

Н.К. Шандала<sup>1</sup>, М.К. Сневе<sup>2</sup>, М.П. Семенова<sup>1</sup>, К. Сегень<sup>2</sup>, А.А. Филонова<sup>1</sup>

## 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-

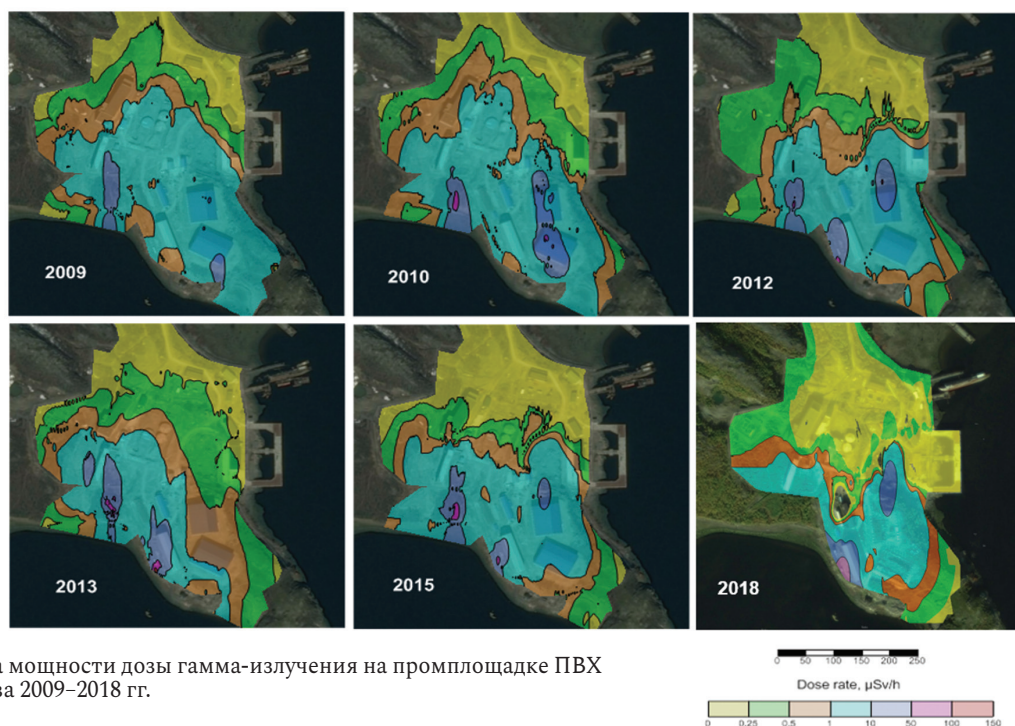


Рис. 2. Динамика мощности дозы гамма-излучения на промплощадке ПВХ в губе Андреева за 2009–2018 гг.

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 отрабатывался 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 сличению 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 8<sup>th</sup> 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.