DOI: 10.21870/0131-3878-2017-26-2-107-121

Анализ национальной системы нормативного и правового обеспечения радиационной безопасности населения и охраны окружающей среды вблизи объектов и территорий, загрязнённых техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности

Панов А.В., Санжарова Н.И., Переволоцкий А.Н., Переволоцкая Т.В., Наумов В.С.

ФГБНУ ВНИИ радиологии и агроэкологии, Обнинск

Проведён анализ существующей национальной нормативно-правовой базы по вопросам обеспечения радиационной безопасности населения и охраны окружающей среды вблизи объектов и территорий, загрязнённых естественными и техногенными радионуклидами в результате прошлой деятельности. Определены основные проблемы гармонизации международной и национальной нормативно-правовых баз. Выявлено, что национальная система радиационной защиты до настоящего времени не перешла в полной мере на рекомендуемые международными организациями типы ситуаций контролируемого облучения, не введены граничные дозы и референтные уровни для всех ситуаций облучения, отсутствуют официальные критерии реабилитации территорий, загрязнённых радиоактивными веществами в результате прошлой деятельности предприятий. Выделены особенности проведения оценок радиационного риска для человека. Показано, что в отечественных документах учитывается целый ряд факторов формирования риска, а также возможна индивидуальная оценка радиационного риска. Сопоставление национальных и международных документов свидетельствует об отсутствии достаточной законодательной и нормативной базы в области радиационной защиты биоты. Представлены предложения по совершенствованию национальной системы нормативного регулирования по обеспечению радиационной безопасности населения и охраны окружающей среды вблизи объектов и территорий, загрязнённых техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности.

Ключевые слова: радиоактивное загрязнение, объекты, территории, радиационная безопасность, население, окружающая среда, природные и техногенные радионуклиды, нормативно-правовое регулирование, законодательство, нормирование.

Введение

Одной из важнейших составляющих обеспечения национальной безопасности Российской Федерации при использовании атомной энергии в мирных и оборонных целях является обеспечение ядерной и радиационной безопасности [1]. Успешное решение этой актуальной проблемы зависит от создания надлежащей нормативно-правовой базы, гармонизированной с подходами, рекомендованными международными организациями, в первую очередь, Международной комиссией по радиологической защите (МКРЗ) и Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ), а также учитывающей опыт развитых стран по обеспечению ядерной и радиационной безопасности при ликвидации и утилизации ядерно и радиационно опасных объектов, отработавшего ядерного топлива, радиоактивных отходов и реабилитации радиоактивно загрязнённых территорий.

В настоящее время нормативно-правовое регулирование радиационной безопасности населения и окружающей среды в Российской Федерации осуществляется на основе многоуровневой системы нормативных и правовых актов, которая включает в себя:

Панов А.В.* – зам. директора, д.б.н., проф.; **Санжарова Н.И.** – директор, д.б.н., проф., чл.-корр. РАН; **Переволоцкий А.Н.** – вед. научн. сотр., д.б.н.; **Переволоцкая Т.В.** – ст. научн. сотр., к.б.н.; **Наумов В.С.** – ст. научн. сотр., к.х.н. ФГБНУ ВНИИРАЭ.

*Контакты: 249032, Калужская обл., Обнинск, Киевское шоссе, 109-й км. Тел. (484) 399-69-59; e-mail: riar@mail.ru.

- общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры Российской Федерации, которые, согласно Конституции Российской Федерации, являются составной частью её правовой системы (ч. 4 ст. 15 Конституции Российской Федерации) [2];
- федеральные законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, включая акты федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих государственное регулирование безопасности и государственное управление использованием атомной энергии, а также нормативные правовые акты Госкорпорации «Росатом»;
- нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации и муниципальных образований по предметам их ведения.

В Российской Федерации основы государственной политики в области ядерной и радиационной безопасности обеспечиваются в результате реализации Федеральных целевых программ «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» (ЯРБ-1) и «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016-2020 годы и на период до 2030 года» (ЯРБ-2) [3, 4]. Одной из ключевых в области ядерной и радиационной безопасности в ЯРБ-1 была выделена проблема реабилитации объектов и территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерной отраслей промышленности. В результате подведения итогов реализации программы ЯРБ-1 было отмечено, что до настоящего времени в полной мере не реализованы некоторые требования международных актов в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности, ратифицированных Российской Федерацией. Поэтому среди проблем, требующих изучения и оценки, немаловажное значение имеют вопросы разработки законодательной и нормативно-методической базы, направленной на решение задач в указанной области деятельности. Анализ действующего в настоящее время нормативно-правового регулирования в области ядерной и радиационной безопасности населения и охраны окружающей среды вблизи объектов и территорий, загрязнённых техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности, позволяет сделать вывод о необходимости его совершенствования.

Целью настоящей работы является анализ национальной системы правового и нормативного обеспечения радиационной безопасности населения и охраны окружающей среды вблизи объектов и территорий, загрязнённых техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерной отраслей промышленности и разработка предложений по ее совершенствованию.

Анализ национальной нормативно-правовой базы по вопросам обеспечения радиационной безопасности населения и охраны окружающей среды

В Российской Федерации для регулирования вопросов в области радиационной безопасности разработана и внедрена в практику нормативно-правовая база, основополагающими документами которой являются: законодательные [5-9], нормативные [10-14] и методические [15-21] документы. Следует отметить, что разработан ряд нормативных документов, направленных на решение вопросов по обеспечению радиационной безопасности населения, проживающего на территориях или вблизи территорий, загрязнённых в результате радиационных аварий и испытаний ядерного оружия [5, 7, 9, 17-19].

Многолетний опыт промышленного освоения ядерной энергии, деятельность ряда отраслей промышленности и военно-промышленного комплекса привели к формированию и накоп-

лению на площадках предприятий и в окружающей среде значительного количества природных и техногенных радионуклидов, определяющих радиоактивное загрязнение объектов и территорий. Это приводит к формированию дополнительных дозовых нагрузок у населения, проживающего в регионе расположения радиоактивно загрязнённых объектов и территорий, персонала, работающего на таких предприятиях, и биоты на загрязнённых территориях. Решение данной проблемы не представляется возможным без проведения комплексной оценки современного состояния объектов и территорий, а также определения приоритетных направлений их реабилитации [22]. Также очевидно, что в современных условиях научное обоснование подходов к обеспечению радиационной безопасности населения должно базироваться на информации о реальных уровнях и структуре доз облучения за счёт техногенных и природных источников излучения. В связи с этим, особую актуальность приобретает разработка нормативных документов, направленных на обеспечение радиационной безопасности населения и охраны окружающей среды вблизи объектов и территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерной отраслей промышленности. Основой для выработки и решения поставленной задачи должны стать критерии, обеспечивающие радиационную защиту населения и окружающей среды, а также производные контролируемых параметров, которые позволят реализовать такую защиту на практике.

В системе государственного регулирования радиационной безопасности Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) [11] и Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010) [10] представляются базовыми нормативными документами Российской Федерации, которые устанавливают основные дозовые пределы, допустимые уровни воздействия ионизирующего излучения и другие требования по ограничению облучения населения в соответствии с Федеральным законом № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» [6]. Нормативными документами установлены допустимые пределы доз облучения населения в результате использования техногенных источников ионизирующего излучения при нормальных условиях эксплуатации: средняя годовая эффективная доза равна 0,001 Зв или эффективная доза за период жизни (70 лет) – 0,07 Зв. В отдельные годы допустимы большие значения эффективной дозы при условии, что средняя годовая эффективная доза, исчисленная за пять последовательных лет, не превысит 0,001 Зв. Указанные значения пределов доз облучения являются исходными при установлении допустимых уровней облучения организма человека и отдельных его органов [6, 10, 11]. Для природных источников ионизирующего излучения вводятся приемлемый (<5 мЗв/год), повышенный (5-10 мЗв/год) и высокий (>10 мЗв/год) уровни облучения, при этом в последнем случае предусматривается проведение защитных мероприятий [10].

Дозовые нагрузки на человека при облучении техногенными источниками излучения оцениваются по следующим среднегодовым производным показателям:

- мощность дозы гамма-излучения, обусловленная загрязнением техногенными радионуклидами объектов и территорий;
- поверхностная плотность загрязнения почвы техногенными радионуклидами объектов и территорий;
- среднегодовая объёмная активность отдельных радионуклидов в воздухе или их поступление в организм с вдыхаемым воздухом;
- удельная активность отдельных радионуклидов в пищевых продуктах или их поступление в организм с пищей;
- удельная активность отдельных техногенных радионуклидов в питьевой воде.

Гигиенические нормативы для ограничения облучения человека при воздействии природных источников ионизирующего излучения несколько отличаются от техногенного облучения и включают следующие показатели:

- эффективная удельная активность природных радионуклидов в объектах среды обитания (в строительных конструкциях зданий и сооружений, а также в почвах, грунтах и породах на открытой территории);
- мощность дозы гамма-излучения в помещениях зданий и сооружений и на открытой местности;
- плотность потока радона с поверхности почв и грунтов и мощность дозы гамма-излучения (для территорий, на которых планируется возведение новых объектов капитального строительства);
- среднегодовое значение эквивалентной равновесной объёмной активности (ЭРОА) изотопов радона в воздухе помещений.

Необходимо отметить, что для вариантов облучения человека от техногенных и природных источников ионизирующего излучения численные значения производных параметров при нормировании дозовых нагрузок для персонала и населения могут отличаться.

В случае радиационных аварий допускается облучение, превышающее установленные основные гигиенические нормативы (допустимые пределы доз), в течение определённого промежутка времени и в пределах, определённых санитарными нормами и правилами [11]. В соответствии с ОСПОРБ-99/2010 радиационная безопасность населения на территориях, где вследствие прошлой хозяйственной деятельности или радиационных аварий имеется остаточное радиоактивное загрязнение или источники потенциального облучения, обеспечивается мерами защиты на основе принципа оптимизации, направленными на локализацию источника, ограничение доступа и/или информирование населения о факторах радиационной опасности [10]. Действующими Нормами радиационной безопасности для защиты населения при обнаружении локальных радиоактивных загрязнений («последствий прежней деятельности») рекомендованы двухуровневые критерии вмешательства [11, Приложение 5]:

- уровень исследования – 0,01 до 0,3 мЗв/год. Это такой уровень радиационного воздействия источника на население, при достижении которого требуется выполнить исследование источника с целью уточнения оценки величины годовой эффективной дозы и определения величины дозы, ожидаемой за 70 лет;
- уровень вмешательства – более 0,3 мЗв/год. Это такой уровень радиационного воздействия, при превышении которого требуется проведение защитных мероприятий с целью ограничения облучения населения. Масштабы и характер мероприятий определяются с учётом интенсивности радиационного воздействия на население по величине ожидаемой коллективной эффективной дозы за 70 лет.

Практически все нормативные документы для принятия управленческих решений по обеспечению радиационной безопасности населения базируются на оценках доз облучения [10-21]. При этом основным дозовым пределом сверхфонового техногенного облучения устанавливается 1 мЗв/год. Данный дозовый предел регламентирует дозовую нагрузку на население, проживающее на территориях, загрязнённых вследствие аварии на ЧАЭС, на производственном объединении «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча [5, 7]. Согласно санитарно-гигиеническим требованиям по обеспечению радиационной безопасности населения,

проживающего в районах ядерных взрывов в мирных целях или вблизи них, устанавливается доза критической группы населения не более 0,3 мЗв/год, а в случае превышения дозы облучения проводятся мероприятия по локализации источника облучения [13].

Основные дозовые пределы являются критерием принятия решения о необходимости проведения защитных мероприятий. Однако они не в полной мере отражают эффекты радиационного воздействия на облучаемую популяцию, для чего применяется понятие «радиационный риск». В соответствии с общепринятой в мире линейной беспороговой теорией зависимости риска стохастических эффектов от дозы величина риска пропорциональна дозе излучения и связана с дозой через линейные коэффициенты радиационного риска злокачественных новообразований, принятые $5,5 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$ для всего населения и $4,1 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$ для взрослых, а наследственных эффектов – $0,2 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$ и $0,1 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$ соответственно. Усреднённая величина риска, используемая для установки пределов доз населения, равна $5 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$ [11]. В НРБ-99/2009 устанавливаются пределы доз облучения в течение года в условиях нормальной эксплуатации источников ионизирующего излучения, исходя из величин индивидуального пожизненного риска $5 \cdot 10^{-5}$ для населения при уровне пренебрежимо малого риска 10^{-6} [11]. Уровень допустимого риска соответствует величине регламентированного дозового предела 1 мЗв/год. Существующие методические документы в области оценки радиационного риска устанавливают порядок выполнения прогнозной и ретроспективной оценки рисков проживания различных возрастных групп на радиоактивно загрязнённой территории после аварии на ЧАЭС [15], проведение статистических оценок рисков населения на основе данных радиационного мониторинга в зоне расположения радиационно опасных объектов [16].

Действующими Нормами радиационной безопасности установлены граничные значения обобщённого риска для обоснования радиационной защиты населения от источников потенциального облучения [11]. К числу таких источников могут относиться объекты и территории, загрязнённые техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерной отраслей промышленности. Анализ данных о состоянии загрязнённых объектов и территорий, в том числе включённых в Федеральную целевую программу (ФЦП) «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» [3], показал, что в результате деятельности предприятий ядерной и неядерных отраслей промышленности, радиационных аварий и инцидентов на территории ряда субъектов Российской Федерации образовались объекты и обширные территории, загрязнённые техногенными и природными радионуклидами, которые могут существенно отличаться по особенностям радиоактивного загрязнения (пространственное распределение, изотопный состав), конструкционным особенностям объекта, особенностям нахождения радионуклидов (в составе водных растворов, захоронённое, на поверхности почвы и т.д.). В силу этого необходимо, основываясь на типе производства и потенциальной опасности для населения и окружающей среды, проведение классификации (категорирования) объектов и территорий с учётом комплекса факторов: уровни и характер загрязнения; сценарии загрязнения; возможные направления использования после реабилитации и т.п.

Анализ национальных законодательных документов позволяет констатировать, что к настоящему времени в Российской Федерации разработана и внедрена в практику соответствующая нормативно-правовая база, основанная на достижениях отечественной и мировой науки [5-21]. Однако, в сфере радиационной безопасности населения и окружающей среды вблизи

объектов и территорий, загрязнённых техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерной отраслей промышленности, остаётся ряд нерешённых методологических проблем, которые определяют необходимость усовершенствования нормативной базы и разработки серии документов, определяющих критерии отнесения территорий к участкам «последствий прежней деятельности», критерии принятия решения по проведению их обследования, порядок рекогносцировочных и детальных обследований участков и критерии определения правового статуса территории по результатам обследования.

Основные проблемы гармонизации международных и национальных подходов к нормативным документам в области радиационной безопасности населения и окружающей среды

В области радиационной безопасности существует ряд авторитетных международных организаций, определяющих стратегию регулирования и научного обоснования в области радиационной безопасности, такие как Научный комитет ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН), МКРЗ, МАГАТЭ и др. [23-26]. Практически во всех странах мира, в том числе и в России, рекомендации МКРЗ являются основой при разработке нормативно-правовой базы в области радиационной защиты. В целом, национальная нормативная база соответствует современному международному уровню, однако имеются некоторые отличия по детализации, научным подходам, положенным в её основу.

Согласно Публикации 103 МКРЗ Комиссия по радиологической защите рассматривает ситуации облучения как ситуации планируемого, аварийного и существующего облучений и рекомендует диапазоны граничных доз и референтных уровней [24]:

- до 1 мЗв/год – это диапазон доз в условиях планируемого облучения населения;
- свыше 1 мЗв/год, но не более 20 мЗв/год – относятся к ситуациям, когда отдельные лица или общество получают прямую выгоду от ситуации облучения и имеется учёт индивидуальных доз облучения, их мониторинг или оценка;
- свыше 20 мЗв/год, но не более 100 мЗв/год – диапазон доз, применяемых в экстремальных ситуациях.

Перед применением вышеуказанных диапазонов доз рекомендуется охарактеризовать ситуацию облучения в отношении его происхождения, приносимой им пользы индивидуумам и обществу, другие социальные критерии, а также практическую достижимость снижения или предотвращения облучения. Рекомендациями радиоактивное загрязнение территорий в результате прошлой деятельности отнесено к ситуации существующего облучения с введением референтных уровней доз, выше которых следует планировать и оптимизировать защитные мероприятия [24]. В Публикации 111 МКРЗ, исходя из опыта прошлой деятельности, Комиссией в качестве начального уровня предлагается ввести значение годовой эффективной дозы 1 мЗв. Комплекс проводимых защитных мероприятий должен обеспечивать последовательное снижение численности населения на радиоактивно загрязнённой территории, у которой будет превышена доза 1 мЗв/год [27].

К настоящему времени отечественная нормативно-правовая база в области радиационной безопасности не перешла к определению видов ситуации облучения согласно международным Рекомендациям [24] и выделяет аварийную, нормальную эксплуатации, локальное радиоактивное загрязнение («последствия прежней деятельности») [11]. Дополнительное облучение жителей на территориях прошлой деятельности подпадает под ситуацию «существующего об-

лучения» [24], но не имеет правовой трактовки в существующих НРБ-99/2009 [11]. В данном аспекте представляется целесообразным использование референтных уровней для обеспечения радиационной безопасности населения, рекомендованных в Публикации 103 МКРЗ [24], а также определение критериев неограниченного и ограниченного использования территории с учётом множественных путей облучения [28].

Величины линейных коэффициентов радиационного риска, принятые в НРБ-99/2009 [11], полностью соответствуют рекомендованным в Публикации 103 МКРЗ [24]. При сопоставлении методологических подходов к оценке радиационного риска международными [24, 29] и национальными [11, 16] нормативными документами последние учитывают индивидуальные особенности облучения, возрастно-зависимый фактор, различные пути радиационного воздействия, выделяют группы потенциального риска, что существенно расширяет возможности оценок радиационных воздействий (табл. 1). В числе принципов радиационной защиты основными нормами безопасности (ОНБ) определяется облучение физических лиц ионизирующим излучением, которое соответствует приемлемым рискам, а также защита нынешнего и будущего поколений от неоправданных радиационных рисков [23]. При этом важно отметить, что радиационное воздействие в контексте данного документа не соотносится с величиной радиационного риска, хотя, вероятно, это вполне оправданно, поскольку документ носит достаточно общий характер.

Таблица 1

Сопоставление методологических подходов в области радиационной безопасности населения

Оцениваемый показатель	Международные	Национальные
Основной дозовый предел дополнительного облучения населения	1 мЗв/год [24, 29]	1 мЗв/год [11]
Контролируемые ситуации облучения	Аварийного, существующего, планируемого [24]	Аварийного, нормального, локальных радиоактивных загрязнений («последствий прежней деятельности») [11]
Диапазоны доз (соответственно контролируемым ситуациям облучения)	Диапазон референтных уровней и граничных доз [24]	Основные пределы доз, уровни вмешательства [11]
Совпадение шкал радиационных рисков	Да [24]	Да [11]
Учёт индивидуальных показателей при облучении при оценке радиационных рисков	Нет [24] Да [29]	Нет [11]
Учёт возрастно-зависимого фактора при оценке радиационных рисков	Нет [24] Да [29]	Нет [11] Да [14]
Учёт межпопуляционного переноса в коэффициентах номинального риска	Нет [24]	Нет [11]
Учёт радиационного воздействия на облучаемую популяцию по всем путям облучения, определение основного пути радиационного воздействия при оценке радиационных рисков	Нет [24]	Нет [11] Да [15]
Целесообразность проведения оценки радиационных рисков*	Нет [24]	Нет [11]
Критерии радиоактивного загрязнения, при котором проводится оценка радиационного риска*	Нет [24]	Нет [11]
Выделение группы потенциального риска	Нет [24]	Нет [11]
Учёт статистических показателей при оценке неравномерности облучения популяции	Нет [24]	Нет [11] Да [16]

* В контексте данных вопросов не рассматривается персонал, работающие и население на территории радиоактивного загрязнения, а также в зонах действия и наблюдения радиационно опасных объектов.

В Публикации 103 МКРЗ отмечена потребность в разработке рекомендаций по воздействию радиации на окружающую среду, т.к. отсутствует единая позиция по отношению к уровням содержания радиоактивных веществ в окружающей среде [24]. Рекомендованы пределы допустимого облучения живых организмов, ориентированные, в основном, на наиболее радиочувствительные организмы. Анализ рекомендованных пределов позволяет констатировать, что минимальные допустимые уровни хронического облучения биоты превышают допустимое дозовое воздействие на человека (1 мЗв/год) в 40-400 раз [30-32]. Несмотря на то, что требования регламентирования радиационного качества окружающей среды содержатся в положениях Федерального закона «Об охране окружающей среды» к настоящему моменту в российском законодательстве отсутствует чётко сформулированная законодательная и нормативная база в области радиационной защиты биоты. В то же время, ряд шагов в направлении развития методической базы в области радиационной защиты биоты уже сделаны в рекомендациях Росгидромета Минприроды России Р 52.18.820-2015, Р 52.18.852-2016, Р 52.18.853-2016 [33-35] и других работах, например, [36].

Следует отметить, что до настоящего времени в области радиационной безопасности актуальной остаётся задача сближения требований федеральных норм и правил с рекомендациями международных организаций, производными контролируемых параметров, включая совершенствование и разработку документов о защите населения и охраны окружающей среды вблизи объектов и территорий прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерной отраслей промышленности [37]. В первую очередь, необходимо создание единого подхода, который должен базироваться на общем для всех алгоритме принятия решений (включая систему критериев), в основу которого положен приоритет радиационной безопасности населения и окружающей среды, а также эффективность и экономическая оправданность проводимых реабилитационных мероприятий.

Предложения по совершенствованию национальной нормативной базы по вопросам обеспечения радиационной безопасности населения и охраны окружающей среды вблизи объектов и территорий, загрязнённых техногенными и природными радионуклидами

В общую структуру нормативно-правовой документации в области радиационной защиты населения и охраны окружающей среды вблизи объектов и территорий, загрязнённых естественными и техногенными радионуклидами в результате прошлой деятельности, предлагается разработать и включить ряд новых методических указаний (МУ).

- Порядок проведения инвентаризации объектов и территорий, загрязнённых естественными и техногенными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерной промышленности (идентификация объекта или территории, определение основных характеристик объекта или территории, внесение сведений инвентаризации в реестр аналогичных объектов и территорий, составление акта инвентаризации).

- Методика проведения обследования и классификации объектов и территорий, загрязнённых естественными и техногенными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерной промышленности (порядок проведения обследования объектов и территорий с учётом типа производства и класса опасности: определение мест отбора образцов компонентов природной среды, измерение дозовых характеристик, интенсивности потока частиц излучений, определение статистических характеристик радиационных показате-

лей, критериев классификации объектов и территорий, критериев выделения зон с различными радиационными характеристиками).

- Оценка радиационного воздействия объектов и территорий, загрязнённых естественными и техногенными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерной промышленности на население и прилегающую территорию (порядок определения радиационных характеристик объектов и территорий, порядок определения доз внешнего и внутреннего облучения населения с оценкой радиационного риска).

- Критерии реабилитации объектов и территорий, загрязнённых радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий, с учётом планируемого направления их использования после реабилитации.

- Требования к Проектному предложению по реабилитации объектов и территорий, загрязнённых радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий, с учётом планируемого направления их использования после реабилитации (анализ ситуации, стратегия реабилитации, управление проектом, техническое задание на проект реабилитации).

- Методика оценки эффективности реабилитационных мероприятий объектов и территорий, загрязнённых естественными и техногенными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерной промышленности (критерии и методы оценки эффективности мероприятий по реабилитации объектов и территорий, загрязнённых естественными и техногенными радионуклидами, система защитных мероприятий для населения).

- Требования по радиационной безопасности к реабилитированным объектам и территориям, загрязнённым естественными и техногенными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерной промышленности (порядок использования объектов и территорий после реабилитации).

Разработка и введение в действие предлагаемых нормативных документов направлено на обеспечение безопасности населения и охраны окружающей среды вблизи объектов и территорий, загрязнённых техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерной промышленности, как на национальном, так и на региональном и локальном уровнях.

Литература

1. Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года (утв. приказом Президентом РФ 1 марта 2012 г. № Пр-539).
2. Конституция Российской Федерации (с учётом поправок, внесённых Законами Российской Федерации о поправках к Конституции Российской Федерации от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ). М.: Юрид. лит., 2014. 64 с.
3. О федеральной целевой программе «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года»: Постановление Правительства Российской Федерации от 13 июля 2007 г. № 444.
4. О федеральной целевой программе «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016-2020 годы и на период до 2030 года»: Постановление Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2015 г. № 1248.
5. О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС: Федеральный закон от 15 мая 1991 г. № 1244-1 (с изм. от 29 декабря 2015 г.).
6. О радиационной безопасности населения: Федеральный закон от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ (с изм. от 19 июля 2011 г.).
7. О внесении изменений в Федеральный закон «О социальной защите граждан Российской Федерации, подвергшихся воздействию радиации вследствие аварии в 1957 году на производственном объединении «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча»: Федеральный закон от 28 декабря 2010 г. № 414-ФЗ.
8. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ (с изм. от 15 февраля 2016 г.).
9. О социальных гарантиях гражданам, подвергшимся радиационному воздействию вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне: Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 2-ФЗ (с изм. от 14 декабря 2015 г.).
10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010): СП 2.6.1.2612-10 (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 26 апреля 2010 г. № 40).
11. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): СанПин 2.6.1.2523-09 (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 7 июля 2009 г. № 47).
12. Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счёт источников ионизирующего излучения: СанПиН 2.6.1.2800-10 (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 24 декабря 2010 г. № 171).
13. Обеспечение радиационной безопасности населения, проживающего в районах проведения (1965-1988 гг.) ядерных взрывов в мирных целях: СанПиН 2.6.1.2819-10 (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 29 декабря 2010 г. № 183).
14. Дополнения и изменения № 25 к СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов»: СанПиН 2.3.2.2880-11 (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 6 июля 2011 г. № 90).
15. Оценка радиационного риска у населения за счёт длительного равномерного техногенного облучения в малых дозах: МУ 2.1.10.3014-12 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 18 апреля 2012 г.).
16. Методика оценки радиационных рисков на основе данных мониторинга радиационной обстановки. Р 52.18.787-2013. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2014. 115 с.

17. Реконструкция накопленной дозы у жителей бассейна р. Теча и зоны аварии в 1957 году на производственном объединении «Маяк»: МУ 2.6.1.024-95 2.6.1 (утв. Госкомсанэпиднадзором России 28 марта 1995 г., ред. от 9 января 2003 г.).
18. Определение суммарных (накопленных) эффективных доз облучения лиц из населения, подвергшихся радиационному воздействию вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне: МУ 2.6.1.2574-2010. 2.6.1 (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 21 января 2010 г. № 5).
19. Оценка средних годовых эффективных доз облучения критических групп жителей населённых пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС: МУ 2.6.1.2003-05.2.6.1 (утв. Роспотребнадзором 25 июля 2005 г., ред. от 20 декабря 2013 г.).
20. Прогноз доз облучения населения радионуклидами цезия и стронция при их попадании в окружающую среду: МУ 2.6.1.2222-07 (утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 18 июня 2007 г.).
21. Контроль доз облучения населения, проживающего в зоне наблюдения радиационного объекта, в условиях его нормальной эксплуатации и радиационной аварии: МР 2.6.1.0063-12.2.6.1 (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 6 июня 2012 г.).
22. **Сорокин В.С.** Методы аналитического и информационного обеспечения систем управления реабилитацией территорий: дис. ... канд. экон. наук. М., 2003. 166 с.
23. Радиационная защита и безопасность источников облучения: Международные основные нормы безопасности. Общие требования безопасности № GSR часть 3. Вена: МАГАТЭ, 2011. 318 с.
24. ICRP 2007. Publication 103. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection //Ann. ICRP. 2007. V. 37, N 2-4. P. 1-332.
25. ICRP 2009. Publication 108. Environmental protection: the concept and use of reference animals and plants //Ann. ICRP. 2009. V. 38, N 4-6. P. 1-242.
26. United Nations. Effects of radiation on the environment. UNSCEAR Report. New York, 1996. 86 p.
27. Применение рекомендаций Комиссии по защите населения на территориях, подвергшихся долгосрочному загрязнению в результате ядерной аварии или чрезвычайной радиационной ситуации /пер. Я. Лохард (J. Lochard) и др.; ред. К.Х. Клемент (С.Н. Clement). М.: Академ-Принт, 2013. 64 с.
28. IAEA. Release of sites from regulatory control on termination of practices. Safety Guide WS-G-5.1. Vienna: IAEA, 2006.
29. Methods for estimating the probability of cancer from occupational radiation exposure. IAEA-TECDOC-870. Vienna: IAEA, 1996. 55 p.
30. Effects of ionizing radiation on plants and animals at levels implied by current radiation protection standards: Technical Report Series N 332. Vienna: IAEA, 1992.
31. Effects of ionizing radiation on the environment. Annex to Sources and effects of ionizing radiation: Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) to the General Assembly. New York: United Nations, 1996. 86 p.
32. **Панов А.В., Санжарова Н.И., Гераськин С.А., Переволоцкая Т.В., Гордиенко Е.В., Михайлова Р.А.** Анализ международных подходов к обеспечению радиационной безопасности населения и окружающей среды при реабилитации объектов и территорий, загрязнённых в результате прошлой деятельности предприятий ядерного топливного цикла //Радиация и риск. 2016. Т. 26, № 3. С. 86-103.
33. Оценка радиационно-экологического воздействия на объекты природной среды по данным мониторинга радиационной обстановки: Р 52.18.820-2015 (утв. Приказом Минприроды России от 26 мая 2015 г. № 316).
34. Порядок расчёта контрольных уровней содержания радионуклидов в морских водах: Р 52.18.852-2016 (утв. Приказом Минприроды России от 8 сентября 2016 г. № 415).

35. Порядок расчёта контрольных уровней содержания радионуклидов в пресной воде и почве: Р 52.18.853-2016 (утв. Приказом Минприроды России от 8 сентября 2016 г. № 415).
36. Практические рекомендации по вопросам оценки радиационного воздействия на человека и биоту /под общ. ред. И.И. Линге, И.И. Крышева. М.: САМ полиграфист, 2015. 265 с.
37. **Коренков И.П., Шандала Н.К., Лашенкова Т.Н., Соболев А.И.** Защита окружающей среды при эксплуатации радиационно опасных объектов /под ред. И.П. Коренкова, К.В. Котенко. М.: БИНОМ, 2014. 440 с.

Analysis of the current national regulatory system of radiation safety of public and radiation protection of environment nearby facilities and sites outside the facilities contaminated with artificial and natural radionuclides due to their past operation

Panov A.V., Sanzharova N.I., Perevolotski A.N., Perevolotskaya T.V., Naumov V.S.

All-Russian Scientific Research Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk

The article presents analysis of the national regulatory framework for radiation safety of public and environment protection near facilities and sites outside the facilities contaminated with natural and artificial radionuclides due to their past operation and main problems of harmonization of international and national regulations. The national system of radiation protection has not yet adopted recommended by international organizations controllable exposure situations, dose constraints and reference levels applicable to all controllable exposure situations, officially recognized criteria for remediation of sites outside nuclear facilities contaminated with radioactive materials due to their past operation are not available. The national radiation protection regulations include variety of risk factors used for estimating radiation risk for a cohort and for a person. When national and international radiation protection regulations are compared, it is evident that national regulatory framework for radiation protection of biota is insufficient. The article presents suggestions for improvement of the national regulations supporting radiation safety of public and radiation protection of environment nearby nuclear facilities and sites outside the facilities contaminated with natural and artificial radionuclides as a result of their past operation.

Keywords: *radioactive contamination, facilities, territories, radiation safety, members of public, environment, natural and artificial radionuclides, regulatory measures, legislation, standardization.*

References

1. Osnovy gosudarstvennoy politiki v oblasti obespecheniya yadernoy i radiatsionnoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii na period do 2025 goda [Fundamentals of the state policy in the field of nuclear and radiation safety in the Russian Federation for the period up to 2025] (approved by the Order of the President of the Russian Federation on March 1, 2012, No. Pr-539).
2. The Constitution of the Russian Federation. Available at: <http://www.constitution.ru/en/10003000-01.htm> (Accessed December 8, 2016).
3. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 13 iyulya 2007 g. № 444. «O federal'noy tselevoy programme «Obespechenie yadernoy i radiatsionnoy bezopasnosti na 2008 god i na period do 2015 goda» [The Russian Federation Government Resolution dated July 13, 2007, No. 444 «On federal target programme «Ensuring nuclear and radiation safety for 2008 and until 2015»].
4. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 19 noyabrya 2015 g. № 1248 «O federal'noy tselevoy programme «Obespechenie yadernoy i radiatsionnoy bezopasnosti na 2016-2020 gody i na period do 2030

Panov A.V.* – Deputy Director, D.Sc., Biol., Prof.; **Sanzharova N.I.** – Director, D.Sc., Biol., Corresponding Member of RAS; **Perevolotski A.N.** – Lead. Researcher, D.Sc., Biol.; **Perevolotskaya T.V.** – Senior Researcher, C. Sc., Biol.; **Naumov V.S.** – Senior Researcher, C. Sc., Chem. RIARAE.

*Contacts: Kievskoe Sh., 109 km, Obninsk, Kaluga region, Russia, 249032. Tel. +7(484) 399-69-59; e-mail: riar@mail.ru.

- godu» [The Russian Federation Government Resolution dated November 19, 2015, No. 1248 «On federal target programme «Ensuring nuclear and radiation safety for 2016-2020 and until 2030»].
5. Federal'nyy zakon ot 15 maya 1991 g. № 1244-1 (s izm. ot 29 dekabrya 2015 g.) «O sotsial'noy zashchite grazhdan, podvergshikhsya vozdeystviyu radiatsii vsledstvie katastrofy na Chernobyl'skoy AES» [Federal Law dated May 15, 1991, No. 1244-1 (with amendments of December 29, 2015) «On social protection of citizens exposed to radiation caused by the disaster at the Chernobyl nuclear power plant»].
 6. Federal'nyy zakon ot 9 yanvarya 1996 g. № 3-FZ (s izm. ot 19 iyulya 2011 g.) «O radiatsionnoy bezopasnosti naseleniya» [Federal Law dated January 9, 1996, No. 3-FZ (with amendments of July 19, 2011) «On radiation security of population»].
 7. Federal'nyy zakon ot 28 dekabrya 2010 g. № 414-FZ «O vnesenii izmeneniy v Federal'nyy zakon «O sotsial'noy zashchite grazhdan Rossiyskoy Federatsii, podvergshikhsya vozdeystviyu radiatsii vsledstvie avarii v 1957 godu na proizvodstvennom ob"edinenii «Mayak» i sbrosov radioaktivnykh otkhodov v reku Techa» [Federal Law dated December 28, 2010, No. 414-FZ «On amending the Federal Law «On social protection of Russian Federation citizens exposed to radiation caused by the disaster in 1957 at the Mayak Production Association and radioactive waste discharges to Techa River»].
 8. Federal'nyy zakon ot 21 dekabrya 1994 g. № 68-FZ (s izm. ot 15 fevralya 2016 g.) «O zashchite naseleniya i territoriy ot chrezvychaynykh situatsiy prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera» [Federal Law dated December 21, 1994, No. 68-FZ (with amendments of February 15, 2016) «On the protection of the population and territories from natural and man-made emergency situations»].
 9. Federal'nyy zakon ot 10 yanvarya 2002 g. № 2-FZ (s izm. ot 14 dekabrya 2015 g.) «O sotsial'nykh garantiyakh grazhdanam, podvergshimsya radiatsionnomu vozdeystviyu vsledstvie yadernykh ispytaniy na Semipalatinskom poligone» [Federal Law dated January 10, 2002, No. 2-FZ (with amendments of December 14, 2015) «On social guarantees to citizens exposed to radiation caused by nuclear tests on Semipalatinsk Test Site»].
 10. SP 2.6.1.2612-10 «Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiatsionnoy bezopasnosti (OSPORB-99/2010) (utv. postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 26 aprelya 2010 g. № 40) [SP 2.6.1.2612-10 «Principal sanitary regulations for radiation safety protection (PSRRSP-99/2010) (approved by the Decision of the Chief State Medical Officer of the Russian Federation of April 26, 2010, No. 40)].
 11. SanPin 2.6.1.2523-09 «Normy radiatsionnoy bezopasnosti (NRB-99/2009)» (utv. postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 7 iyulya 2009 g. № 47) [SanPin 2.6.1.2523-09 «Radiation safety standard (NRB-99/2009)» (approved by the Decision of the Chief State Medical Officer of the Russian Federation of July 7, 2009, No. 47)].
 12. SanPin 2.6.1.2800-10 «Gigienicheskie trebovaniya po ogranicheniyu oblucheniya naseleniya za schet istochnikov ioniziruyushchego izlucheniya» (utv. postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 24 dekabrya 2010 g. №171) [SanPin 2.6.1.2800-10 «Hygiene requirements on the limits of population irradiation due to ionizing radiation sources» (approved by the Decision of the Chief State Medical Officer of the Russian Federation of December 24, 2010, No. 171)].
 13. SanPin 2.6.1.2819-10 «Obespechenie radiatsionnoy bezopasnosti naseleniya, prozhivayushchego v rayonakh provedeniya (1965-1988 gg.) yadernykh vzryvov v mirnykh tselyakh» (utv. postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 29 dekabrya 2010 g. N 183) [SanPin 2.6.1.2819-10 «Ensuring radiation safety for population residing in the vicinity of nuclear test explosions for peaceful purposes (1965-1988)» (approved by the Decision of the Chief State Medical Officer of the Russian Federation of December 29, 2010, No. 183)].
 14. SanPin 2.3.2.2880-11 «Dopolneniya i izmeneniya №25 k SanPin 2.3.2.1078-01 «Gigienicheskie trebovaniya bezopasnosti i pishchevoy tsennosti pishchevykh produktov» (utv. postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 6 iyulya 2011 g. № 90) [SanPin 2.3.2.2880-11 «Additions and amendments No. 25 to SanPin 2.3.2.1078-01 «Hygienic requirements for safety and nutritional value of food products»

- (approved by the Decision of the Chief State Medical Officer of the Russian Federation of July 6, 2011, No. 90).
15. MU 2.1.10.3014-12 «Otsenka radiatsionnogo riska u naseleniya za schet dlitel'nogo ravnomernogo tekhnogennogo oblucheniya v malykh dozakh» (utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF ot 18 aprelya 2012 g.) [MU 2.1.10.3014-12 «Radiation risk assessment for population due to long-term overall anthropogenic radiation with low doses» (approved by the Decision of the Chief State Medical Officer of the Russian Federation of April 18, 2012)].
 16. R 52.18.787-2013 «Metodika otsenki radiatsionnykh riskov na osnove dannyykh monitoringa radiatsionnoy obstanovki» [R 52.18.787-2013 «Procedure of radiation risk assessment based on the data of radiation situation monitoring»]. Obninsk, RIHMI-WDC, 2014. 115 p.
 17. MU 2.6.1.024-952.6.1 «Rekonstruktsiya nakoplennoy dozy u zhiteley basseyna r. Techa i zony avarii v 1957 godu na proizvodstvennom ob"edinenii «Mayak» (utv. Goskomsanepidnadzorom Rossii 28 marta 1995 g., red. ot 9 yanvarya 2003 g.) [MU 2.6.1.024-952.6.1 «Remodelling of accumulated dose of the residents of the Techa river basin and zone of the nuclear accident at the Mayak Production Association in 1957 (approved by Russian State Committee on Sanitary and Epidemiology Surveillance on March 28, 1995, with amendments of January 9, 2003)].
 18. MU 2.6.1.2574-2010.2.6.1 «Opredelenie summarnykh (nakoplennykh) effektivnykh doz oblucheniya lits iz naseleniya, podvergshikhsya radiatsionnomu vozdeystviyu vsledstvie yadernykh ispytaniy na Semipalatinskoy poligone» (utv. postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 21 yanvarya 2010 g. № 5) [MU 2.6.1.2574-2010.2.6.1 «Determination of total (accumulated) effective doses for members of public exposed to radiation caused by nuclear tests on Semipalatinsk Test Site» (approved by the Decision of the Chief State Medical Officer of the Russian Federation of January 21, 2010, No. 5)].
 19. MU 2.6.1.2003-05.2.6.1 «Otsenka srednikh godovykh effektivnykh doz oblucheniya kriticheskikh grupp zhiteley naselennykh punktov Rossiyskoy Federatsii, podvergshikhsya radioaktivnomu zagryazneniyu vsledstvie avarii na Chernobyl'skoy AES» (utv. Rospotrebnadzorom 25 iyulya 2005 g., red. ot 20 dekabrya 2013 g.) [MU 2.6.1.2003-05.2.6.1 «Assessment of average annual effective doses for critical groups of population of Russian localities affected by the radioactive contamination caused by the disaster at the Chernobyl nuclear power plant» (approved by Russian Federal Consumer Rights Protection and Human Health Control of July 25, 2005)].
 20. MU 2.6.1.2222-07 «Prognoz doz oblucheniya naseleniya radionuklidami tseziya i strontsiya pri ikh popadanii v okruzhayushchuyu sredu» (utv. Rukovoditelem Federal'noy sluzhby po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka 18 iyunya 2007 g.) [MU 2.6.1.2222-07 «Prognosis of radiation doses of population resulted from the entrance of caesium and strontium radionuclides into the environment» (approved by the Head of Federal Supervision Agency for Customer Protection and Human Welfare of June 18, 2007)].
 21. MR 2.6.1.0063-12.2.6.1 «Kontrol' doz oblucheniya naseleniya, prozhivayushchego v zone nablyudeniya radiatsionnogo ob"ekta, v usloviyakh ego normal'noy ekspluatatsii i radiatsionnoy avarii» (utv. postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 06 iyunya 2012 g.) [MR 2.6.1.0063-12.2.6.1 «Control of radiation doses to population living in the observation zone of radiation facility in the conditions of its normal operation and in case of nuclear emergency» (approved by the Decision of the Chief State Medical Officer of the Russian Federation of June 6, 2012)].
 22. **Sorokin V.S.** Metody analiticheskogo i informatsionnogo obespecheniya sistem upravleniya reabilitatsiey territoriy. Diss. kand. ekon. nauk [Methods of analytical and information provision for systems of territory rehabilitation management. Can. Econ. Sci. diss.]. Moscow, 2003. 166 p.
 23. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, General Safety Requirements, No. GSR Part 3. Vienna, IAEA, 2011. 318 p.
 24. ICRP 2007. Publication 103. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Ann. ICRP*, 2007, vol. 37, no. 2-4, pp. 1-332.

25. ICRP 2009. Publication 108. Environmental protection: the concept and use of reference animals and plants. *Ann. ICRP*, 2009, vol. 38, no. 4-6, pp. 1-242.
26. Effects of radiation on the environment. UNSCEAR Report. New York, 1996, 86 p.
27. Application of the Commission's recommendations to the protection of people living in long-term contaminated areas after a nuclear accident or a radiation emergency. Ed.: C.H. Clement. Moscow, Akadem-Print, 2013. 64 p. (In Russian).
28. Release of sites from regulatory control on termination of practices. Safety Guide WS-G-5.1. Vienna, IAEA, 2006.
29. Methods for estimating the probability of cancer from occupational radiation exposure. IAEA-TECDOC-870. Vienna, IAEA, 1996. 55 p.
30. IAEA 1992. Effects of ionizing radiation on plants and animals at levels implied by current radiation protection standards. Technical Report Series N 332. Vienna, IAEA, 1992.
31. UNSCEAR 1996. Effects of ionizing radiation on the environment. Annex to Sources and effects of ionizing radiation. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly. New York, United Nations, 1996. 86 p.
32. **Panov A.V., Sanzharova N.I., Geras'kin S.A., Perevolotskaya T.V., Gordienko E.V., Mikailova R.A.** Survey of international approaches to ensuring radiation safety of the public and environment during remediation of radioactively contaminated sites of former nuclear fuel cycle facilities. *Radiatsiya i risk – Radiation and Risk*, 2016, vol. 26, no. 3, pp. 86-103. doi: 10.21870/0131-3878-2016-25-3-86-103. (In Russian).
33. R 52.18.820-2015 «Otsenka radiatsionno-ekologicheskogo vozdeystviya na ob"ekty prirodnoy sredy po dannym monitoringa radiatsionnoy obstanovki» (utv. Prikazom Minprirody Rossii ot 26 maya 2015 g. № 316) [R 52.18.820-2015 "Assessment of radioecological impact to the objects of natural environment according to the data of radiation situation monitoring" (approved by the Order of Ministry of Environment and Natural Resources of Russia on May 26, 2015, No. 316)].
34. R 52.18.852-2016 «Poryadok rascheta kontrol'nykh urovney sodержaniya radionuklidov v morskikh vodakh» (utv. Prikazom Minprirody Rossii ot 8 sentyabrya 2016 g. № 415) [R 52.18.852-2016 "Estimation procedure for control levels of radionuclide content in marine waters" (approved by the Order of Ministry of Environment and Natural Resources of Russia on September 8, 2016, No. 415)].
35. R 52.18.853-2016 «Poryadok rascheta kontrol'nykh urovney sodержaniya radionuklidov v presnoy vode i pochve» (utv. Prikazom Minprirody Rossii ot 8 sentyabrya 2016 g. № 415) [R 52.18.853-2016 "Estimation procedure for control levels of radionuclide content in fresh water and soil" (approved by the Order of Ministry of Environment and Natural Resources of Russia on September 8, 2016, No. 415)].
36. Prakticheskie rekomendatsii po voprosam otsenki radiatsionnogo vozdeystviya na cheloveka i biotu [Practical recommendations on the issues of radiation impact assessment for humans and biota]. Eds.: I.I. Linge, I.I. Kryshev. Moscow, SAM poligrafist, 2015, 265 p.
37. **Korenkov I.P., Shandala N.K., Lashchenova T.N., Sobolev A.I.** Zashchita okruzhayushchey sredy pri ekspluatatsii radiatsionno opasnykh ob"ektov [Environmental protection during operation and decommission of radiation hazardous facilities]. Eds.: I.P. Korenkov, K.V. Kotenko. Moscow, BINOM, 2014, 440 p.