

***Кононов К. Э., Тверетинов Н. А.**
Центр гигиены и эпидемиологии в ЛНР
*E-mail: radio3ses@mail.ru

ВНЕДРЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СИСТЕМУ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

К числу факторов внешней среды, оказывающих постоянное и непосредственное воздействие на организм человека, отнесено ионизирующее излучение, актуальность которого многократно возросла в связи с возросшими рисками его негативного влияния на окружающую среду и население в условиях проведения специальной военной операции и расположением в зоне ее проведения объектов, представляющих потенциальную опасность возникновения радиационных аварий. В данной работе кратко изложены принципы организации, а также основные направления осуществления мониторинга радиационной обстановки на территории Луганской Народной Республики.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, ионизирующее излучение, радиационная безопасность, радиационный объект, радиационная авария, радиологические исследования.

Введение. В целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения на территории Российской Федерации Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека совместно с другими федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор, проводится социально-гигиенический мониторинг (СГМ), представляющий собой государственную систему наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием на него факторов среды обитания для принятия мер по устранению их вредного воздействия. Порядок его проведения определен «Положением о проведении социально-гигиенического мониторинга», утвержденным постановлением Правительства РФ от 2 февраля 2006 г. № 60 [1].

Мониторинг за радиационной обстановкой в рамках СГМ проводится на федеральном уровне, на уровне субъектов Российской Федерации и уровне муниципальных образований; осуществляется с

целью оценки уровней облучения населения, выявления изменений и прогноза состояния радиационной обстановки в целом или отдельных ее параметров (показателей), установления причин неблагоприятного изменения радиационных факторов среды обитания и устранения или уменьшения их вредного воздействия на человека и/или среду обитания [2].

Материалы и методы. Объектами контроля за показателями радиационной безопасности населения и состояния объектов окружающей среды являются:

- атмосферный воздух на территории населенных пунктов;
- почва населенных пунктов и их ареалов;
- вода открытых водоемов;
- питьевая вода;
- продовольственное сырье и пищевые продукты.

Основными контролируруемыми параметрами, характеризующими радиационную безопасность населения и радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды на наблюдаемых территориях, являются:

- мощность дозы гамма-излучения в жилых и общественных зданиях и на открытой местности в населенных пунктах;

– содержание радиоактивных веществ в атмосферном воздухе, включая среднегодовые значения эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) изотопов радона, и радиоактивных выпадений из атмосферы на территории населенных пунктов;

– плотность радиоактивного загрязнения почв и содержание радионуклидов в почве населенных пунктов и их ареалов;

– среднегодовые значения эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) изотопов радона в воздухе жилых и общественных помещений на территории населенного пункта;

– суммарная альфа- и бета-активность, содержание природных и техногенных радионуклидов в воде открытых водоемов и питьевой воде;

– содержание цезия-137 и стронция-90 в продовольственном сырье и пищевых продуктах.

Проведение мониторинга осуществляется путем выполнения измерений, сбора, хранения, обработки и анализа численных значений показателей радиационной безопасности населения и состояния объектов окружающей среды, которые являются основой для проведения расчетов доз внешнего и внутреннего облучения населения.

Для целей СГМ на территории субъектов Российской Федерации используются данные радиационного контроля, получаемые при осуществлении:

– производственного радиационного контроля, выполняемого аккредитованными в соответствующих областях измерений лабораториями радиационного контроля;

– государственного санитарно-эпидемиологического надзора;

– выполнения санитарно-эпидемиологических экспертиз, расследований, обследований;

– сертификационных и иных измерений, выполненных аккредитованными лабораториями радиационного контроля.

Все сведения приводятся в официальных формах учетной и отчетной документации, утвержденных постановлением Госкомстата

России, приказами Минздрава РФ, Департамента госсанэпиднадзора, Росгидромета и Министерства природных ресурсов [2].

Результаты и их обсуждение. *Облучение населения РФ за счёт природных источников.* По данным ФБУН «Санкт-Петербургский НИИ радиационной гигиены им. профессора П. В. Рамзаева» Роспотребнадзора, средняя индивидуальная годовая эффективная доза природного облучения на 1 жителя Российской Федерации в 2022 году составила 3,34 мЗв/год; при этом доза внутреннего облучения населения за счет ингаляции изотопов радона (^{222}Rn и ^{220}Rn) и их короткоживущих дочерних продуктов распада составила 1,98 мЗв/год (около 59,2 % суммарной дозы, полученной от всех природных источников излучения). Вклад внешнего терригенного облучения (0,68 мЗв/год) составил около 20,3 % суммарной дозы; космического излучения (0,339 мЗв/год) — около 10,1 %; вклад ^{40}K — около 5,1 %. Средняя доза за счет содержания природных (и техногенных ^{137}Cs и ^{90}Sr по данным 2006–2012 гг.) радионуклидов в пищевых продуктах (0,131 мЗв/год) составила менее 4 % суммарной дозы природного облучения населения; за счет потребления питьевой воды (0,038 мЗв/год) — около 1,1 %; доза за счет ингаляции долгоживущих природных радионуклидов с атмосферным воздухом — менее 0,2 % от суммарной дозы.

Уровни облучения и структура средней дозы природного облучения населения страны представлены в таблице 1 [3].

Облучение населения РФ за счет техногенного фона. Дозы облучения населения за счет техногенного фона складываются из доз облучения за счет глобальных радиоактивных выпадений в результате проводившихся в прошлом атмосферных испытаний ядерного оружия, за счет прошлых радиационных аварий и за счет предшествующей деятельности радиационных объектов. В соответствии с оценкой, приведенной в докладе Научного Комитета ООН по действию атомной радиации за 2000 год, средняя индивидуальная

доза за счет глобальных выпадений принята равной 0,005 мЗв/год. Средняя индивидуальная годовая эффективная доза облучения населения России за счет техногенного фона в 2022 г. составила 0,007 мЗв. При этом для Брянской области (наиболее пострадавшего региона России от последствий аварии на Чернобыльской АЭС) данная величина составляет 0,12 мЗв [3].

Факторы, определившие радиационную обстановку в ЛНР. Функционирующие на территории республики радиационные объекты. Территория Луганщины подвергалась радиационному воздействию вследствие аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС). Вся цепь событий, приведших к аварии на ЧАЭС, подробно описана в технической литературе. Достаточно сказать, что основная причина катастрофы на 4-ом энергоблоке, наряду с ошибками операторов, была изначально во много predetermined дефектами проекта и конструкции реактора РБМК. Вследствие произошедшей в 1986 году аварии сложилось несколько путей облучения людей в результате воздействия радиоактивных материалов:

– внешнее облучение от проходящего радиоактивного облака, а в дальнейшем и от радионуклидов, выпавших на почву и другие поверхности;

– внутреннее облучение в результате ингаляции радиоактивных материалов облака и вторично взвешенных частиц; в дальнейшем — от перорального поступления в организм загрязненных пищевых продуктов и воды.

Радиационному воздействию подвергся как персонал станции, пожарные, специали-

сты, участвовавшие в ликвидации последствий аварии, так и значительная часть обычного населения европейской части СССР [4]. На территории Ворошиловградской области, в т. ч. в городе Ворошиловграде (Луганске) в 1986 году фиксировался повышенный по сравнению с доаварийным периодом уровень мощности дозы гамма-излучения, повышенное содержание техногенных радионуклидов в пищевых продуктах, почве; отмечалось выпадение радиоактивных осадков. При этом превышений аварийных пределов, действовавших в то время, зафиксировано не было; мер по укрытию, эвакуации населения, ограничению хозяйственной деятельности региона не потребовалось. Ведущая роль по проведению необходимых лабораторных измерений и оценке доз облучения населения в то время принадлежала радиологической группе Ворошиловградской областной СЭС.

В настоящее время в ЛНР на учёте состоят более двухсот радиационных объектов, осуществляющих свою деятельность с применением генерирующих и закрытых радионуклидных источников ионизирующего излучения. По степени потенциальной опасности, определяемой возможным радиационным воздействием на население и персонал при радиационной аварии, указанные объекты согласно классификации, приведенной в п. 3.1. СП 2.6.1.2612-10 «Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99/2010), относятся к III и IV категориям (объекты, радиационное воздействие при аварии которых ограничивается территорией объекта и помещениями, где проводятся работы с источниками излучения).

Таблица 1

Уровни и структура средней индивидуальной годовой эффективной дозы природного облучения населения Российской Федерации по данным исследований за период 2001–2022 гг.

	^{40}K	Космич. излучение	Внешнее терриг. облучение	^{222}Rn , ^{220}Rn и их ДПР	Продукты питания	Питьевая вода	Атм. воздух	Суммарная доза
мЗв/год	0,17	0,339	0,68	1,98	0,131	0,038	0,006	3,34
%	5,08	10,14	20,33	59,21	3,92	1,14	0,18	100

За период с 2014 по 2022 год на территории ЛНР было зафиксировано несколько происшествий, подпадающих под определение радиационной аварии (утрача контроля над источником и реальное или потенциальное облучение людей и/или загрязнение окружающей среды вследствие этой утери). Все они были связаны с нарушением правил эксплуатации радиоизотопных приборов на промышленных предприятиях республики, хищением источников, а также с начавшимися в 2014 году боевыми действиями. Благодаря своевременным действиям со стороны персонала объектов и санитарно-эпидемиологических станций загрязнения окружающей среды радиоактивными веществами и переоблучения персонала и населения удалось избежать [5].

Социально-гигиенический мониторинг по показателям радиационной безопасности в ЛНР в 2023 году. Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в ЛНР» Роспотребнадзора (ФБУЗ «ЦГиЭ в ЛНР») начало выполнять работу в рамках СГМ в июне 2023 года. За период с 01.06.2023 по 31.12.2023 лабораторией физических факторов неионизирующей и ионизирующей природы выполнялись радиологические исследования объектов внешней среды; при этом спектрометрические, радиометрические, радонометрические исследования не выполнялись из-за отсутствия необходимых средств измерений, имеющих актуальные документы о проведении метрологической поверки. В этой связи подразделениями ФБУЗ «ЦГиЭ в ЛНР» в рамках проведения социально-гигиенического мониторинга на бюджетных видах финансирования выполнялись только дозиметрические исследования мощности дозы гамма-излучения в помещениях жилых и общественных зданий, а также на открытой местности на прилегающих к жилым зданиям участках территорий в населенных пунктах республики.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что средние измеренные значения мощности эквивалентной дозы гамма-

излучения на участках территорий, прилегающих к жилым зданиям, на территориях Луганской Народной Республики в 2023 году определялись в диапазоне от 0,10 до 0,14 мкЗв/ч, среднее годовое значение при этом составило 0,12 мкЗв/ч. Таким образом, максимальные измеренные уровни МЭД не превысили предельно допустимое значение для земельных участков под строительство жилых и общественных зданий, составляющее 0,3 мкЗв/ч, на обследованных участках территорий не было выявлено локальных радиационных аномалий.

Средние измеренные значения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в помещениях многоквартирных каменных домов, общественных зданиях и сооружениях определялись в диапазоне от 0,08 до 0,13 мкЗв/ч, среднее годовое значение составило 0,10 мкЗв/ч; при этом являющаяся согласно СанПиН 2.6.1.2800-10 контролируемой величиной разность между МЭД в помещениях и на прилегающей территории не превышала нормативного значения 0,3 мкЗв/час.

Значение индивидуальной годовой эффективной дозы внешнего терригенного облучения взрослых жителей г. Луганска по результатам указанных измерений и расчетов в 2023 году составило 0,636 мЗв (при средней величине по Российской Федерации за 2022 год — 0,680 мЗв) [6].

Основные направления осуществления регионального радиологического мониторинга. Управлением Роспотребнадзора по ЛНР на 2024 год утверждён план мониторинговых радиологических исследований, в котором предусмотрены радонометрические исследования, измерения мощности дозы гамма-излучения в жилых и общественных зданиях и на открытой местности, определение суммарной удельной альфа- и бета-активности воды, плотности радиоактивного загрязнения почвы, содержания природных радионуклидов в почве, радиоактивности атмосферных выпадений. Выполнение указанной работы предусмотрено лабораторией физических факторов

неионизирующей и ионизирующей природы ФБУЗ «ЦГиЭ в ЛНР» с участием структурных подразделений (филиалов).

Существующая в ЛНР система СГМ предусматривает также гигиеническую оценку отделением радиационной гигиены и экспертизы физических факторов отдела обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия 100 % полученных результатов исследований (измерений) на предмет их соответствия/несоответствия требованиям нормативов (регламентов), приведенных в действующей НД.

Указанная работа планируется по следующим направлениям:

А. Измерения ЭРОА изотопов радона и мощности дозы гамма-излучения. Радиоактивный газ радон вносит основной вклад в дозу облучения населения от природных источников. При этом учитывается содержание в воздухе двух изотопов радона: радона-222 и радона-220 (торона). Основным источником радона — земная кора; в меньшей степени — строительные материалы, из которых построены здания, вода и природный газ. Вопрос содержания радона в воздухе помещений является актуальным для ЛНР, что обусловлено особенностями геологического строения и структурно-тектоническими особенностями на данной территории. По данным открытых публикаций, зафиксированная объёмная активность радона-222 в воздухе некоторых жилых и общественных зданий Луганской области может составлять от 50 до 1000 и более Бк/м³ при допустимом уровне среднегодовой эквивалентной равновесной объёмной активности дочерних продуктов радона и торона в 200 Бк/м³ для эксплуатируемых зданий и 100 Бк/м³ — для вводимых в эксплуатацию. Для сравнения: средняя паспортная доза вероятного облучения за счёт аварии на ЧАЭС для среднестатистического жителя Луганщины в 2000–2007 годах составляла 0,3–0,6 миллиЗиверта в год, а от радона — в десятки раз больше [7] (при средней индивидуальной годовой эффективной дозе внутреннего облучения на 1 жителя РФ в 2022 году —

1,98 мЗв). Гигиеническая оценка результатов данного вида исследований осуществляется согласно следующей НД:

– СанПиН 2.6.1.2523–09 «Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 07.07.2009 № 47;

– СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 26.04.2010 № 40;

– СанПиН 2.6.1.2800-10 «Гигиенические требования по ограничению облучения за счёт природных источников ионизирующего излучения», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 24.12.2010 № 171.

Б. Исследования воды открытых водоёмов и питьевой воды. В рамках СГМ на 2024 год запланированы радиологические исследования питьевой воды источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и воды открытых водоёмов. Оснащение лаборатории физических факторов ФБУЗ «ЦГиЭ в ЛНР» позволит определять суммарную удельную альфа- и бета-активность воды.

Природные воды являются чрезвычайно сложной динамической системой, характеризуются многообразием макро- и микро-элементного состава. Это относится и к радионуклидному составу. Ранее на территории ЛНР неоднократно фиксировались случаи превышения в воде контрольного уровня для скриннингового показателя - суммарной удельной альфа-активности, составляющего 0,2 Бк/кг, что потребует в дальнейшем проведения дополнительных исследований в этой области, предусматривающих определение радионуклидного состава вод. НД для гигиенической оценки результатов данного вида исследований:

– СанПиН 2.6.1.2523–09 «Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009»;

– СанПиН 2.6.1.2800-10 «Гигиенические требования по ограничению облучения за счёт природных источников ионизирующего излучения»;

– СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2.

В. Исследования почвы, атмосферные выпадения. В рамках осуществления радиационного мониторинга в ЛНР планируется получить данные об удельной активности техногенного радионуклида ^{137}Cs в почве, которые будут использованы для расчета значения его поверхностной активности. В предстоящие годы значение удельной активности этого радионуклида в почве определялось на уровне от 6 до 70 Бк/кг, что соответствует поверхностной активности ^{137}Cs на почве от 0,078 до 0,277 кБк/м².

Такие значения свидетельствуют об относительно удовлетворительной экологической обстановке согласно применяемому в данном случае НД для оценки результатов — «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия», утв. Приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30.11.1992 [8].

В трёх городах республики планируется осуществлять отбор проб атмосферных выпадений с последующим определением их

суммарной бета-активности. Достоверное увеличение плотности атмосферных выпадений в Бк/м² будет свидетельствовать об ухудшении радиационной обстановки, возможном выбросе радиоактивных веществ вследствие радиационной аварии, и потребует дальнейших, более детальных обследований иных объектов внешней среды.

Выводы. Установленные Программой радиологического мониторинга в Луганской Народной Республике на 2024 год основные направления и виды исследований в основном соответствуют требованиям МУ 2.6.1.1868-04 «Внедрение показателей радиационной безопасности о состоянии объектов окружающей среды, в т. ч. продовольственного сырья и пищевых продуктов, в систему социально-гигиенического мониторинга. Методические указания»; при этом предусмотрена гигиеническая оценка полученных результатов исследований с целью своевременного выявления изменений радиационной обстановки, прогнозирования ее состояния в целом или отдельных ее параметров (показателей), установления причин неблагоприятного изменения радиационных факторов среды обитания и своевременного принятия мер, направленных на устранение или минимизацию их вредного воздействия на человека и/или среду обитания.

Список источников

1. Положение о проведении социально-гигиенического мониторинга : утв. постановлением Правительства РФ от 2.02.2006 № 60. URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=3&nd=102104563.
2. МУ 2.6.1.1868-04. Внедрение показателей радиационной безопасности о состоянии объектов окружающей среды, в т. ч. продовольственного сырья и пищевых продуктов, в систему социально-гигиенического мониторинга : методические указания. М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 24 с. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/6f4/4293855344.pdf>.
3. Радиационная обстановка на территории Российской Федерации в 2022 году : справочник. СПб. : ФБУН «НИИРГ им. П. В. Рамзаева», 2023. 66 с. URL: http://niirg.ru/PDF/inf_sbor/2022.pdf.
4. Ильин Л. А. Реалии и мифы Чернобыля. М. : НПП «ALARA Limited», 1994. 446 с.
5. Анализ эколого-гигиенической, санитарной и эпидемической ситуации в Луганской Народной Республике. Луганск : Министерство здравоохранения ЛНР, 2022. 135 с.
6. Форма федерального статистического наблюдения № 4 — ДОЗ. Сведения о дозах облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона : методические рекомендации. М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2014. 36 с. URL: http://niirg.ru/PDF/MR_4-DOS_2013.pdf.

7. Литвин Б. Радон: победить нельзя ужиться / Наша газета. 2007. № 6 (2645). С. 5.

8. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия : утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 ноября 1992 г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901797511>.

© Кононов К. Э., Тверетинов Н. А.

Рекомендована к печати врачом-гигиенистом высшей категории, зав. отделом санитарно-гигиенического благополучия ФБУЗ «ЦГиЭ в ЛНР» Боркулько В. Р., д.м.н., гл. врачом филиала ФБУЗ «ЦГиЭ в ЛНР» Капрановым С. В.

Статья поступила в редакцию 05.03.2024.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Кононов Константин Эдуардович, врач-гигиенист отделения радиационной гигиены и экспертизы физических факторов отдела обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия Центр гигиены и эпидемиологии в ЛНР,
г. Луганск, Луганская Народная Республика, Россия
e-mail: radio3ses@mail.ru

Тверетинов Николай Александрович, инженер лаборатории физических факторов неионизирующей и ионизирующей природы
Центр гигиены и эпидемиологии в ЛНР,
г. Луганск, Луганская Народная Республика, Россия

*Kononov K. E., Tveretinov N. A. (Center for Hygiene and Epidemiology in the LPR, Lugansk, Lugansk People's Republic, *e-mail: radio3ses@mail.ru)

IMPLEMENTATION OF RADIATION SAFETY INDICATORS FOR ENVIRONMENTAL OBJECTS AND AS WELL AS HYGIENIC ASSESSMENT OF THE RESULTS OF RADIOLOGICAL STUDIES INTO THE SYSTEM OF SOCIAL AND HYGIENIC MONITORING ON THE TERRITORY OF LUGANSK PEOPLE'S REPUBLIC

Among the environmental factors that have a constant and direct impact on the human body is ionizing radiation, the relevance of which has increased many times due to the increased risks of its negative impact on the environment and the population in the context of a special military operation and the location of facilities in the area where it is carried out, representing a potential danger of radiation accidents. This work briefly outlines the principles of organization, as well as the main directions for monitoring the radiation situation on the territory of the Lugansk People's Republic.

Key words: social and hygienic monitoring, ionizing radiation, radiation safety, radiation object, radiation accident, radiological research.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kononov Konstantin Eduardovich, Hygienist of the Department of Radiation Hygiene and Expertise of Physical Factors, Department for Ensuring Sanitary and Epidemiological Well-being
Center for Hygiene and Epidemiology in the LPR,
Lugansk, Lugansk People's Republic, Russia
e-mail: radio3ses@mail.ru

Tveretinov Nikolay Aleksandrovich, Engineer of the Laboratory of Natural Non-ionizing and Ionizing Physical Factors
Center for Hygiene and Epidemiology in the LPR,
Lugansk, Lugansk People's Republic, Russia