

Н.К. Шандала¹, М.К. Сневе², М.П. Семенова¹, К. Сегень², А.А. Филонова¹

О СОТРУДНИЧЕСТВЕ ФГБУ ГНЦ ФМБЦ ИМ. А.И. БУРНАЗЯНА ФМБА РОССИИ С ГОСУДАРСТВЕННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ НОРВЕГИИ ПО РАДИАЦИОННОЙ И ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва;
 2. Государственное управление Норвегии по ядерной и радиационной безопасности, Осло, Норвегия

Контактное лицо: Семенова Мария Петровна mps-fmbc@yandex.ru

Ключевые слова: радиационная безопасность, ядерное наследие, регулирующий надзор, радиационно-гигиенический мониторинг, аварийная готовность и реагирование, нормативные регулирующие документы, международное сотрудничество

Для цитирования: Шандала Н.К., Сневе М.К., Семенова М.П., Сегень К., Филонова А.А. О сотрудничестве ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России с Государственным управлением Норвегии по радиационной и ядерной безопасности. Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2020;65(1):72–78.

DOI: 10.12737/1024-6177-2020-65-1-72-78

Начиная с 2004 г., сотрудниками ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России совместно со специалистами Государственного управления Норвегии по радиационной и ядерной безопасности (ранее NRPA, с 2019 г. – DSA) был выполнен ряд научных и практических работ по регулированию радиационной безопасности на объектах ядерного наследия Северо-Западного центра по обращению с радиоактивными отходами «СевРАО» – филиала ФГУП «РосРАО» (рис. 1), которые стали базовой основой формирования методологии совершенствования регулирующего надзора на объектах ядерного наследия [1, 2].

С 2008 г. сотрудничество продолжается в рамках соглашения между Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации и Министерством здравоохранения и социального обеспечения Королевства Норвегия «О сотрудничестве в области регулирования безопасного использования атомной энергии при осуществлении санитарно-эпидемиологического надзора за проведением радиационно-опасных работ». Данное соглашение было официально подписано 13 ноября 2008 г. руководителем ФМБА России В.В. Уйба и директором NRPA Оле Харбицом.

Научно-практические работы, выполняемые в рамках сотрудничества направлены на решение следующих проблем:

- Оценка радиологических угроз для определения приоритетов регулирования.
- Выполнение исследований, направленных на обеспечение радиационной безопасности персонала.
- Детальный анализ радиационной обстановки на площадках, территориях и в окрестности объекта.
- Контроль и мониторинг состояния окружающей среды.
- Совершенствование культуры безопасности персонала и повышение его профессиональной надежности.
- Повышение и поддержание уровня противоаварийной готовности в случае чрезвычайной ситуации радиационного характера.
- Разработка электронных карт и геоинформационных систем.
- Разработка регулирующих документов.

За время сотрудничества выполнен ряд научно-практических исследований, связанных с разработкой критериев и нормативов реабилитации территории пункта временного хранения (ПВХ) отработанного ядерного топлива (ОЯТ) и радиоактивных отходов (РАО) в губе Андреева, оценкой доз облучения персонала, проведением аварийных учений на объекте и непосредственной организацией радиационно-гигиенического мониторинга.

По направлению радиационной безопасности персонала была разработана информационно-аналитическая система с применением технологий визуализации маршрутов перемещения персонала и визуализации радиационной обстановки в помещениях. Это позволило:

- определять зоны, в которых радиационная обстановка известна с наибольшей неопределенностью, т.е. где необходима дополнительная радиационная разведка;
- прогнозировать индивидуальные дозы облучения персонала;
- осуществлять локализацию областей, вносящих максимальный вклад в дозу облучения;



Рис. 1. Объекты ядерного наследия на Северо-Западе России

- оптимизировать транспортные потоки при эвакуации персонала в случае возможной радиационной аварии.

Аналитические возможности созданной программы Andreeva Planner заключаются в создании и моделировании разных сценариев проведения радиационно-опасных работ, а также в расчёте как индивидуальных эффективных доз каждого из виртуальных участников работы, так и коллективных доз. В целом, созданный комплекс компьютерных программ дает возможность снизить неопределенность в оценке радиационного воздействия при проведении производственных операций, т.е. иметь более точное представление о возможных дозах облучения, что позволяет рассматривать данные разработки в качестве рабочего инструмента для оптимизации и принятия управленческих решений в плане предупреждения возможных угроз, связанных с переоблучением персонала [3, 4].

Проведение работ в нестандартных условиях предъявляет особые требования к контролю профессиональной надежности персонала. В связи с этим новым направлением стала научная работа по созданию системы мониторинга антропогенных рисков, позволяющая оценить влияние человеческого фактора при проведении сложных операций с ОЯТ, представляющая собой экспертно-диагностическую информационную систему для экспрессной предсмертной оценки профессиональной надежности персонала при проведении ядерно- и радиационно-опасных работ. Наряду с этим, была разработана методика оценки культуры радиационной безопасности и проведена «внутренняя» оценка такой культуры на ПВХ в губе Андреева [5, 6].

Основой для проведения мероприятий по оптимизации радиационной защиты населения и окружа-

щей среды на всех этапах реабилитации ПВХ служит достоверная информация о параметрах радиационной обстановки и динамике ее изменения. Получение и накопление данной информации осуществляется при проведении радиационно-гигиенического мониторинга. Для структурирования радиоэкологической информации и анализа изменений состояния загрязненности окружающей среды в ходе реабилитационных мероприятий разработаны информационные системы, которые включают в себя подробные хранилища данных о загрязнении объектов окружающей среды [7, 8].

Сравнительный анализ материалов натурных исследований позволяет представить динамику происходящих на объекте изменений, выявить участки радиоактивного загрязнения окружающей среды и оптимизировать мониторинговые исследования. Полученные в настоящее время результаты исследований позволяют констатировать, что изменение радиационной обстановки на объекте в губе Андреева характеризуется положительной динамикой снижения техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды, включая прибрежную морскую акваторию. Результаты мониторинга загрязнения подземных вод позволяют отметить положительную динамику снижения уровней содержания техногенных радионуклидов.

Анализ данных динамики изменения мощности дозы гамма-излучения на промплощадке также свидетельствует в пользу положительной тенденции снижения верхней границы значений мощности дозы гамма-излучения (рис. 2). Динамические изменения распределения мощности дозы на территории промплощадки характеризуют перераспределение зон повышенной мощности дозы гамма-излучения, снижение их размеров и количества, что является отраже-

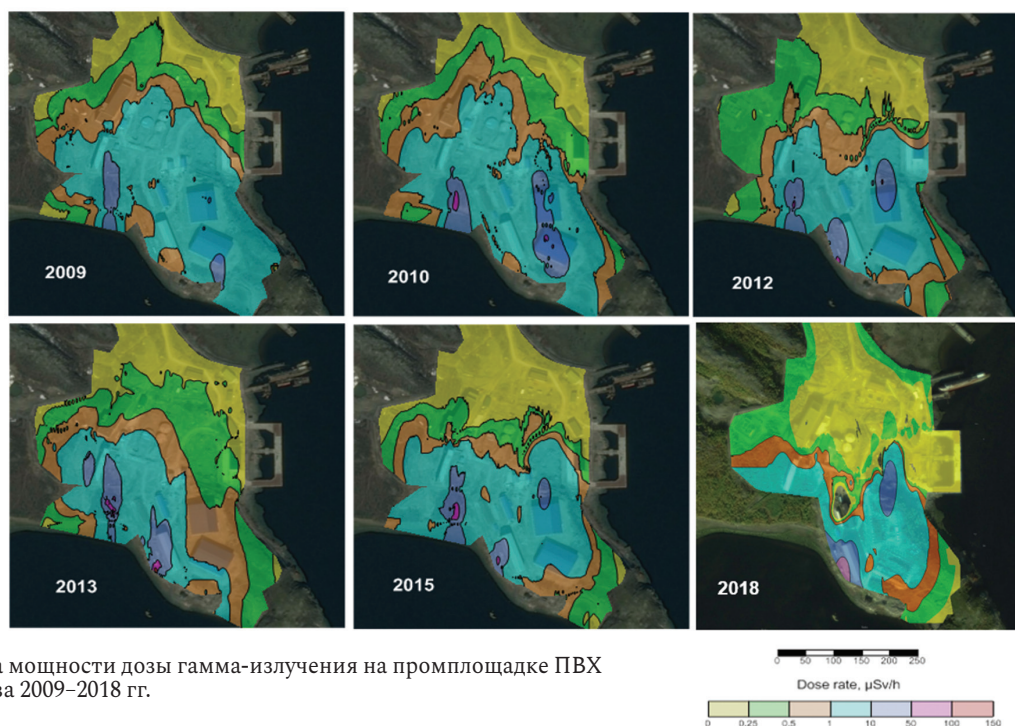


Рис. 2. Динамика мощности дозы гамма-излучения на промплощадке ПВХ в губе Андреева за 2009–2018 гг.

нием происходящих на площадке реабилитационных работ по обращению с РАО.

Высокий потенциал опасности накопленных ОЯТ и РАО, необходимость проведения работ в нестандартных условиях требуют совершенствования системы аварийной готовности и реагирования в направлении минимизации последствий возможных аварийных ситуаций. В связи с этим на ПВХ в губе Андреева было проведено четыре широкомасштабных международных учения: в 2006, 2009, 2016 и 2018 гг.

На практике была отработана процедура раннего оповещения МАГАТЭ и сопредельных государств об условной радиационной аварии. В целом, на проведенных противоаварийных учениях совершенствовалась не только организация взаимодействия участников аварийного реагирования, но и отработывался широкий комплекс задач по оказанию медицинской помощи пострадавшим и проведению санитарно-гигиенических мероприятий при ликвидации последствий аварии [9, 10]. В противоаварийных учениях принимали участие представители большого количества заинтересованных министерств и ведомств, масс-медиа активно демонстрировали данные учения, по каждому из учений созданы специальные фильмы.

На базе полученных результатов мониторинга и оценки существующих рисков были разработаны специальные нормативные регулирующие документы, учитывающие специфику объекта в губе Андреева [11]. Среди них:

- требования по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения;
- требования к проведению индивидуального дозиметрического контроля;
- руководства по обращению с РАО, в том числе с такой категорией как очень низкоактивные отходы;
- требования к проведению мониторинга за объектами окружающей среды;
- требования к проведению радиационного контроля в районе деятельности предприятия;
- требования к реабилитации территорий в виде критериев и нормативов реабилитации и др.

Проведенный комплекс научных и практических работ в области регулирующего надзора при реабили-

литации объекта ядерного наследия в губе Андреева стал основой для создания Международного форума МАГАТЭ. Форум по регулируемому надзору за объектами наследия успешно работает в течение последних девяти лет как площадка, на которой обсуждаются результаты, полученные государствами – членами МАГАТЭ [12].

Результаты работы способствовали организации специальных рабочих групп: 1) EGLM при Агентстве по ядерной энергии ОСЭР; 2) TG № 98 при МКРЗ. Данные группы способствуют разработке практических рекомендаций по существующему облучению на территориях, загрязненных в результате прошлой ядерной деятельности.

В 2017 г. на ПВХ в губе Андреева начался массовый вывод ОЯТ, который планируется завершить к 2025 г. [13]. В настоящее время ФГБУ ГНЦ ФБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России продолжает работать по четырем контрактам сотрудничества с DSA.

Общие итоги, достигнутые за пятнадцатилетний период работы, характеризуются следующими статистическими показателями (рис. 3):

- всего выполнено проектов – 30;
- привлечено специалистов (экспертов) – 80 человек;
- опубликовано 50 научных трудов, включая публикации в рецензируемых журналах;
- проведено 50 совещаний по ходу выполнения проектов;
- участие в 30 научных конференциях с докладами по материалам проектов;
- проведено 4 международных аварийных учения;
- разработано 20 регулирующих документов системы санитарно-эпидемиологического нормирования.

В целом, опыт, накопленный при реабилитации бывшей береговой технической базы ВМФ в губе Андреева, позволил определить новые актуальные направления совершенствования регулирующего надзора на объектах ядерного наследия.

Перспективы развития наших дальнейших работ в рамках заключенного в 2008 г. соглашения между Министерством здравоохранения России и Норвегии мы связываем с разработкой следующих актуальных направлений в сфере эколого-гигиенических основ регулирования радиационной безопасности человека:

- Обеспечение регулирующего надзора при обращении с затопленными и затонувшими объектами с ОЯТ и РАО в целях обеспечения радиационной безопасности населения и участников работ, а также защита природной среды при планируемом подъеме затопленных объектов с ОЯТ и РАО, их транспортировании, хранении и переработке.
- Обеспечение безопасности населения и персонала при воздействии радиационных и нерадиационных факторов при осуществлении регулирующего надзора при обращении с ОЯТ на ПО «Маяк» (при переработке кондиционного и некондиционного ОЯТ, вывезенного с территории объектов СЗЦ «СевРАО», а также ОЯТ, выгруженного из блок-упаковки ПТБ «Лепсе»).



Рис. 3. Статистика 15-летнего сотрудничества между ФМБА России и DSA

- Научное сопровождение работ по реабилитации объектов ядерного наследия и при выводе из эксплуатации ядерных энергетических установок. Объект исследования – исследовательский реактор в г. Халден (Норвегия), принадлежащий Институту энергетических технологий (IFE), функционирующий с 1958 г. и остановленный в 2019 г.
- Проведение совместных исследований лабораторий ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России и Section North DSA в г. Тромсо (Норвегия) по сравнению результатов содержания радиоактивных веществ в объектах окружающей среды (почва, вода открытых водоемов и питьевая вода, наземная и морская растительность, др.) и в пищевых продуктах.
- Оценка радиологических последствий чрезвычайных ситуаций террористического характера при перевозках ОЯТ.
- Обеспечение радиационной безопасности при обращении с очень низкоактивными РАО на промышленной площадке Центра по кондиционированию и хранению РАО в губе Сайда.
- Проведение радиоэкологического мониторинга на территории промышленной площадки ПВХ в губе Андреева и на прилегающей морской акватории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Shandala NK, Kochetkov OA, Savkin MN, et al. Regulatory supervision of sites for spent fuel and radioactive waste storage in the Russian northwest. *J Radiol Prot.* 2008;28(4):453-65.
2. Шандала НК, Филонова АА, Щелканова ЕС, и др. Радиационно-гигиенический мониторинг в районе размещения пункта временного хранения отработанного ядерного топлива и радиоактивных отходов в губе Андреева. *Медицинская радиология и радиационная безопасность.* 2014;59(2):5-12. [Shandala NK, Filonova AA, Shchelkanova ES, et al. Regulatory supervision of sites for spent fuel and radioactive waste storage in the Russian northwest. *Medical Radiology and Radiation Safety.* 2014;59(2):5-12. (In Russ.)].
3. Chizhov K, Sneve MK, Shinkarev S, et al. Methods of minimizing doses incurred by external exposure while moving in radiation hazardous areas. *J Radiol Prot.* 2017;37:697-714.
4. Уйба ВВ, Сневе МК, Самойлов АС, и др. Регулирование обращения с отработавшим ядерным топливом на пункте временного хранения в губе Андреева на Кольском полуострове. *Медицинская радиология и радиационная безопасность.* 2017;62(4):12-6. [Uiiba VV, Sneve MK, Samoylov AS, et al. Regulation of the Spent Nuclear Fuel Management at the Andreeva Bay Site for Temporary Storage on the Kola Peninsula. *Medical Radiology and Radiation Safety.* 2017;62(4):12-6. (In Russ.)].
5. Chizhov K, Sneve MK, Szöke I, et al. 3D simulation as a tool for improving the safety culture during remediation work at Andreeva Bay. *J Radiol Prot.* 2014; 34:755-73.
6. Bobrov AF, Kiselev SM, Sneve MK, Shcheblanov VYu. Assessment of the safety culture at facilities involved in management of the spent nuclear fuel and radioactive waste. In *Proceedings of 14-th Int. Congress of Int. Rad. Prot. Associat. Radiation Protection Practice: Exchange of Experience and New Challenges.* 9-13 May 2016, Cape Town, South Africa. [CD-rom].
7. Шандала НК, Киселев СМ, Титов АВ, Коренков ИП. Радиационно-гигиенический мониторинг на объектах ядерного и уранового наследия. *Гигиена и санитария* 2017; 96(9):813-8 [Shandala NK, Kiselev SM, Titov AV, Korenkov IP. Radiation health physics monitoring at nuclear and uranium legacy sites. *Hygiene and Sanitization* 2017; 96(9):813-8. (In Russ.)].
8. Chizhov K, Sneve MK, Shandala N, et al. Radiation situation dynamics at the Andreeva Bay site for temporary storage of spent nuclear fuel and radioactive waste over the period 2002-2016. *J Radiol Prot.* 2018;38:480-509.
9. Savkin M, Sneve M, Grachev M, et al. Medical and radiological aspects of emergency preparedness and response at SevRAO facilities. *J Radiol Prot.* 2008;28:499-509.
10. Sneve MK, Shandala N, Kiselev S, et al. Radiation safety during remediation of the SevRAO facilities: 10 years of regulatory experience. *J Radiol Prot.* 2015;35:571-95.
11. Sneve MK, Shandala N, Titov A, et al. Norwegian-Russian cooperation in nuclear legacy regulation continuing experience and lessons. *Radiation Protection Dosimetry.* 2017;173(1-3):73-9.
12. Shandala NK, Semenova MP, Seregin VA, et al. The state of the art in radiation safety regulation at the nuclear legacy site on the Kola Peninsula of the Russian Federation: the point of view of Russian and foreign experts. *Medical Radiology and Radiation Safety.* 2018;63(5):68-72.
13. Grigoryev AV. Strategies and plans for SNF and RW management in the Northwest Russia. Presentation at the 8th information Workshop of the Public Council of the State Atomic Energy Corporation Rosatom, September 25, 2019. (In Russ.)].

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Financing. The study had no sponsorship.

Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.

Поступила: 05.06.2019. **Принята к публикации:** 11.12.2020.

Article received: 05.06.2019. **Accepted for publication:** 11.12.2020.