

УДК 539.166.3 (470.61)

Е. С. Шаповалов¹
К. А. Калашникова²
Е. Ю. Антонова³
Н. В. Маломыжева⁴
Е. А. Бураева⁵

Радиоактивность урбанизированных территорий Ростовской области

^{1,2,3} ФГАОУ ВО Южный федеральный университет, г.

Ростов-на-Дону, Российская Федерация

¹eshapovalov@sfnedu.ru, ²kcalashnikova@sfnedu.ru,

³ekantonova@sfnedu.ru

^{4,5}НИИ физики ФГАОУ ВО Южный федеральный

университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

⁴nlyahova@sfnedu.ru, ⁵buraeva@sfnedu.ru

Аннотация. В современном мире необходимо проводить периодический мониторинг радиационной обстановки территорий. Это связано с тем, что ионизирующее излучение пагубно влияет на организм человека, постоянное нахождение в непосредственной близости опасных радиоактивных зон может привести к раковым заболеваниям, лучевой болезни, проблемам с сердечно-сосудистой системой и даже смерти человека. В работе представлены результаты оценки радиоэкологической обстановки на территории малых и средних городов Ростовской области в 2019-2021 годах. Объектами исследования являются 8 городов, расположенные в Ростовской области. Измерение мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения проводилось методом пешеходной гамма-съёмки с использованием дозиметров-радиометров в соответствии с методиками дозиметрического контроля.

Полученные результаты исследования показали, что средний уровень гамма-фона на контрольных участках не превышает допустимые нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009, значения МЭД гамма-фона находятся в достаточно широком диапазоне от 0,01 мкЗв/ч до 0,51 мкЗв/ч. Отличия в средних показателях МЭД гамма-излучения могут быть обусловлены следующими факторами: различный уровень развития промышленности, транспортной инфраструктуры, географическое положение и прочее. В данном исследовании был проведён расчёт дозовых нагрузок на население от естественных источников. Было показано, что средняя годовая эффективная доза составила 0,26 мЗв/год на открытых территориях. Данное значение уровня облучения населения является допустимым, при условии нахождения человека на открытых территориях лишь 20% времени.

Ключевые слова: радиационная обстановка, гамма-фон, мощность эквивалентной дозы, Ростовская область, урбанизированные территории, мониторинг радиационной обстановки, годовая эффективная доза.

Введение

Проблемы в области обеспечения радиационной безопасности человека и окружающей среды являются актуальными и социально значимыми и связаны с работой атомных предприятий, радиационными авариями, захоронениями ядерных отходов, а также с естественным фоном, формирующимся за счёт содержания радионуклидов в почве, воде и воздухе. Эти факторы способствуют тому, что ежедневно в каждой стране проводится мониторинг гамма-фона.

Анализ данных, полученных в результате радиоэкологического контроля, необходим для предупреждения всевозможных негативных влияний радиационного облучения на человеческий организм и окружающую среду. Измерение мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения позволяет проводить мероприятия по информированию населения об уровне гамма-фона, а также снижению радиофобии, набирающей обороты в последнее время [1, 2]. Вследствие этого существует необходимость в контроле радиационной обстановки по всему миру. Особенно важно проводить радиационные исследования в городах. По статистическим данным в городах Ростовской области проживает около 70% населения региона.

Цель работы – оценить радиационную обстановку на открытых урбанизированных территориях Ростовской области, рассчитать годовую эффективную дозу, получаемую населением от естественных источников радиации.

Материалы и методы

На востоке Ростовская область граничит с Волгоградской областью, на севере — с Воронежской, на юге — с Краснодарским и Ставропольским краями, Республикой Калмыкия, на западе — с Донецкой и Луганской Народными Республиками. Ростовская область находится в зоне умеренно-континентального климата, с засушливым, жарким летом и холодной зимой, основная доля осадков приходится на весну и осень. Для данного региона характерно преобладание равнинной местности с чернозёмной почвой. Из полезных ископаемых в данном регионе добываются каменный уголь, железная руда, глина, песок, камень, щебень. Среднемесячная температура в летний период колеблется от +20°C до +40°C, в зимний период от -25°C до +5°C. Область является крупным центром сельского хозяйства.

Объектом исследования данной работы являются малые и средние города Ростовской области. Измерения МЭД гамма-излучения проводились в 8 городах: Новочеркасск (НЧ), Волгодонск (ВД), Батайск (Б), Сальск (С), Новошахтинск (НШ), Азов (А), Донецк (Д), Аксай (АК). Их расположение приведено на рис. 1.

Дозиметрический контроль (измерение МЭД гамма-излучения) на всех контрольных участках вели портативными поисковыми дозиметрами-радиометрами ДРБП-03, ДКС-96 методами пешеходной гамма-съёмки [3-6].

Статистическая обработка результатов измерения МЭД гамма-излучения на урбанизированных территориях Ростовской области проводилась при помощи программного обеспечения Origin, Statistica 10.

Результаты и обсуждение

Гамма-фон (МЭД гамма-излучения) является одним из основных факторов, определяющих радиационную обстановку на территориях. В ходе исследования были получены значения МЭД гамма-фона по городам. Используя эти данные был проведен анализ по каждой урбанизированной территории. На рис. 2 и в табл. 1 приведены результаты исследования.



Рис. 1. Карта-схема городов Ростовской области
Составлено авторами

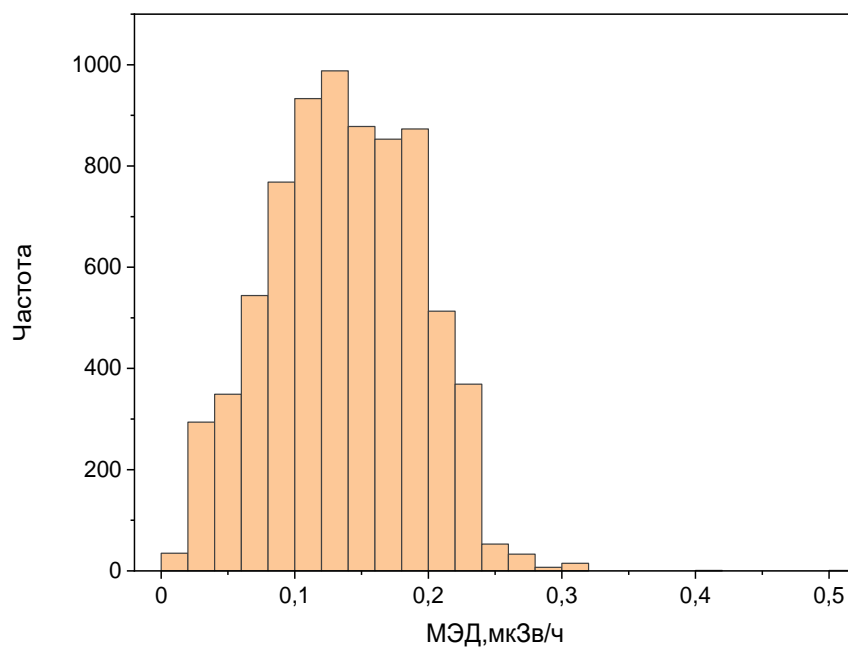


Рис. 2. Распределение МЭД гамма-излучения в урбанизированных территориях
Ростовской области
Составлено авторами

Таблица 1

Результаты статистического анализа МЭД гамма-излучения в малых и средних городах Ростовской области

Параметр	НЧ	ВД	Б	С	НШ	А	Д	АК
Минимум	0,02	0,01	0,02	0,02	0,05	0,01	0,05	0,01
Максимум	0,23	0,12	0,3	0,3	0,26	0,26	0,3	0,51
Среднее	0,11	0,09	0,13	0,13	0,14	0,12	0,18	0,13
Стандартная ошибка	0,01	0,0004	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002
Медиана	0,12	0,09	0,14	0,14	0,13	0,12	0,18	0,14
Мода	0,07	0,09	0,18	0,18	0,12	0,1	0,17	0,12
Стандартное отклонение	0,05	0,02	0,07	0,07	0,04	0,05	0,05	0,05

Составлено авторами

МЭД гамма-излучения в городах Ростовской области изменяется в достаточно широких диапазонах. Наибольшее среднее значение МЭД гамма-излучения наблюдается в городе Донецк и может быть обусловлено наличием угольных месторождений в непосредственной близости (добыча угля может сопровождаться повышением радиации за счет выноса на поверхность пород глубокого залегания с повышенным содержанием радионуклидов).

Широкие вариации гамма-фона на урбанизированных территориях Ростовской области могут быть обусловлены неоднородностью территорий исследования – в основном, различием в уровне развития промышленности, транспортной инфраструктуры, географическом положении. В целом, значения МЭД гамма-фона в каждом исследуемом городе характерны для Ростовской области и не превышают предельно допустимого уровня, определенного с Нормами радиационной безопасности (НРБ-99/2009) [4].

Особенности вариаций гамма-фона для исследуемых городов Ростовской области представлены на рис. 3.

Как видно из рис. 3, средние значения МЭД гамма-излучения для каждой урбанизированной территории находятся в диапазоне от 0,09 мкЗв/ч до 0,18 мкЗв/ч. Наименьшее среднее значение МЭД гамма-излучения зафиксировано в городе Волгодонск. Расположенная в данном населенном пункте Ростовская атомная электростанция не оказывает влияния на радиационную обстановку в городе.

По итогам результатов измерений была рассчитана годовая эффективная доза (мЗв) в каждом исследуемом городе (табл. 2).

Таблица 2

Годовая эффективная доза (D) гамма-излучения в малых и средних городах Ростовской области

Город	Ак	Б	НЧ	А	Д	ВД	С	НШ
D, мЗв	0,22	0,22	0,20	0,24	0,32	0,18	0,24	0,20

Составлено авторами

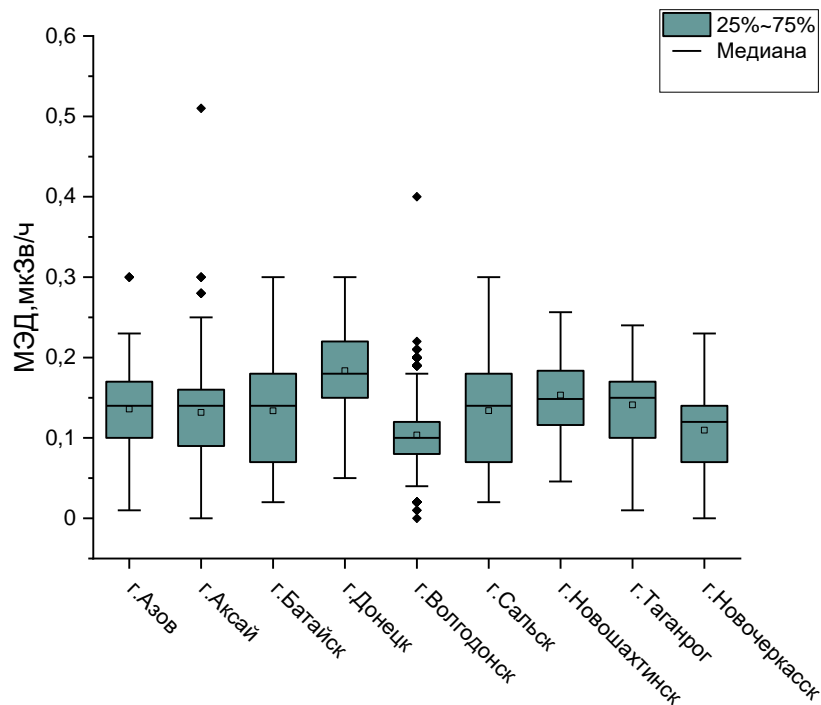


Рис. 3. Сравнение МЭД гамма-излучения в малых и средних городах Ростовской области
Составлено авторами

Из таблицы 2 видно, что годовая эффективная доза от естественных источников не превышает 1 мЗв. На данных территориях согласно НРБ-99/2009 необходимо производить обычный контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды и сельскохозяйственной продукции, по результатам которого следует оценивать дозу облучения населения. Проживание и хозяйственная деятельность населения на данных территориях по радиационному фактору не ограничивается. Кроме этого, данные территории не относятся к зонам радиоактивного загрязнения.

Выводы

Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на открытых территориях малых и средних городов Ростовской области варьирует в пределах от 0,09 мкЗв/ч до 0,18 мкЗв/ч при среднем гамма-фоне 0,12 мкЗв/ч. Наименьший средний гамма-фон зафиксирован в г. Волгодонске – 0,09 мкЗв/ч.

Годовая индивидуальная доза облучения на открытой местности во всех сельских поселениях варьируется от 0,18 мЗв/год до 0,32 мЗв/год и в среднем составляет 0,26 мЗв/год.

Все полученные значения соответствуют Нормам радиационной безопасности (НРБ-99/2009).

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности научный проект № 0852-2020-0032) / (БА30110/20-3-07ИФ).

Литература

1. Буряева Е. А., Малышевский В. С., Нефедов В. С., Тимченко А. А., Горлачев И. А., Семин Л. В., Шиманская Е. И., Триболина А. Н., Кубрин С. П., Гуглев К. А., Толпыгин И. Е., Мартыненко С. В. Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения природных и урбанизированных территорий северного Кавказа // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10-5. С. 1073-1077.
2. Гулимова Е. В., Младова Н. В., Муллер Н. В. Экологическая безопасность строительных материалов и изделий: учеб. пособие. 2-е изд., доп. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО КНАГТУ, 2014. 108 с.
3. МВК 2.2.3(50)-11 Методика дозиметрического контроля территории на участках застройки // Ростов-на-Дону: типография ЮФУ, 2011. 15 с.
4. СанПин 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Утверждены и введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации Г.Г. Онищенко от 7 июля 2009 г № 47 с 01 сентября 2009 г
5. ТЕ1.415313.003РЭ Дозиметры-радиометры ДКС-96. Паспорт. Руководство по эксплуатации.
6. ГКПС 14. 00.00.000 ПС. Дозиметр-радиометр ДРБП-03 с блоками детектирования БДГ-01 и БДБА-02. Паспорт (Техническое описание, инструкция по эксплуатации, формуляр).

E. S. Shapovalov¹
K. A. Kalashnikova²
E. Yu. Antonova³
N. V. Malomyzheva⁴
E. A. Buraeva⁵

Radioactivity of urbanized territories of the Rostov region

^{1, 2, 3}Faculty of Physics, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

¹*eshapovalov@sfedu.ru*, ²*kcalashnikova@sfedu.ru*,

³*ekantonova@sfedu.ru*

^{4, 5}Research Institute of Physics, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

⁴*nlyahova@sfedu.ru*, ⁵*buraeva@sfedu.ru*

Abstract. *In the modern world, it is necessary to periodically monitor the radiation situation of territories. This is due to the fact that ionizing radiation adversely affects the human body, constant presence in the immediate vicinity of dangerous radioactive zones can lead to cancer, radiation sickness, problems with the cardiovascular system and even death of a person. The paper presents the results of the assessment of the radioecological situation in the territory of small and medium-sized cities of the Rostov region in 2019-2021. The objects of the study are 8 cities. The measurement of the equivalent dose of gamma radiation was carried out by the method of pedestrian gamma-ray shooting using dosimeters-radiometers, in accordance with the methods of dosimetric control. The measurements obtained showed that the gamma background level at the control sites does not exceed the permissible radiation safety standards NRB-99/2009, the equivalent dose of gamma radiation values are in a fairly wide range from 0.01 mSv/h to 0.51 mSv/h. Differences in average equivalent dose rates are explained by many factors, such as: different levels of development of industry,*

transport infrastructure, geographical location and others. In addition to measuring the gamma background, dose loads on the population from natural sources were calculated, the average annual effective dose was 0.26 mSv/year in open areas, which is an acceptable level of exposure, given that a person spends only 20% of the time on the street.

Keywords: *radiation situation, gamma background, equivalent dose rate, Rostov region, urbanized territories, monitoring of radiation situation, annual effective dose.*

References

1. Buraeva E. A., Malyshevskij V. S., Nefedov V. S., Timchenko A. A., Gorlachev I. A., Semin L.V., SHimanskaya E. I., Tribolina A. N., Kubrin S. P., Guglev K. A., Tolpygin I. E., Martynenko S. V. Moshnost ekvivalentnoj dozy gamma-izlucheniya prirodnyh i urbanizirovannyh territorij severnogo Kavkaza // Fundamental'nye issledovaniya. 2013. № 10-5. S. 1073-1077. (in Russian)
2. Gulimova E. V., Mladova N. V., Muller N. V. Ekologicheskaya bezopasnost' stroitel'nyh materialov i izdelij: ucheb. posobie. 2-e izd., dop. Komsomol'sk-na-Amure :FGBOU VPO KnAGTU, 2014. 108 s. (in Russian)
3. MVK 2.2.3(50)-11 Metodika dozimetriceskogo kontrolya territorii na uchastkah zastrojki // Rostov-na-Donu: tipografiya YUFU, 2011. 15с. (in Russian)
4. SanPin 2.6.1.2523-09 Normy radiacionnoj bezopasnosti (NRB-99/2009). Utverzhdeny i vvedeny v dejstvie postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossijskoj Federacii G.G. Onishchenko ot 7 iyulya 2009 g № 47 s 01 sentyabrya 2009 goda (in Russian)
5. TE1.415313.003RE Dozimetry-radiometry DKS-96. Pasport. Rukovodstvo po ekspluatcii. (in Russian)
6. GKPS 14. 00.00.000 PS. Dozimetr-radiometr DRBP-03 s blokami detektirovaniya BDG-01 i BDBA-02. Pasport (Tekhnicheskoe opisanie, instrukciya po ekspluatcii, formulyar). (in Russian)

Поступила в редакцию 09.10.2022 г.