

АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ СИСТЕМАТИЗАЦИИ И АНАЛИЗА ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА В КОНТЕКСТЕ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ (ЕГС РАО)

Н. С. Цебаковская

Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, Москва, Россия

Статья поступила в редакцию 5 сентября 2017 г.

Проанализирована публикационная активность по тематике обращения с РАО в России и за рубежом. Выявлены общие закономерности, в том числе появления специализированных журналов и иных научных форумов по тематике РАО. Представлены основные русскоязычные работы по общему анализу зарубежного опыта в сфере обращения с РАО при эксплуатации объектов ядерной техники и выводе их из эксплуатации.

Ключевые слова: радиоактивные отходы (РАО), единая государственная система обращения с радиоактивными отходами (ЕГС РАО), ядерный топливный цикл (ЯТЦ), отработавшее ядерное топливо (ОЯТ), ликвидация объектов ядерного наследия.

Любая производственная деятельность помимо общественной пользы обуславливает и некоторые негативные последствия, а для атомной энергетики они, прежде всего, связаны с обращением РАО.

За последние десятилетия в мире накоплен значительный опыт в области обращения с РАО, а его осмысление — неотъемлемое условие достижения хороших результатов, в том числе в сфере управления, нормативно-правового регулирования, определении зон ответственности и схем финансирования деятельности на завершающих стадиях ЯТЦ.

Более чем полувековой опыт решения различных задач в сфере обращения с РАО отражен в громадном массиве вышедших во всем мире научных публикаций. В арсенале Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) имеется одно из крупнейших в мире интерактивных хранилищ публикаций INIS, содержащее более 3,8 млрд ссылок на различные документы: научные и технические отчеты, статьи, материалы конференций, патенты, диссертации и т. п. Общее количество представленных в INIS публикаций по тематике обращения с РАО за период с 1946 по 2017 гг. превышает 51 000 (рис. 1) [1].

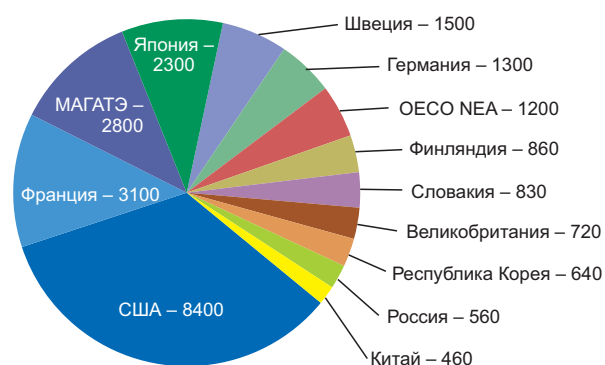
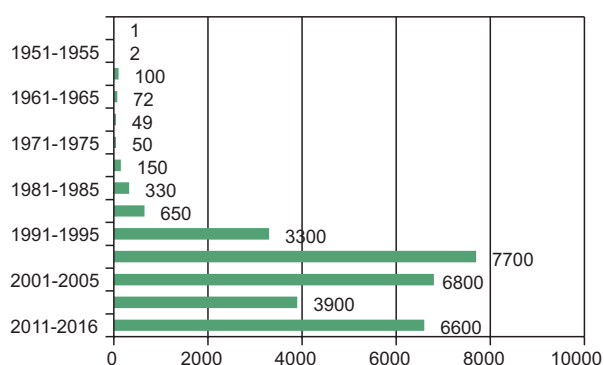


Рис. 1. Слева — количество публикаций по теме «Обращение с РАО» (1946 по 2016 гг.) [1], справа — распределение количества публикаций по странам

Согласно данным INIS, за последние семь лет наибольшее количество публикаций по тематике обращения с РАО (около 30%) было подготовлено по следующим направлениям:

- Обращение с РАО, образующимися в результате эксплуатации и вывода из эксплуатации (ВЭ) атомных реакторов.

- Вопросы геологии в контексте решения задачи создания пунктов глубинного геологического захоронения (ПГЗРО).
 - Вопросы защиты окружающей среды.
 - Вопросы радиационной защиты и дозиметрии.
- В базе данных INIS очень много материалов международных конференций по тематике РАО (табл. 1).

Таблица 1. Некоторые из предстоящих крупнейших международных конференций по тематике обращения с ОЯТ и РАО

Название	Периодичность	Ближайшие сроки и место проведения
Международная конференция по обращению с РАО (Waste Management Conference, WM)	Ежегодно	18–22 марта 2018 года, Финикс, США (44-я)
Международная конференция по безопасности обращения с РАО (International Conference on the Safety of Radioactive Waste Management)	2–3 года	Австрия, Вена
Международные подходы к реализации проектов глубинного геологического захоронения РАО (International Approaches for Deep Geological Disposal of Nuclear Waste)	Нерегулярно (с 1991 года)	США (6-я)
Общеввропейская конференция по ВЭ и обращению с РАО	Ежегодно	Май 2018 года, Манчестер, Великобритания (9-я)
Международная конференция по вопросам обращения с отходами и реабилитации загрязненных территорий (International Conference on Waste Management and Remediation Engineering, ICWMRE)	Ежегодно	29–30 января, 2018 года, Сидней, Австралия (20-я)
Международная конференция по обращению с высокоактивными отходами (BAO) (IHLRWM)	Каждые 2 года	14–18 апреля, 2019 года, США, Ноксвилл
Международная конференция по технологиям обращения с РАО и ВЭ ЯУ (International Conference on Nuclear Decommissioning and Waste Management Technology, ICNDWMT)	Ежегодно	25–26 июня 2018 года, Париж, Франция (20-я)
Международная конференция по вопросам геологического захоронения РАО (International Conference on Geological Repositories, ICGR)	Каждые 4 года	2020 год (6-я)

Для сбора аналогичной статистики по нашей стране были использованы данные eLibrary [2], крупнейшего российского информационно-аналитического ресурса в области науки, технологии, медицины и образования: найдено более 2400 отечественных публикаций, содержащих ключевые слова «радиоактивные отходы» (рис. 2). Как показывает статистика, их общее количество за последние годы значительно возросло. При этом большая часть публикаций сосредоточена по более чем 50 узкопрофильным журналам различных направлений. Очевидно, что в таких условиях невозможно говорить о достижении задачи консолидации накопленного массива знаний, который бы мог стать основой для организации полноценных научных дискуссий.

Подобная ситуация в течение длительного времени складывалась и в США. Для оценки общего количества публикаций по теме «обращение с РАО», вышедших за последние десятилетия, были проанализированы данные по 18 ведущим научным рецензируемым журналам в области использования атомной энергии в США и двум крупнейшим общенаучным изданиям Science

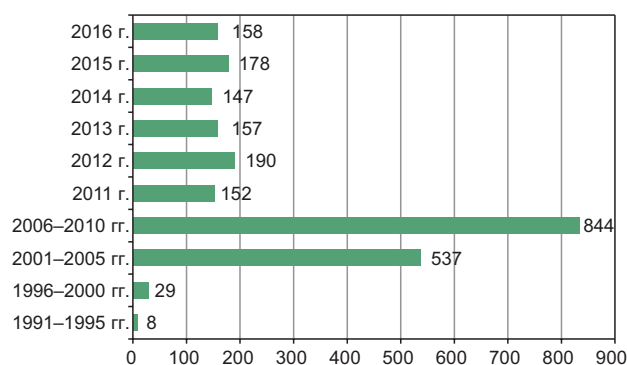


Рис. 2. Общее количество отечественных публикаций по тематике РАО

и Nature. Общее количество опубликованных в них статей составило порядка 8 500. Причем до 1994 года подавляющее их количество приходилось всего на три научных журнала, выпускаемых Американским ядерным обществом (American Nuclear Society, ANS): «Nuclear Science and Engineering», «Nuclear Technology», «Fusion Science and Technology». В 1994 году ANS учредило специализированный журнал «Radwaste Solutions», полностью посвященный вопросам

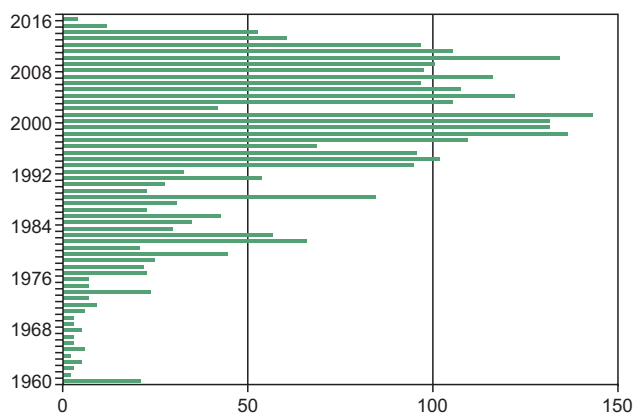


Рис. 3. Слева — динамика публикаций по тематике обращения с РАО в журналах Американского ядерного общества; справа — тематика публикаций журнала «Radwaste Solutions» с 2011 по 2015 гг.

обращения с РАО. В дальнейшем количество статей, публикуемых ведущими научными журналами, несколько снизилось, но общее количество публикаций по данной тематике продолжило расти (рис. 3).

В период с 2011 по 2015 гг. (рис. 3) по доле большая часть статей была посвящена вопросам ликвидации объектов ядерного наследия (ЯН), в том числе реабилитации загрязненных территорий (31%), очистке грунтовых и поверхностных вод (28%), закрытию хранилищ жидких ВАО (19%), ВЭ (11%). Вторая по популярности тема — проблемы обеспечения долгосрочной безопасности ВАО и ОЯТ. В первую очередь речь шла о таких вопросах, как геологическое захоронение ОЯТ и ВАО и организация долгосрочного хранения ОЯТ. Также по числу публикаций следует выделить такие направления, как организация деятельности по хранению, транспортировке и захоронению очень низкоактивных (ОНАО), низкоактивных и среднеактивных РАО (НСАО), ВЭ ЯУ различного типа. При этом вопросы ВЭ в журнале в первую очередь рассматривались в контексте обращения с образующимися в результате РАО и реабилитации загрязненных территорий.

Как показало время, концепция создания единого издания, реализованная в США, оказалась эффективной. По сути, журнал «Radwaste Solutions» позволил наладить информационное взаимодействие между специалистами из разных областей науки и техники, имеющими отношение к проблеме обращения с РАО, аккумулировав в себе большую часть сведений по наиболее актуальным достижениям и проблемам в этой области, до этого рассредоточенным между различными печатными и электронными источниками.

Опыт США свидетельствует о том, что подобный ресурс способен сыграть важную роль в повышении эффективности и качества научных дискуссий в рамках процесса принятия решений по завершающим стадиям ЯТЦ, что в конечном

итоге обеспечит более высокий уровень организации процесса обращения с РАО.

Вообще, анализ накопленного опыта — как отечественного, так и зарубежного — неотъемлемая часть любой деятельности и залог ее успешной реализации. В частности, он помогает более объективно оценивать текущую ситуацию, эффективно внедрять лучшие мировые практики, а также избегать повторения ранее уже допущенных ошибок. Среди публикаций последних лет, призванных систематизировать накопленные знания, можно выделить несколько крупных работ по двум направлениям: ликвидация комплекса накопленных проблем, именуемого ядерным наследием, и создание механизмов прекращения их генерации в области обращения с ОЯТ, РАО и ВЭ ЯУ [3—5] и опыт реализации проектов по созданию ППЗРО [6—9]. Обе эти темы чрезвычайно актуальны в свете реализуемых сегодня Государственной корпорацией «Росатом» программ.

Одной из первых масштабных работ по анализу зарубежного опыта в сфере обращения с ОЯТ и РАО стал обзор, опубликованный в 2015 году, описывающий опыт 15 зарубежных стран [9]. Авторы-составители постарались насколько это возможно всесторонне описать текущую ситуацию в реализации зарубежных программ по захоронению, перспективы и имеющиеся проблемы, в том числе состояние атомно-энергетических мощностей, политику в области обращения с ОЯТ и РАО, национальную систему классификации и реестр накопленных и прогнозных объемов ОЯТ и РАО. Кроме того, в работе была представлена краткая информация по существующим и проектируемым пунктам захоронения РАО всех типов, а также организациям, осуществляющим деятельность по захоронению.

В 2017 году, в свете активизации работ по подготовке к созданию подземной исследовательской лаборатории (ПИЛ) в Нижнеканском массиве и разработке стратегического плана

исследований, материалы нового обзора, выпущенного в формате серии препринтов, были актуализированы с учетом достигнутого за последние годы прогресса с упором на вопросы создания и эксплуатации ПИЛ. Ряд стран проводят исследования в ПИЛ уже на протяжении нескольких десятков лет, накопив ценный опыт и знания, имеющие отношение как к общей проблематике захоронения РАО, так и к более конкретным направлениям, например, в области характеристики, проектирования и оценки показателей функционирования разрабатываемых систем захоронения.

Скоро выйдет в свет еще одна масштабная работа, подготовленная коллективом авторов из ИБРАЭ РАН, Госкорпорации «Росатом» и Бостон Консалтинг Групп, посвященная описанию зарубежного опыта уже в контексте решения проблем ЯН. Два тома монографии «Лучшие зарубежные практики вывода из эксплуатации ядерных установок и реабилитации загрязненных территорий» планируется опубликовать к концу 2017 года. Данная работа, по сути, является первой попыткой масштабного анализа зарубежного опыта, накопленного в этой области четырьмя странами: США, Великобританией, Францией и Канадой. По каждой из этих стран представлен обзор деятельности и исторических практик обращения с РАО, повлекших за собой загрязнение окружающей среды и формирование целого комплекса проблем, рассмотрено современное состояние нормативно-правового регулирования вопросов ВЭ и реабилитации загрязненных территорий, приведены оценки объемов ЯН, в том числе в контексте прошлых и будущих финансовых обязательств, описаны основные положения действующих государственных программ и разработанных стратегий.

Интересным с точки зрения отечественных специалистов может оказаться рассмотренный в книге опыт США в области ВЭ парков подземных резервуарных хранилищ жидких ВАО. Такие хранилища в США имеются на трех площадках: в Хэнфорде, Саванна-Ривер и в Айдахо. Эти ВАО подлежат извлечению с разделением высокоактивных и низкоактивных фракций, отверждением высокоактивной фракции в целях ее приведения в соответствие с критериями приемлемости для геологического захоронения, а также приведением НАО в состояние, приемлемое для их окончательной изоляции.

В заключение хотелось бы еще раз подчеркнуть, что анализ накопленного опыта является критически важной составляющей планирования любой будущей деятельности в сфере завершающих стадий ЯТЦ и ее оптимизации. При этом также важно, чтобы все специалисты, занятые данной проблематикой, всегда могли

оперативно отслеживать публикуемые по этой тематике материалы. Появление единого издания, к которому можно было бы обратиться в поисках ссылок на наиболее актуальные достижения и публикации в области обращения с РАО, должно ознаменовать новый этап в организации процесса взаимодействия между всеми заинтересованными сторонами таких проектов, повысив его эффективность и продуктивность сопутствующих научных дискуссий.

Причем, как показывает опыт зарубежных стран (в частности, США), появление консолидированного источника информации по данной тематике, не должно привести к резкому снижению общего количества публикаций на периферии, так как очень многие статьи по вопросам обращения с РАО замыкаются на достаточно узкой проблематике, традиционно освещаемой узкопрофильными журналами.

Таким образом, журналу «Радиоактивные отходы» отведена роль своего рода путеводителя по российским и зарубежным публикациям. Причем в центре внимания должны оказаться не сугубо научные вопросы, а прежде всего вопросы, важные именно с точки зрения промышленности. По этой причине для зарубежных читателей журнал станет уникальным источником знаний, систематизирующим информацию по последним тенденциям, проблемам и достижениям отечественных специалистов преимущественно в разрезе промышленных аспектов практики обращения с РАО. Ведь до сегодняшнего дня почерпнуть знания в этой области им было практически неоткуда — в зарубежных источниках выходило лишь ограниченное количество публикаций сугубо научной направленности.

Также хочется отметить, что при наличии столь громадного массива данных и огромного количества различных информационных ресурсов в самых разных областях знаний, имеющих отношение к завершающим стадиям ЯТЦ, подходить к решению задачи систематизации международного опыта и его интеграции в отечественную практику следует, насколько это возможно, комплексно и системно. Дальнейшая работа по анализу зарубежного опыта в решении проблем геологического захоронения ОЯТ и ВАО, а также ликвидации объектов ЯН, несомненно, будет продолжена. Также в целях планирования и оптимизации деятельности по обращению с РАО представляется целесообразным систематизировать зарубежный опыт и по другим направлениям работ, например: регулированию и нормативному обеспечению деятельности по обращению с РАО, вопросам обеспечения безопасности персонала при выполнении работ по захоронению РАО, закрытию пунктов подземного хранения жидких ВАО (США).

Литература

1. INIS Repository, IAEA. — URL: <https://inis.iaea.org>.
2. eLIBRARY.ru: научная электронная библиотека. URL: <https://elibrary.ru>.
3. Проблемы ядерного наследия и пути их решения / Под общ. ред. Е. В. Евстратова, А. М. Агапова, Н. П. Лаверова, Л. А. Большова, И. И. Линге. — 2010 — Т. 1. — 373 с.
4. Проблемы ядерного наследия и пути их решения. Развитие системы обращения с радиоактивными отходами в России / Под общ. ред. Л. А. Большова, Н. П. Лаверова, И. И. Линге. — М.: 2013. — Т. 2. — 392 с.
5. Проблемы ядерного наследия и пути их решения. Вывод из эксплуатации / Под общ. ред. Л. А. Большова, Н. П. Лаверова, И. И. Линге. — М.: 2015. — Т. 3. — 316 с.
6. Подземная изоляция радиоактивных отходов / Под ред. В. Н. Морозова. — М.: Изд-во «Горная книга», 2011. — 592 с.
7. Научные основы оценки безопасности геологической изоляции долгоживущих радиоактивных отходов (Енисейский проект). / Б. Т. Кочкин и др. — М.: ИГЕМ РАН, 2017. — 384 с.
8. Особые радиоактивные отходы. / А. А. Абрамов и др. — М.: «Сам полиграфист», 2015. — 239 с.
9. Обзор зарубежных практик захоронения ОЯТ и РАО / Н. С. Цебаковская, С. С. Уткин, И. В. Капырин. — М.: Комтехпринт, 2015. — 208 с.

Информация об авторе

Цебаковская Надежда Сергеевна, инженер, Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (115191, Россия, Москва, Б. Тульская ул., 52), e-mail: ceb@ibrae.ac.ru.

Библиографическое описание данной статьи

Цебаковская Н. С. Актуальные задачи систематизации и анализа зарубежного опыта в контексте создания и развития Единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами (ЕГС РАО) // Радиоактивные отходы. — 2017. — № 1. — С. 93–98.

TOPICAL PROBLEMS OF ORDERING AND ANALYSIS OF FOREIGN EXPERIENCE IN THE CONTEXT OF ESTABLISHMENT AND DEVELOPMENT OF THE UNIFIED STATE SYSTEM OF RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT (USS RW)

Nadezhda S. Cebakovskaya

Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Article received 5 September 2017

Publication activity related to the RW management in Russia and abroad is analyzed. The general regularities, including foundation of specialized magazines and other scientific forums related to RW topics are revealed. The basic works published in Russian devoted to the general analysis of foreign experience in the field of RW management during operation and decommissioning of nuclear facilities are presented.

Keywords: radioactive waste (RW), unified state system of RW management (USS RW), nuclear fuel cycle (NFC), spent nuclear fuel (SNF), nuclear legacy facility liquidation.

References

1. INIS Repository, IAEA, <https://inis.iaea.org>
2. eLIBRARY.ru, nauchnaya ehlektronnaya biblioteka, <https://elibrary.ru>
3. Problemy yadernogo naslediya i puti ih resheniya. — Pod obshchej redakciej E. V. Evstratova, A. M. Agapova, N. P. Laverova, L. A. Bol'shova, I. I. Linge. — 2010 g. — T.1. — 373 s.
4. Problemy yadernogo naslediya i puti ih resheniya. Razvitie sistemy obrashcheniya s radioaktivnymi othodami v Rossii. — Pod obshchej redakciej Bol'shova L. A., Laverova N. P., Linge I. I. — Moskva: 2013. — T.2. — 392 s.
5. Problemy yadernogo naslediya i puti ih resheniya. Vyvod iz ehkspluatacii. — Pod obshchej redakciej L. A. Bol'shova, N. P. Laverova, I. I. Linge. — Moskva: 2015. — T.3. — 316 s.
6. Podzemnaya izolyaciya radioaktivnyh othodov. — Pod red. V.N. Morozova. — M.: Izdatel'stvo «Gornaya kniga», 2011. — 592 s.
7. Nauchnye osnovy ocenki bezopasnosti geologicheskoy izolyacii dolgozhivushchih radioaktivnyh othodov (Enisejskij proekt) / B. T. Kochkin i dr. — M.: IGEM RAN, 2017. — 384 s.
8. Osobyje radioaktivnye othody / A. A. Abramov i dr. — M.: «Sam poligrafist», 2015. — 239 s.
9. Obzor zarubezhnyh praktik zahoroneniya OYAT i RAO / N.S. Cebakovskaya, Utkin S.S., Kapyrin I.V. — M.: Komtekhpriint, 2015. — 208 c.

Information about the author

Cebakovskaya Nadezhda Sergeevna, Engineer, Nuclear Safety Institute (115191, Moscow, Bolshaya Tuskaya st., 52), e-mail: ceb@ibrae.ac.ru

Bibliographic description

Cebakovskaya N. S. Topical Problems of Ordering and Analysis of Foreign Experience in the Context of Establishment and Development of the Unified State System of Radioactive Waste Management (USS RW) // Radioactive Waste. — 2017. — № 1. — pp. 93–98. (In Russian).