

## ВОПРОСЫ УСТАНОВЛЕНИЯ НОРМАТИВОВ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

И. И. Крышев<sup>1</sup>, Т. Г. Сазыкина<sup>1</sup>, А. А. Аракелян<sup>2</sup>, М. В. Ведерникова<sup>2</sup>, С. В. Панченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-производственное объединение «Тайфун», Обнинск

<sup>2</sup>Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, Москва

Статья поступила в редакцию 02 апреля 2021 г.

*В России, несмотря на наличие нормативных требований по обеспечению и подтверждению радиационной безопасности окружающей среды (ОС), в том числе при использовании атомной энергии, до сих пор отсутствуют утвержденные Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации критерии безопасного содержания радиоактивных веществ в объектах ОС. В качестве критериев в большинстве случаев продолжают применяться значения допустимых концентраций радионуклидов в ОС, установленные для защиты здоровья человека. Для пунктов хранения накопленных радиоактивных отходов в 2014 г. была разработана методика оценки радиационного ущерба ОС. В качестве критериев сохранения благоприятной ОС и обеспечения радиозоологической безопасности были приняты значения безопасных уровней облучения биоты (БУОБ): 1 мГр/сут для млекопитающих, позвоночных животных и сосны и 10 мГр/сут – для остальных организмов растительного мира и беспозвоночных животных. В ближайшее время должны быть разработаны и утверждены нормативы качества ОС, направленные в том числе на сохранение естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных и других организмов.*

**Ключевые слова:** объекты живой природы, нормативы качества окружающей среды, радиоактивные отходы, радиационная безопасность, пункт глубинного захоронения.

Начиная с середины XX века в России и других странах проводятся исследования по оценке воздействия техногенных источников ионизирующего облучения на объекты живой природы. На протяжении десятилетий общепринятой являлась концепция, согласно которой радиационная защита людей будет достаточной и для других видов организмов [1]. По мере накопления знаний пришло понимание, что имеют место ситуации, когда другие организмы получают,

по сравнению с человеком, более высокие дозы облучения [2], например при радиационных авариях, на участках, загрязненных в результате прошлой деятельности, в местах размещения пунктов хранения радиоактивных отходов (РАО) [3].

В XXI веке Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) и другие авторитетные международные организации,

опираясь на результаты исследований, начали уделять значительное внимание регулированию и научному обоснованию радиационной безопасности объектов окружающей среды (ОС) при различных ситуациях облучения, в том числе и при захоронении РАО. В 2014 г. были выпущены международные основные нормы безопасности МАГАТЭ [4], в которых подчеркивалось, что охрана ОС от радиационного воздействия имеет важное значение в рамках концепции устойчивого развития.

Основными целями охраны ОС на современном этапе являются: предотвращение или уменьшение частоты эффектов, которые могут привести к преждевременной смертности или снижению репродуктивного потенциала у отдельных видов животных и растений, сохранение видов, поддержание биоразнообразия или сообществ живых организмов, а также сохранение надлежащего качества среды обитания [5].

Сегодня научно-методическим вопросам оценки радиоэкологического воздействия на биоту уделяется значительное внимание и в России. За последние годы были опубликованы коллективные монографии и научные статьи по данной тематике [6–10]. Результаты этих работ нашли свое отражение и в ряде рекомендаций Росгидромета Минприроды России (например, [11]) и методике Росэнергоатома [12].

В статье приводятся обобщенные результаты апробации разработанных методик оценки влияния на биоту объектов использования атомной энергии, в том числе пунктов хранения и захоронения РАО. Полученные результаты наглядно демонстрируют возможность применения значений безопасных уровней облучения биоты (далее БУОБ) и данных методик при разработке нормативов качества ОС по уровням радиоактивности объектов, а также обосновании радиационной безопасности.

### Объекты и методы исследования. Требование по оценке безопасности окружающей среды в России

В «Основах государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 г. и дальнейшую перспективу» первоочередное внимание уделяется обеспечению безопасности объектов использования атомной энергии, включая охрану ОС.

Принятые в последние годы поправки в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ, а также утвержденные в

соответствии с ними нормативные документы, например [13], предписывают разработку нормативов качества ОС, в том числе по показателям уровней радиоактивности, в соответствии с которыми должны проводиться работы как по ликвидации объектов ядерного наследия, так и по обоснованию долговременной безопасности пунктов захоронения РАО (ПЗРО). Нормативы качества ОС должны быть установлены, в частности, в целях сохранения естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных и других организмов.

Этот вопрос в России, да и в целом в мировом сообществе, пока открыт. Особенно актуальной тема установления предельных концентраций радионуклидов в отдельных компонентах природной среды в России стала в связи с развертыванием работ по созданию ПЗРО и ликвидации объектов ядерного наследия, проводимых в рамках федеральных целевых программ.

### Методика оценки радиационного воздействия на объекты живой природы

В 2014 г. впервые была разработана и апробирована методика экономической оценки ущерба от радиационного воздействия на биоту для пунктов хранения накопленных РАО [6, 8]. Оценка производится на основе расчета мощности дозы облучения представительных (референтных) объектов живой природы на территории воздействия пункта хранения РАО и сравнения полученных значений с принятыми критериями сохранения благоприятной ОС и обеспечения радиоэкологической безопасности — безопасными уровнями облучения биоты. При этом установлены уровни облучения для млекопитающих, позвоночных животных и сосны  $БУОБ_{ж} = 1$  мГр/сут, а для остальных организмов растительного мира и беспозвоночных животных —  $БУОБ_{р} = 10$  мГр/сут [10, 14]. При превышении значений БУОБ в рассматриваемой методике консервативно предполагается гибель объектов живой природы, т. е. возможный ущерб оценивается как уже состоявшийся.

### Результаты и обсуждение

#### *Использование значений БУОБ для оценки текущей безопасности приповерхностных пунктов хранения накопленных РАО*

Разработанная методика была применена в отношении 72 пунктов хранения накопленных РАО, размещенных на территории предприятий Госкорпорации «Росатом» (в табл. 1 представлены примеры полученных результатов [8]).

Таблица 1. Мощности дозы облучения референтных видов биоты и оценка ущерба

Пункт хранения РАО	Мощности дозы облучения, мГр/сут			Наиболее значимые радионуклиды	Ущерб от вреда окружающей среде, млн руб.
	растения	животные			
		беспозвоночные	позвоночные		
<b>ФГУП «ПО «Маяк»</b>					
Водоем «В-9»	0,02–52	0,01–76	0,01–340	$^{90}\text{Sr}$ , $^{137}\text{Cs}$ , изотопы Pu	39–65
Водоем «В-17»	4–6	3–5	10–110	$^{90}\text{Sr}$ , $^{137}\text{Cs}$ , изотопы Pu	55
Водоёмы ТКВ	0,02	0,010–0,015	0,03–0,37	$^{90}\text{Sr}$ , $^{137}\text{Cs}$ , изотопы Pu	0
<b>АО «ЧМЗ»</b>					
Хвостохранилища	0,3–0,9	0,8–2,2	0,7–0,9	$^{226}\text{Ra}$ , $^{231}\text{Pa}$ , $^{238}\text{U}$	0
<b>ПАО «ППГХО»</b>					
Хвостохранилища	0,001–0,009	0,003–0,02	0,0006–0,007	$^{226}\text{Ra}$ , $^{230}\text{Th}$ , $^{238}\text{U}$	0

Как показал анализ собранных данных, для большинства объектов и для всех пунктов хранения твердых РАО мощности дозы облучения организмов биоты на прилегающей территории не превышают БУОБ, следовательно, величина ущерба, оцениваемая в соответствии с изложенной в [8] методикой, может быть принята нулевой.

*Использование значений БУОБ для оценки долговременной безопасности приповерхностного пункта хранения РАО*

Современные программные комплексы позволяют проводить прогнозные оценки распространения радионуклидов в ОС и получать прогнозные значения дозовых нагрузок на биоту как от атмосферных выбросов, так и от миграции радионуклидов в литосфере с подземными водами.

В качестве примера приведем результаты оценки миграции радионуклидов для референтного специализированного железобетонного приповерхностного пункта хранения накопленных РАО, в котором размещено около 8 тыс. м<sup>3</sup> твердых РАО, содержащих, в частности, радионуклиды ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ). Оценки концентраций основных радионуклидов в точке разгрузки подземных вод в близлежащую от объекта реку при сценарии нормальной эволюции объекта продемонстрировали не превышение значений уровня воздействия (УВ) в течение всего периода потенциальной опасности РАО (рис. 1а, б). С помощью разрабатываемого в ИБРАЭ РАН расчетного модуля «Экорад-экспресс», в основе которого лежат алгоритмы модели МКРЗ по оценке доз на референтные виды биоты [9], получены значения дозовых нагрузок для различных видов биоты в течение всего периода потенциальной опасности РАО. На рис. 1в показана расчетная дозовая нагрузка для обитателей водных объектов.

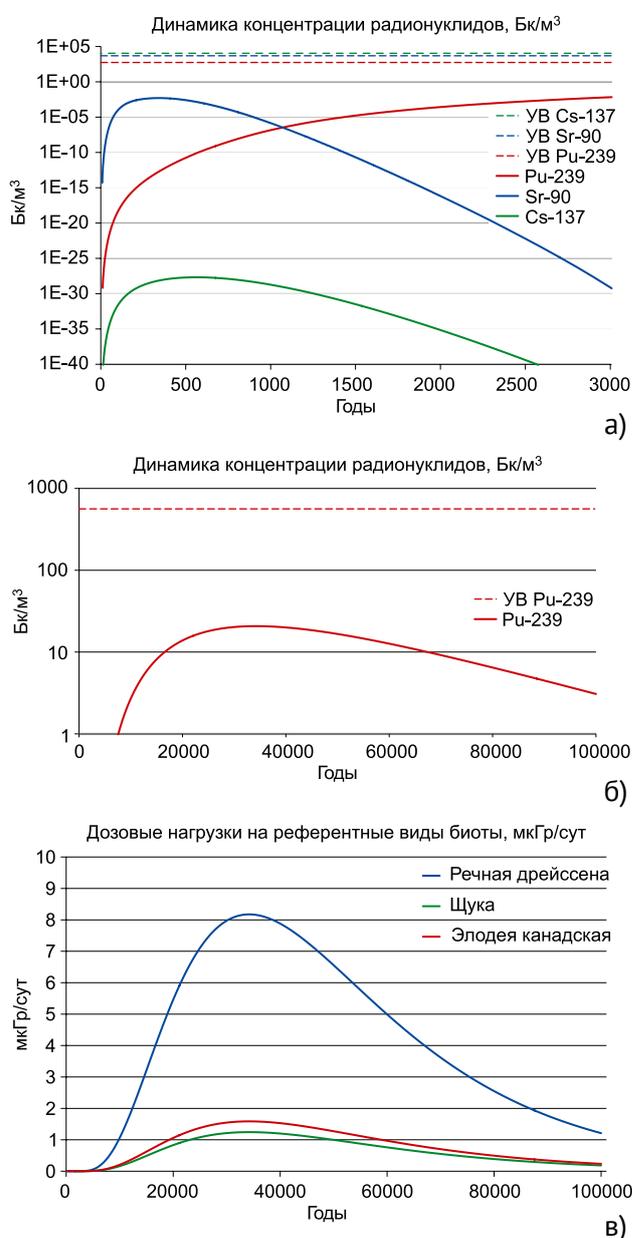


Рис. 1. Результаты оценки: динамики концентрации радионуклидов в воде за первые 3000 лет (а) и за 10000 лет (б), а также динамики поглощенной дозы для референтных видов биоты (в)

Как показывают полученные результаты, определяющий вклад в формируемые дозы на референтные виды водной биоты вносит  $^{239}\text{Pu}$ , однако превышение БОУБ не наблюдается ни для одного вида. При этом значения концентрации данного радионуклида в воде в течение всего периода потенциальной опасности РАО значительно ниже УВ.

### *Использование значений БОУБ для оценки долговременной безопасности пункта глубинного захоронения РАО*

Для периода эксплуатации пунктов глубинного захоронения РАО (ПГЗРО), в которых размещаются облученный графит и высокоактивные РАО, также были выполнены оценки воздействия на объекты наземной биоты. Результаты, представленные в [7], показывают, что преобладающим источником радиационного воздействия в воздушных выбросах является  $^{14}\text{C}$ . Максимальный выброс  $^{14}\text{C}$  оценивается в 6 ТБк/год, или 0,075 % от его общего запаса в ПГЗРО [15]. Полученные для этих значений оценки мощности дозы облучения представительных объектов биоты приведены в табл. 2.

**Таблица 2. Ожидаемые дозовые нагрузки на наземную биоту при операционной фазе эксплуатации ПГЗРО**

Организм	Мощность дозы, мкГр/сут	БУОБ, мкГр/сут
Дерево (сосна)	0,03	1 000
Трава	0,01	10 000
Млекопитающие (мышь)	0,02	1 000
Птица	0,02	1 000
Лягушка	0,02	1 000

Дополнительные дозы облучения объектов биоты от выбросов радиоактивных веществ в операционный период эксплуатации ПГЗРО оказались близкими по значению для различных представительных объектов биоты, в среднем примерно в 2 раза более низкими по сравнению с природным радиационным фоном от  $^{14}\text{C}$  и пренебрежимо малыми по сравнению с общим радиационным фоном и тем более со значениями БОУБ.

### Выводы

Разработанная в 2014 г. методика оценки радиационного ущерба ОС от пунктов хранения накопленных РАО стала для России первым и успешным шагом в реализации проекта по

созданию такого инструментария. Дальнейшее его развитие на основе современных программных комплексов позволяет надеяться, что удастся получить удовлетворительные количественные оценки по миграции радионуклидов из ПЗРО (ПГЗРО) в биосферу и уровням радиационного воздействия на различные виды биоты.

К настоящему времени Росгидрометом Минприроды России утверждены рекомендации по порядку расчета контрольных уровней содержания радионуклидов в компонентах природной среды, в основе которых лежат значения БОУБ. Имеется положительный опыт применения этих рекомендаций при подготовке методики Росэнергоатома [12].

Полученные и обобщенные результаты апробации разработанных методик и рекомендаций, основанных на международном опыте оценки влияния объектов использования атомной энергии на биоту, демонстрируют возможность применения значений БОУБ при разработке нормативов качества ОС по уровням радиоактивности, а также выполнении обоснований радиационной безопасности, в том числе долговременной.

### Литература

1. Большов Л. А., Линге И. И., Арутюнян Р. В., Панченко С. В., Уткин С. С., Ведерникова М. В. От ВУРСа и Чернобыля — к системному обеспечению радиационной безопасности человека и биоты // Вопросы радиационной безопасности. 2018. № 2 (90). С. 47–65.
2. Крышев И. И., Рязанцев Е. П. Экологическая безопасность ядерно-энергетического комплекса России. М: ИздАТ, 2010. 496 с.
3. Fesenko S. V. et al. Comparative radiation impact on biota and man in the area affected by the accident at the Chernobyl nuclear power plant // Journal of Environmental Radioactivity. 2005. Т. 80. № 1. Р. 1–25.
4. IAEA Safety Standards for protecting people and the environment. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements, no. GSR Part 3. Vienna, 2014. 471 p.
5. ICRP Publication 91. A framework for assessing the impact of ionizing radiation on non-human species. Annals of the ICRP, 2002. 79 p.
6. Крышев И. И., Курындина Л. А., Линге И. И. Оценка ущерба окружающей среде при использовании атомной энергии // Атомная энергия. 2014. Т. 117. № 3. С. 159–164.
7. Сазыкина Т. Г., Крышев И. И. Оценка радиологического воздействия в операционной фазе

- подземного захоронения РАО // Радиация и риск. 2014. Т. 23. № 3. С. 115–126.
8. Особые радиоактивные отходы / Под ред. И. И. Линге. М.: ООО «САМ полиграфист», 2015 г. 240 с.
9. Аракелян А. А., Ведерникова М. В., Панченко С. В., Савкин М. Н. К вопросу оценки радиационного воздействия на биоту при обосновании безопасности особых радиоактивных отходов // Зарождение радиоэкологии, ее развитие и роль в обеспечении радиационной безопасности природной среды и человека : Тезисы докладов научной конференции. г. Озёрск, ФГУП ПО «Маяк», 2017. С. 44–45.
10. Крышев И. И., Крышев А. И., Панченко С. В., Ведерникова М. В. Критерии реабилитации загрязнённых радионуклидами территорий размещения объектов использования атомной энергии // Радиация и риск. 2018. Т. 27. № 1. С. 33–42. DOI: 10.21870/0131-3878-2018-27-1-33-4.
11. Рекомендации Р 52.18.820-2015. Оценка радиационно-экологического воздействия на объекты природной среды по данным мониторинга радиационной обстановки. Утверждены Росгидрометом Минприроды России 17.04.2015. Обнинск, НПО «Тайфун», 2015. 60 с.
12. Методика МТ 1.2.1.15.1176-2016. Разработка и установление нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ атомных станций в атмосферный воздух. М. : АО «Концерн Росэнергоатом», 2016. 76 с.
13. Постановление Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 149 «О разработке, установлении и пересмотре нормативов качества окружающей среды для химических и физических показателей состояния окружающей среды, а также об утверждении нормативных документов в области охраны окружающей среды, устанавливающих технологические показатели наилучших доступных технологий».
14. ICRP Publication 108. Environmental protection: the concept and use of reference animals and plants. Annals of the ICRP, 2009. 251 p.
15. Geological disposal: generic operational environmental safety assessment. Nuclear Decommissioning Authority, NDA report NDA/RWMD/029, 2010. 74 p.

## Информация об авторах

*Крышев Иван Иванович*, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник, Научно-производственное объединение «Тайфун» (249038, Обнинск, ул. Победы, д. 4), e-mail: ecomod@obninsk.com.

*Сазыкина Татьяна Григорьевна*, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, Научно-производственное объединение «Тайфун» (249038, Обнинск, ул. Победы, д. 4), e-mail: ecomod@obninsk.com.

*Аракелян Арам Айкович*, младший научный сотрудник, Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (115191, Москва, Большая Тульская ул., д. 52), e-mail: arakelyan@ibrae.ac.ru.

*Ведерникова Марина Владимировна*, кандидат технических наук, научный сотрудник, Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (115191, Москва, Большая Тульская ул., д. 52), e-mail: vmv@ibrae.ac.ru.

*Панченко Сергей Владимирович*, заведующий лабораторией, Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (115191, Москва, Большая Тульская ул., д. 52), e-mail: panch@ibrae.ac.ru.

## Библиографическое описание статьи

*Крышев И. И., Сазыкина Т. Г., Аракелян А. А., Ведерникова М. В., Панченко С. В.* Вопросы установления нормативов радиационной безопасности объектов живой природы, в том числе при обращении с радиоактивными отходами // Радиационные отходы. 2021. № 2 (15). С. 99–105. DOI: 10.25283/2587-9707-2021-2-99-105.

## ISSUES OF ESTABLISHING STANDARDS FOR RADIATION SAFETY OF WILDLIFE INCLUDING THE RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT

Kryshch I. I.<sup>1</sup>, Sazykina T. G.<sup>1</sup>, Arakelyan A. A.<sup>2</sup>, Vedernikova M. V.<sup>2</sup>, Panchenko S. V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research and Production Association “Typhoon”, Obninsk, Russia

<sup>2</sup>Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Article received on April 02, 2021

Although some regulatory requirements are available in Russia to ensure and demonstrate the radiation safety of the environment including those covering the atomic energy sector, still no criteria establishing the safe levels of radionuclide concentrations in the environment have been approved by the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation. Threshold concentrations in the environment established to protect human health have been largely used as such criteria. The experience gained shows that in some cases due to the radioactive contamination of the environment, certain biological species received higher radiation doses compared to humans. In 2014, a methodology was developed to assess the radiation damage caused to the environment at RW storage facilities taking into account relevant international recommendations. Safe level of non-human biota exposure of 1 mGy/d was established for mammals, vertebrates and pine trees as a criteria providing favorable environment and radioecological safety, whereas relevant value for the rest of flora organisms and invertebrates was taken equal to 10 mGy/d. In 2016, Roshydromet approved the recommendations on a procedure developed to calculate the reference levels of radionuclide concentrations in the environmental components taking into account relevant testing methods. The experience gained from the testing of environmentally safe levels proposed in these papers can be used to develop and adopt environmental quality standards. In the near future, environmental quality standards should be developed and approved to implement the provisions of the Federal Law No. 7 and relevant decrees of the Government of the Russian Federation which will be aimed at preserving the wildlife and the gene pool of plants, animals and other living organisms.

**Keywords:** wildlife, environmental quality standards, radioactive waste, radiation safety, deep geological repository.

### References

1. Bolshov L. A., Linge I. I., Arutyunyan R. V., Panchenko S. V., Utkin S. S., Vedernikova M. V. Ot VURSa i Chernobylya — k sistemnomu obespecheniyu radiatsionnoy bezopasnosti cheloveka i bioty [From EURT and Chernobyl — arranging for a comprehensive radiation safety of humans and biota]. *Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti — Radiation Safety Issues*, 2018, no. 2 (90), pp. 47–65.
2. Kryshch I. I., Ryazantsev E. P. *Ekologicheskaya bezopasnost' yaderno-energeticheskogo kompleksa Rossii* [Environmental Safety of the Russian Nuclear Power Complex]. Moscow, Izdat Publ., 2010. 496 p.
3. Fesenko S. V. et al. Comparative radiation impact on biota and man in the area affected by the accident at the Chernobyl nuclear power plant. *Journal of Environmental Radioactivity*, 2005, vol. 80, no. 1, pp. 1–25.
4. IAEA Safety Standards for protecting people and the environment. *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards*. General Safety Requirements. Part 3. No. GSR Part 3. Vienna, 2014. 471 p.
5. ICRP Publication 91. *A framework for assessing the impact of ionizing radiation on non-human species*. Annals of the ICRP, 2002. 79 p.
6. Kryshch I. I., Kuryndina L. A., Linge I. I. Otsenka ushcherba okruzhayushchey srede pri ispol'zovanii atomnoy energii [Assessment of environmental damage caused by atomic energy uses]. *Atomnaya energiya — Atomic Energy*, 2014, vol. 117, no. 3, pp. 159–164.
7. Sazykina T. G., Kryshch I. I. Otsenka radioekologicheskogo vozdeystviya v operatsionnoy faze podzemnogo zakhroneniya RAO [Assessment of the radioecological impact at the operational stage of underground RW disposal facilities]. *Radiatsiya i risk — Radiation and Risk*, 2014, vol. 23, no. 3, pp. 115–126.
8. *Osobyie radioaktivnyye otkhody* [Non-retrievable Radioactive Waste]. Edt. by I. I. Linge. Moscow, SAM polygraphist Publ., 2015. 240 p.
9. Arakelyan A. A., Vedernikova M. V., Panchenko S. V., Savkin M. N. K voprosu otsenki radiatsionnogo vozdeystviya na biotu pri obosnovanii

bezopasnosti osobykh radioaktivnykh otkhodov [Evaluation of radiation impacts on the biota during the safety assessment of non-retrievable radioactive waste]. *Zarozhdeniye radioekologii, yeyo razvitiye i rol' v obespechenii radiatsionnoy bezopasnosti prirodnoy sredy i cheloveka* [The origin of radioecology, its development and role in radiation safety of the natural environment and humans]. Proceedings of a scientific conference, Ozersk, FSUE PA Mayak, 2017. P. 44–45.

10. Kryshev I. I., Kryshev A. I., Panchenko S. V., Vedernikova M. V. Kriterii reabilitatsii zagryaznennykh radionuklidami territoriy razmeshcheniya ob'yektov ispol'zovaniya atomnoy energii [Remediation criteria for nuclear sites contaminated with radionuclides]. *Radiatsiya i risk — Radiation and Risk*, 2018, vol. 27, no. 1, pp. 33–42. DOI: 10.21870/0131-3878-2018-27-1-33-4.

11. Recommendations R 52.18.820-2015. *Otsenka radiatsionno-ekologicheskogo vozdeystviya na ob'yekty prirodnoy sredy po dannym monitoringa radiatsionnoy obstanovki* [Assessment of radiation and environmental impact on environmental objects based on radiation monitoring data]. Approved by Roshydromet of the Russian Ministry of Natural Resources on April 17, 2015. Obninsk, NPO Typhoon Publ., 2015. 60 p.

12. Methodology MT 1.2.1.15.1176-2016. *Razrabotka i ustanovleniye normativov predel'no dopustimyykh*

*vybrosov radioaktivnykh veshchestv atomnykh stantsiy v atmosferynyy vozdukh* [Development and establishment of standards for maximum permissible releases of radioactive substances from nuclear power plants into the atmospheric air]. Moscow, Rosenergoatom Concern JSC Publ., 2016. 76 p.

13. Decree of the Government of the Russian Federation of February 13, 2019 No. 149 “O razrabotke, ustanovlenii i peresmotre normativov kachestva okruzhayushchey sredy dlya khimicheskikh i fizicheskikh pokazateley sostoyaniya okruzhayushchey sredy, a takzhe ob utverzhdenii normativnykh dokumentov v oblasti okhrany okruzhayushchey sredy, ustanavlivayushchikh tekhnologicheskkiye pokazateli nailuchshikh dostupnykh tekhnologiy” [On the Development, Establishment and Revision of Environmental Quality Standards for Chemical and Physical Environmental Indicators, as well as on the Approval of Regulatory documents in the field of Environmental Protection Setting up Process Indicators of the Best Available Technologies].

14. CRP Publication 108. *Environmental protection: the concept and use of reference animals and plants*. Annals of the ICRP, 2009. 251 p.

15. *Geological disposal: generic operational environmental safety assessment*. Nuclear Decommissioning Authority, NDA report NDA/RWMD/029, 2010. 74 p.

---

## Information about the authors

*Kryshev Ivan Ivanovich*, Doctor of Sciences, professor, chief researcher, Research and Production Association “Typhoon” (4, Pobeda St., Obninsk, 249038, Russia), e-mail: ecomod@obninsk.com.

*Sazykina Tatyana Grigorevna*, Doctor of Sciences, chief researcher, Research and Production Association “Typhoon” (4, Pobeda St., Obninsk, 249038, Russia), e-mail: ecomod@obninsk.com.

*Arakelyan Aram Ajkovich*, Junior researcher, Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences (52, Bolshaya Tulsкая St., Moscow, 115191, Russia), e-mail: arakelyan@ibrae.ac.ru.

*Vedernikova Marina Vladimirovna*, PhD, researcher, Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences (52, Bolshaya Tulsкая St., Moscow, 115191, Russia), e-mail: vmv@ibrae.ac.ru.

*Panchenko Sergej Vladimirovich*, head of laboratory, Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences (52, Bolshaya Tulsкая St., Moscow, 115191, Russia), e-mail: panch@ibrae.ac.ru.

## Bibliographic description

Kryshev I. I., Sazykina T. G., Arakelyan A. A., Vedernikova M. V., Panchenko S. V. Issues of Establishing Standards for Radiation Safety of Wildlife Including the Radioactive Waste Management. *Radioactive Waste*, 2021, no. 2 (15), pp. 99–105. DOI: 10.25283/2587-9707-2021-2-99-105. (In Russian).