

БУДУЩИЙ ГЕРМАНО-РОССИЙСКИЙ СИМБИОЗ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАХОРОНЕНИЯ  
РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ: ПЛОЩАДКИ КОНРАД И ПЕЧЕНГА

(тема для дискуссии)

В.Н. Комлев, Апатиты, пенсионер

THE GERMAN-RUSSIAN SYMBIOSIS OF TECHNOLOGIES FOR FUTURE  
GEOLOGICAL DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE: THE CONRAD AND PECHENGA  
SITES

(Theme for discussion)

Komlev V. N., Apatity, retiree

Аннотация. Рассмотрен пример применения архивных геологических материалов для выбора места захоронения радиоактивных отходов. Выбор предполагает оперативную и упрощенную оценку геологических условий площадок. За основной выбран критерий гидравлической проницаемости пород. По данным разведочных скважин глубиной около 2 км, с учетом исследований Кольской сверхглубокой скважины (12 км), обозначена конкретная площадка «SAMPO-Pechenga-I» в пределах Печенгской вулканогенно-осадочной структуры.

Ключевые слова. Кольская сверхглубокая скважина, разведочные скважины, радиоактивные отходы, захоронение, гидравлическая проницаемость пород, Печенгская вулканогенно-осадочная структура, хранилище Конрад.

Abstract. There is considered an example of using archival geological materials to choose the site for a burial place of radioactive waste. The choice assumes an operational and simplified evaluation of geological site conditions. The criterion of hydraulic permeability has been chosen to be the main one. According to the data of test trial boreholes of approximately 2 km deep, taken into account investigations of the Kola Superdeep Borehole (12km), there has been specified the site «SAMPO-Pechenga-I» within the Pechenga volcanic-sedimentary structure.

Key words: The Kola Superdeep Borehole, trial boreholes, radioactive waste, burial, hydraulic permeability rocks, the Pechenga volcanic-sedimentary structure, the Konrad repository.

Посвящается первым специалистам службы ядерной геофизики комбината «Печенганикель»  
Георгию Ивановичу Елисееву и Борису Александровичу Панкратову –  
выпускникам Ленинградского горного и Томского политехнического институтов

МО РФ начинает от Твери до Иркутска в связи с серьезной опасностью со стороны НАТО активизировать меры по военной защите ядерных сил ОТВЕТНОГО удара ([http://nvo.ng.ru/realty/2016-07-08/1\\_coldwar.html](http://nvo.ng.ru/realty/2016-07-08/1_coldwar.html); [http://www.ng.ru/armies/2016-07-08/2\\_rvsn.html](http://www.ng.ru/armies/2016-07-08/2_rvsn.html)). А Росатом одновременно и примерно на той же территории активизирует что? Рассмотрим это в контексте проблемы радиоактивных отходов (РАО).

Существует важная горно-геологическая задача (при геологическом приоритете) по изоляции РАО в земных недрах. Она мало где в мире безупречно решается. К сожалению, и ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» (ФГУП «НО РАО»), мягко говоря, испытывает трудности при обосновании мест подземного размещения/захоронения РАО [1-3]. Пример-аналогия того, что опасные захоронения могут напомнить о себе даже через много лет – вспышка сибирской язвы на Ямале летом 2016г., предположительно, из-за разгерметизации старых приповерхностных могильников скота. Скоропалительное создание нынешней системы захоронения РАО не похоже на «наш ответ Чемберлену» - достойный, малозатратный, эффективный и безопасный (как с точки зрения природно-техногенного объекта, так и военно-политической обстановки). В связи с этим отечественной атомной отрасли нужна обширная помощь специалистов по земным недрам при обсуждении проблемы и выборе сильных решений, основанная на их знаниях и опыте, а также на ресурсах геологической отрасли России. Нужны в интересах Росатома новые (но первоначально - исключительно камеральные) оперативные «массовые поиски». На этот раз не урана, а наилучших инженерно-геологических условий

по архивным/фондовым материалам, учитывая и географию страны. Хотя бы по некоторым ядерным регионам: Кольский полуостров, Урал, Красноярский край, Дальний Восток. А также в интересах Казахстана и Украины по их территориям.

Существует природный ядерно-геологический уникум прошлого – реактор Окло. Предстоит создать нечто похожее самим людям.

Хотя наилучшие условия в общем случае оцениваются комплексно (например, по 51 только геологическому критерию в работе [4], а далее еще и по ряду критериев социально-экономических), основным и весьма плодотворным при «массовых поисках» является критерий гидравлической проницаемости пород [5]. Естественно и важно, что он одновременно характеризует их степень нарушенности/монолитности. Предварительные итоги таких поисков по Мурманской области приведены в [6,7]. Идя далее по такому пути, развивая и апробируя его до конечного результата, впервые (вообще и для региона в частности) в данной работе предложен вариант конкретной площадки (авторское название «SAMPO-Pechenga-I») для РАО (прежде всего, ВАО – высокой активности).

Сошлемся на пример локального хорошего качества горного массива вблизи знаменитой Кольской сверхглубокой скважины в пределах Печенгского рудного поля (СГ-3, [8], раздел «Характеристика гидрогеологических условий», таблица 4.2.2, приложение № 65). Разведочные скважины 3360 и 3344 заложены на расстоянии, примерно, 1 км одна от другой. На глубинах 300 – 1000м вмещающие их породы вне рудных тел устойчиво имеют коэффициент фильтрации (поинтервальное/детальное опробование уникальным оборудованием, институт ВСЕГИНГЕО) большей частью на один-два порядка меньше границы допустимых значений для приповерхностного и подземного размещения РАО (0, 001 м/сут, [4]), которая инструментально на практике надежно выбраковывает различного генезиса зоны активного водообмена. Условный блок 1км\*1км\*1км – штатный проектный объем, позволяющий разместить основные сооружения подземного могильника (РАО-модули в виде горных выработок или скважин большого диаметра). Залегающие чуть выше породы являются относительным водоупором (зона глубин 150-200м). Скважина 3360 вскрыла руду лишь на глубине порядка 1км. Отстоящая от нее на 700м СГ-3 (в том же комплексе пород) до этой глубины не показала даже признаков никеля. Следовательно, обозначенный скважинами 3344 и 3360 блок безрудных пород высокого качества имеет потенцию прирастать (по крайней мере, в сторону СГ-3).

Вблизи скважин 3360 и 3344 есть и другие разведочные скважины с керновым опробованием пустых пород, но гидрогеологическое их поинтервальное опробование специалистами ВСЕГИНГЕО не входило в задачи разведки на медно-никелевые руды. Гидрогеологические исследования собственными силами Мурманской ГРЭ по упрощенным методикам также показали неплохие интегральные результаты по соседним скважинам в целом, хотя и не отбраковывали верхние (естественно весьма обводненные) их участки (скв. 3218 и 3221). Неплохая гидрогеология и по породам, вскрытым другими скважинами изученного участка (скв. 3228, 3240, 3223, 3313, 3337).

Фактически мы имеем хорошо изученную геофизиками и разведанную скважинами, с кеновым материалом, вблизи геологической СГ-3, г. Заполярный, п. Никель и горной инфраструктуры Норникеля (карьер «Центральный» и подземные рудники «Северный» и «Северный-Глубокий») готовую площадку (уникальный исследовательский полигон на базе разных скважин) для дальнейших работ по могильнику. Она уже сейчас обеспечивает надежные знания о «эксплуатационном блоке» глубиной до 1км, его «фундаменте» до 12км, граничащих с «эксплуатационным блоком» породных массивах и окрестном горно-геологическом ландшафте. Загрузка РАО 1 и 2 категории (ВАО) в любой объект может состояться не ранее 30-50 лет. Якобы мешающая добыча полезных ископаемых на этой и других площадках северной части Печенгской структуры к тому времени прекратится из-за полного и достоверного исчерпания рудных запасов. И чем будут жить два крупных по меркам региона населенных пункта – северо-западный форпост страны? Печенгской ГРП и опережающего прироста запасов уже нет. По геодинамической активности Печенга (опускание) является противоположностью, например, активным (воздымание) структурам площадки Красноярского могильника. Наличие вблизи готовых горных выработок позволит реализовать комбинированную систему захоронения РАО, снижая общие затраты [9]. Нигде такого благоприятного для могильника комплекса условий нет и не будет. Правда, стоит оговориться, что автор не владеет в должной мере информацией по ситуации вблизи и в недрах мест заложения других сверхглубоких скважин. Например, Украины и Казахстана. Шведский «Национальный оператор» по захоронению РАО (фирма SKB) в свое время проявлял интерес одновременно к геологии Кольской и Криворожской сверхглубоких скважин [10].

А фактор никелевых месторождений уже ошибочно и нервозно был применен однажды и послужил еще двадцать лет назад первоначальным основанием для исключения Печенги администрацией под влиянием французских и бельгийских специалистов из проекта NUCRUS 95410 – из-за слишком прямолинейно понимаемой одной из рекомендаций МАГАТЭ. Время потеряно, эмоциональный негатив накапливался и вариант для наилучшего выбора из альтернатив мог быть загублен! Кстати, предложение ИГЕМ РАН создавать могильник в пределах Стрельцовского рудного поля Забайкалья (Краснокаменск) по аналогичным основаниям никто не отвергал.

Да, уникальный подземный могильник федерального/мирового класса нужно пристраивать к достойному природно-техническому наследию. Но не к Красноярскому горно-химическому комбинату и Енисею, а к Кольской сверхглубокой скважине. Умели люди раньше выбирать места. Хотя И.В. Сталин и верно выбрал Красноярск, но при ином понимании государственной безопасности и для иных задач. Для геологической/вечной изоляции РАО площадка СГ-3 подходит лучше. Как и с точек зрения экономической и политической. Но в очередной раз, ныне на примере Австралии, именно в Красноярске мягко приучают к мысли о полезности приема не только своих, но и зарубежных РАО (<http://www.atomic-energy.ru/news/2016/08/01/67905>). Свезить ВАО со всех АЭС европейской части РФ и зарубежные в единое место хорошо, да только не в центр страны.

Возможно, приведенный пример является идеальным. Думается, близкие ему есть и на других участках Печенгской структуры (обратите внимание на порядок чисел в номерах скважин, свидетельствующий об объемах выполненной геологоразведки). Об этом же свидетельствуют два экспертных заключения по гидрогеологическим условиям Печенгской осадочно-вулканогенной структуры в контексте перспектив захоронения РАО, подготовленные в 1999г. главным гидрогеологом Мурманской ГРЭ Г.С. Мелиховой по моей просьбе на основании анализа многих материалов гидрогеологических

исследований при поисково-разведочных работах в регионе на медно-никелевые руды, поисково-разведочных работ на воду, гидрогеологических наблюдений в подземных выработках и карьерах при добыче руд, государственной отчетности по водному хозяйству, а также на основании личного обследования рудника «Северный» совместно с начальником Мурмангеолкома Н.И. Бичуком, некоторыми главными специалистами рудника и комбината «Печенганикель». Г.С. Мелиховой использованы также вспомогательные материалы газовой съемки и другие. Печенга является важнейшим элементом концепции Кольского международного кластера технологий обращения с ВАО [11]. Кроме того, по многолетним данным давних советских еще геологоразведочных работ различного (гражданского и военного) назначения потенциал северо-западной части Мурманской области относительно проблемы захоронения РАО площадками Печенгской структуры не исчерпывается.

Появляется перспектива с открытыми глазами, не «высасывая» исходные данные «из пальца» и не подменяя данных, надежно разрабатывать какие только потребно модели площадки (некоторые геолого-геофизические модели Печенги уже существуют; в том числе, достаточно неожиданные [12,13]) и адекватные защитные мероприятия при необходимости. Есть ли какое-либо (хотя бы в первом приближении) подобие идеальному примеру от Печенги в геологических материалах ФГУП «НО РАО» по потенциальному Красноярскому могильнику и другим? А также в предложениях извне Росатома? Участки «Енисейский» (Атамановский кряж Саян – «Нижнеканский массив» или двойник Нижнеканского массива по сложной геолого-географической интерпретации Росатома, тектонический контакт/узел Западно-Сибирской плиты, Сибирской платформы и Алтае-Саянской орогенической области), «Губа Башмачная» (Новая Земля), «Дальние Зеленцы» (берег Мурмана), «Сосновый Бор» (берег Балтики) и зарубежные необходимо комплексно сравнить с Печенгой.

И еще: свежая информация к размышлению.

«Госкорпорация "Росатом" и правительство Мурманской области заключили дополнительное соглашение о сотрудничестве... Допсоглашение предполагает расширение взаимодействия по созданию и использованию на базе объектов инфраструктуры "Росатома" промышленных комплексов по хранению, утилизации и обезвреживанию особо опасных отходов, которые образуются на территории Заполярья и других регионов... ресурсы Мурманской области, ресурсы госкорпорации и государства будут использованы самым эффективным способом» (<http://www.interfax-russia.ru/NorthWest/news.asp?id=725132&sec=1679>). Задумались о будущих функциях действующей инфраструктуры РосРАО на Кольском полуострове (аналогично судьбе инфраструктуры медно-никелевых месторождений) не в первый раз, так как конец ее использования по прежнему назначению не за горами (<http://www.b-report.com/news/item/162438.html>; <http://www.atomic-energy.ru/news/2015/09/29/60091>). И первый конкурс на поиск и изучение площадки захоронения РАО в Мурманской области Росатом уже объявил (<http://www.atomic-energy.ru/news/2016/07/11/67429>).

В то же время зафиксирован (вслед за отказом несколько лет назад от проекта горы Юкка, США) намечающийся серьезный кризис наиболее обоснованных и продвинутых в мире работ Швеции (<http://bezrao.ru/n/238>; <http://bellona.ru/2016/07/13/sweden-finland/>). И это – при высочайшем уровне исследований и реального информирования

общественности [14]. Основные причины возникших (ревизия началась пять лет назад как реакция на Фукусиму) трудностей шведского (возможно, далее и финского) проекта KBS-3: 1) ориентация на прибрежный под дном моря вариант могильника из-за слабо ранее учтенного/изученного эффекта коррозии контейнеров с РАО под действием морской воды; 2) применение лишь горных выработок на глубине примерно 500м и отсутствие разведки бурением массива на глубины в первые километры, что уменьшает безопасность и возможность адаптации технологии к появляющимся со временем еще и экономичным новациям (например, глубоким скважинам большого диаметра). Добавим, что несомненно будут со временем появляться и новые эффективные технологии фракционирования отходов, что за счет сокращения объемов улучшит экономику захоронения. Особо подчеркнем, что технология KBS-3 «буксует» помимо проблемы контейнеров и нежелания разработчиков рассматривать альтернативы не из-за отсутствия подземной лаборатории на глубине 500м (чем для промплощадки ГХК чрезвычайно озабочен Росатом), а из-за отсутствия хорошей опережающей разведки массива скважинами, глубина которых много больше этого уровня (а это вообще Росатом не беспокоит). Поэтому по схожему сценарию будут накапливаться неприятности и для Красноярского могильника. Сегодня новые оценки шведов как лидеров начинают сеять сомнения в Финляндии. Завтра они будут смущать сознание российских специалистов, ограниченных в собственных исследованиях. Печенга как структура в целом и конкретная площадка «SAMPO-Pechenga-I» свободны от выявленных недостатков, обусловленных географо-геологическим выбором. Применительно к ним соблюдены фундаментальные принципы: принцип предосторожности и принцип использования наилучших из возможных технологий при принятии решений. И поэтому (дополнительно к другим достоинствам) они являются эффективной альтернативой площадкам по берегам Балтики (равно как Новой Земли, Днепра и Енисея).

Кстати, смысловое (одновременно культурологическое, естественнонаучное и техническое) наполнение образа SAMPO в контексте захоронения РАО в ядерной отрасли начинают обсуждать. Одна из статей Е.В. Комлевой, например, отражена в официальном библиографическом списке материалов к рассмотрению законопроекта Республики Беларусь «Об использовании атомной энергии». Другая опубликована в материалах ярмарки инновационных проектов АТОМЭКО-2008.

Росатом, старательно перебирая слабые варианты, недостаточно учитывает, видимо, чужие (российские и зарубежные) ошибки и не замечает преимуществ Печенги. Он продвигает посредством схемы ничтожного по времени текущего планирования для сиюминутных объектов (<http://www.atomic-energy.ru/news/2016/08/11/68186>) иную уникальность: без должных исследований альтернатив, упрощенно-унифицированную, по принципу «давним площадкам атомной инфраструктуры – могильники на сотни, тысячи и миллион лет» опасную систему захоронения РАО – «подарок» будущим поколениям. С такой системой «они не прилетят» (если применить к ситуации подобных ядерных могильников горькую и убийственную характеристику А. Азимова создающей их цивилизации). Жаль. И не только будущие поколения. Как бы нынешнему не пришлось трудно и долго выбирать, а также выбираться из шведско-финско-американо-украинско-...-российского кризиса относительно захоронения РАО (особенно ВАО). И «тогда новые перспективы российских атомщиков» касательно зарубежного рынка снятия АЭС с эксплуатации (во многом связанные с Германией, <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=6903>) не получат поддержку для осуществления.



Одновременно игнорируется широко известный позитивный (отличие от обозначенных выше неудач) национальный опыт Германии применительно к более близкой для Печенги функционально-феноменологической ситуации, чем захоронение в солях (второй немецкий подход). Выработки могильника «Конрад»/реконструированного рудника «Конрад» заложены в сухом породном массиве, сверху, снизу и с боков на сотни метров герметично изолированном водоупорными слоями (например, <http://www.endlager-konrad.de/Konrad/EN/themen/endlager/eignung/geologie/geologie.html>; Thyssen Mining Report 2014/15). Надежная информация для такого решения получена по многолетним (с 50-х годов прошлого века) результатам работ на одноименном горно-геологическом объекте: разведки месторождения железа и строительства/эксплуатации подземного рудника. Германия имеет немалый опыт сверхглубокого бурения. Если немцы за свои деньги как полный аналог своего объекта построили в Сайда-Губе великолепную наземную базу для начальных стадий обращения с РАО, то вряд ли следует напрочь исключить в чем-то аналогичную схему работ по могильникам «Конрад» и «Печенга». К участию в делах Печенги Германия подойдет с хорошо проработанной концепцией, опытом ее реализации на объекте-прототипе (прототип двоякий: и гидроизолированный горный массив, и выработки бывшего горнорудного предприятия), отлаженными технологиями и оборудованием для стадий строительства и эксплуатации могильника – и в этом ситуация альтернативна не в пользу планов по Железногорску и Сосновому Бору.

#### Источники информации

1. Комлева Е.В., Самаров В.Н., Непомнящий В.З. Системы захоронения радиоактивных отходов. «Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий»: Материалы и доклады / 11-я Межрегиональная научно-практическая конференция, посвященная 65-летию Института геологии УНЦ РАН, Уфа, 17–19 мая 2016 г. – Уфа: ДизайнПресс, 2016. – С. 226-229.

2. Комлева Е.В., Самаров В.Н., Непомнящий В.З. Комбинированная система захоронения ядерных отходов. «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека». Материалы и доклады / V Международная конференция, Томск, 2016 г. (в печати).

3. Комлева Е.В., Самаров В.Н., Непомнящий В.З. Захоронение ядерных отходов: системный анализ. ISSN 2311-147X Contemporary Innovation Technique of the Engineering Personnel Training for the Mining and Transport Industry 2016 (CITEPTMTI'2016). Conference Proceedings, Днепропетровск, Украина, 26-27 мая 2016 г. - Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет». - С. 365-374 и <http://www.lawinrussia.ru/node/443342>.

4. Melnikov N.N., Konukhin V.P., Komlev V.N. et al. Improvement of the Safety of Radioactive Waste Management in the North West Region of Russia. Disposal of Radioactive Waste. TACIS Project. NUCRUS 95410. Task 3.Report.- Apatity -Orlean, Russian Federation - France, 1998.-270p.

5. Комлев В.Н., Комлева Е.В. Критерий гидравлической проницаемости пород при подземной изоляции ядерных материалов (анализ шведско-финско-российского опыта). Материалы между. симпозиума «Геохимия ландшафтов, палеоэкология человека и этногенез», 6-11 сентября 1999 г. – Улан-Удэ, 1999. – С. 47.

6. Комлев В.Н., Бичук Н.И., Зайцев В.Г. и др.(2000). Социально-экономические предпосылки нетрадиционного участия сырьевых отраслей в ядерных программах// Ресурсы регионов России.- № 3.- С. 2-10 и Вестник Удмуртского университета. Проблемы теории и практики экономической науки. - №9. - С. 169-194.

7. 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. P. 150-153 и Информационный бюллетень «Живая Арктика». – 1999, №1. – С. 34-43.

8. Филимонов Ю.И. Отчет о результатах предварительной разведки месторождения Верхнее, восточного фланга и глубоких горизонтов месторождения Спутник с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.1992г. – Мурманская геологоразведочная экспедиция, Печенгская геологоразведочная партия, 1992г.

9. Самаров В.Н., Непомнящий В.З., Комлева Е.В. ПОДЗЕМНОЕ ХРАНЕНИЕ/ЗАХОРОНЕНИЕ ОЯТ/РАО: НОВЫЙ ПУТЬ / ТРУДЫ ВТОРОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ, ПОСВЯЩЕННОЙ 70-ЛЕТИЮ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ, «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АЭС». - Калининград, 20 – 21 октября 2015 г. – Изд-во «Аксиос», Калининград, 2015. – С. 135-148 и / Комплексные проблемы техносферной безопасности. Материалы Международной научно-практической конференции, часть VIII. – Воронеж, 12 ноября 2015г. – Воронеж, 2016. – С. 5-31.

10. SKB&NEDRA Technical Report 9239, 1992 // Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co. SM Gruppen Bromma, 1993. 116 p.

11. Самаров В.Н., Непомнящий В.З., Комлева Е.В. Международные отработавшие ядерные материалы с неопределенным будущим: Мурман, Норникель и Чукотка как гаранты нераспространения и экологической безопасности // Уральский геологический журнал. - 2015, №2. – С. 40-45 и <http://www.atomic-energy.ru/articles/2015/04/20/56383>.

12. Комлев В.Н., Бичук Н.И., Зайцев В.Г., Мелихова Г.С., Павлов В.А. ТЕНДЕНЦИИ ИНТЕГРАЦИИ И ПОТЕНЦИАЛ СЕВЕРА РОССИИ В ПРОБЛЕМЕ ИЗОЛЯЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ // Вестник НЯЦ РК «ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА И РАДИАЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ», выпуск 4, декабрь 2002. – С. 41-57.

13. Белоусов В.И., Рычагов С.Н., Комлев В.Н. и др. Печенгская глубинная и другие гидротермальные системы: новый взгляд на изоляцию ядерных материалов от биосферы // Вопросы радиационной безопасности, 2001. № 2. С. 19-36.

14. Комлева Е.В. Международная информационная деятельность на Европейском Севере в области радиоэкологии // Ядерная и радиационная безопасность, Киев, 2001, №2. - С. 30-34 и Вопросы радиационной безопасности, 2001, №4. - С. 52-55.