DOI: 10.21514/1998-426X-2018-11-2-74-82
УДК: 614.876(470.324)

Гигиеническая оценка доз облучения населения Воронежской области за счет естественного и техногенно измененного фона

Ю.И. Стёпкин [1,2], М.К. Кузмичев [1,2], О.В. Клепиков [1,3], Е.М. Студеникина [1,2]

[1]Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, Воронеж, Россия
[2]Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, Воронеж, Россия
[3]Воронежский государственный университет инженерных технологий Министерства образования и науки России, Воронеж, Россия

Целью исследования являлась оценка доз облучения населения от природных источников ионизирующего излучения и техногенно измененного фона на территории Воронежской области. Использованы данные форм государственного статистического наблюдения № 4-ДОЗ «Сведения о дозах облучения населения за счет естественного и техногенно измененного фона» за 2010–2017 гг. и радиационно-гигиенического паспорта территории Воронежской области. Величина средней годовой эффективной дозы на 1 жителя за счет всех видов ионизирующего излучения остается стабильной с небольшой тенденцией к увеличению и лежит в интервале от 2,925 (2010 г.) до 3,656 мЗв (2017 г.). Природные источники являются основными дозообразующими факторами для населения. Их ежегодный вклад в годовую эффективную дозу составляет от 74,96 до 83,65%. Ведущий вклад в суммарную дозу облучения от природных источников вносит облучение за счет ингаляции изотопов радона от 37,6 до 51,1%. На втором месте – доля внешнего облучения от источников терригенного происхождения, которая составляет от 21,2 до 28,9% от суммарной дозы. Средняя годовая эффективная доза природного облучения человека варьирует от 2,355 до 2,980 мЗв/год, облучения от радона – от 0,83 до 1,65 мЗв/год. Дозы от техногенно измененного радиационного фона, включая глобальные радиоактивные выпадения в результате атмосферных ядерных испытаний и за счет прошлых радиационных аварий, незначительны (0,062 мЗв/год). Их ежегодный вклад в суммарную дозу составляет менее 2%. По результатам оценки показателей, характеризующих уровень воздействия источников ионизирующего излучения естественного и техногенно измененного радиационного фона, превышений нормативов радиационной безопасности не зарегистрировано. Ситуация, связанная с воздействием источников ионизирующего излучения, в Воронежской области на протяжении последних 8 лет характеризуется как безопасная.

Ключевые слова: *радиационная гигиена, природные источники ионизирующего излучения, техногенно измененный радиационный фон, оценка доз облучения, радиационная безопасность.*

Введение

Исследования по оценке воздействия природных источников ионизирующего излучения (ИИИ) на население активно проводятся в нашей стране более полувека [2]. Начало истории этих исследований было связано с необходимостью оценки содержания естественных радионуклидов в природном строительном сырье, а одним из первых нормативных документов были «Временные критерии для принятия решений и организации контроля с целью ограничения облучения населения от природных источников излучения» (1990), призванные ограничить облучение населения от природных радионуклидов в среде обитания и содержания изотопов радона в воздухе помещений [5].

К природным источникам ионизирующего излучения относят радон и содержащиеся в воздухе долгоживущие радионуклиды, космическое и терригенное облучение, облучение за счет содержащегося в организме калия-40 (^{40}K), а также радионуклиды, поступающие с водой и продуктами питания [11].

Дозы облучения населения за счет техногенно измененного радиационного фона складываются от воздей-

Стёпкин Юрий Иванович
Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко
Адрес для переписки: 394038, г. Воронеж, ул. Космонавтов, д. 21; E-mail: san@sanep.vrn.ru

ствия глобальных радиоактивных выпадений в результате ядерных испытаний и радиационных аварий прошлых лет [7].

Организация мониторинга радиационной обстановки, сбор и анализ информации об уровне воздействия источников ионизирующего излучения являются одной из задач Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и возложены на Центры гигиены и эпидемиологии в субъектах Российской Федерации.

В Роспотребнадзоре разработана единая система контроля индивидуальных доз (ЕСКИД), функционирует соответствующая автоматизированная система, а наиболее открытая и объективная информация о характеристике всех ИИИ и обусловленных ими дозах облучения населения аккумулируется в радиационно-гигиеническом паспорте территории субъекта Российской Федерации [2, 3, 8].

С использованием ЕСКИД проводятся региональные исследования по оценке доз облучения населения от природных источников ионизирующего излучения и техногенно измененного радиационного фона [9, 14]. Актуальность этого связана с тем, что, по последним данным, в среднем по Российской Федерации природные источники занимают первое место в структуре коллективной дозы населения (86,1%), далее следует медицинское облучение (13,6%), а на долю всех иных источников, в том числе за счет прошлых радиационных аварий, приходится менее 0,3% [6].

Как показывает ряд региональных исследований, из-за ограниченного числа измерений повышение объективности учета и оценки доз от природного и техногенного ионизирующего излучения может быть достигнуто за счет накопления и анализа данных в процессе ежегодного мониторинга радиационной обстановки на конкретной территории [1, 4, 12, 13].

Цель исследования – оценка доз облучения населения от природных источников ионизирующего излучения и техногенно измененного фона на территории Воронежской области.

Материалы и методы

В исследовании использованы данные радиационно-гигиенического паспорта Воронежской области и материалы форм государственного статистического наблюдения №4-ДОЗ «Сведения о дозах облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона» за 2010–2017 гг.

В ходе мониторинга оценены следующие показатели: мощность дозы γ-излучения в жилых и общественных зданиях и на открытой местности на территории населенного пункта; среднегодовое содержание радона (^{222}Rn) и торона (^{220}Rn) и их короткоживущих дочерних продуктов распада в воздухе помещений и в атмосферном воздухе; содержание природных радионуклидов в питьевой воде и продуктах питания и годовые эффективные дозы с потреблением воды и основных компонентов рациона питания населения; характеристики поверхностной загрязненности почвы радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr.

Результаты и обсуждение

Рассматривая источники информации о дозах облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона на территории Воронежской области, следует выделить ряд региональных особенностей. Программу мониторинга за радиационной безопасностью объектов окружающей среды, а также перечень мониторинговых точек контроля ежегодно разрабатывают и обеспечивают Управление Роспотребнадзора по Воронежской области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области».

Кроме того, региональную базу данных формируют ряд показателей радиационной безопасности объектов окружающей среды, которые контролируются в ходе осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора. В первую очередь это исследования питьевой воды и продуктов питания, а также радона в строящихся и эксплуатируемых жилых и общественных зданиях. При этом количество исследований, проводимых в рамках надзорных мероприятий, значительно превышает число исследований, проводимых в рамках системы регионального социально-гигиенического мониторинга.

Объединение анализа данных рассматриваемых источников информации позволило более адекватно решить задачу оценки доз облучения населения Воронежской области за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона и выделить следующие приоритетные реализуемые направления: 1) измерения γ-фона на открытой местности в 33 точках, т.е. в каждом районном центре области и в городе Воронеже; 2) мониторинг концентрации радона в строящихся и эксплуатируемых жилых и общественных зданиях; 3) контроль содержания радионуклидов в воде открытых водоемов в 3 точках; 4) контроль содержания радионуклидов в питьевой воде (полный радионуклидный анализ), атмосферных выпадениях, почве и пищевых продуктах (радиохимический анализ) в 3 точках.

Точки мониторинга содержания радионуклидов в питьевой воде (полный радионуклидный анализ), в атмосферных выпадениях, почве и пищевых продуктах (радиохимический анализ) выбраны, исходя из следующих положений:

1) село Петренково Острогожского района является самым загрязненным населенным пунктом из числа территорий Воронежской области, подвергшихся радиоактивному загрязнению после аварии на Чернобыльской АЭС, мониторинг содержания радионуклидов осуществляется в воде реки Тихая Сосна;

2) село Левая Россошь Каширского района расположено в зоне наблюдения Нововоронежской АЭС, мониторинг содержания радионуклидов – в воде реки Сухая Хворостань;

3) город Воронеж является областным центром и самым крупным городом Воронежской области с населением более 1 миллиона человек, мониторинг содержания радионуклидов – в воде реки Усмань (пляж в п. Боровом является местом массового отдыха населения г. Воронежа).

По итогам радиационно-гигиенической паспортизации для населения Воронежской области основными до-

зообразующими факторами остаются природные и медицинские ИИИ. Ежегодный вклад в годовую эффективную дозу природных источников за период 2010–2017 гг. составляет от 74,96% до 83,65%.

В 2017 г. коллективная годовая эффективная доза облучения населения Воронежской области за счет всех источников ионизирующего излучения составила 8532,48 чел.-Зв (по РФ – 552 843 чел.-Зв). В структуре коллективной дозы населения области, по последним данным, доза от природных ИИИ составляет 81,50%, от медицинских – 16,75%, от техногенно измененного радиационного фона, включая глобальные выпадения и аварию на ЧАЭС, – 1,70%, от деятельности предприятий, использующих ИИИ, – 0,05%.

Величина средней годовой эффективной дозы на 1 жителя Воронежской области за счет всех ИИИ остается стабильной с небольшой тенденцией к увеличению и лежит в интервале от 2,925 (2010 г.) до 3,656 (2017 г.) мЗв, средняя годовая эффективная доза природного облучения человека – от 2,355 до 2,980 мЗв/год (табл. 1).

В 2017 г. средняя годовая эффективная доза на 1 жителя Воронежской области за счет всех ИИИ составила – 3,656 мЗв (по РФ – 3,760 мЗв), в том числе за счет природных источников – 2,980 мЗв (по РФ – 3,237 мЗв), техногенно измененного радиационного фона – 0,062 мЗв (по РФ – 0,009 мЗв).

Рассмотрим отдельные показатели мониторинга радиационной безопасности и их вклад в дозу облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона.

По результатам 7089 измерений γ-фона на открытой местности установлено, что за период 2010–2017 гг. на территории Воронежской области его показатели варьируют от 0,09 до 0,15 мкЗв/ч, при среднем территориальном значении 0,12 мкЗв/ч, что находится в пределах естественного фона. Средняя годовая эффективная доза природного облучения на 1 человека от внешнего γ-излучения составляет от 0,66 до 0,67 мЗв/год.

В суммарную дозу природного излучения ведущий вклад (в различные годы от 37,6% до 51,1%) вносит внутреннее облучение за счет ингаляции изотопов радона (^{222}Rn). На втором месте – доля внешнего облучения от источников терригенного происхождения, которая составляет от 21,2% до 28,9% от суммарной дозы.

В этой связи мониторингу концентрации радона и оценке годовых эффективных доз, обусловленных его воздействием, уделяется приоритетное внимание. За период 2010–2017 гг. проведены исследования в 18 227 помещениях эксплуатируемых и строящихся жилых и общественных зданий. Установлено, что годовая эффективная доза внутреннего облучения взрослых жителей в среднем по Воронежской области за счет радона с учетом вклада материнских радионуклидов ^{220}Rn и ^{222}Rn составляет от 0,83 до 1,65 мЗв/год.

В разрезе территорий Воронежской области максимальное значение средней годовой эффективной дозы природного облучения человека от радона регистрируется в городе Воронеже и составляет от 0,93 до 2,82 мЗв/год, что, вероятно, связано с интенсивным строительством многоэтажных зданий, при котором используют стройматериалы различного вида, состава и природного происхождения их сырья. Существенные ежегодные различия в дозах, обусловленных радоном, объясняются ежегодными различиями в видах объектов исследований. Так, в отдельные годы проводилась плановая работа по измерению объемной активности изотопов радона (ЭРОА) в домах старой постройки, в другие годы в исследованиях преобладали новостройки. Известно, что жители домов разных типов и из разных строительных материалов могут получать различные дозы облучения. В этой связи при анализе доз от воздействия радона применяется классификация домов на три типа: деревянные, одноэтажные каменные и многоэтажные каменные.

Учитывая, что результаты измерений, проведенных в конкретном году, не дают представительной характеристики, нами были рассчитаны средние значения ЭРОА за анализируемый период. Установлено, что в деревянных домах среднее значение ЭРОА составило 9,65±1,03 Бк/м^3, в одноэтажных каменных – 12,88±1,35 Бк/м^3, в многоэтажных каменных – 11,94±1,27 Бк/м^3. Максимальные значения ЭРОА изотопов радона на территории Воронежской области были отмечены в каменных домах в городе Воронеже – 20,1 (одноэтажные) и 42,5 (многоэтажные) Бк/м^3. В одноэтажных каменных домах активность радо-

Таблица 1

Средние годовые эффективные дозы на 1 жителя Воронежской области от ИИИ (мЗв/год)

[Table 1

Mean annual per capita effective doses from sources of ionizing radiation in Voronezh region (mSv/year)]

ИИИ [Source of ionizing radiation]	Годы [Year]							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
За счет всех ИИИ [All sources]	2,925	2,980	3,167	3,095	3,309	3,086	3,399	3,656
Природные, в том числе [Natural radionuclides, including]	2,467	2,355	2,530	2,480	2,480	2,479	2,843	2,980
от радона [radon]	0,83	0,99	1,11	1,10	1,11	1,10	1,47	1,65
от внешнего γ-излучения [external γ-radiation]	0,70	0,66	0,67	0,67	0,69	0,69	0,69	0,64

на может быть выше из-за близости подвалов, в которых накапливается радон, выделяющийся из грунта. Кроме того, радон тяжелее воздуха и может концентрироваться ближе к поверхности земли.

Вместе с тем, за период 2010–2017 гг. все результаты измерений концентрации радона (эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона) в жилых и общественных зданиях свидетельствовали о соответствии данного показателя требованиям санитарных норм и правил.

Вклад в суммарную дозу внутреннего облучения от калия-40 (^{40}K), содержащегося в организме людей, в соответствии с данными Научного комитета по действию атомной радиации Организации Объединенных Наций (НКДАР ООН), принят равным 0,17 мЗв/год, а годовая доза облучения за счет космической компоненты – 0,4 мЗв для всех регионов России. Доля дозы от внутреннего облучения от ^{40}K в общей структуре индивидуальной дозы природного облучения за анализируемый период варьирует от 5,8 до 8,0%, а доля дозы за счет космической компоненты – от 13,7 до 18,9%, что зависело, в основном, от вариации вклада дозы, связанной с радоном.

За период 2010–2017 гг. ежегодно исследовалось по 12 проб атмосферного воздуха на содержание радиоактивных веществ. Превышений допустимых среднегодовых объемных активностей радионуклидов для населения не выявлено. Средняя индивидуальная доза от радиоактивных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, составляет 0,006±0,0005 мЗв/год, вклад в дозу от природного излучения – незначительный и составляет 0,2–0,3%.

В рамках надзорных мероприятий ежегодно проводится отбор более 1 тыс. проб продуктов питания и их исследования на содержание радиоактивных нуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr – показателей, которые определены Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Средняя индивидуальная доза за период составила 0,120±0,005 мЗв/год, ежегодный вклад в дозу от природного излучения варьировал от 3,9 до 5,7%. За 2010–2017 гг. значения объемной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr не превышали допустимых значений.

В рамках функционирования региональной системы социально-гигиенического мониторинга по разделу «Показатели радиационной безопасности объектов окружающей среды и среды обитания людей» проводятся радиохимические исследования проб продуктов питания местного производства и питьевой воды из с. Петренково Острогожского района (зона радиоактивного загрязнения от аварии на Чернобыльской АЭС), с. Левая Россошь Каширского района (30-километровая зона Нововоронежской АЭС) и городского округа г. Воронеж. Ежегодно исследуется по 24 пробы пищевых продуктов и продовольственного сырья, из них 6 проб молока, по 3 пробы картофеля, мяса, рыбы, хлеба, овощей, дикорастущих ягод или грибов.

Учитывая среднестатистическое потребление продуктов (кг/год) по Воронежской области, были рассчитаны значения годовых эффективных доз облучения населения за счет потребления отдельных групп пищевых продуктов местного происхождения (табл. 2).

С учетом среднестатистических объемов потребления продуктов, наибольшая годовая эффективная доза

Таблица 2

Значения годовых эффективных доз облучения населения за счет потребления отдельных групп пищевых продуктов

[Table 2

Values of annual effective doses of the public from the consumption of various food products]

Продукты питания [Food products]	Потребление, кг/год* [Consumption, kg/year]	Годовая эффективная доза [Annual effective dose]	
		мЗв/год [mSv/year]	% от учитываемых продуктов питания [Contribution into the food products considered,%]
Хлеб [Bread]	133,7	0,034	30,9
Картофель [Potatoes]	107,6	0,007	6,4
Овощи [Vegetables]	97,0	0,010	9,1
Молоко [Milk]	238,2	0,025	22,7
Мясо [Meat]	37,2	0,005	4,5
Рыба [Fish]	16,0	0,029	26,4

* – среднее годовое потребление продуктов питания взрослыми жителями (по данным Территориального органа Федеральной службы статистики по Воронежской области)

[*– average annual consumption of the food products by adult residents (based on data from territorial body of the Federal statistics service in the Voronezh region)]

приходится на хлеб (30,9% вклада от учитываемых групп продуктов).

По данным НКДАР ООН, вклад питьевой воды в суммарную дозу облучения населения не является преобладающим и обусловлен присутствующими в воде радионуклидами природных рядов урана и тория. Наибольший вклад в формирование дозы облучения за счет потребления питьевой воды вносят изотопы урана (^{238}U и ^{234}U), радия (^{226}Ra и ^{228}Ra), радона (^{222}Rn) и полония-210 (^{210}Po), в меньшей степени – свинца-210 (^{210}Pb) и изотопов тория (^{228}Th, ^{230}Th, ^{232}Th).

Установлено, что региональные значения годовых эффективных доз облучения населения за счет потребления питьевой воды находятся в интервале от 0,031 до 0,046 мЗв/год при наибольшем вкладе радона (^{222}Rn), средняя удельная активность радионуклида в воде составляет 9,50–10,3 Бк/кг (табл. 3).

Превышений гигиенических нормативов (норм радиационной безопасности) в исследуемых пробах продуктов питания и питьевой воды не выявлено.

По результатам исследования проб воды открытых водоемов в местах водопользования населения (3 мониторинговые точки: реки Тихая Сосна, Сухая Хворостань, Усмань) превышений уровней вмешательства по содержанию контролируемых радиоактивных веществ (^{210}Po, ^{234}U, ^{222}Rn, ^{137}Cs), а также по показателям суммарной α- и β-активности не зарегистрировано.

Дозы облучения населения за счет техногенного фона складываются из доз облучения за счет глобальных радиоактивных выпадений в результате атмосферных ядерных испытаний и за счет прошлых радиационных аварий и предшествующей деятельности. Доза за счет глобальных выпадений принята равной 0,005 мЗв/год в соответствии с оценкой, приведенной в докладе НКДАР ООН за 2000 г.

Вклад дозы облучения населения за счет техногенного фона в суммарную коллективную дозу населения за анализируемый период наблюдений варьирует от 1,62 до 1,76%. По последним данным (2017 г.), коллективная доза облучения населения Воронежской области за счет глобальных выпадений и прошлых радиационных аварий (техногенного фона) составила 144,68 чел.-Зв/год. Средняя годовая доза на жителя Воронежской области за счет техногенного фона составила 0,062 мЗв/год (табл. 4).

Таблица 3

Значения годовых эффективных доз облучения населения за счет потребления питьевой воды

[Table3

Values of annual effective doses of the public from the consumption of the drinking water]

Населенный пункт [Location]	Потребление *, кг/год [Consumption, kg/year]	Средняя удельная активность радионуклида в воде, Бк/кг [Mean specific activity of the radionuclide in water, Bk/kg]						Годовая эффективная доза, мЗв/год [Annual effective dose mSv/year]
		^{226}Ra	^{228}Ra	^{210}Pb	^{210}Po	^{238}U+ ^{234}U	^{222}Rn	
г. Воронеж [Voronezh]	730	0,020	0,030	0,020	0,0020	0,0050	9,5	0,031
с. Левая Россошь (Каширский р-н) [village Levaya Rossosh (Kashirsky district)]	730	0,010	0,010	0,050	0,0050	0,030	10,3	0,038
с. Петренково (Острогожский р-н) [village Petrenkovo (Ostrogozhsky district)]	730	0,020	0,050	0,020	0,0050	0,060	10,3	0,046

* – среднее годовое потребление питьевой воды взрослыми жителями района (населенного пункта) жителями (по данным Территориального органа Федеральной службы статистики по Воронежской области)
[* average annual consumption of the drinking water by adult residents of the district/city (based on data from territorial body of the Federal statistics service in Voronezh region)].

Таблица 4

Дозы облучения населения Воронежской области за счет глобальных выпадений и прошлых радиационных аварий (техногенного фона)

[Table 4

Doses to the public of the Voronezh region from global fallouts and previous radiation accidents (technogenic background)]

Показатель [Indicator]	Годы [Year]							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Коллективная доза облучения, чел.-Зв/год [Collective dose, man·Sv/year]	144,68	144,68	144,48	144,48	144,53	144,53	144,68	144,68
Средняя годовая доза на жителя, мЗв/год [Mean annual per capita dose, mSv/year]	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062

Характеристики поверхностной загрязненности почвы радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr являются основными показателями для оценки воздействия Чернобыльской аварии на территорию Воронежской области, поскольку у этих радионуклидов, по сравнению с другими, которые присутствовали в аварийных выбросах Чернобыльской АЭС, периоды полураспада наиболее длительные: период полураспада ^{137}Cs составляет 30,2 года, ^{90}Sr – 28,6 года.

По данным радиационно-гигиенической паспортизации, плотность загрязнения почвы ^{137}Cs составляет в среднем от 7,955 до 9,100 кБк/м^2 (максимально в 2010 г. – 107,9 кБк/м^2), ^{90}Sr – от 0,235 до 0,280 кБк/м^2 (максимально в 2010 г. – 1,470 кБк/м^2) (табл. 5).

В целом, регистрируется снижение максимальных значений поверхностной загрязненности почвы радионуклидами, что связано с их естественным распадом. Среднегодовая эффективная доза от «чернобыльских выпадений», получаемая жителями населенных пунктов, подвергшихся радиоактивному воздействию, в 2010–2017 гг. не превышает 0,16 мЗв/год, что является безопасным.

Заключение

Таким образом, ситуация, связанная с воздействием источников ионизирующего излучения в Воронежской области, на протяжении последних 8 лет остается стабильной и безопасной. При этом природные источники являются основными дозообразующими факторами для населения. Их ежегодный вклад в годовую эффективную дозу за период 2010–2017 гг. составляет от 74,96 до 83,65%. Ведущий вклад в суммарную дозу облучения от природных источников вносит облучение за счет ингаляции изотопов радона от 37,6 до 51,1%. На втором месте доля внешнего облучения от источников терригенного происхождения, которая составляет от 21,2 до 28,9% от суммарной дозы. По результатам оценки показателей, характеризующих уровень воздействия источников ионизирующего излучения естественного и техногенно-измененного радиационного фона, превышений нормативов радиационной безопасности не зарегистрировано.

Исследования и анализ информации выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проект № 17-05-00569 «Исследование закономерностей формирования эколого-геохимического фона и зон риска для здоровья населения селитебно-промышленных территорий центрального Черноземья»).

Литература

1. Арутюнян, Р.В. Экология и устойчивое развитие региона размещения Нововоронежской АЭС / Р.В. Арутюнян, Л.А. Большов, Л.М. Воробьева, Е.К. Хандогина, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Скворцова, М.И. Чубирко, Н.М. Пичужкина // Атомная энергия. – 2010. – Т. 109, № 2. – С. 109–113.
2. Барковский, А.Н. Оптимизация радиационного мониторинга, проводимого в субъектах Российской Федерации в рамках радиационно-гигиенической паспортизации / А.Н. Барковский, Н.К. Барышков, К.А. Сапрыкин, Н.В. Титов // Радиационная гигиена. – 2014. – Т. 7, № 1. – С. 36–48.
3. Кормановская, Т.А. Проблемы учета доз природного облучения в производственных условиях в единой государственной системе контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан / Т.А. Кормановская // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 2. – С. 43–50.
4. Кузмичев, М.К. Гигиеническая оценка доз облучения населения Воронежской области от источников ионизирующего излучения / М.К. Кузмичев, Ю.И. Степкин, О.В. Клепиков, И.В. Кухтина // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 9. – С. 39–41.
5. Ограничение облучения населения от природных источников ионизирующего излучения. Временные критерии для принятия решения и организации контроля №43-10/796 от 5.12.1990 г. – М.: Министерство здравоохранения России, 1990 – 18 с.
6. Онищенко, Г.Г. Радиационно-гигиеническая паспортизация и ЕСКИД – информационная основа принятия управлен-

Таблица 5

Результаты исследований проб почвы на содержание радионуклидов

[Table 5

Radionuclide concentration in soil samples]

Годы [Year]	Исследовано проб почвы [n of soil samples]	Плотность загрязнения ^{137}Cs, кБк/м^2 [^{137}Cs contamination density, kBk/m^2]		Плотность загрязнения ^{90}Sr, кБк/ м^2 [^{90}Sr contamination density, kBk/m^2]	
		среднее значение [Mean value]	максимальное значение [maximum value]	среднее значение [Mean value]	максимальное значение [maximum value]
2010	133	9,10	107,90	0,28	1,47
2011	132	8,90	105,80	0,27	1,44
2012	56	8,80	104,53	0,26	1,42
2013	41	8,62	102,44	0,26	1,39
2014	201	8,45	100,39	0,25	1,36
2015	352	8,28	98,38	0,25	1,34
2016	65	8,12	96,38	0,24	1,31
2017	152	7,96	94,49	0,24	1,28

ческих решений по обеспечению радиационной безопасности населения Российской Федерации. Сообщение 2. Характеристика источников и доз облучения населения Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, И.К. Романович, А.Н. Барковский, Т.А. Кормановская, И.Г. Шевкун // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 18–35.

7. Попов, В.И. К 30-летию катастрофы на Чернобыльской АЭС: оценка последствий радиоактивного загрязнения и современной радиационной обстановки на территории Воронежской области / В.И. Попов, О.В. Клепиков, М.К. Кузмичев // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2016. – № 1. – С. 48–55.

8. Репин, Л.В. Автоматизированная система контроля радиационного воздействия Роспотребнадзора: история создания, назначение и развитие / Л.В. Репин, А.М. Библин, П.Г. Ковалев, М.С. Николаевич, В.С. Репин // Радиационная гигиена. – 2014. – Т.7, № 3. – С. 44–53.

9. Росоловский, А.П. Радиологическая оценка некоторых природных источников ионизирующего излучения на территории Новгородской области / А.П. Росоловский // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 8, № 3. – С. 62–66.

10. Стамат, И.П. Радиационная безопасность населения России при облучении природными источниками ионизирующего излучения: современное состояние, направления развития и оптимизации / И.П. Стамат, Т.А. Кормановская, Г.А. Горский // Радиационная гигиена. – 2014. – Т. 7, № 1. – С. 54–62.

11. Степанов, Е.Г. Обеспечение радиационной безопасности населения при воздействии природных источников ионизирующего излучения / Е.Г. Степанов, А.С. Жеребцов, Ш.З. Гильманов, И.И. Хисамиев, Е.С. Шакирова, О.В. Туваняева // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 8, № 1. – С. 73–75.

12. Стёпкин, Ю.И. Оценка доз облучения персонала за счет нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующих излучений по данным единой системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан (ЕСКИД) / Ю.И. Стёпкин, М.К. Кузмичев, О.В. Клепиков // Радиационная гигиена. – 2016. –Т. 9, № 3. – С. 69–74.

13. Стёпкин, Ю.И. Результаты регионального мониторинга доз облучения населения от источников ионизирующего излучения / Ю.И. Стёпкин, М.К. Кузмичев, О.В. Клепиков // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 8, № 4. – С. 83–88.

14. Чичура, Т.М. Радиационно-гигиенический мониторинг и оценка доз облучения населения, проживающего на радиоактивно-загрязненных территориях Тульской области / Т.М. Чичура, А.Э. Ломовцев, А.Ю. Хожаинов // Радиационная гигиена. – 2016. – Т.9, №2. – С. 63-68.

Поступила: 20.03.2018 г.

Стёпкин Юрий Иванович – доктор медицинских наук, профессор, главный врач Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, заведующий кафедрой гигиенических дисциплин Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко. **Адрес для переписки:** 394038, Россия, г. Воронеж, ул. Космонавтов, д. 21; E-mail: san@sanep.vrn.ru

Кузмичёв Максим Константинович – кандидат медицинских наук, заведующий радиологической лабораторией Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, доцент кафедры гигиенических дисциплин Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия

Клепиков Олег Владимирович – доктор биологических наук, профессор, заведующий отделением информационных технологий организационно-методического отдела Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, профессор кафедры инженерной экологии Воронежского государственного университета инженерных технологий, Воронеж, Россия

Студеникина Екатерина Михайловна – врач по общей гигиене отделения статистического наблюдения организационно-методического отдела Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, ассистент кафедры гигиенических дисциплин Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия

Для цитирования: Степкин Ю.И., Кузмичев М.К., Клепиков О.В., Студеникина Е.М. Гигиеническая оценка доз облучения населения за счет естественного и техногенно измененного фона // Радиационная гигиена. – 2018. – Т. 11, № 2. – С. 74-82. DOI: 10.21514/1998-426x-2018-11-2-74-82

Hygienic evaluation of exposure doses for the Voronezh region population from the natural and technogenously modified background

Yuriy I. Stepkin[1,2], Maksim K. Kuzmichev[1,2], Oleg V. Klepikov[1,3], Ekaterina M. Studenikina[1,2]

[1]Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region, Voronezh, Russia
[2]Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Ministry of Public Health, Voronezh, Russia
[3]Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

The purpose of the study was to estimate the doses to the Voronezh region population from natural sources of ionizing radiation and the technologically altered background in the territory of Voronezh Region. The data of forms of state statistical observation No. 4-DOZ "Information on the doses of population exposure due to natural and technologically altered background" for 2010-2017 and the radiation and hygienic passport of the territory of the Voronezh Region were used. The average annual per caput effective dose due to all types of ionizing radiation remains stable with a slight upward trend and lies in the range from 2.925 (2010) to 3.656 mSv (2017). Natural sources are the main dose-forming factors for the population. Their annual contribution to the annual effective dose ranges from 74.96 to 83.65%. The leading contribution to the total dose from natural sources is the exposure due to the inhalation of radon isotopes: it ranges from 37.6 to 51.1%. In second place,there is the share of external exposure from sources of terrigenous origin, which ranges from 21.2 to 28.9% of the total dose. The average annual effective dose of natural exposure to humans varies from 2,355 to 2,980 mSv / year, the exposure from radon – from 0,83 to 1,65 mSv / year. The dose from technogenic-altered radiation background, including global radioactive fallout due to atmospheric nuclear tests and due to past radiation accidents are insignificant (0,062 mSv / year). Its annual contribution to the total dose is less than 2%. Based on the results of the assessment of the indicators characterizing the level of exposure of sources of ionizing radiation to natural and technogenic-altered radiation background, no excess of radiation safety standards has been recorded. The situation associated with exposure to ionizing radiation sources in the Voronezh region has been described as safe for the last 8 years.

Key words: *radiation hygiene, natural sources of ionizing radiation, technogenically altered radiation background, assessment of radiation doses, radiation safety.*

References

1. Arutyunyan R.V., Bolshov L.A., Vorobiova L.M., Khandogina E.K., Novikov S.M., Shashina T.A., Skvortsova N.S., Chubirko M.I., Pichuzhkina N.M. Ecology and stable development of the region of the location of Novovoronezhskaya NPP. Atomnaya energiya = Atomic Energy, 2010, Vol. 109, No 2, pp. 109-113. (In Russian)
2. Barkovsky A.N., Baryshkov N.K., Saprykin K.A., Titov N.V. Optimization of radiation monitoring carrying out in the territorial subjects of Russian Federation in the frames of radiation-hygienic passportization. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2014, Vol. 7, No 1, pp. 36-48. (In Russian)
3. Kormanovskaya T.A. Issues of assessment of doses from natural sources in working conditions: implications for the unified state system of individual dose monitoring. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2017, Vol. 10, No 2, pp. 43-50. (In Russian)
4. Kuzmichev M.K., Stepkin Yu.I., Klepikov O.V., Kukhtina I.V. Hygienic assessment of radiation doses to the population of the Voronezh region from sources of ionizing irradiation. Gigiena i sanitariya = Hygiene and Sanitation, 2015, Vol. 94, No 9. pp. 39-41. (In Russian)
5. Limitation of the public exposure from natural sources of ionizing radiation. Temporal criteria for the decision-making and inspection arrangement № 43-10/796, 5.12.1990. Moscow, Ministerstvo zdravookhraneniya Rossii = Ministry of Health of Russia, 1990, 18 p. (In Russian)
6. Onishchenko G.G., Popova A.Yu., Romanovich I.K., Barkovsky A.N., Kormanovskaya T.A., Shevkun I.G. Radiation-hygienic passportization and USIDC-information basis for management decision making for radiation safety of the population of the Russian Federation. Report 2: Characteristics of the sources and exposure doses of the population of the RF. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2017, Vol. 10, No 3. pp. 18-35. (In Russian)
7. Popov V.I., Klepikov O.V., Kuzmichev M.K. On the 30-year anniversary of the Chernobyl NPP accident: assessment of the consequences of the radioactive contamination and current radiation environment on the territory of Voronezh region. Mediko-biologicheskie i sotsialno-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh =Medico-biological and social-psychological problems of emergency safety, 2016, No 1, pp. 48-55. (In Russian)
8. Repin L.V., Biblin A.M., Kovalev P.G., Nikolaevich M.S., Repin V.S. The automated system of radiation exposure control (ASCRE) for Rospotrebnadzor: creation history, applicability and development. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2014, Vol.7, No 3, pp. 44-53. (In Russian)
9. Rosolovsky A.P. Radiological assessment of some natural sources of ionizing radiation in the Novgorod region. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2015, Vol.8, No3, pp. 62-66. (In Russian)
10. Stamat I.P., Kormanovskaya T.A., Gorsky G.A. Russian Federation population radiation protection during the exposure from natural ionizing irradiation sources: modern

Yuriy I. Stepkin
Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko
Address for correspondence: Kosmonavtov str., 21, Voronezh, 394038, Russia; E-mail: san@sanep.vrn.ru

state and directions for development and optimization. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2014, Vol. 7, № 1, pp. 54-62. (In Russian)

11. Stepanov E.G., Zherebtsov A.S., Gilmanov Sh.Z., Khisamiev I.I., Shakirova E.S., Tuvanyaeva O.V. Population radiation protection providing under the influence of natural ionizing irradiation sources. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2015, Vol.8, No 1, pp. 73-75. (In Russian)
12. Stepkin Yu.I., Kuzmichev M.K., Klepikov O.V. Personnel dose assessment due to the normal operations with the artificial radiation sources according to the data from the unified system of individual dose control (USIDC). Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2016, Vol.9, No3, pp. 69-74. (In Russian)
13. Stepkin Yu.I., Kuzmichev M.K., Klepikov O.V. Regional monitoring results of population exposure doses from ionizing radiation sources. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2015, Vol. 8, No. 4, pp. 83-88. (In Russian)
14. Chichura T.M., Lomovtsev A.E., Khozhainov A.Yu. Radiation hygienic monitoring and assessment of population doses in radioactively contaminated areas of Tula region. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2016, Vol.9, No.2, pp. 63-68. (In Russian)

Received: March 20, 2018

For correspondence: Yuriy I. Stepkin – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Physician of Voronezh Region's Center of Hygiene and Epidemiology, Head of the Hygienic Disciplines Chair of Voronezh State Medical University after N.N. Burdenko (Kosmonavtov str., 21, Voronezh, 394038, Russia; E-mail: san@sanep.vrn.ru)

Maksim K. Kuzmichev – Candidate of Medical Sciences, Head of Radiological Laboratory, Trial Laboratory Center of Voronezh Region's Hygienic and Epidemiologic Center, Associate Professor of Hygienic Disciplines Chair of Voronezh State Medical University after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia

Oleg V. Klepikov – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Informational Technologies Department, Organizational Methodological Division of Voronezh Region's Center of Hygiene and Epidemiology, Professor of Engineering Ecology Chair of Voronezh State Engineering Technologies University, Russian Federation Ministry of Science and Education, Voronezh, Russia

Ekaterina M. Studenikina – Common hygiene physician, division of statistical monitoring of the organizational-methodical department of the Center of Voronezh Region's Hygienic and Epidemiologic Center, assistant, faculty of hygienic studies, Voronezh State Medical University after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia

For citation: Stepkin Yu.I., Kuzmichev M.K., Klepikov O.V., Studenikina E.M. Hygienic evaluation of exposure doses for the Voronezh region population from the natural and technogenously modified background. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2018, Vol. 11, No. 2, pp. 74-82. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426x-2018-11-2-74-82