиков, работавших в Мурманской области, а также архангельского геолога Анатолия Федоровича Станковского.

Список литературы

1. Бапкова И. В. Авторская картина мира В. П. Астафьева в семантике слова *теплый* (к 90-летию со дня рождения писателя) / И. В. Бапкова // Вестник Красноярского государственного педагогического университета имени В. П. Астафьева. – 2014. – № 2 (28). – С. 102–106.
2. Мельников Н. Н. Материалы на основе минерального и техногенного сырья в инженерных барьерах для изоляции радиоактивных отходов / Н. Н. Мельников, В. П. Конухин, В. Н. Комлев. – Апатиты : Кольский научный центр Российской академии наук, 1998. – 94 с.
3. Никипелов Б. Этика и диалектика в ядерной энергетике / Б. Никипелов // Бюллетень по атомной энергии. – 2003. – № 10. – С. 7–14.
4. Скуфьин П. К. Вулканизм Кольского региона / П. К. Скуфьин. – Saarbrücken : LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – Часть I. – 368 p.
5. Яковлев Ю. Н. Влияние природных факторов на траекторию и форму стволов Кольской сверхглубокой скважины / Ю. Н. Яковлев, П. К. Скуфьин, О. С. Чвыков // Вестник Кольского научного центра Российской академии наук. – 2014. – № 3 (18). – С. 8–15.
6. Komlev V. N. Native Nuclear Programmes, Generation's Responsibility, Regional Geological Experience and Site Selection for Underground Disposal of Potentially Super-Dangerous Materials / V. N. Komlev // *Industrial Minerals: Deposits and New Developments in Fennoscandia*. – Petrozavodsk, 1999. – Pp. 150–153 // *Living Arctic*. – 1999. – No. 1 (11). – P. 34–43.

References

1. Bashkova I. V. Aytorskaya kartina mira V. P. Astafeva v semantike slova teplyy (k 90-letiyu so dnya rozhdeniya pisatelya) [Author worldview VP Astafeva in the semantics of the word warm (on the 90th anniversary of the writer's)]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta imeni V. P. Astafeva* [Bulletin of the Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafev], 2014, no. 2 (28), pp. 102–106.
2. Melnikov N. N., Konukhin V. P., Komlev V. N. Materialy na osnove mineralnogo i tekhnogenного сы́рья v inzhenernykh barerakh dlya izolyatsii radioaktivnykh otkhodov [Materials on the basis of mineral and technogenic raw materials in the engineered barriers to isolate radioactive waste], Apatity, Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Publ. House, 1998. 94 p.
3. Nikipelov B. Etika i dialektika v yadernoy energetike [Ethics and the dialectics of nuclear power]. *Byulleten po atomnoy energii* [Bulletin of Atomic Energy], 2003, no. 10, pp. 7–14.
4. Skufin P. K. *Vulkanizm Kolskogo regiona* [Volcanism Kola], Saarbrücken, LAP Lambert Academic Publishing Publ., 2014, part I. 368 p.
5. Yakovlev Yu. N., Skufin P. K., Chvykov O. S. Vliyanie prirodnykh faktorov na traektoriyu i formu stvolov Kolskoy sverkhglubokoy skvazhiny [Influence of environmental factors on the trajectory and shape of the trunks of the Kola super-deep well]. *Vestnik Kolskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Bulletin of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2014, no. 3 (18), pp. 8–15.
6. Komlev V. N. Native Nuclear Programmes, Generation's Responsibility, Regional Geological Experience and Site Selection for Underground Disposal of Potentially Super-Dangerous Materials. *Industrial Minerals: Deposits and New Developments in Fennoscandia*, Petrozavodsk, 1999, pp. 150–153. *Living Arctic*, 1999, no. 1 (11), pp. 34–43.