

## Оценка мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности территории города Воронежа

М.И. Чубирко<sup>1,2</sup>, О.В. Клепиков<sup>1,3</sup>, С.А. Куролап<sup>4</sup>, М.К. Кузмичев<sup>1,2</sup>, Е.М. Студеникина<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, Воронеж, Россия

<sup>2</sup>Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко Минздрава РФ, Воронеж, Россия

<sup>3</sup>Воронежский государственный университет инженерных технологий Министерства науки и высшего образования РФ, Воронеж, Россия

<sup>4</sup>Воронежский государственный университет  
Министерства науки и высшего образования РФ, Воронеж, Россия

*Целью исследования являлось выявление закономерностей распределения величины мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности городского пространства в зависимости от функционального назначения внутригородской территории и типа её искусственного покрытия. Материалы и методы. Измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (гамма-фона) на территории города Воронежа проведены в 70 точках, условно классифицированных по функциональному использованию (промышленная территория, транспортная территория, территория жилой застройки, рекреационная территория), а также по типу покрытия на открытой местности (гранитная брусчатка, асфальтовое покрытие, тротуарная плитка, открытый грунт). Для проведения радиационного контроля использовался высокочувствительный компактный поисковый прибор – измеритель-сигнализатор поисковый микропроцессорный ИСП-РМ1401МА. Для оценки достоверности различий средних величин показателя по функциональным внутригородским зонам и типам искусственного покрытия применены методы параметрической статистики (критерий Стьюдента). Параметрические методы статистики по сравнению с непараметрическими методами позволяют статистически однозначно интерпретировать полученные результаты. В этой связи нет необходимости использовать другие статистические инструменты. Результаты. Результаты оценки радиационного фона показывают, что мощность эквивалентной дозы гамма-излучения (гамма-фона) на территории города Воронежа составляет от 0,06 до 0,14 мкЗв/ч и не превышает допустимого значения (0,3 мкЗв/ч). Достоверных различий средних значений показателей в промышленной, транспортной, жилой функциональных зонах по отношению к рекреационной не выявлено ( $t_{расч.} < t_{табл.}$ ,  $p < 0,05$ ). Максимальные уровни гамма-фона (0,09–0,14 мкЗв/ч) на территории города Воронежа отмечались в тех местах, где для благоустройства территории использовались обработанные природные камни (гранит). При решении задачи выявления зависимости показателя мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности внутригородского пространства от типа покрытия для снижения неопределенностей в перспективе необходимо учитывать рецептуру материалов, особенно долю гранитной крошки.*

**Ключевые слова:** мощность эквивалентной дозы гамма-излучения, открытая местность, городская территория.

### Введение

Обеспечение радиационной безопасности населения всегда являлось и является одной из приоритетных составляющих национальной безопасности Российской Федерации и важнейшим элементом санитарно-эпидемиологического благополучия населения страны [1]. Данные радиационно-гигиенической паспортизации и ЕСКИД, функционирующей на базе Санкт-Петербургского НИИ радиационной гигиены имени про-

фессора П.В. Рамзаева, убедительно свидетельствуют о ведущем вкладе в структуру коллективной дозы населения природных источников ионизирующих излучений [2, 3]. Техногенные изменения городской среды обитания, применение различных природных материалов в строительстве и благоустройстве территорий городов могут влиять на мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности. Как показали инициативные исследования в различных регионах, уровень облучения населения за счет природных источников ионизирующего

**Кузмичев Максим Константинович**

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: maxidoctor@rambler.ru

излучения на открытой местности в силу различных факторов и причин может варьировать в несколько раз [4, 5].

В этой связи исследования по оценке мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности территории городов, в которых проживает значительная доля населения России, являются актуальными.

**Цель исследования** – выявление закономерностей распределения величины мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности городского пространства в зависимости от функционального назначения внутригородской территории и типа её искусственного покрытия.

### **Материалы и методы**

В рамках реализации проекта РФФИ №17-05-00569 «Исследование закономерностей формирования эколого-геохимического фона и зон риска для здоровья населения селитебно-промышленных территорий Центрального Черноземья», в котором совместно с учеными кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета участвуют специалисты радиологической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» (аттестат аккредитации испытательного лабораторного центра № RA.RU.510125 от 13.12.2016 г., бессрочный) было выполнено обоснование 70 точек отбора проб атмосферного воздуха и почвы на внутригородской территории города Воронежа (отдельное направление исследований геохимического фона) [6].

В этих же точках в 2019 г. (летний период, с 24 по 28 июня) проведены 143 измерения эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности (не менее 2 измерений в каждой точке). Выбор мест исследования изначально был определен по 5 видам функциональных внутригородских зон, в том числе: 1) жилая зона с 3 подзонами: (жилая ЦИ) – центральная историческая часть города, включая общественно-деловую застройку и «старую» 5-этажную застройку преимущественно 1950–1970-х гг.; (жилая СП) – кварталы с современной многоэтажной застройкой преимущественно от 9 этажей и выше; (жилая ЧС) – «частный сектор», преимущественно одноэтажная и коттеджная жилая застройка – 15 точек, в том числе ЦИ – 7 точек, СП – 6 точек, ЧС – 7 точек; 2) промышленная зона – 18 точек; 3) зона рекреации – 14 точек; 4) транспортная зона – 17 точек; 5) фон (акватория внутригородского Воронежского водохранилища) – 1 точка. Фоновой точкой служило место измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в акватории внутригородского Воронежского водохранилища у дамбы Чернавского моста. Для проведения измерений использовалась надувная лодка. Измерения проводились в дневное время в течение 5 дней. Глубина водохранилища в месте измерения составляла 2,5–3,2 м. Выбор фоновой точки измерения основан на теоретических сведениях о том, что толща воды ослабляет ионизирующее излучение, обусловленное присутствием природных радионуклидов на твердой земной поверхности.

В остальных точках внутригородской территории проведены однократные измерения. Для исключения влияния на результаты измерений строений они проводились на расстоянии не менее 50 м от стен зданий.

Для проведения радиационного контроля территории города Воронежа использовался высокочувствительный компактный поисковый прибор – измеритель-сигнализатор поисковый микропроцессорный ИСП-PM1401МА, предназначенный для обнаружения и локализации радиоактивных материалов (Свидетельство о поверке №13/8282 от 9.10.2018 г.). В приборе предусмотрены два режима работы: поиск радиоактивных источников по их внешнему гамма-излучению и оценка уровня излучения в мкЗв/ч (по линии Cs<sup>137</sup> в коллимированном излучении).

Для оценки достоверности различий средних величин показателя по функциональным внутригородским зонам рассчитывалось среднее значение и ошибка среднего ( $M \pm m$ ), где  $m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ ,  $n$  – число измерений). Параметрические методы статистики по сравнению с непараметрическими методами позволяют статистически однозначно интерпретировать полученные результаты. В этой связи нет необходимости использовать другие статистические инструменты.

### **Результаты и обсуждение**

В целом, радиационная обстановка на территории городского округа город Воронеж на протяжении многолетнего периода существенно не изменялась и оставалась удовлетворительной. По итогам радиационно-гигиенической паспортизации 2018 г. основными дозообразующими факторами для населения остаются природные и медицинские источники ионизирующих излучений, а коллективная годовая эффективная доза облучения населения за счет всех источников ионизирующего излучения составила 8630,82 чел.-Зв (по РФ – 558857 чел.-Зв). В структуре коллективной дозы населения доза от природных источников ионизирующих излучений составляет 84,32% (в среднем по РФ – 85,58%), от медицинских – 15,4% (по РФ – 14,13%), от техногенно измененного радиационного фона, включая глобальные выпадения и аварию на ЧАЭС, – 0,16% (по РФ – 0,24%); от деятельности предприятий, использующих источники ионизирующих излучений, – 0,12% (по РФ – 0,05%).

Вместе с тем, систематический мониторинг радиационной обстановки, проводимый специалистами радиологической лаборатории Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, осуществляется в одной контрольной точке по адресу расположения учреждения – Воронеж, ул. Космонавтов, 21. В период проведения исследования показатель мощности эквивалентной дозы гамма-излучения не имел существенных колебаний и составлял 0,11–0,12 мкЗв/ч.

В соответствии с п. 5.1.6 СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)» уровень радиоактивного загрязнения, основанный на измерении мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности селитебной территории, должен быть не более 0,3 мкЗв/ч.

В рамках нашего исследования в дополнение к имеющимся систематическим данным о радиационной обстановке выполнены измерения в 70 контрольных точках. При оценке результатов измерений (табл. 1, 2), проведенных на твердой земной поверхности, так называемый «нулевой» фон вычитался из полученных значений мощности эквивалентной дозы гамма-излучения.

Установлено, что показатель мощности эквивалентной дозы гамма-излучения составлял от 0,06 (фоновая точка) до 0,14 мкЗв/ч (с учетом фона) (селитебная территория центральной исторической части города). На этой же территории наибольшее значение среднего показателя составляет  $0,073 \pm 0,012$  мкЗв/ч; далее следует транспортная функциональная зона (измерения на краю проезжей части, прилегающих к проезжей части тротуарах) –  $0,058 \pm 0,004$  мкЗв/ч.

По отношению к фоновой точке (0,06–0,08 мкЗв/ч) на твердой земной поверхности во всех функциональных зонах выявлены достоверные отличия средних величин показателя мощности эквивалентной дозы гамма-излучения ( $t_{\text{расч.}} = 6,40 \div 8,53 > t_{\text{табл.}} = 2,78$ , при вероятности статистической ошибки менее 5% и минимальном количестве измерений в одной зоне  $n=5$ ) (табл. 1).

Вместе с тем, оценка достоверности различий средних величин показателей по отношению к рекреационным внутригородским зонам (парки, скверы, пляж на водохранилище, измерения проводились в местах отсутствия искусственного покрытия) не подтвердила гипотезу различий величин мощности эквивалентной дозы гамма-из-

лучения техногенно нагруженных (промышленной, транспортной) и жилой зон ( $t_{\text{расч.}} < t_{\text{табл.}}$ ). Такие различия по уровню загрязнения атмосферного воздуха и почвы на внутригородских территориях были выявлены ранее [7]. Это, по нашему мнению, свидетельствует о том, что в условиях города Воронежа отсутствует связь мощности эквивалентной дозы гамма-излучения с уровнем химического загрязнения окружающей среды.

Нами проведена группировка выполненных измерений в зависимости от вида твердой поверхности (гранитная брусчатка, асфальтовое покрытие, тротуарная плитка, открытый грунт). Более детально дифференцировать покрытие на текущем этапе исследования не представлялось возможным из-за большого числа рецептуры применяемых асфальтобетонных смесей, а также их различной зернистости (мелкозернистой, среднезернистой, крупнозернистой) и различных рецептур и видов тротуарной плитки. Это позволило установить закономерность величин показателя мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности внутригородского пространства от типа покрытия (табл. 2).

Таблица 1  
Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения в зависимости от функциональной городской зоны, мкЗв/ч  
[Table 1

Показатель [Indicator]	Функциональные зоны [Functional zone]						Фон, водная поверхность (1 точка) [Background, water surface (1 point)]
	Промыш- ленная (18 точек) [Industrial (18 points)]	Транспорт- ная (17 точек) [Transport (17 points)]	Жилая СЗ (6 точек) [Residual SZ (6 points)]	Жилая ЦИ (7 точек) [Residual CI (7 points)]	Жилая ЧС (7 точек) [Residual CHS (7 points)]	Рекреацион- ная (14 точек) [Recreational (14 points)]	
Число измерений [Number of measurements]	36	34	12	14	14	28	5
Минимальный показатель [Minimum]	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,06
Максимальный показатель [Maximum]	0,07	0,09	0,08	0,14	0,07	0,07	0,08
Средний показатель ( $M \pm m$ ) [Mean]	$0,049 \pm 0,002$	$0,058 \pm 0,004$	$0,053 \pm 0,004$	$0,073 \pm 0,012$	$0,053 \pm 0,004$	$0,048 \pm 0,002$	$0,072 \pm 0,004$
Расчетный критерий Стьюдента (по отношению к фону), $t_{\text{расч.}}$ [Student's t criteria (compared to background)]	8,11	8,53	6,40	3,88	6,98	8,11	–
Расчетный критерий Стьюдента (по отношению к зонам рекреации), $t_{\text{расч.}}$ [Student's criteria (compared to recre- ational zones)]	0,44	2,13	0,95	1,62	0,98	–	-8,11

**Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения в зависимости от типа покрытия на открытой местности, мкЗв/ч**  
 Таблица 2  
 [Table 2]  
**Equivalent dose rate of gamma radiation for different types of surfaces in the open areas, μSv/h]**

Показатель [Indicator]	Искусственные покрытия Artificial surfaces			Открытый грунт [Open ground]
	Гранитная брусчатка [Granite blocks]	Асфальтовое покрытие [Asphalt]	Тротуарная плитка [Paving slabs]	
Число измерений [Number of measurements]	5	24	26	14
Минимальный показатель [Minimum]	0,09	0,06	0,04	0,03
Максимальный показатель [Maximum]	0,14	0,08	0,07	0,07
Средний показатель (M±m) [Mean (M±m)]	0,104±0,013	0,072±0,005	0,057±0,005	0,048±0,006
Расчетный критерий Стьюдента (по отношению к открытому грунту), $t_{\text{расч}}$ [Calculated Student criteria (relative to open ground)]	3,50	2,84	1,09	-

Максимальные уровни гамма-фона (0,09–0,14 мкЗв/ч) на территории города Воронежа отмечались в тех местах, где для благоустройства территории использовались обработанные природные камни (гранит) – площадь Ленина, участок территории перед Воронежским механическим заводом, Адмиралтейская площадь. Среднее значение показателя составляет 0,104±0,013 мкЗв/ч, что достоверно отличается от открытого грунта внутригородской территории ( $t_{\text{расч}}=3,50$ , при  $p<0,05$ ).

### Заключение

Результаты оценки радиационного фона показывают, что мощность эквивалентной дозы гамма-излучения (гамма-фона) на территории города Воронежа не превышает допустимых значений. Достоверных различий средних значений показателей в промышленной, транспортной, жилой функциональных зонах по отношению к рекреационной не выявлено ( $t_{\text{расч}} < t_{\text{табл}}$ ,  $p<0,05$ ). Максимальные уровни гамма-фона (0,09-0,14 мкЗв/ч) на территории города Воронежа отмечались в тех местах, где для благоустройства территории использовались обработанные природные камни (гранит). При решении задачи выявления зависимости показателя мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности внутригородского пространства от типа покрытия для снижения неопределенностей в перспективе необходимо учитывать рецептуру материалов, особенно долю гранитной крошки.

*Конфликты интересов авторов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Финансирование исследования. Исследование проведено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект РФФИ №17-05-00569 «Исследование закономерностей формирования эколого-геохимического фона и зон риска для здоровья населения селитебно-промышленных территорий Центрального Черноземья».*

*Благодарности. Авторы благодарят главного врача Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, доктора медицинских наук, профессора Стёпкина Юрия Ивановича за возможность использования инструментальной базы радиологической лаборатории для проведения исследования.*

### Литература

- Онищенко, Г.Г. Деятельность Роспотребнадзора по обеспечению радиационной безопасности населения России / Г.Г. Онищенко, И.К. Романович // Здравоохранение Российской Федерации. – 2013. – №2. – С. 35-40.
- Онищенко, Г.Г. Радиационно-гигиеническая паспортизация и ЕСКИД – информационная основа принятия управленческих 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.
- Романович, И.К. Природные источники ионизирующего излучения: дозы облучения, радиационные риски, профилактические мероприятия / И.К. Романович, И.П. Стамат, Т.А. Кормановская, Д.В. Кононенко [и др.]; Под редакцией академика РАН Г.Г. Онищенко и профессора А.Ю. Поповой. – Санкт-Петербург: ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева, 2018. – 432 с.
- Историк, О.А. Облучение населения Ленинградской области за счет природных источников ионизирующего излучения / О.А. Историк, Л.А. Еремина, А.Н. Барковский, Т.А. Кормановская, Р.Р. Ахматдинов // Радиационная гигиена. – 2018. – Т.11. – № 2. – С. 91-97.
- 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.
- Куролап, С.А. Медико-экологический атлас города Воронежа / С.А. Куролап, Т.И. Прожорина, М.А. Клевцова, П.М. Виноградов, Н.В. Каверина и др. — Воронеж:

Воронежский государственный университет, 2019. — URL: <http://www.geogr.vsu.ru/atlas.htm> (дата обращения 21.06.2019 г.).

А.С. Самойлов, И.Б. Ушаков, В.И. Попов, С.А. Куролап // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97. – № 8. – С. 686-692.

7. Клепиков, О.В. Комплексная оценка состояния окружающей среды промышленного города / О.В. Клепиков,

Поступила: 10.07.2019 г.

---

**Чубирко Михаил Иванович** – заместитель главного врача Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», профессор кафедры общественного здоровья, здравоохранения, гигиены и эпидемиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Воронеж, Россия

**Клепиков Олег Владимирович** – доктор биологических наук, профессор, заведующий отделением информационных технологий организационно-методического отдела Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», профессор кафедры промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж, Россия

**Куролап Семен Александрович** – доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой геоэкологии и мониторинга окружающей среды Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия

**Кузмичев Максим Константинович** – кандидат медицинских наук, заведующий радиологической лабораторией Испытательного лабораторного центра Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», доцент кафедры гигиенических дисциплин Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко». **Адрес для переписки:** 394038, г. Воронеж, ул. Космонавтов, д. 21; E-mail: maxidoctor@rambler.ru

**Студеникина Екатерина Михайловна** – врач отделения статистики организационно-методического отдела, Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», ассистент кафедры гигиенических дисциплин Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко», Воронеж, Россия

**Для цитирования:** Чубирко М.И., Клепиков О.В., Куролап С.А., Кузмичев М.К., Студеникина Е.М. Оценка мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности территории города Воронежа // Радиационная гигиена. – 2019. – Т. 12, № 4. – С. 66–71. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-4-66-71

---

### Estimation of the equivalent dose rate of gamma radiation in the open territory of the city of Voronezh

Mikhail I. Chubirko<sup>1,2</sup>, Oleg V. Klepikov<sup>1,3</sup>, Semen A. Kurolap<sup>4</sup>, Maksim K. Kuzmichev<sup>1,2</sup>, Ekaterina M. Studenikina<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region, Voronezh, Russia

<sup>2</sup>Voronezh State Medical University named N.N. Burdenko the Ministry of Health, Voronezh, Russia

<sup>3</sup>Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia,

<sup>4</sup>Voronezh State University, Voronezh, Russia

*The aim of the study was to identify patterns of distribution of the magnitude of the the equivalent dose rate of gamma radiation in an open area of urban space, depending on the functional purpose of the inner-city territory and the type of artificial coating. Materials and methods. Measurements of the equivalent dose rate of gamma radiation (gamma background) in the city of Voronezh were carried out at 70 points, conventionally classified by functional*

---

**Maksim K. Kuzmichev**

Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region, Voronezh State Medical University named N.N. Burdenko  
**Address for correspondence:** Kosmonavtov Str., 21, Voronezh, 394038, Russia; E-mail: maxidoctor@rambler.ru

use (industrial area, transport area, residential area, recreational area), as well as the type of coverage in open areas (granite stone blocks, asphalt pavement, paving slabs, open ground) For carrying out radiation monitoring, a highly sensitive portable search device was used – a search measuring gauge microprocessor ICP-PM1401MA. To assess the reliability of differences in the average values of the indicator by functional inner-city zones and types of artificial turf, the methods of parametric statistics (Student's criterion) are used. Parametric methods of statistics in comparison with nonparametric methods allow statistically unambiguous interpretation of the results. There is no need to use other statistical tools in this regard. Results. The results of the evaluation of the radiation background show that the equivalent dose rate of gamma radiation (gamma background) in the city of Voronezh is from 0.06 to 0.14  $\mu\text{Sv/h}$  and it does not exceed the permissible value (0.3  $\mu\text{Sv/h}$ ). Significant differences in the average values of indicators in the industrial, transport, residential functional areas in relation to the recreational area were not found ( $t_{\text{calc}} < t_{\text{tabl}}$ ,  $P < 0.05$ ). The maximum levels of gamma background (0.09-0.14  $\mu\text{Sv/h}$ ) in the territory of the city of Voronezh were found in those places where processed natural stones (granite) were used for the improvement of the territory. When solving the problem of identifying the dependence of the indicator of the equivalent dose rate of gamma radiation in an open area of an inner-city space on the type of coating, in order to reduce uncertainties in the future, it is necessary to take into account the formulation of materials, especially the fraction of granite chips.

**Key words:** equivalent dose rate of gamma radiation, open area, urban area.

## References

1. Onischenko G.G., Romanovich I.K. Rospotrebnadzor activities on the provision of the radiation safety of the public of Russia. Healthcare of the Russian Federation, 2013, № 2, pp. 35-40. (in Russian).
2. Onischenko G.G., Popova A.Y., 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;10(3):18-35. (In Russian) <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2017-10-3-18-35>
3. Romanovich I.K., Stamat I.P., Kormanovskaya T.A., Kononenko D.V. [et al.] Natural sources of ionizing exposure: doses, radiation risks, prophylactic actions. Ed. By academic of RAS G.G. Onischenko and prof. A.Yu. Popova. – St-Petersburg: FBUN NIIRG after P.V. Ramzaev, 2018. – 432 p. (in Russian).
4. Istorik O.A., Eremina L.A., Barkovsky A.N., Kormanovskaya T.A., Akhmatdinov R.R. Exposure of the public of the leningrad region due to the natural sources of ionizing radiation. Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene. 2018;11(2):91-97. (In Russian) <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2018-11-2-91-97>.
5. Stepanov E.G., Zherebtsov A.S., Gilmanov S.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;8(1):73-75. (In Russian)
6. Kurolap S.A., Prozhorina T.I., Klevcova M.A., Vinogradov P.M., Kaverina N.V. et al. Mediko-ekologicheskii atlas goroda Voronezha = Medical-ecological atlas of Voronezh. Voronezh, Voronezh State University, 2019. — Available on: <http://www.geogr.vsu.ru/atlas.htm> (Accessed: 21.06.2019). (In Russian).
7. Klepikov O.V., Samoylov A.S., Ushakov I.B., Popov V.I., Kurolap S.A. Complex assessment of the environment in the industrial city. Gigiena i sanitariya = Hygiene and Sanitary, 2018, Vol. 97, № 8, pp. 686-692. (In Russian).

Received: July 10, 2019

**Mikhail I. Chubirko** – Deputy of the chief doctor of the Federal budgetary healthcare facility Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region, Professor of the cathedra of public health, healthcare, hygiene and epidemiology of the Federal state budgetary educational facility of high education Voronezh State Medical University named N.N. Burdenko of the Ministry of Health, Voronezh, Russia

**Oleg V. Klepikov** – Doctor of biological sciences, professor, head of the division of information technologies of the organizational and methodological department Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region, Professor of the cathedra of industrial ecology, equipment of chemical and oil industries of the Federal state budgetary educational facility of high education Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

**Semen A. Kurolap** – Doctor of geographical sciences, professor, head of the cathedra of geocology and environmental monitoring of the Federal state budgetary educational facility of high education Voronezh State University, Voronezh, Russia

**For correspondence: Maksim K. Kuzmichev** – MD, head of the radiochemical laboratory of the Test laboratory center of the federal budgetary healthcare facility Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region, Docent of the cathedra of hygienic disciplines of the Federal state budgetary educational facility of high education Voronezh State Medical University named N.N. Burdenko of the Ministry of Health (Kosmonavtov Str., 21, Voronezh, 394038, Russia; E-mail: maxidoctor@rambler.ru)

**Ekaterina M. Studenikina** – Physician of the statistical division of the organizational and methodological department Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region, Assistant of cathedra of hygienic disciplines of the Federal state budgetary educational facility of high education Voronezh State Medical University named N.N. Burdenko of the Ministry of Health, Voronezh, Russia

**For citation: Chubirko M.I., Klepikov O.V., Kurolap S.A., Kuzmichev M.K., E.M. Studenikina Estimation of the equivalent dose rate of gamma radiation in the open territory of the city of Voronezh. Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene, 2019, Vol. 12, No. 4, pp. 66-71. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-4-66-71**