

УДК 621.039(7+54)

Самаров Виктор Наумович

фирма «Лаборатория Новых Технологий»
(Москва, Россия – Калифорния, США)

Samarov Victor Naumovich

(LNT PM Inc., Garden Grove, CA)

Непомнящий Виталий Залманович

фирма «Лаборатория Новых Технологий»
(Москва, Россия – Калифорния, США)

Nepomnutshy Vitaly Zalmanovich

(LNT PM Inc., Garden Grove, CA)

Комлева Елена Владимировна

Институт философии и политологии,
Технический университет (Дортмунд, Германия)

Komleva Elena Vladimirovna

Institute for Philosophy and Political Science,
TU Dortmund University (Germany, Dortmund)

**О КОЛЬСКОМ МЕЖДУНАРОДНОМ
КЛАСТЕРЕ ТЕХНОЛОГИЙ
ОБРАЩЕНИЯ
С ВЫСОКОАКТИВНЫМИ
ОТХОДАМИ И ОТРАБОТАВШИМ
ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ**

**ON KOLA INTERNATIONAL
CYCLE OF TECHNOLOGIES
TO HANDLE HIGH-LEVEL
NUCLEAR WASTE
AND SPENT NUCLEAR FUEL**

Аннотация

С учетом разностороннего авторского профессионального опыта и других опубликованных материалов, разработана Концепция достаточно полного и завершенного международного цикла технологий обращения с наиболее опасными радиоактивными материалами (от их кондиционирования до долговременного хранения/захоронения). Кратко приведены идейная база, а также основные положения Концепции, предусматривающие реализацию в рамках некоего международного консорциума на территории, прежде всего, Кольского полуострова.

Ключевые слова: ядерная энергия; ядерные отходы; отработавшее ядерное топливо; горячее изостатическое прессование; международные хранилища; геологические и горные технологии; никель; Печенга; Росатом; Россия.

Abstract

Based on the multi-faceted professional authors' experience as well as other publications, there was developed a Concept of a rather complete international cycle of technologies to handle the most dangerous kinds of radioactive materials (from their conditioning up to the long-term storage/burial). This paper briefly gives a platform as well as basic framework of the Concept to be realized by an international consortium primarily on the territory of the Kola peninsula.

Key words: nuclear energy; nuclear waste; spent nuclear fuel; hot isostatic pressing; international depositories; geological and mining technologies; nickel; Pechenga; Rosatom; Russia.

*Ты никогда не решишь проблему,
если будешь думать так же, как те, кто ее создал.
А. Эйнштейн*

Введение

Первичные ядерные материалы военного и невоенного назначения обязаны своим появлением четкой мотивации и важнейшим государственным задачам, имеют однозначное национальное/корпоративное происхождение и конкретного национального владельца. За рамками срока использования по первоначальному жизненно важному назначению дальнейшая судьба большинства из них либо даже концептуально не была своевременно определена, либо постоянно рассматривалась не как явление главной повестки дня. За прошедшие десятилетия реализации в режиме «ядерной гонки» различных национальных программ, характеризо-

вавшихся высочайшим уровнем централизации и секретности работ, накопились большие объемы отработавших и отложенных (до разработки приемлемых уже для человечества в целом решений по их дальнейшей судьбе) вторичных ядерных сырьевых материалов, а также прямых ядерных отходов. Реальность такова, что «ядерное наследие» национальных программ превратилось в крупную международную проблему, которая потребовала перехода на новый, международный, уровень работ посредством претворения в жизнь ряда международных проектов по обеспечению безопасности этого «наследия» – некой общечеловеческой, не очень приятной и весьма обременительной, «собственности». Многие представители «зеленого» движения, к слову, считают обеспечение безопасности отработавших ядерных материалов существующими методами невозможным.

Новый уровень и изменившиеся со времени начала «ядерной эры» политические, научно-технические и многие иные условия должны порождать не только объединение финансовых, технических, методических, нормативных баз без существенного, как правило, изменения ориентации исключительно на возникшие ранее национальные-ядерные технологические схемы и сеть построенных объектов для иных целей нежели задачи управления безопасностью «ядерного наследия». Для новых задач, вызывающих новые потребности и открывающих соответствующие возможности, нужны и новые идеи, ориентиры, разумный выход за ограничительные рамки ядерной отрасли, комплексный потенциал которой хотя и велик, но все же по многим новым позициям недостаточен и может быть дополнен за счет заимствований из других отраслей промышленности.

Далее на примере контуров Концепции Кольского международного кластера технологий обращения с высокоактивными отходами (ВАО) и отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) показаны возможность и отдельные фрагменты нового подхода.

КОНТУРЫ КОНЦЕПЦИИ КОЛЬСКОГО МЕЖДУНАРОДНОГО КЛАСТЕРА ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАЩЕНИЯ С ВЫСОКОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ И ОТРАБОТАВШИМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ

Основания:

- 1) международный принцип ядерного нераспространения;
- 2) провозглашенные президентом РФ В.В. Путиным инициативы Росатома о расширении спектра международных ядерных услуг (2006 г.) в условиях, когда инициатор, желающий продавать, выдавливается с зарубежного рынка со своим свежим ядерным топливом. Есть предположение, что подобная ситуация коснется и перспектив Росатома получать для коммерческой утилизации отработавшее ядерное топливо других производителей [1]. Надо успеть, максимально используя готовую научно-техническую и производственную базу (как ядерной, так и других отраслей промышленности), сформировать на международном уровне, с удобной логистикой, высокой коллективной безопасностью и в технологических традициях большинства стран, российский приоритет для завершающей стадии жизни ядерного топлива и без его радиохимической переработки (что более приемлемо для зарубежья, учитывая господствующие там взгляды на оценку технологий с позиций нераспространения и экологии), значительно и нестандартно усиливая, тем самым, набор потенциальных предложений и партнеров (в том числе, вне ядерной сферы) Росатома. Этот приоритет не будет противоречить внутреннему национальному курсу на переработку российского отработавшего топлива, но дополнит его новой международной нишей весьма прибыльных услуг;
- 3) научные дискуссии среди профессионалов-ядерщиков (например, [2]) и потенциал знаний и умений, суммарно накопленный при разнообразном освоении и комплексной переработке минерального сырья (горно-геологические и химико-

обогачительно-металлургические аналоги-объекты и аналоги-технологии [3], а также конкретно компетенции ОАО «ГМК 'Норильский никель'»);

4) уже действующее российское законодательство и потенциально возможное, стимулирующие поиск адекватных научно-технических решений;

5) тенденции развития горнопромышленного и атомного кластеров Мурманской области, обозначенные «РЕКОМЕНДАЦИЯМИ “круглого стола” на тему “Развитие законодательной базы в области природных ресурсов, природопользования и экологии: региональный аспект”» (ГД РФ, КОМИТЕТ ПО ПРИРОДНЫМ РЕСУРСАМ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЮ И ЭКОЛОГИИ, г. Мурманск 29 октября 2013 года) и выявленные дополнительно при анализе этого документа. В частности, отсутствие каких-либо зафиксированных исторических перспектив применительно к некогда важным для страны и области медно-никелевым месторождениям Печенги и, к сожалению, ОАО «ГМК 'Норильский никель'» в регионе [4];

6) междисциплинарный подход и тенденции интернационализации усилий в сфере ядерной и радиационной безопасности, преимущества периферийных (особенно приграничных, с развитой инфраструктурой) регионов РФ при международной изоляции ядерных отходов [5];

7) арктический вектор развития России, Мурманской области (при несостоявшемся газовом счастье Мурманска) и ОАО «ГМК 'Норильский никель'».

Цели:

1) объединение современных научно-технических решений, материаловедческих и горно-геологическо-технологических, для повышения эффективности среднесрочной и долговременной изоляции российских и зарубежных (либо изначально зарубежных) радиоактивных материалов (прежде всего, ВАО и ОЯТ) от биоты;

2) расширение геополитического значения и международных функций Мурманского транспортного узла;

3) поддержка, модернизация и диверсификация промышленного потенциала Мурманского побережья, Печенгского района Мурманской области и ОАО «ГМК 'Норильский никель'»;

4) создание нового весомого блока международных экономических отношений, защищенного на будущее от необоснованных антироссийских санкций (в частности, несравнимо более защищенного, чем нефтегазовый).

Горячее изостатическое прессование (ГИП) и кондиционирование контейнеров/пеналов с ВАО/ОЯТ

А) Основа ГИП-технологии – пластическая деформация (в замкнутом объеме газостата) внешней оболочки герметизируемых упаковок, циркония и засыпного материала при высоких давлении и температуре в атмосфере инертного газа.

Б) Суть новой технологической идеи: адаптация освоенных в аэрокосмической промышленности методов и средств для герметизации и омоноличивания ВАО/ОЯТ (один из прецедентов (американо-австралийский) адаптации и поставщиков оборудования применительно к некоторым другим видам радиоактивных материалов – [6; 7]).

В) Варианты материала оболочки:

- модификации нержавеющей стали, в том числе с добавками обедненного урана;

- карбид кремния;

- алюминиевые сплавы;

- новые камнеподобные материалы (литые или прессованные) на основе природных минералов.

Г) Варианты засыпного материала:

- ферробор;

- природные минералы, способные, в частности, модифицироваться в герметики, эффективно поглощать тепловые нейтроны и/или сорбировать радионуклиды ([8,9]; аналогия – технология Synrock, Synthetic Rock, которая очень хорошо обоснована в физическом и геохимическом аспектах, разработана, широко описана и уже применяется австралийцами, ANSTO, в связке с газостатами АР).

Площадки размещения газостатов

Варианты:

- РТП «Атомфлот» (Мурманск);
- «Дальние Зеленцы» (пос. Порчниха);
- Центр кондиционирования и хранения радиоактивных отходов (РАО) «Сайда-Губа», СевРАО;
- База хранения ОЯТ/ВАО «Губа Андреева», СевРАО;
- п. Никель/г. Заполярный, замещение выбывающей со временем металлургической/обогащительной инфраструктуры ОАО «ГМК 'Норильский никель'»;
- предварительно ГИП-технология/ее элементы могут быть отработаны по новому назначению под контролем и при участии российских и зарубежных (например, компании Westinghouse) специалистов ядерной отрасли при одной из ближайших АЭС (в городах Полярные Зори либо Сосновый Бор), в крайнем случае (на неактивных моделях), – на базе ОАО «ГМК 'Норильский никель'», на предприятии Росатома ОАО «Чепецкий механический завод», в Австралии (ANSTO) или на площадке «Лаборатории Новых Технологий» в Калифорнии.

Площадки наземного временного складирования контейнеров/пеналов с ВАО/ОЯТ

(до/после ГИП-кондиционирования)

Варианты:

- Центр кондиционирования и хранения РАО «Сайда-Губа», СевРАО;
- База хранения ОЯТ/ВАО «Губа Андреева», СевРАО.

Площадки подземного долговременного хранения/захоронения контейнеров/пеналов с ВАО/ОЯТ

(после ГИП-кондиционирования)

В контексте времени и потенциальной опасности – это главное звено Концепции.

Варианты:

- «Дальние Зеленцы» (пос. Порчниха) определена как наилучшая (но с излишними, неадекватно международным реалиям, ограничениями: только для РАО гражданских объектов Северо-Запада РФ, без ОЯТ, не вблизи месторождений полезных ископаемых) по состоянию на 2000 г. [10], проект NUCRUS 95410 программы TACIS, западноевропейский консорциум (фирмы SGN-ANDRA-ANTEA, Франция и Tractebel/Belgatom, Бельгия), ВНИПИЭТ и Горный институт КНЦ РАН;

- «Печенга» (вблизи п. Никель и г. Заполярный, при выборе площадки «Дальние Зеленцы» не рассматривалась, так как попала под ограничения проекта NUCRUS 95410, неуместные сейчас), замещение выбывшей и выбывающей горной инфраструктуры ОАО «ГМК 'Норильский никель'» (глубокий карьер, подземные выработки и сочетание сооружений под и над земной поверхностью), потенциальную возможность наличия принципиально пригодных для размещения ВАО породных толщ независимо показали Ф. Ф. Горбацевич (Геологический институт КНЦ РАН, 1994 г., устное сообщение, исследование керна СГС-3), Ю. И. Кузнецов (МНТЦ, «Герс», проект № 262, исследование керна СГС-3, 1994–1996 гг., [11]), В. Н. Комлев и др. (данные по разведочным скважинам, 1999 г., [12]), А. С. Сергеев и Р. В. Богданов ([13], исследование керна СГС-3, 1999 г.).

Примечание:

1) подобный подход к организации работ с национальными/зарубежными ВАО/ОЯТ (ГИП-кондиционирование + существующая ядерная, геологическая и горная инфраструктура), в принципе, видится и относительно Казахстана (бывший Семипалатинский полигон), а также еще одного какого-либо региона РФ: например, Урала (в том числе, с привлечением исследований по СГС-4), Камчатки (объекты ДальРАО как, прежде всего, площадки для газостатов и временного хранения упаковок с ВАО/ОЯТ), Магаданской области, Якутии, Красноярского края или Забайкалья (в Краснокаменске, как и на Печенге, проблемы с рудой [14]);

2) особое значение в ряду примеров потенциально перспективных регионов РФ может быть у северо-восточного приморского аналога (одновременно и антипода, в зоне многолетнемерзлых пород) Мурмана – Чукотского полуострова (как второго важного элемента мировой системы подземного хранения/захоронения ВАО/ОЯТ, включая генерированные Билибинской АЭС и будущей плавучей АЭС, и «аналога наоборот» значению Чукотки после Второй мировой войны, «Нам бы только за бережок...зацепиться...» [15]). Глобальная история учит, что успешным может быть только такое сотрудничество/«сотрудничество», когда европейский вектор дополнен американским. Газостаты целесообразно было бы разместить в помещениях снимаемой с эксплуатации Билибинской АЭС, тем самым продлевая жизнь ядерному объекту Чукотки. Вполне возможно, что при накопленном в прошлом российском опыте в части проектирования для условий мерзлоты (впрочем, как и для пород с положительным температурным режимом) подземные объекты хранения/захоронения на Чукотке и Печенге (горные выработки, глубокие скважины большого диаметра [16] или их сочетание – подобно сочетанию, например, карьера «Центральный» и подземного рудника «Северный Глубокий» на Печенге, усиленному наличием вблизи геологической лаборатории СГС-3 с уникальным опытом и результатами ее бурения), синхронно выпестованные ВНИПИПТ и/или ГИПРОНИКЕЛЕМ совместно с зарубежными партнерами (преимущественно из Германии – которая добротна и за свои деньги всего лишь воспроизвела в Сайда-Губе копию комплекса ГДР тридцатилетней давности, кажущуюся технологическим чудом в российских условиях [17], Великобритании, Финляндии, Швеции и Канады), выявили бы еще одну причину необходимости окончательного отказа от хранилища США Yucca Mountain с перераспределением финансирования в пользу российских вариантов. Весьма актуальны и собственные российские проблемы с РАО на Северо-Западе и Северо-Востоке России [18,19];

3) отдельные положения Концепции рассмотрены и одобрены Научным советом по металлургии и металловедению ОХНМ РАН.

Заключение

Формирование нового баланса неоднородных интересов разных стран и корпораций при выходе на международный уровень обеспечения безопасности ОЯТ и ВАО, привлечение к решению этой проблемы нетрадиционных для ядерной деятельности участников из других сфер науки, техники и промышленности, пересмотр социально-экономических и географических принципов принятия решений при создании конкретных объектов – все это может позволить создать надежную систему среднесрочного/чрезвычайно долговременного хранения или окончательной изоляции/захоронения таких суперопасных высокоэнергетических материалов. Прежде всего, в России.

Литература

1. Коваль И. Ядерное расширение: Украина становится глобальным игроком рынка мирного атома // Proatom.ru : [сайт]. – 2015. – 16 марта. – URL: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5900>

2. Нужно ли России международное хранилище ОЯТ // Барьер безопасности. – 2005. – № 3–4. – С. 6–9. – URL: newmdb.iaea.org/GetLibraryFile.aspx?RRoomID=694.
3. Конухин В. П., Комлев В. Н. Ядерные технологии и экосфера. – Апатиты : Изд-во Кольского НЦ РАН, 1995.
4. Рекомендации «круглого стола» на тему «Развитие законодательной базы в области природных ресурсов, природопользования и экологии: региональный аспект» // Комитет Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии. – 2013. – 21 ноября. – URL: <http://www.komitet2-21.km.duma.gov.ru/site.xp/052050050124049048055057.html>
5. Комлева Е. В. Захоронение ядерных отходов: международные проекты // Viperson : [сайт]. – 2015. – 10 февраля. – URL: <http://viperson.ru/wind.php?ID=678896>
6. Применение технологии горячего изостатического прессования для утилизации радиоактивных отходов // Сайт ООО «ЛабДепо». – URL: <http://labdepot.ru/images/file/AIP/Utilizaciya%20radioaktivnih%20othodov%20s%20ispolzovaniem%20metoda%20HIP.pdf>
7. URL: https://www.google.ru/search?hl=en-RU&source=hp&q=ANSTO+HIP+of+nuclear+wastes&gbv=2&oq=ANSTO+HIP+of+nuclear+wastes&gs_l=heirloomhp.12...1610.14047.0.15188.29.9.0.20.20.0.63.532.9.9.0.msedr...0...1ac.1.34.heirloom-hp..20.9.532.jhcqnHbRr-0
8. Komlev V. N. Use of Natural Materials from Northern Russia for the Isolation of Radioactive Wastes and Spent Nuclear Fuel // NATO ASI Series, Defence Nuclear Waste Disposal in Russia: International Perspective. – 1998. – P. 85–98.
9. Мельников Н. Н., Конухин В. П., Комлев В. Н. Материалы на основе минерального и техногенного сырья в инженерных барьерах для изоляции радиоактивных отходов. – Апатиты : Изд-во Кольского НЦ РАН, 1998.
10. Комлев В. Н., Бичук Н. И., Зайцев В. Г. и др. Тенденции интеграции и потенциал севера России в проблеме изоляции радиоактивных отходов // Экспертный сайт «Открытая экономика». – URL: http://www.opec.ru/news.aspx?id=221&ob_no=86000
11. URL: <http://www.istc.ru/istc/db/projects.nsf/0/95B6194D05AA3BB6C3256C8C003EC62D?OpenDocument>
12. Komlev V. N., Bichuk N. I., Zaitsev V. G., etc. Nickel-Producing Regions and Zones Where Nuclear Waste Might Be Stored // Biodiversity Conservation Center. – URL: <http://www.biodiversity.ru/publications/arctic/archive/n12/nikel.html>
13. Радиационная безопасность: радиоактивные отходы и экология : тезисы докладов конференции. – СПб., 1999.
14. Представитель «Росатома»: ППГХО осталось «жить» 5 лет // Zabmedia : [сайт]. – 2015. – 27 марта. – URL: <http://zabmedia.ru/news/75054/>; Нужно продумать шаги по развитию «урановой» столицы России и выйти с предложениями на руководство страны // Байкал Финанс: [сайт]. – 2015. – 27 марта. – URL: <http://baikalfinans.com/ekonomika/nuzhno-produmat-shagi-po-razvitiyu-uranovoy-stolitsyi-rossii-i-vyiiti-s-predlozheniyami-na-rukovodstvo-stranyi-polpred-27032015-14914616.html>
15. «Нам бы только за бережок Аляски зацепиться...» // Оружие России : информационное агентство. – 2015. – 18 марта. – URL: <http://www.arms-expo.ru/analytics/vospominaniya/nam-by-tolko-za-berezhok-alyaski-zatsepitsya/>
16. Ученые предлагают хоронить ядерные отходы в буровых скважинах // Российское атомное сообщество : портал. – 2015. – 16 апреля. – URL: <http://www.atomic-energy.ru/news/2015/04/16/56305>
17. Альберт Васильев о визите в Сайда-губу и на ЛАЭС-2 // Российское атомное сообщество : портал. – 2015. – 23 апреля. – URL: <http://www.atomic-energy.ru/statements/2015/04/23/56497>
18. Сергей Аверьянов: «Выездное заседание Общественного совета Росатома вызвало неподдельный интерес» // Российское атомное сообщество : портал. – 2015. – 23 апреля. – URL: <http://www.atomic-energy.ru/statements/2015/04/23/56495>
19. Промежуточные итоги и перспективы обращения с ОЯТ Билибинской АЭС // Российское атомное сообщество : портал. – 2015. – 15 апреля. – URL: <http://www.atomic-energy.ru/articles/2015/04/15/56276>