

Ликвидация ядерного и радиационного наследия России: научное обеспечение радиационно-гигиенического нормирования

И.К. Романович

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Для обеспечения радиационной безопасности населения при ликвидации ядерного и радиационного наследия страны в рамках ФЦП «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года» разработаны проекты санитарных правил «Гигиенические требования к реабилитации объектов и территорий, загрязненных техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерных отраслей промышленности» и три методических указания по обследованию реабилитированных участков территорий, зданий и сооружений и оценке доз населения, проживающего в зоне влияния объектов ядерного наследия. Основу санитарных правил составили направления дальнейшего использования реабилитированных участков территорий, зданий и сооружений и радиационно-гигиенические критерии их безопасности. Принято, что если реабилитируются площадки объектов использования атомной энергии (радиационных объектов), то к ним применяются дозовые критерии для населения с учетом квоты (0,3 мЗв/год). Если реабилитируются радиоактивно загрязненные участки территории, на которых уже проживает население, применяются требования Федерального закона от 15 мая 1991 г. № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС». Первоначально указанные проекты документов разрабатывались с учетом запланированных к утверждению в 2019 г. новых НРБ-2019, гармонизированных с международными рекомендациями и стандартами. В свете принятия решения о продлении действия НРБ-99/2009 на 5 лет, проекты нормативно-методических документов по ликвидации ядерного наследия адаптированы к понятийному аппарату, используемому в НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010.

Ключевые слова: объекты использования атомной энергии, радиационные объекты, ядерное наследие, радиационное наследие, реабилитация, дозы облучения, техногенные радионуклиды, природные радионуклиды.

Введение

Проблемы ликвидации ядерного наследия коснулись всех стран с развитой атомной энергетикой, обладающих ядерным оружием, подводным и надводным атомным флотом [1–6].

В Российской Федерации ликвидации ядерного наследия частично была посвящена федеральная целевая программа «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008–2015 годы» (ФЦП ЯРБ), а ФЦП «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года» (ФЦП ЯРБ-2) практически полностью посвящена данной проблеме [7, 8].

В рамках реализации ФЦП ЯРБ-2 предусмотрена разработка и обоснование радиационно-гигиенических требований к реабилитации объектов и территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате прошлой деятельности», в виде одних санитарных правил и трех методических указаний.

В предыдущих публикациях нами представлены предложения по выбору радиационно-гигиенических критериев безопасности дезактивированных участков территории, зданий и сооружений; обоснования методологических и методических подходов к обследованию реабилитированных участков территорий; оценке доз облучения населения, проживающего в зоне влияния объектов ядерного и радиационного наследия [8–13]. Радиационно-гигиенические критерии безопасности дезактивированных участков территории, зданий и сооружений одобрены Российской научной комиссией по радиологической защите (РНКРЗ), на заседаниях которой данный вопрос обсуждался дважды [14, 15].

Следует отметить, что указанные нормативно-методические документы разрабатывались параллельно с проектом новых НРБ-2019, гармонизированных с международными рекомендациями. В этой связи в проекте санитарных правил «Гигиенические требования к реоби-

Романович Иван Константинович

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева.

Адрес для переписки: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: I.Romanovich@niirg.ru

литации объектов и территорий, загрязненных техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерных отраслей промышленности» были использованы международные подходы к нормированию и новые термины и определения, которые ранее не применялись в отечественных санитарных правилах.

Однако в связи с принятием решения о продлении на 5 лет действующих НРБ-99/2009 нами проведена работа по адаптации проектов нормативно-методических документов по обеспечению радиационной безопасности при ликвидации ядерного и радиационного наследия к требованиям действующих НРБ и ОСПОРБ.

Обоснование радиационно-гигиенических критериев безопасности дезактивированных участков территории, зданий и сооружений

Основу проекта санитарных правил «Гигиенические требования к реабилитации объектов и территорий, загрязненных техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерных отраслей промышленности» составляют радиационно-гигиенические критерии безопасности дезактивированных участков территории, зданий и сооружений. Нами уже указывалось, что данные критерии дважды рассматривались на РНКРЗ и после доработки были одобрены комиссией на заседании от 23 октября 2018 г. [14, 15].

Научной основой для разработки радиационно-гигиенических критериев безопасности дезактивированных участков территории, зданий и сооружений являются 103 Публикация МКРЗ [16], Международные основные нормы безопасности МАГАТЭ [17], Руководства МАГАТЭ № RS-G-1.7 и № WS-G-5.1 [18, 19], а также отечественные нормативно-методические документы в области обеспечения радиационной безопасности.

Принципиальным моментом при разработке радиационно-гигиенических критериев безопасности является вопрос, к какой ситуации отнести облучение населения, которое планируется к проживанию на реабилитированных участках территории после вывода из эксплуатации объекта использования атомной энергии (ОИАЭ), а к какой – облучение населения, которое уже проживает на радиоактивно загрязненной территории в зоне влияния ОИАЭ или после радиационной аварии.

В соответствии с международными рекомендациями [16–19] реабилитация площадок ОИАЭ – это завершающий этап процесса снятия с эксплуатации и одновременно завершающий этап практической деятельности объекта использования атомной энергии. На площадках ОИАЭ, планируемых к реабилитации, население не проживает. Проживание планируется только после проведения дезактивационных работ. Следовательно, облучение населения, которое будет проживать на реабилитированных площадках ОИАЭ, освобожденных от регулирующего контроля, относится к ситуации планируемого облучения, и на данную ситуацию распространяются дозовые пределы для населения. В соответствии с НРБ-99/2009 [20] данная ситуация облучения относится к облучению населения техногенными источниками излучения при нормальной эксплуатации радиационного объекта и на которую распространяются дозовые пределы для населения.

Вторым важным моментом в установлении радиационно-гигиенических критериев безопасности для реабилитированных площадок ОИАЭ является планируемый вид и направления их использования. Нами в предыдущих публикациях [11, 12] подробно изложены сценарии планируемого использования реабилитированных площадок ОИАЭ и их обоснование. К ним относятся:

- неограниченное по радиационному фактору использование реабилитированных площадок, предусматривающее постоянное проживание на загрязненной территории и неограниченное сельскохозяйственное использование земли, включающее производство и потребление продукции растениеводства и животноводства;
- ограниченное по радиационному фактору использование реабилитированных площадок, предусматривающее ограничение на сельскохозяйственное использование земли, или использование только в производственных целях, или ограничение по времени пребывания.

С учётом дозовой квоты для реабилитированных площадок ОИАЭ предложены следующие критерии:

- эффективная доза ниже 300 мкЗв/год для члена критической группы при неограниченном использовании;
- эффективная доза ниже 300 мкЗв/год для члена критической группы при ограниченном использовании с учётом введённых ограничений и, если в будущем ограничения действовать перестанут, эффективная доза ниже 1 мЗв/год.

Однако имеются ситуации, когда население уже проживает на радиоактивно загрязненной территории на тот момент, когда требуется принять решение о снижении доз облучения, о реабилитации загрязненной территории, т.е. население уже облучается. К примеру: населённые пункты вблизи площадок ОИАЭ, в том числе отвалов уранового производства; населённые пункты на территориях, загрязнённых после аварий на ОИАЭ (после аварии на Чернобыльской АЭС, радиационных аварий на Южном Урале, после санкционированных сбросов жидких радиоактивных отходов с ПО «Маяк» в реку Теча; площадки, остаточное радиоактивное загрязнение которых обусловлено прошлой деятельностью, которая не подлежала регулирующему контролю (площадки, хвостохранилища и отвалы добычи и переработки полезных ископаемых)). Такая ситуация облучения в международных документах называется ситуацией существующего облучения, и к этой ситуации применимы понятия меры вмешательства по ограничению облучения населения, в том числе и дезактивация территории. Для предотвращения необоснованного облучения населения в ситуации существующего облучения устанавливаются референтные уровни в виде годовой эффективной дозы для репрезентативного лица (критической группы населения) в диапазоне 1–20 мЗв. При превышении референтных уровней предпринимаются все разумные меры защиты населения (вмешательства) на основе принципа оптимизации.

В действующих на данный момент Нормах радиационной безопасности (НРБ-99/2009) понятия «Ситуация существующего облучения» и «Референтные уровни» не используются. Облучение населения, проживающего на радиоактивно загрязненной территории в нашей стране регулируется Федеральным законом от 15 мая 1991 г. № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на

Чернобыльской АЭС». Статьей 6 указанного закона установлено: «Является допустимым и не требующим каких-либо вмешательств дополнительное превышение (над уровнем естественного и техногенного радиационного фона для данной местности) облучения населения от радиоактивных выпадений в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, образующее в 1991 году и в последующие годы среднегодовую эффективную дозу, не превышающую 1 мЗв».

Направления использования и показатели радиационной безопасности участков территории, зданий и сооружений, дезактивированных после загрязнения природными радионуклидами, за исключением площадок предприятий ядерного топливного цикла, должны соответствовать требованиям, установленным в НРБ-99/2009 [20], ОСПОРБ-99/2010 [21] и СанПиН 2.6.1.2800-10 [22].

В соответствии с НРБ-99/2009 [20] для населения допустимое значение эффективной дозы, обусловленной суммарным воздействием природных источников излучения, не устанавливается. Снижение облучения населения достигается путем установления системы ограничений на облучение населения от отдельных природных источников излучения. Следовательно, площадки, загрязненные природными радионуклидами и планируемые для неограниченного использования, в том числе для строительства новых и/или использования существующих зданий и сооружений любого назначения, после завершения дезактивации должны соответствовать требованиям, предъявляемым НРБ-99/2009 [20], ОСПОРБ-99/2010 [21] и СанПиН 2.6.1.2800-10 [22] к эксплуатируемым жилым и общественным зданиям.

Эти же требования должны предъявляться при реабилитации населенных пунктов, загрязненных природными радионуклидами в результате деятельности предприятий неядерных отраслей промышленности.

Площадки, загрязненные природными радионуклидами и планируемые для использования в производственных целях, в том числе для строительства новых и использования существующих зданий и сооружений производственного назначения, а также дорожного строительства в пределах населенных пунктов и зон перспективной застройки, после проведения дезактивации должны соответствовать требованиям, предъявляемым к зданиям и сооружениям производственного назначения.

К требованиям, установленным для неограниченного и ограниченного использования площадок, реабилитированных после загрязнения природными радионуклидами, нами установлен дополнительный критерий – это содержание природных радионуклидов в воде открытых водоемов и наблюдательных скважин на реабилитированной площадке. Концентрация радионуклидов в указанных источниках воды не должна превышать 10 уровней вмешательства (УВ) для отдельных радионуклидов в питьевой воде, приведенных в приложении 2а НРБ-99/2009.

Оценка соответствия реабилитированных участков территории, зданий и сооружений радиационно-гигиеническим критериям

Для оценки соответствия реабилитированных участков территории, зданий и сооружений радиационно-гигиеническим критериям, предусмотренным в проекте санитарных правил, разработаны проекты трех методических указаний:

- организация и проведение радиационного обследования объектов и территорий, загрязненных техногенными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной отрасли, после окончания их реабилитации;

- организация и проведение радиационного обследования объектов и территорий, загрязненных природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий неядерных отраслей промышленности;

- оценка доз облучения населения за счет объектов и территорий, загрязненных техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерных отраслей промышленности.

Методические указания подготовлены с учетом международных рекомендаций, предшествующего опыта выполнения реабилитационных работ на радиационных объектах, включая опыт организации и проведения радиационного обследования объектов до реабилитации, в процессе их выполнения и заключительного радиационного обследования. При разработке проекта методических указаний учтены особенности выводимых из эксплуатации радиационных объектов и данные научных публикаций, указывающие на высокий риск невыявления скрытого остаточного радиоактивного загрязнения. На основе анализа перечня радионуклидов, присутствующих в радиоактивном загрязнении на различных радиационных объектах, предложен оптимальный перечень радионуклидов для обязательного радиационного контроля при обследовании реабилитированных радиационных объектов.

Радиационно-гигиенические критерии безопасности реабилитированных участков территории, зданий и сооружений установлены в виде дозы облучения. Для оценки доз облучения населения, проживающего в зоне влияния радиационного объекта или на радиоактивно загрязненных участках территории, или при планируемом проживании на реабилитированных участках территории, нами предложены два метода. Первый, или классический метод, для оценки доз облучения различных групп населения изложен в целом ряде методических документов (проживающих в зоне наблюдения радиационных объектов – МР 2.6.1.0063-12, МУ 2.6.1.2153-06; на радиоактивно загрязненных территориях – МУ 2.6.1.2003-05, МР 2.6.1.0007-10; облучающихся в повышенных дозах природными радионуклидами – МУ 2.6.1.2397-08, МУ 2.6.1.1088-02). Для оценки доз необходимо получить фактические данные по всем возможным путям и факторам радиационной обстановки на обследуемом участке. Данный метод оценки доз представлен в разработанном нами проекте методических указаний. Однако данный метод имеет некоторые ограничения в применении. Так, на реабилитированной территории, сразу после окончания реабилитационных работ, зачастую будут отсутствовать многие объекты внешней среды, необходимые для исследования и дальнейшей оценки доз. С этой целью нами предложен второй метод оценки соответствия реабилитированных территорий установленным критериям. Нами на основе моделей оценены уровни остаточного радиоактивного загрязнения грунтов отдельными радионуклидами для различных сценариев планируемого использования реабилитированных участков территории, зданий

и сооружений, при которых доза облучения не превысит установленный критерий в 0,3 мЗв/год [11]. В этом случае проведение заключительного радиационно-гигиенического обследования реабилитированных участков территории, зданий и сооружений будет сводиться к определению остаточной удельной активности радионуклидов в исследуемых средах. Если содержание радионуклидов во всех отобранных пробах ниже установленных для определенного сценария использования реабилитированного объекта, то такой участок территории, здание или сооружение соответствуют установленным требованиям.

Заключение

Для обеспечения работ по ликвидации ядерного и радиационного наследия страны в рамках ФЦП «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года» разработаны проекты санитарных правил «Гигиенические требования к реабилитации объектов и территорий, загрязненных техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерных отраслей промышленности» и три методических указания по обследованию реабилитированных участков территорий, зданий и сооружений и оценке доз населения, проживающего в зоне влияния объектов ядерного наследия.

Данные проекты документов разрабатывались с учетом запланированных к утверждению в 2019 г. гармонизированных с международными рекомендациями и стандартами НРБ-2019. В свете принятия решения о продлении действия НРБ-99/2009 на 5 лет проекты нормативно-методических документов по ликвидации ядерного наследия адаптированы к понятийному аппарату, используемому в НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010.

Литература

1. Ликвидация ядерного наследия: 2008-2015 годы / Под общей редакцией А.А. Абрамова, О.В. Крюкова, Линге И.И. – Москва, 2015. – 182 с.
2. Цебаковская, Н.С. Лучшие зарубежные практики вывода из эксплуатации ядерных установок и реабилитации загрязненных территорий / Н.С. Цебаковская, С.С. Уткин, А.Ю. Иванов, В.К. Сахаров, К.Е. Полунин; под общ. ред. И.И. Линге и А.А. Абрамова. – М., 2017. – Том 1. – 336 с.
3. Цебаковская, Н.С. Лучшие зарубежные практики вывода из эксплуатации ядерных установок и реабилитации загрязненных территорий / Н.С. Цебаковская, С.С. Уткин, А.Ю. Иванов, В.К. Сахаров, К.Е. Полунин; под общ. ред. И.И. Линге и А.А. Абрамова. – М., 2017. – Том 2. – 188 с.
4. Абрамов, А.А. Ликвидация ядерного наследия в континентальной части России как условие радиационного благополучия Арктики / А.А. Абрамов, О.В. Крюков, А.Ю. Иванов, И.И. Линге // Арктика: экология и экономика. – 2017. – № 4 (28). – С. 49-58.
5. Большов, Л.А. Практика и задачи научного обеспечения работ по ядерному наследию / Л.А. Большов, И.И. Линге, А.А. Саркисов, С.С. Уткин // Атомная энергия. – 2016. – Т. 120, № 4. – С. 201-207.
6. Абрамов, А.А. Проблемы ядерного наследия и пути их решения / А.А. Абрамов, А.Н. Дорофеев, Е.А. Комаров, И.И. Линге [и др.]; под общ. ред. Л.А. Большова, Н.П. Лаверова, И.И. Линге. – М., 2015. – Том 3: Вывод из эксплуатации. – 316 с.
7. Крюков, О.В. Реализация мероприятий ФЦП ЯРБ по ликвидации наследия / О.В. Крюков, А.А. Абрамов, А.А. Тихонова, А.Н. Дорофеев, К.В. Иванов, Е.А. Комаров [и др.] // Ликвидация ядерного наследия: 2008-2015 годы. – М., 2015. – С. 50-132.
8. Романович, И.К. Критерии реабилитации объектов и территорий, загрязненных радионуклидами в результате прошлой деятельности: Часть 1. Выбор показателей для обоснования критериев реабилитации / И.К. Романович, И.П. Стамат, Н.И. Санжарова [и др.] // Радиационная гигиена. – 2016. – Т. 9, № 4. – С. 6-15. DOI: 10.21514/1998-426X-2016-9-4-6-15.
9. Романович, И.К. Научное обоснование подходов к организации и проведению радиационного обследования реабилитированных радиационных объектов // Радиационная гигиена. – 2017. – Т.10, № 3. – С. 90-102. DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-3-90-102.
10. Романович, И.К. Научное обоснование методических подходов к организации и проведению заключительного радиационного обследования участков территории, реабилитированных после загрязнения природными радионуклидами / И.К. Романович, Т.А. Кормановская, Н.А. Королева, Э.П. Лисаченко, К.А. Сапрыкин // Радиационная гигиена. – 2018. – Т.11, № 3. – С. 7-21.
11. Голиков, В.Ю. Обоснование радиологических критериев использования территорий с остаточным радиоактивным загрязнением на основе дозового подхода / В.Ю. Голиков, И.К. Романович // Радиационная гигиена. – 2017. – Т.10, № 4. – С. 6-22. DOI: DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-6-22.
12. Романович, И.К. Ликвидация ядерного наследия: радиационно-гигиенические критерии безопасности дезактивированных участков территории, зданий и сооружений // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 4 (301). – С. 21-26.
13. Романович, И.К. Обоснование методологических и методических подходов к оценке доз облучения населения, проживающего в зоне влияния объектов ядерного и радиационного наследия / И.К. Романович, Т.А. Кормановская, Н.А. Королева, К.А. Сапрыкин // Радиационная гигиена. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 34-43.
14. Заключение Российской научной комиссии по радиологической защите по докладу И.К. Романовича «Ликвидация ядерного наследия: направления использования и критерии радиационной безопасности реабилитированных участков территории, зданий и сооружений» / Радиация и риск. – 2018. – Том 27, № 3. – С. 5-8.
15. Заключение Российской научной комиссии по радиологической защите по результатам открытого заседания 23 октября 2018 г. / Радиация и риск. – 2018. – Том 27, № 4. – С. 5-7.
16. Публикация 103 Международной Комиссии по Радиационной защите / пер. с англ., под ред. М.Ф. Киселева и Н.К. Шандалы. – М.: Изд. ООО ПКФ «Алана», 2009. – 312 с.
17. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности GSR Part 3. МАГАТЭ, Вена, 2015. – 518 с.
18. Серия Норм МАГАТЭ по безопасности «Применение концепций исключения, изъятия и освобождения от контроля». Руководство № RS-G-1.7. Вена, 2006. – 31 с.
19. Серия Норм МАГАТЭ по безопасности «Освобождение площадок от регулирующего контроля после завершения практической деятельности». Руководство № WS-G-5.1. Вена, 2008. – 42 с.
20. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.6.1.2523-09): утв. и введены в действие от 07.08.2009 г. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
21. Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010): (утв. Постановлением Главного государственного сани-

тарного врача Российской Федерации от 26 апреля 2010 г. № 40): зарегистрированы 11 августа 2010 г. Регистрационный № 18115. – М.: Минюст России, 2010. – 82 с.

22. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.6.1.2800-10. «Гигиенические требования по ограничению облучения

населения за счет природных источников ионизирующего излучения»: утв. и введены в действие от с 24.12.2010 г. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 40 с.

Поступила: 15.08.2019 г.

Романович Иван Константинович – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. **Адрес для переписки:** 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8. Тел.: 8(812)233-53-63; E-mail: I.Romanovich@niirg.ru

Для цитирования: Романович И.К. Ликвидация ядерного и радиационного наследия России: научное обеспечение радиационно-гигиенического нормирования // Радиационная гигиена. – 2019. – Т. 12, № 3. – С. 114-119. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-3-114-119

Termination of the nuclear and radiation legacy of Russia: scientific basis for the radiation-hygienic regulation

Ivan K. Romanovich

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

For the provision of the radiation safety of the public during the termination of the nuclear and radiation legacy within the boundaries of the Federal Targeted Program “Provision of the nuclear and radiation safety for 2016-2020 and up to 2030”, the following documents were developed: draft of the sanitary rules “Hygienic requirements for the remediation of the facilities and territories contaminated by man-made and natural radionuclides due to the past activities of the facilities of nuclear and non-nuclear branches of industry” and three methodical guidelines on the survey of the remediated territories, buildings and structures and assessment of the doses of the public residing in the zone of influence of the nuclear legacy facilities. The sanitary rules were based on the directions of the future use of the remediated territories, buildings and structures as well as on the radiation-hygienic safety criteria. It was assumed that dose criteria for the public considering the quota (0.3 mSv/year) is applied for remediated sites of the nuclear facilities (radiation facilities). The remediation of the radioactively contaminated areas with the residing public is based on the requirements of the Federal Law № 1244-1, 15.05.1991 “On the social protection of the citizens exposed due to the Chernobyl NPP accident”. Originally the drafts of documents were developed considering the approval in 2019 of the new Norms of the Radiation Safety – 2019, harmonized with the international recommendations and standards. Due to prolongation of the existing Norms of the Radiation Safety 99/2009 for the extra five years, the drafts of the regulations are adapted to the existing NRB 99/2009 and OSPORB 99/2010.

Key words: nuclear facilities, radiation facilities, nuclear legacy, radiation legacy, remediation, doses, man-made radionuclides, natural radionuclides.

References

1. Termination of the nuclear legacy: 2008-2015. Ed. By A.A. Abramov, O.V. Kryukov, I.I. Linge. Moscow, 2015, 182 p. (In Russian)
2. Tsebakovskaya N.S., Utkin S.S., Ivanov A.Yu., Sakharov V.K., Polunin K.E. Best foreign practices of decommissioning of the nuclear sites and remediation of the contaminated territories. Ed. By I.I. Linge and A.A. Abramov. Moscow, 2017, Vol. 1, 336 p. (In Russian)
3. Tsebakovskaya N.S., Utkin S.S., Ivanov A.Yu., Sakharov V.K., Polunin K.E. Best foreign practices of decommissioning of the nuclear sites and remediation of the contaminated territories. Ed. By I.I. Linge and A.A. Abramov. Moscow, 2017, Vol. 2, 188 p. (In Russian)

Ivan K. Romanovich

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev

Address for correspondence: Mira str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: I.Romanovich@niirg.ru

4. Abramov A.A., Kryukov O.V., Ivanov A.Yu., Linge I.I. Termination of the nuclear legacy in the continental part of Russia as a condition of the radiation well-being of Arctic. *Arktika: ekologiya i ekonomika = Arctic: ecology and economy*, 2017, No. 4(28), pp. 49-58 (In Russian)
5. Bolshov L.A., Linge I.I., Sarkisov A.A., Utkin S.S. Practice and objectives of the scientific provision of the nuclear legacy actions. *Atomnaya energiya = Atomic energy*, 2016, Vol. 120, No. 4, pp. 201-207 (In Russian)
6. Abramov A.A., Dorofeev A.N., Komarov E.A., Linge I.I. [et. al.] Problems of the nuclear legacy and their solutions. Ed. By L.A. Bolshov, N.P. Laverov, I.I. Linge. Vol. 3: Decommissioning, Moscow, 2015, 316 p. (In Russian)
7. Kryukov O.V., Abramov A.A., Tikhonova A.A., Dorofeev A.N., Ivanov K.V., Komarov E.A. [et. al.] Implementation of the FCP YaRB actions on the termination of the legacy. Termination of the nuclear legacy: 2008-2015, Moscow, 2015, pp. 50-132 (In Russian)
8. Romanovich I.K., Stamat I.P., Sanzharova N.I., Panov A.V. Criteria for rehabilitation of facilities and territories contaminated with radionuclides as a result of past activities: Part 1. The choice of indicators for justification of the criteria for rehabilitation. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2016;9(4):6-15. (In Russian) <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2016-9-4-6-15>
9. Romanovich I.K. Scientific substantiation of approaches to organization and conducting radiation surveys at the rehabilitated radiation sites. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2017;10(3):90-102. (In Russian) <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2017-10-3-90-102>
10. Romanovich I.K., Kormanovskaya T.A., Koroleva N.A., Lisachenko E.P., Saprykin K.A. Scientific justification of the methodical approaches to the establishment and conduction of the conclusive radiation survey of the areas remediated after contamination with natural radionuclides. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2018;11(3):7-21. (In Russian) <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2018-11-3-7-21>
11. Golikov V.Yu., Romanovich I.K. Justification for the radiological criteria for the use of areas with residual radioactive contamination based on the dose approach. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2017;10(4):6-22. (In Russian) <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2017-10-4-6-22>
12. Romanovich I.K. Liquidation of the nuclear legacy: radiation hygienic safety criteria for the decontaminated sites of territories, buildings and constructions. *Zdorovie naseleniya i sreda obitaniya = Public health and habitat*, 2018, No. 4 (301), pp. 21-26 (In Russian)
13. Romanovich I.K., Kormanovskaya T.A., Koroleva N.A., Saprykin K.A. Justification of the methodical approaches to the assessment of the doses of the public residing in the zone of influence of the facilities of the nuclear and radiation legacy. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2019;12(2):34-43. (In Russian) <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2019-12-2-34-43>
14. Conclusion of the Russian scientific commission on radiological protection on the report of I.K. Romanovich «Termination of the nuclear legacy: directions of use and criteria of the radiation safety of the remediated territories, buildings and constructions». *Radiatsiya i risk = Radiation and risk*, 2018, Vol. 27, No. 3, pp. 5-8 (In Russian)
15. Conclusion of the Russian scientific commission on radiological protection on the results of the open meeting 23.10.2018. *Radiatsiya i risk = Radiation and risk*, 2018, Vol. 27, No. 4, pp. 5-7 (In Russian)
16. ICRP Publication 103. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: translation from English. Edited by M.F. Kiselev, N.K. Shandala. Moscow, «Alana», 2009, 312 p. (In Russian)
17. International Atomic Energy Agency. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. GSR Part 3. Vienna: IAEA, 2015, 518 p. (In Russian)
18. IAEA Safety standards series. Application of the concepts of Exclusion, Exemption and Clearance. RS-G-1.7 Vienna, 2006, 31 p. (In Russian)
19. IAEA Safety standards series. Release of Sited from regulatory control on termination of practices WS-G-5.1. Vienna, 2008, 42 p. (In Russian)
20. Sanitary Norms and Regulations SanPiN 2.6.1.2523-09 «Norms of Radiation Safety (NRB-99/2009)» approved by the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of 07.07.2009 No. 47 (registered by the Ministry of Justice of Russia dated 14.08.2009 registration No. 14534). Moscow, 2009, 100 p.
21. SP 2.6.1.2612-10 «Basic sanitary rules of the provision of the radiation safety (OSPORB 99/2010)». Moscow, 2010, 82 p.
22. Sanitary Rules and Norms SanPiN 2.6.1.2800-10 «Hygienic requirements on the limitation of the exposure of the public from natural sources of ionizing exposure». Approved 24.10.2010. Moscow, Federal center of hygiene and epidemiology of Rospotrebnadzor, 2010, 40 p.

Received: August 15, 2019

For correspondence: Ivan K. Romanovich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Director of Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being (Mira str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: I.Romanovich@niirg.ru)

For citation: Romanovich I.K. Termination of the nuclear and radiation legacy of Russia: scientific basis for the radiation-hygienic regulation. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*, 2019, Vol.12, No 3, pp. 114–119 (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-3-114-119