

#### Канада

#### Исследования площадки в рамках проекта по созданию пункта геологического захоронения ОЯТ

В Канаде одновременно реализуются два проекта по глубинному геологическому захоронению: один — в рамках программы по окончательной изоляции ОЯТ в гранитных формациях, другой — по захоронению 200 000 м<sup>3</sup> НАО и САО в известняковых породах на глубине 680 м [1].

Проект по созданию ПГЗРО ОЯТ был запущен еще в начале 1980-х гг., а проведенные в период с 1990 по 2010 гг. НИОКР в подземной исследовательской лаборатории АЕСЛ (ПИЛ общего назначения, расположенная в гранитном массиве) позволили получить необходимую информацию о потенциальном воздействии работ по сооружению, эксплуатации и закрытию ПГЗРО на систему захоронения [2].

К середине 2016 года круг площадок, рассматриваемых в качестве потенциальных кандидатов для сооружения данного объекта, был сужен до девяти (все они расположены в провинции Онтарио). Ожидается, что в 2023 году будет выбрана одна площадка для проведения более детальных исследований, а к захоронению ОЯТ планируют приступить в 2040–2045 гг. [1].

В ноябре 2017 года в рамках процесса поиска площадки NWMO (Организация по обращению с РАО) приступила к бурению первой скважины глубиной около 1 км в целях отбора проб керна. Бурение проводилось в геологической формации батолита (англ. Revell Batholith), расположенной в 35 км к западу от города Игнас в провинции Онтарио. Работы были осуществлены с использованием установки алмазного бурения и завершились в январе 2018 года. Всего в рамках данного этапа исследований на этой площадке пробурят три скважины [3].

#### Канада

#### Пункт приповерхностного захоронения НАО в Чок Ривер

Канадские национальные лаборатории (CNL) заявили о пересмотре графика реализации работ по проекту создания пункта приповерхностного захоронения курганного типа на территории бывшей ядерной научно-исследовательской лаборатории Чок Ривер, где сейчас реализуется комплексная программа по выводу из эксплуатации объектов ядерного наследия и

реабилитации загрязненных территорий. Согласно имеющимся планам, в будущем комплекс Чок Ривер станет крупнейшим международным научно-исследовательским центром, а часть старых объектов будет перепрофилирована [4].

Сооружение ППЗРО, способного принять на захоронение около 1 млн м<sup>3</sup> отходов, должно ознаменовать заключительный этап процесса трансформации площадки. Важной вехой на этом пути станет окончательное закрытие Национального исследовательского реактора, намеченное на весну 2018 года. В течение следующих нескольких лет работы по выводу из эксплуатации затронут более чем 100 зданий и сооружений.

В сентябре 2017 года канадский ядерный регулятор CNSC (Комиссия по ядерной безопасности) завершил экспертизу проекта оценки воздействия планируемого к сооружению ППЗРО на окружающую среду (ОВОС). На основании материалов экспертизы был выявлен целый ряд вопросов, требующих дальнейшего рассмотрения в целях подготовки как окончательной редакции ОВОС, так и различной вспомогательной технической документации. В октябре 2017 года представители CNL отказались



от захоронения в данном ПЗРО САО, а также заявили о невозможности своевременного завершения процедуры подготовки окончательной версии ОВОС [5].

### Болгария

#### Демонстрационные испытания установки для плазменного плавления НАО и САО на площадке АЭС Козлодуй

На АЭС Козлодуй завершены демонстрационные испытания установки плазменного плавления, предназначенной для переработки низко- и среднеактивных ТРО с целью сокращения их объема и иммобилизации. Данный проект общей стоимостью 29,9 млн евро был реализован бельгийской организацией по обращению с РАО Belgoprocess совместно с испанской компанией Iberdrola Engineering & Construction. Установка предусматривает использование плазмы в качестве источника тепла, необходимого для плавления неорганических отходов и перевода органических отходов в газообразное состояние. Процедура последующего обращения с образующимися газами аналогична процессу обращения с РАО при их сжигании. В ходе 72-часовых испытаний установки, осуществленных с применением имитирующего РАО материала, было продемонстрировано, что ее производительность соответствует проектным характеристикам (250 тонн в год) и позволяет добиться требуемого снижения объема РАО [6].

### Япония

#### Очередная задержка с пуском объектов в Роккашо



В данный момент на площадке Роккашо продолжается строительство двух объектов: к сооружению завода по изготовлению МОКС-топлива приступили еще в 1993 году, а завода по переработке ОЯТ производительностью 130 тонн в год — в конце 2010 года. Запуск первого объекта был изначально запланирован на 1997 год. Однако из-за многочисленных проблем, возникших в ходе его сооружения, ввод в эксплуатацию постоянно откладывали [7]. В декабре 2017 года оператор площадки — компания Japan Nuclear Fuel Limited — в очередной раз сдвинул сроки

запуска обоих объектов: для первого — с 2018 на 2022 год, а для второго — с 2019 на первую половину 2022 года. Обосновано такое решение необходимостью принятия дополнительных мер по повышению безопасности в соответствии с новыми нормами, утвержденными после аварии на АЭС Фукусима в марте 2011 года [8].

Так, на заводе по переработке ОЯТ предусмотрено проведение дополнительных обследований с целью оценки потенциального воздействия протечек в системах с горячим паром под высоким давлением на управляющее оборудование, а также разработка и установка необходимых систем. Кроме того, завод будет оснащен резервным щитом управления, системой, защищающей от затопления, будет повышена сейсмическая устойчивость системы трубопроводов, укреплен конструкция водонапорной башни с учетом возможности возникновения торнадо, а также приняты дополнительные противопожарные меры. Что касается завода по изготовлению ядерного топлива, то на нем также запланировано проведение мероприятий по повышению сейсмической устойчивости строительных конструкций, установка оборудования по обеспечению противопожарных мер. Реализация этих проектов потребует расширения общей площади завода [8].

### США

#### Пуск установки для остекловывания РАО в Саванна Ривер

В Саванна Ривер на площадке завода по переработке РАО, образовавшихся в ходе осуществления ядерно-оружейной программы США (Defense Waste Processing Facility), состоялся пуск новой установки по остекловыванию РАО. Она предназначена для переработки ВАО, в настоящее время хранящихся внутри подземных резервуаров, путем их смешения с боросиликатным стеклом и последующего плавления с получением стеклянной матрицы. Масса остеклованных отходов отливается в канистры из нержавеющей стали, что позволит хранить такие упаковки с РАО на площадке до ввода в эксплуатацию пункта захоронения [9].

### США

#### Работы по проходке новых выработок в ПЗРО WIPP возобновлены

ПЗРО WIPP, расположенный в штате Нью-Мексико, является единственным в США пунктом захоронения трансураниевых РАО. В основном это инструменты, элементы оборудования, строительные конструкции, ветошь, почва и другие предметы, незначительно загрязненные плутонием и другими радионуклидами в ходе реализации американской ядерной оружейной программы [7].

Эксплуатация WIPP была остановлена в феврале 2014 года в связи с возгоранием работавшего под землей транспортного средства, а также случившегося несколькими днями позже происшествия, не имевшего радиологических последствий. Тогда произошла разгерметизация одной из канистр с РАО, за ней последовала экзотермическая химическая реакция с материалом органического абсорбента, используемого для стабилизации жидкостей и нитрирования солей в канистрах. Работы по захоронению РАО были возобновлены в феврале 2017 года, чему предшествовали всесторонние проверки и инспекции, а также последовательное принятие мер в рамках разработанного комплексного плана восстановительных мероприятий. В результате была установлена новая вентиляционная система, а также сооружена новая вытяжная шахта [1].

Проходка восьмой секции ПГЗРО стартовала еще в феврале 2013 года, но работы были остановлены из-за произошедших инцидентов. Горнопроходческие работы, осуществляемые с использованием горного комбайна, были возобновлены в начале 2018 года и, как ожидается, продлятся еще два года. В процессе проходки будет извлечено более 112 000 тонн соляных пород, что позволит соорудить семь камер для захоронения РАО размером 91×10×4 м (Д×Ш×В) [10].

### Франция

#### Положительное решение ядерного регулятора по предварительной экспертизе безопасности проекта ПГЗРО

Во Франции пункт глубинного геологического захоронения ВАО и долгоживущих САО (проект CIGEO) планируется разместить в глиняных формациях региона Бюр, расположенного в 200 км к востоку от Парижа, на глубине около 500 м. В 2016 году ANDRA (Национальное агентство по обращению с радиоактивными отходами) направило на рассмотрение регулятору ASN (Autorité de Sûreté Nucléaire) технический отчет под названием «Способы обеспечения безопасности» (англ. «Safety Options Report»), представив описание концепций и принципов обеспечения безопасности будущего пункта захоронения. В апреле 2016 года ASN организовало независимую экспертизу отчета с привлечением специалистов из МАГАТЭ, а в ноябре отчет был передан на рассмотрение Институту радиационной защиты и ядерной безопасности (IRSN), оказывающему техническую поддержку ASN и ответственному за экспертную оценку ядерных и радиационных рисков. Затем ASN организовал публичные слушания по данному проекту [11].

В конце 2017 года ASN вынес положительное заключение по материалам отчета, отметив, что

«технический проект в целом достиг необходимого для данного этапа работ уровня проработки». Тем не менее регулятор отметил, что некоторые вопросы требуют дальнейшего уточнения для успешного прохождения процедуры лицензирования, в частности: обоснования конфигурации ПГЗРО, устойчивости установки к воздействию неблагоприятных природных явлений, организации мониторинга, организации работ в случае возникновения аварии [12].

Кроме того, замечания были высказаны в отношении планов ANDRA по захоронению битуминизированных отходов в связи с риском возникновения пожара. Так, согласно проекту, в CIGEO предусматривалось захоронить около 40 000 упаковок с такими отходами, что составляет около 18% от общего реестра РАО. Согласно заключению ASN, «исходя из результатов проведенных исследований, подобный материал не может быть размещен в ПГЗРО и требуется проведение дальнейших исследований в целях обоснования иного способа обращения с этим видом РАО». В ближайшее время ANDRA и производители отходов начнут проработку двух возможных альтернативных решений: обработка отходов перед их захоронением в ПГЗРО или корректировка проекта установки в целях выделения внутри ПГЗРО специальных зон для безопасного захоронения таких отходов. Вместе с тем ANDRA рассматривает такое решение ASN как положительное и подтверждающее возможность обеспечения безопасности при захоронении РАО в объекте CIGEO [12].

### Швеция

#### Замечания суда по вопросам землепользования и защиты окружающей среды по проекту создания ПГЗРО на фоне положительного решения ядерного регулятора SSM

Процесс получения лицензии на сооружение шведского пункта глубинного геологического захоронения, рассчитанного на прием 12 000 тонн ОЯТ, и завода по инкапсуляции ОЯТ был запущен еще в 2011 году. В Швеции имеется достаточно сложная система лицензирования ядерных установок, предполагающая рассмотрение заявок Управлением по ядерной безопасности (SSM) как с позиций ядерной безопасности, так и с позиций охраны окружающей среды [11].

23 января 2018 года шведский ядерный регулятор SSM направил правительству свое положительное заключение по заявке, подготовленной SKB, отметив, что «в рамках представленной SKB заявки на получение лицензии на сооружение ПГЗРО и завода по инкапсуляции было убедительно продемонстрировано, что данные объекты могут быть сооружены в соответствии с изложенными в Законе о ядерной деятельности требованиями к последовательному процессу получения разрешений на проведение таких

работ». Однако суд по вопросам землепользования и защиты окружающей среды попросил SKB предоставить дополнительную документацию по проекту медных канистр, которые планируется использовать для размещения ОЯТ в ПГЗРО. Это требование обусловлено появившимися в ходе экспертизы опасениями по поводу того, что канистры, возможно, не смогут выполнить закрепленные за ними в обосновании безопасности функции удержания в течение длительного периода времени. Имеются значительные неопределенности в установлении степени повреждения канистр в результате развития коррозии и других процессов, влияющих на их механическую прочность. В целом результаты проведенной судом экспертизы свидетельствуют, что эти неопределенности достаточно значительны и не были должным образом учтены в рамках анализа безопасности, выполненного SKB [13].

### Список литературы

1. *Цебаковская Н. С., Уткин С. С., Коновалов В. Ю.* Зарубежные проекты захоронения ОЯТ и РАО. Часть II. Актуальное состояние проектов создания пунктов глубинного геологического захоронения в США, Канаде и странах Азиатского региона: Препринт / ИБРАЭ РАН, № ИБРАЭ-2017-04. — М.: ИБРАЭ РАН, 2017. — 41 с. — Библиогр.: 42 назв.
2. *Цебаковская Н. С., Уткин С. С., Коновалов В. Ю.* Зарубежные проекты захоронения ОЯТ и РАО. Часть III. Зарубежный опыт создания и эксплуатации подземных исследовательских лабораторий: Препринт / ИБРАЭ, № ИБРАЭ-2017-12. — М.: ИБРАЭ РАН, 2017. — 34 с. — Библиогр.: 20 назв.
3. First borehole drilled in Canadian repository site search, World Nuclear News. — URL: <http://www.world-nuclear-news.org/WR-First-borehole-drilled-in-Canadian-repository-site-search-1901184.html> (дата обращения: 20.01.2018).
4. Лучшие зарубежные практики вывода из эксплуатации ядерных установок и реабилитации загрязненных территорий: Т. 2 / под общ. ред. И. И. Линге и А. А. Абрамова. — М.: ИБРАЭ РАН, 2017 г. — 187 с.: ил.
5. Low-level waste only for Canadian repository, World Nuclear News. — URL: <http://www.world-nuclear-news.org/WR-Low-level-waste-only-for-Canadian-repository-0211178.html> (дата обращения: 03.11.2017).
6. Bulgarian waste treatment facility testing completed, World Nuclear News. — URL: <http://www.world-nuclear-news.org/WR-Bulgarian-waste-treatment-facility-testing-completed-3011174.html> (дата обращения: 30.11.2017).
7. *Цебаковская Н. С., Уткин С. С., Капырин И. В.* Обзор зарубежных практик захоронения ОЯТ и РАО. — М.: Комтехпринт, 2015. — 208 с.
8. Further delay to completion of Rokkasho facilities, World Nuclear News. — URL: <http://www.world-nuclear-news.org/WR-Further-delay-to-completion-of-Rokkasho-facilities-2812174.html> (дата обращения: 28.12.2017).
9. New melter pours first vitrified waste, World Nuclear News. — URL: <http://www.world-nuclear-news.org/WR-New-melter-pours-first-vitrified-waste-1101187.html> (дата обращения: 11.01.2018).
10. Mining resumes at WIPP, World Nuclear News. — URL: <http://www.world-nuclear-news.org/WR-Mining-resumes-at-WIPP-1801187.html> (дата обращения: 18.01.2018).
11. *Цебаковская Н. С., Уткин С. С., Линге И. И., Пронь И. А.* Зарубежные проекты захоронения ОЯТ и РАО. Часть I. Актуальное состояние проектов создания пунктов глубинного геологического захоронения в европейских странах: Препринт / ИБРАЭ РАН, № ИБРАЭ-2017-03 — М.: ИБРАЭ РАН, 2017. — 35 с. — Библиогр.: 47 назв.
12. French regulator approves repository safety options. — URL: <http://www.world-nuclear-news.org/WR-French-regulator-approves-repository-safety-options-1501184.html> (дата обращения: 15.01.2018).
13. Swedish repository gets positive regulatory response. — URL: <http://www.world-nuclear-news.org/WR-Swedish-repository-gets-positive-regulatory-response-2301184.html> (дата обращения: 28.01.2018).

Обзор подготовила Н. С. Цебаковская