

## 20 - Физика и экология. Экологические проблемы в энергетике

Бобылев Вячеслав Александрович, 4 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, Физический  
**Изменение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в почвах зоны наблюдения Ростовской АЭС**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [slava\\_bobelev@mail.ru](mailto:slava_bobelev@mail.ru) стр. 171

Дергачева Анастасия Валерьевна, магистрант 1 года обучения  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, Институт наук о Земле  
**Годовая эффективная доза облучения от радионуклидов в почвах г. Новочеркаска, Ростовская область**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [anastasyadergacheva@yandex.ru](mailto:anastasyadergacheva@yandex.ru) стр. 172

Деревяга Данил Евгеньевич, 3 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Радиационная обстановка на территориях населённых пунктов Родионово-Несветайского района Ростовской области**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [derevyaga@sfedu.ru](mailto:derevyaga@sfedu.ru) стр. 174

Дубров Никита Иванович, 3 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Радиационная обстановка на территории пос. Донской в районе расположения Новочеркасской ГРЭС**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [nikita.dubrov@bk.ru](mailto:nikita.dubrov@bk.ru) стр. 175

Есин Егор Сергеевич, 4 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Радиоэкологическое обследование территорий Кавказских Минеральных Вод Ставропольского края**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [egesserg@mail.ru](mailto:egesserg@mail.ru) стр. 176

Калашникова Карина Александровна, 3 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Распределение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в малых городах Ростовской области**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [kalashnikoa.karina@mail.ru](mailto:kalashnikoa.karina@mail.ru) стр. 178

Козенко Олег Александрович, 3 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Распределение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на территории г. Таганрога Ростовской области**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [oleg.cozenko@yandex.ru](mailto:oleg.cozenko@yandex.ru) стр. 179

Маломыжева Наталья Викторовна, магистрант 1 года обучения  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Сравнительный анализ мощности эквивалентной дозы излучения в пределах каштановой и черноземной почвенных зон, расположенных на особо охраняемых природных территориях Ростовской области**  
Бураева Елена Анатольевна,  
e-mail: [llia.2013@yandex.ru](mailto:llia.2013@yandex.ru) стр. 180

Плахотняя Дарья Павловна, 4 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Распределение гамма-фона на территориях городов и поселений Краснодарского края**  
Бураева Елена Анатольевна,  
e-mail: [dplakhotnyaya@bk.ru](mailto:dplakhotnyaya@bk.ru) стр. 181

Ревнивцев Илья Сергеевич, 4 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Радиоэкологическая обстановка на территории г. Волгодонска Ростовской области**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [ahk063@gmail.com](mailto:ahk063@gmail.com) стр. 182

Сайфудинов Тимур Каноатшохович, 3 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Мониторинг радиационной обстановки в зоне наблюдения Ростовской АЭС**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [tima.saufydionv2001@gmail.com](mailto:tima.saufydionv2001@gmail.com) стр. 183

Сенин Илья Николаевич, 3 курс  
Тихорецк, Южный федеральный университет, физический  
**Радиационная обстановка на территории г. Тихорецка Краснодарского края**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [senjokusa@gmail.com](mailto:senjokusa@gmail.com) стр. 185

Сивцов Алишер Викторович, 4 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Анализ распределения естественных радионуклидов в антропогенно-преобразованных и нативных почвах Ростовской области**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [Sivtsov1999@list.ru](mailto:Sivtsov1999@list.ru) стр. 186

Сидорина Ульяна Андреевна, 4 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Радионуклиды в листовой подстилке широколиственных лесов (на примере горной Адыгеи)**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [ulianasidorina72@gmail.com](mailto:ulianasidorina72@gmail.com) стр. 187

Шадин Антон Евгеньевич, 4 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Распределение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в г. Ростове-на-Дону**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [antonshadin@yandex.ru](mailto:antonshadin@yandex.ru) стр. 189

Шаповалов Егор Сергеевич, 3  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Радиационная обстановка населённых пунктов Ростовской области на примере села Алексево-Лозовского Чертковского района**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [yegor.shapovalov.01@mail.ru](mailto:yegor.shapovalov.01@mail.ru) стр. 190

Швецова Дарья Алексеевна, магистрант 1 года обучения  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Распределение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в почвах особо охраняемых природных территорий Ростовской области**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [dashik.shvet@yandex.ru](mailto:dashik.shvet@yandex.ru) стр. 191

Ширяева Анастасия Андреевна, 1 курс  
Ростов-на-Дону, Южный Федеральнй университет, физический  
**Анализ содержания  $^{137}\text{Cs}$  в различных типах почвы в горных районах Республики Адыгея**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [anastasia.shiryayeva00@mail.ru](mailto:anastasia.shiryayeva00@mail.ru) стр. 193

Шульга Всеволод Владимирович, 3 курс  
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический  
**Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения станиц Краснодарского края на примере станицы Староминской**  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
e-mail: [ssevashulga@mail.ru](mailto:ssevashulga@mail.ru) стр. 194

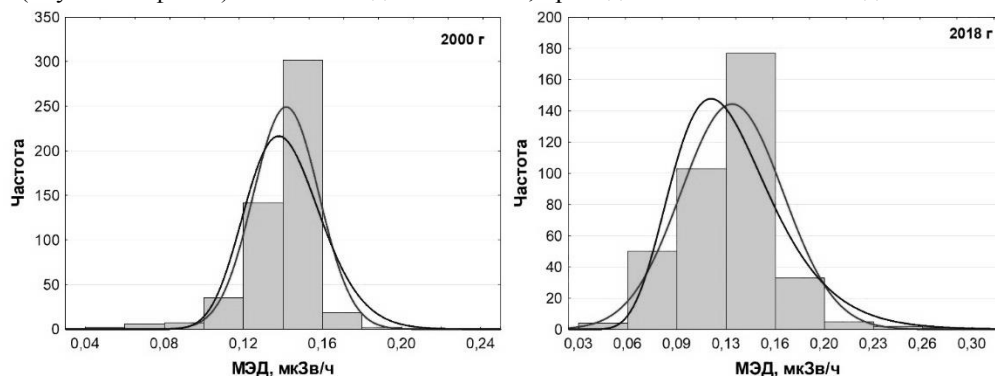
# Изменение удельной активности $^{137}\text{Cs}$ в почвах зоны наблюдения Ростовской АЭС

**Бобылев Вячеслав Александрович**  
*Костырев Борис Павлович, Павленко Алексей Сергеевич*  
Южный федеральный университет  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
[slava\\_bobelev@mail.ru](mailto:slava_bobelev@mail.ru)

В настоящее время многие предприятия ядерной топливной энергетики могут быть потенциальными источниками поступления в окружающую среду искусственных радионуклидов (ИРН). В Ростовской области таким предприятием является Ростовская (Волгодонская) АЭС (РоАЭС).

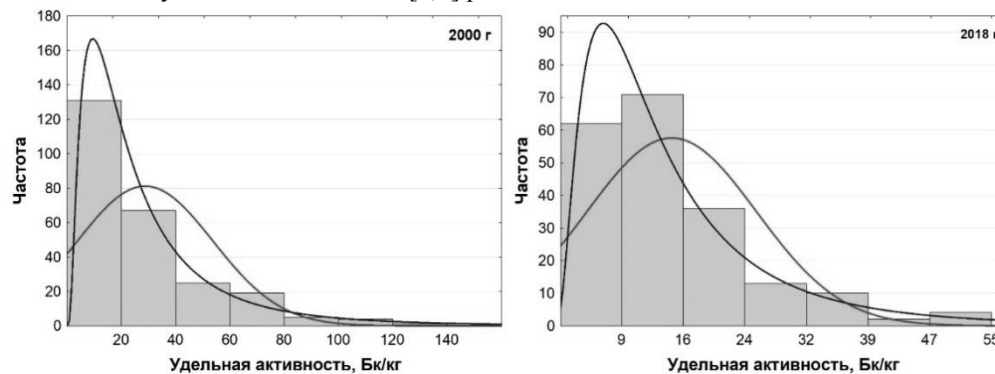
Целью данной работы является изучение распределения искусственного радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  в почвах тридцатикилометровой зоны наблюдения Ростовской АЭС. Объектами исследования настоящей работы является почвы степной зоны данного региона, находящиеся в 30 километровой зоне наблюдения Ростовской АЭС. Пробы почв отбирались каждый год на протяжении более 20 лет с 1999 года в летний сухой период. Перед отбором проб на всех контрольных участках зоны наблюдения РоАЭС выполнялась гамма-дозиметрия с использованием дозиметров-радиометров типа ДРБП-03, СРП-88н, ДКС-96. Удельную активность радионуклидов в почвах определяли на гамма-спектрометре «Прогресс-гамма сцинтилляционный». Использовали стандартные методики отбора и подготовки проб почвы.

Распределение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД, гамма-фон) (*рис.1*) на территории РоАЭС не подчиняется ни нормальному, ни логнормальному распределению. Гамма-фон в зоне наблюдения РоАЭС с 2000 по 2021 гг. не изменяется и в среднем составляет 0,13-0,14 мкЗв/ч, что не превышает гамма-фон, рекомендуемый Нормами радиационной безопасности [1], с максимальным значением в 0,3 мкЗв/ч. Полученные данные совпадают с [2] и не превышают результаты предпускового радиоэкологического мониторинга («нулевого фона») зоны наблюдения РоАЭС, проводимого в 1999-2000 годах.



*рис.1. Диаграмма распределения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на высоте 1 метр от поверхности почвы в зоне наблюдения Ростовской АЭС*

Распределение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  (*рис.2*) близко к логнормальному распределению. Удельная активность радиоцезия за 2018 год варьируется в достаточно широких диапазонах с 1 до 54 Бк/кг, при среднем, модальном и медианном 6-15 Бк/кг. Данные значения не превышают «нулевой фон» (1999-2000 год) и среднемировых значений удельной активности [3,4] радиоцезия в почвах.



*рис.2. Диаграмма распределения  $^{137}\text{Cs}$  в 0–10 см слое почвы Ростовской АЭС*

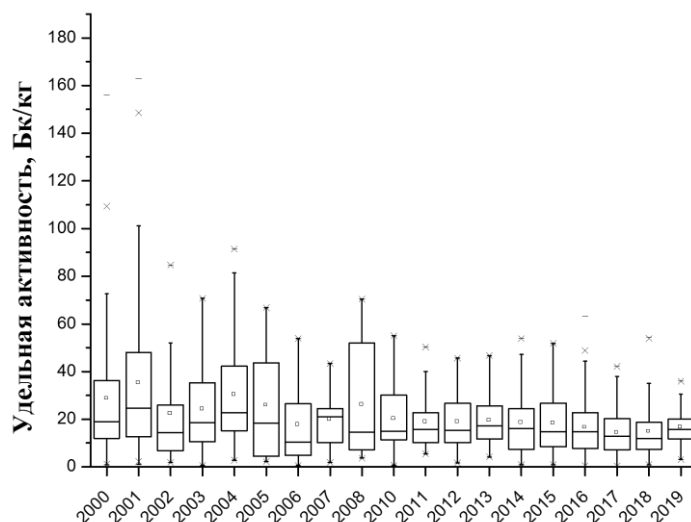


рис.3. Содержание <sup>137</sup>Cs в 0–10 слое почвы в зоне наблюдения Ростовской АЭС

Для зоны наблюдения РоАЭС содержание <sup>137</sup>Cs в верхнем слое почвы (0–10 см) непрерывно снижается (рис.3), при этом, основной запас <sup>137</sup>Cs сосредоточен в верхних слоях почвы. Такое многолетнее поведение радиоцезия в верхнем слое почвы связано с его естественным распадом, выносом растительностью и перераспределением <sup>137</sup>Cs по почвенному профилю, за счет его миграции в результате собственной диффузии и конвективного переноса, как водорастворимой форме, так и в результате чередования обильных осадков и засушливых периодов. Изменения данного радионуклида в отдельные годы обусловлены климатическими особенностями региона в период отбора проб. Длительные засухи способствуют накоплению <sup>137</sup>Cs в верхнем слое почвы, обильные осадки – промыванию данного радионуклида вглубь почвенного профиля.

В целом, за многолетний период наблюдения удельная активность <sup>137</sup>Cs непрерывно снижается. В дальнейших исследованиях, для оценки влияния Ростовской АЭС на содержание радиоцезия в почвах будет оценен его суммарный запас по глубине почвенного профиля.

*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).*

#### Список публикаций:

- [1] 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.
- [2] В.М. Шершаков, Булгаков В.Г., Крышев И.И., Вакуловский С.М., Каткова М.Н., Ким В.М., Крышев А. И. *Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2018 году* //Обнинск –2019 – С. 228-234.
- [3] A. M. Hejl, G.D. Roger Ottmar, J. Timothy, T. P Eddy, S.L. Rathbun, A. A. Commodore, J. L. PearceL. P. *Naeher Radionuclide activity concentrations in forest surface fuels at the Savannah River Site* // *Journal of Environmental Management* – 2013 – №115 – P. 217-226.
- [4] Marie Edena, Bernhard Felbermeierb, Reinhard Mosandlb, Jörg Völkela. *Vertical distribution of 137Cs in the contaminated soil of a spruce forest in southern Germany 12 years after regeneration cutting* // *Forest Ecology and Management* – 2017 – №406 – P. 402-409.

## Годовая эффективная доза облучения от радионуклидов в почвах г. Новочеркасска, Ростовская область

**Дергачева Анастасия Валерьевна**  
 Горбунов Алексей Сергеевич, Огиенко Артем Вадимович  
 Южный федеральный университет  
 Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
[anastasyadergacheva@yandex.ru](mailto:anastasyadergacheva@yandex.ru)

Новочеркасск является крупным промышленным городом на территории Ростовской области. В его черте находится множество предприятий, загрязняющих окружающую среду, самые крупные из которых: филиал ОАО «ОГК – 2» Новочеркасская ГРЭС (НЧГРЭС), ОАО «ЭПМ – Новочеркасский электродный завод»

(НЭЗ), ООО «ПК Новочеркасский электровозостроительный завод» (НЭВЗ). Особый интерес представляет НчГРЭС, работающая на угле. Отходы, образованные в результате деятельности станции, могут содержать естественные радионуклиды (ЕРН), которые оседают на городскую территорию, в частности, почву. Итак, целью работы является оценка годовой эффективной дозы облучения человека от радионуклидов в почвах г. Новочеркаска.

Внешнее облучение на открытом воздухе возникает из-за земных радионуклидов, присутствующих в некоторых количествах во всех почвах. Основными компонентами внешнего гамма-излучения являются радионуклиды серии  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$  и  $^{40}\text{K}$ . Именно данные ЕРН вносят основной вклад в дозу облучения человека, как на открытом воздухе, так и в помещении.

Так, в докладе UNSCEAR 2000 годовая эффективная доза от естественных радионуклидов ( $HNR$ , мЗв) рассчитывается по следующей формуле [1]:

$$HNR = DNR \times a \times b \times c, \quad (1)$$

где  $DNR$  - мощность поглощенной дозы в воздухе на высоте 1 м над поверхностью земли для ЕРН;  $a$  - количество часов в году (8760 ч);  $b$  - коэффициент, численное значение которого составляет 0,2 или 0,8 снаружи и внутри помещения соответственно;  $c$  - коэффициент преобразования поглощенной дозы в воздухе в эффективную дозу, полученную взрослыми, равный 0,7 (Зв/Гр). Мощность поглощенной дозы гамма-излучения для ЕРН ( $DNR$ , нГр/ч) оценивается по следующей формуле:

$$DNR = d \times ARa \times e \times ATh \times f \times AK, \quad (2)$$

где  $ARa$ ,  $ATh$  и  $AK$  - средние удельные активности  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и  $^{40}\text{K}$  (Бк/кг) соответственно;  $d$ ,  $e$ ,  $f$  - коэффициенты для преобразования активности  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и  $^{40}\text{K}$  в дозы (0,462, 0,604 и 0,0417 (нГр / ч на Бк / кг) соответственно).

На формирование дозы вне помещений также влияет искусственный радионуклид (ИРН)  $^{137}\text{Cs}$ . Годовая эффективная доза облучения от  $^{137}\text{Cs}$  ( $HCs$ , мЗв) рассчитывается по формуле:

$$HCs = g \times SCs, \quad (3)$$

где  $g$  - дозовый коэффициент для расчета среднегодовой эффективной дозы при облучении человека от подстилающей поверхности, численное значение составляет 6 мЗв/ч на кБк/м<sup>2</sup> для взрослого населения;  $SCs$  - средняя поверхностная активность  $^{137}\text{Cs}$  в образцах почвы.

Формула для расчета средней поверхностной активности  $^{137}\text{Cs}$  (кБк/м<sup>2</sup>):

$$SCs = ACs \times \frac{m}{s}, \quad (4)$$

где  $ACs$  - активность  $^{137}\text{Cs}$  в образце (Бк/кг);  $m$  - масса образца (кг);  $s$  - площадь прикопки (м<sup>2</sup>).

Суммарная годовая эффективная доза от ЕРН и  $^{137}\text{Cs}$  в почве ( $AEDE$ , мЗв) оценивается по формуле:

$$AEDE = HNR + HCs. \quad (5)$$

Таким образом, в результате данной работы, годовая эффективная доза облучения на открытом воздухе от ЕРН составила 0,052 мЗв, в помещении 0,21 мЗв, а мощность поглощенной гамма-дозы в воздухе на высоте 1 м над поверхностью земли 43,2 нГр/ч. Годовая эффективная доза от искусственного радионуклида  $^{137}\text{Cs}$ , содержащегося в почвах, составила 2,28 мкЗв (0,0028 мЗв). В итоге, суммарная годовая эффективная доза равна 0,26 мЗв/год, что не превышает среднемирового значения 0,48 мЗв [1].

*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).*

Список публикаций:

[1] *Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR Report to the General Assembly, Vol. I: Sources. UN, NY, 2000. 654 p*

## Радиационная обстановка на территориях населённых пунктов Родионово-Несветайского района Ростовской области

*Деревяга Данил Евгеньевич*

*Козенко Олег Александрович*

*Южный федеральный университет*

*Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.*

*[derevyaga@sfedu.ru](mailto:derevyaga@sfedu.ru)*

Работа посвящена оценке распределения гамма-фона (мощности эквивалентной дозы гамма-излучения, мкЗв/ч) в населённых пунктах Родионово-Несветайского района Ростовской области. Данное исследование обусловлено тем, что в Родионово-Несветайском районе имеется нефтеперекачивающая станция, а также оживленная трасса «Ростов — Новошахтинск». Это может оказывать влияние на гамма-фон региона.

Измерения мощности эквивалентной дозы проводились на открытых территориях населённых пунктов. В качестве контрольных участков были выбраны самые оживленные улицы. Измерения проводились дозиметром-радиометром ДКС-96, а также СРП-88, использовались стандартные методики измерения. Ниже, на рис. 1 и рис. 2 представлены особенности распределения мощности эквивалентной дозы по всем населённым пунктам Родионово-Несветайского района (где БД – х. Большой Должик, Д – х. Дарьевка, НТ – х. Новотроицкий, П – х. Павленков, РН – сл. Родионово-Несветайская).

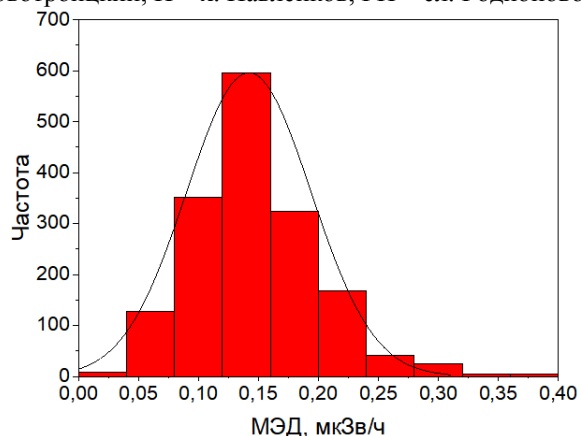


рис. 1 Распределение МЭД в населенных пунктах Родионово-Несветайского района

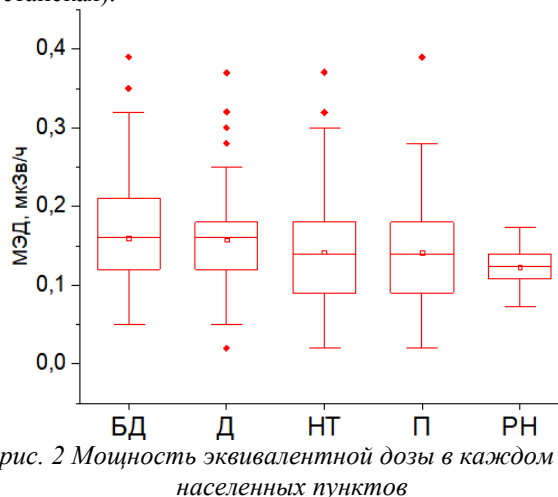


рис. 2 Мощность эквивалентной дозы в каждом из населенных пунктов

Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на открытых территориях подчиняется нормальному закону распределения. Гамма-фон в населенных пунктах Родионово-Несветайского района распределен равномерно. Анализ распределения МЭД для различных населённых пунктов приведён в таблице (где БД – х. Большой Должик, Д – х. Дарьевка, НТ – х. Новотроицкий, П – х. Павленков, РН – сл. Родионово-Несветайская):

| Параметр           | БД    | Д     | НТ    | П     | РН    |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Минимум, мкЗв/ч    | 0,05  | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,07  |
| Максимум, мкЗв/ч   | 0,39  | 0,37  | 0,37  | 0,39  | 0,17  |
| Среднее, мкЗв/ч    | 0,16  | 0,16  | 0,14  | 0,14  | 0,12  |
| Мода, мкЗв/ч       | 0,14  | 0,16  | 0,14  | 0,12  | 0,13  |
| Медиана, мкЗв/ч    | 0,16  | 0,16  | 0,14  | 0,14  | 0,12  |
| Стандартная ошибка | 0,003 | 0,003 | 0,004 | 0,003 | 0,001 |

Широкие вариации гамма-фона могут быть обусловлены как достаточно сложным геологическим строением региона, так и степенью урбанизации. В целом среднее, модальное и медианное значения МЭД во всех населённых пунктах не превышают Нормы радиационной безопасности Российской Федерации (НРБ-99/2009) – 0,3 мкЗв/ч. Участков с повышенным уровнем МЭД не выявлено. Гамма-фон характерен для Ростовской области с умеренно-континентальным климатом.

*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).*

## Радиационная обстановка на территории пос. Донской в районе расположения Новочеркасской ГРЭС

**Дубров Никита Иванович**

*Шапалов Егор Сергеевич, Шульга Всеволод Владимирович, Деревяга Данил Евгеньевич*

*Южный федеральный университет*

*Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.*

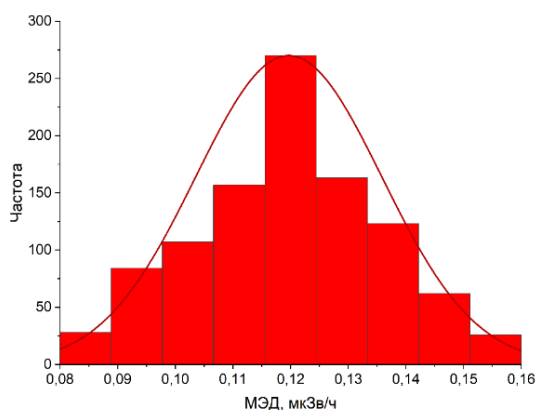
*[nikita.dubrov@bk.ru](mailto:nikita.dubrov@bk.ru)*

В крупных городах с большим количеством населения и развитой инфраструктурой мониторинг экологического (и радиоэкологического) состояния окружающей среды ведётся регулярно, но работ по радиационной обстановке на территории сельских поселений в районе расположения станций или каких-либо предприятий не много. Данная работа сможет дать более полное понимание того, как изменяется радиационный фон в сельских поселениях вблизи промышленных предприятий (например, теплостанций, на примере Новочеркасской ГРЭС). Работы, подобные этой, актуальны, так как данные для статистики всегда должны дополняться и обновляться для более точного анализа состояния окружающей среды.

По воздействию на окружающую среду угольная промышленность остаётся одной из наиболее сложных отраслей горнодобывающей промышленности. Поскольку производство и экономика развивается, необходимость в угле растёт в больших объёмах, так же как и его добыча. Самыми явными негативными последствиями являются: загрязнение подземных и поверхностных вод, загрязнение воздушного бассейна и почв. Именно поэтому влияние угольной промышленности на радиационный фон весьма существенно и требует большого внимания. Необходимо своевременно выявлять изменения радиационной обстановки, а также проводить оценку, прогнозирование и предупреждение возможных негативных последствий радиационного воздействия на населения и окружающую среду [1-4].

Объектом исследования является пос. Донской в районе расположения Новочеркасской ГРЭС Ростовской области. Посёлок полностью состоит из домов, построенных из кирпича или железобетонных панелей. Отопление в домах централизованное (подаётся от Новочеркасской ГРЭС). Коттеджный посёлок отапливается индивидуальными газовыми котлами. Большинство дорог микрорайона имеют асфальтовое покрытие. Также к Новочеркасской ГРЭС подходят подводящий и сбросной каналы, которые не являются природными сооружениями, но тем не менее могут значительно повлиять на окружающую среду вблизи микрорайона. Донской окружён полями сельскохозяйственного назначения. Помимо этого, рядом с посёлком находятся дачные и гаражные кооперативы. На востоке микрорайона есть коттеджный посёлок. Недалеко от Донского расположено несколько предприятий, влияющих на окружающую среду. Градообразующим предприятием является Новочеркасская ГРЭС. Также на территории влияния находятся Новочеркасский завод строительных материалов (НЗСМ) и завод упаковки (ООО Кэнпак Завод упаковки). В 20 километрах от посёлка находится заповедник Золотые Горы.

Работа посвящена проведению анализа данных, полученных методом пешеходной гамма-съёмки и оценки радиационной обстановки на территории пос. Донской в районе расположения Новочеркасской ГРЭС Ростовской области. Была проведена пешеходная гамма-съёмка – измерения гамма-фона (мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД, мкЗв/ч)), проводимые на высоте 100 см от поверхности. Для сбора данных использовался дозиметр-радиометр СРП-88. Методики измерений гамма-фона на открытой местности и в жилых помещениях использовались стандартные [5-8]. Ниже на *рис. 1* и в таблице представлены данные по распределению МЭД гамма-излучения в районе исследования.



*рис. 1. МЭД на территории пос. Донской*

| Параметр                       | Значение |
|--------------------------------|----------|
| Минимум, мкЗв/ч                | 0,081    |
| Максимум, мкЗв/ч               | 0,157    |
| Среднее арифметическое, мкЗв/ч | 0,120    |
| Среднее геометрическое, мкЗв/ч | 0,119    |
| Мода, мкЗв/ч                   | 0,124    |
| Медиана, мкЗв/ч                | 0,122    |
| Стандартная ошибка             | 0,0005   |
| Стандартное отклонение         | 0,016    |
| Дисперсия выборки              | 0,0003   |
| Экссесс                        | -0,456   |
| Асимметричность                | -0,139   |
| Количество измерений           | 1020     |

В целом представленные в работе результаты исследований радиационной обстановки в сельских поселениях, прилегающих к Новочеркасской ГРЭС показывают, что гамма-фон в регионе характерен для Ростовской области, соответствует Нормам радиационной безопасности Российской Федерации (НРБ-99/2009) [9-10].

*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).*

Список публикаций:

- [1] Kardan, M. R. A national survey of natural radionuclides in soils and terrestrial radiation exposure in Iran. / M. R. Kardan, N. Fathabdi, A. Attarilar, M. T. Esmaeili-Gheshlaghi, M. Karimi, A. Najafi, S. S. Hosseini. – Iran: Elsevier Ltd. 2017 – 168-176 с.
- [2] Исабекова, К. С. Радиоэкологический мониторинг окружающей среды на территории угольного месторождения "Каражыра". / К. С. Исабекова С. М. Кудеринов, Е. Н. Сембаев, Н. А. Кудеринова, Г. Б. Оразбекова, Г. С. Сейтказина. – Сибирь: Интерэкспо Гео-Сибирь. 2018 – 7 с.
- [3] Масаев, Ю. А. Влияние развития угледобычи на экологическую обстановку в Кузбассе. / Ю. А. Масаев, А. И. Копытов, В. Ю. Масаев, М. А. Яковченко. – Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2019 – 68 – 76 с.
- [4] Сидорова, Г. П. Радиационная обстановка в районах расположения угольных ТЭС России. / Г. П. Сидорова, Д. А. Крылов, Н. В. Овчаренко. – Вестник ЗабГУ. 2017 – 36 – 44 с.
- [5] МВК 2.2.3(50)-11 Методика дозиметрического контроля территории на участках застройки // РнД: типография ЮФУ. 2011. 15с.
- [6] МУ 2.6.2398-08 Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности // М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2009. 27с.
- [7] МВК 5.6(38)-11 Методика дозиметрического контроля объектов, содержащих ЕРН // Ростовна-Дону: типография ЮФУ, 2011. – 13с.
- [8] ЖШ1.289.386 ПС Прибор геологоразведочный сцинтилляционный СРП-88Н. Паспорт.
- [9] СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) // Министерство юстиции Российской Федерации. 2009.
- [10] СанПиН 2.6.1.2612-10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010) // Министерство юстиции Российской Федерации. 2010.

## **Радиоэкологическое обследование территорий Кавказских Минеральных Вод Ставропольского края**

**Есин Егор Сергеевич**  
Южный федеральный университет  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
[egesserg@mail.ru](mailto:egesserg@mail.ru)

Кавказские Минеральные Воды (КМВ) – это группа городов-курортов на юге России (Ставропольский край). Эти города известны природой и лечебными свойствами горных источников. Пятигорск – главный город объединения, является крупнейшим городом после Ставрополя по численности населения в крае и крупнейшим по тому же параметру на территории КМВ. На территории КМВ нет большого количества промышленных предприятий. Несмотря на это мониторинг местной радиоэкологической обстановки необходим из-за наличия объектов, потенциально представляющих угрозу здоровью населения. Это бывшие рудники № 1 и № 2 по добыче урановых руд, а также хвостохранилище после разработок урановой руды бывшего НПО «Алмаз» в



г. Лермонтов [1]. Мониторинг местной радиационной обстановки еще необходим, как мера, предупреждающая о возможной опасности местные властные органы, а также людей, как местных, так и туристов.

Целью работы была оценка распределения гамма-фона (мощности эквивалентной дозы гамма-излучения; МЭД, мкЗв/ч) на территориях таких городов-курортов КМВ, как: Пятигорск (П), Кисловодск (К), Железноводск (Ж), Ессентуки (Е) и Лермонтов (Л). Также был проведен анализ содержания радионуклидов ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$ ) в пробах почвы г. Пятигорска.

Отбор проб почвы проводился методом конверта. Закладывался квадратный участок со стороной 10 м. Каждая из проб отбиралась на глубине 10 см. Далее, после обработки удельные активности всех радионуклидов измерялись при помощи гамма-спектрометра «Прогресс-Гамма».

Гамма-дозиметрия проводилась в туристических и жилых зонах вышеперечисленных городов-курортов КМВ. Измерения МЭД гамма-излучения на обозначенных территориях проводились методом пешеходной гамма-съемки на высоте 1 метр над землей при помощи дозиметров-радиометров «ДКС-96» и «ДРБП-03». Всего вышло более 8000 измерений МЭД гамма-излучения.

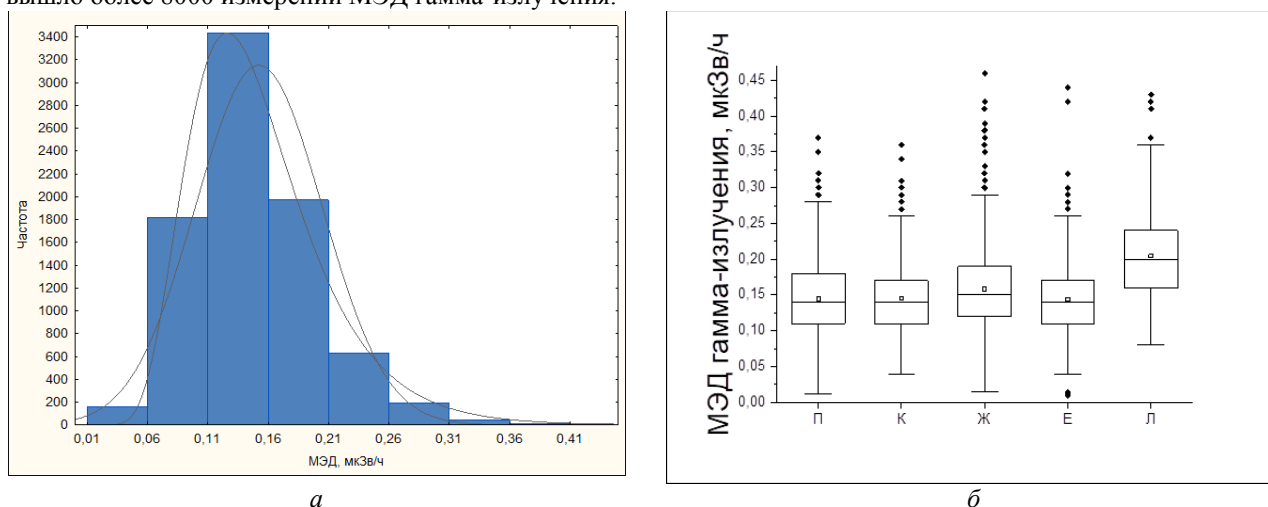


рис. 1. Распределение МЭД гамма-излучения на территории КМВ (а) и городов КМВ отдельно (б)

| Параметр              | Значение МЭД гамма-излучения, мкЗв/ч |           |            |              |           |           |
|-----------------------|--------------------------------------|-----------|------------|--------------|-----------|-----------|
|                       | Общее                                | Пятигорск | Кисловодск | Железноводск | Ессентуки | Лермонтов |
| Среднее значение      | 0.15                                 | 0.14      | 0.15       | 0.16         | 0.14      | 0.20      |
| Стандартная ошибка    | 0.0006                               | 0.001     | 0.001      | 0.001        | 0.001     | 0.003     |
| Минимальное значение  | 0.01                                 | 0.01      | 0.04       | 0.01         | 0.01      | 0.08      |
| Максимальное значение | 0.46                                 | 0.37      | 0.36       | 0.46         | 0.44      | 0.43      |
| Мода                  | 0.14                                 | 0.14      | 0.12       | 0.14         | 0.13      | 0.19      |
| Медиана               | 0.14                                 | 0.14      | 0.14       | 0.15         | 0.14      | 0.20      |

Выше, на рис. 1 и в таблице приведены результаты статистической обработки данных МЭД гамма-излучения на территории КМВ. По полученным результатам можно сказать, что МЭД гамма-излучения в значений, регламентированных Нормами радиационной безопасности Российской Федерации (НРБ 99/2009), не превышает. Результаты, полученные в настоящей работе сопоставимы с данными, полученными ранее в работе [2] (0,15-0,30 мкЗв/ч). Редкие превышения НРБ-99/2009 обусловлены либо повышенным содержанием естественных дозообразующих радионуклидов, либо загруженностью улиц автомобильным транспортом. Также, следует отметить, что средние МЭД в городах КМВ примерно до двух раз выше, чем на равнинных территориях, что вызвано влиянием космического излучения и солнечной радиации на разной высоте над уровнем моря. Повышенные значения гамма-фона, по сравнению с другими городами, было обнаружено в Лермонтове. В случае этого города повышенный фон можно объяснить его близостью к объектам, служившим в прошлом для добычи урана, но для этого нужны дополнительные исследования.

Значения удельной активности радионуклидов в почве также не показали превышения среднемировых показателей. Так, средняя удельная активность для  $^{137}\text{Cs}$  составила 11,1 Бк/кг, для  $^{232}\text{Th}$  – 21,7 Бк/кг, для  $^{226}\text{Ra}$  – 21,5 Бк/кг, а для  $^{40}\text{K}$  – 328,8 Бк/кг.

Можно сделать вывод о том, что радиоэкологическая ситуация на территории большинства городов КМВ находится в норме. Необходимо дополнительное наблюдение за радиационной обстановкой в г. Лермонтов.

*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).*

Список публикаций:

[1] Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Ставропольском крае в 2011 году». 2011. 199 с.

[2] L. I. Khorzova. // *Procedia engineering*. 2016. № 150. P. 2031-2035.

## **Распределение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в малых городах Ростовской области**

**Калашникова Карина Александровна**  
Южный федеральный университет  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
[kalashnikoa.karina@mail.ru](mailto:kalashnikoa.karina@mail.ru)

В Ростовской области еще с 50-х годов начали развиваться производства и технологии, приводящие к выбросу радиоактивных веществ и/или являющиеся источниками ионизирующего излучения. Ионизирующее излучение негативно сказывается, в первую очередь, на здоровье человека. Гамма-фон может меняться в ряде причин. На его изменение могут повлиять перепады погодных условий, работа предприятий по производству ядерного топлива, центры по урановым разработкам, содержание радионуклидов в почве, распад радона и т. д. Именно поэтому важно и нужно следить за радиационной обстановкой местности, находить способы контроля гамма-фона на характерных для региона уровнях. Необходимо отметить, что контроль за природным радиоактивным фоном, как правило, проводится в крупных промышленных областных центрах. При этом, численность населения в поселках городского типа и малых городах интенсивно растет. Поэтому исследование гамма-фона в малых городах является актуальной и важной проблемой современного мира.

Измерения проводились с помощью дозиметра-радиометра ДКС-96 [1] и дозиметра-радиометра ДРБП-03 [2] методом пешеходной гамма-съемки на высоте 100 см от поверхности земли. Исследования проводились в таких городах Ростовской области, как Новочеркасск, Волгодонск, Батайск, Сальск, Новошахтинск, Азов, Донецк, Цимлянск, Аксай. Ниже, в таблице, представлены результаты статистической обработки данных по измеренной мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД, мкЗв/ч) в данных населенных пунктах (НЧ-Новочеркасск, ВД-Волгодонск, Б-Батайск, С-Сальск, НШ-Новошахтинск, А-Азов, Д-Донецк, Ц-Цимлянск, АК-Аксай).

| Параметр               | НЧ    | ВД     | Б     | С     | НШ    | А     | Д     | Ц     | АК    |
|------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Минимум                | 0,02  | 0,01   | 0,02  | 0,02  | 0,05  | 0,01  | 0,05  | 0,05  | 0,01  |
| Максимум               | 0,23  | 0,12   | 0,3   | 0,3   | 0,26  | 0,26  | 0,3   | 0,24  | 0,51  |
| Среднее                | 0,11  | 0,09   | 0,13  | 0,13  | 0,14  | 0,12  | 0,18  | 0,13  | 0,13  |
| Стандартная ошибка     | 0,01  | 0,0004 | 0,002 | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,003 | 0,002 |
| Медиана                | 0,12  | 0,09   | 0,14  | 0,14  | 0,13  | 0,12  | 0,18  | 0,13  | 0,14  |
| Мода                   | 0,07  | 0,09   | 0,18  | 0,18  | 0,12  | 0,1   | 0,17  | 0,13  | 0,12  |
| Стандартное отклонение | 0,05  | 0,02   | 0,07  | 0,07  | 0,04  | 0,05  | 0,05  | 0,03  | 0,05  |
| Дисперсия выборки      | 0,002 | 0,001  | 0,005 | 0,005 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,001 | 0,003 |

Как видно из таблицы – максимальная МЭД гамма-излучения зафиксирована в Донецке. Это может быть обусловлено как наличием угольных месторождений в непосредственной близости (добыча угля может сопровождаться повышением радиации за счет выноса на поверхность пород глубокого залегания с

повышенным содержанием радионуклидов). Не исключено использование стройматериалов с повышенным содержанием радионуклидов.

В целом, значения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения сопоставимы с Нормами радиационной безопасности (НРБ-99/2009) и характерны для Ростовской области.

*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).*

Список публикаций:

[1] ТЕ1.415313.003РЭ Дозиметры-радиометры ДКС-96. Паспорт. Руководство по эксплуатации.

[2] 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).

## Распределение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на территории г. Таганрога Ростовской области

*Козенко Олег Александрович*

*Деревяга Данил Евгеньевич*

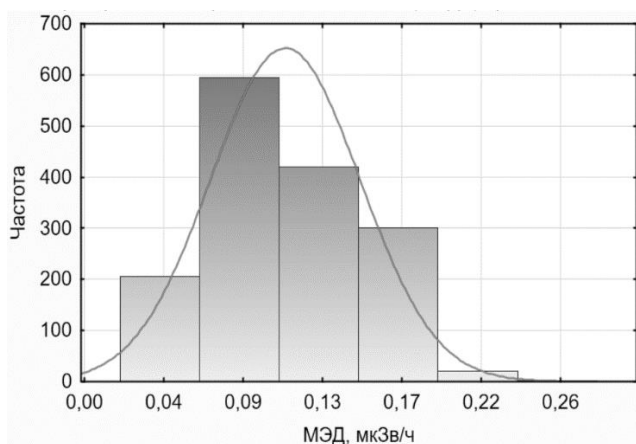
*Южный федеральный университет*

*Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.*

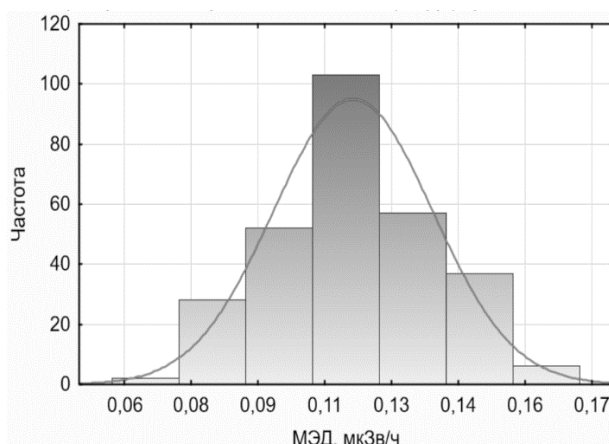
*[oleg.cozenko@yandex.ru](mailto:oleg.cozenko@yandex.ru)*

Работа посвящена оценке распределения гамма-фона (мощности эквивалентной дозы гамма-излучения, мкЗв/ч) на территории г. Таганрог Ростовской области. Донное исследование обусловлено тем, что на территории г. Таганрога находятся 2 крупных завода металлургической промышленности: ПАО «Красный котельщик» и АО «ТАГМЕТ». Также имеется крупный торговый порт, являющийся одним из ключевых морских грузовых операторов Азовского бассейна. Также в регионе расположена Ростовская АЭС. Следовательно, оценка радиационной безопасности города важна в условиях активной деятельности любых промышленных предприятий.

Измерения гамма-фона проводились как на открытых территориях – вдоль улиц с различной степенью загруженности автотранспортом, так и в ряде частных домовладений (преимущественно, в квартирах). Использовали дозиметр-радиометр ДКС-96 и стандартные методики исследования. Ниже, на *рис. 1* и *рис. 2* представлены особенности распределения МЭД на открытой местности и в помещениях г. Таганрога.



*рис.1 Распределение  $\gamma$ -фона на территории г. Таганрога на открытом пространстве*



*рис. 2 Распределение  $\gamma$ -фона в помещениях на территории г. Таганрога*

Распределение гамма-фона на открытой местности г. Таганрога строго не подчиняется ни нормальному, ни логарифмически нормальному законам распределения (*рис. 1*). При этом в жилых помещениях распределение МЭД гамма-излучения подчиняется нормальному закону распределения (это подтверждается довольно низким значением критерия Хи-квадрат и р-значением, равным 0,02880). Это может быть обусловлено тем, что данные гамма-фон на открытой местности в различных частях города, среди которых были как спальные, так и промышленные район, центральная часть города. Районы г. Таганрога различаются степенью загрузки автотранспортом, используемыми строительными материалами, дорожным покрытием.

Следовательно, существует некоторая зависимость мощности эквивалентной дозы  $\gamma$ -излучения от характеристик окружающей среды. Анализ распределения МЭД для различных территорий г. Таганрога приведены в таблице:

| Расположение /Параметр  | Минимум, мкЗв/ч | Максимум, мкЗв/ч | Среднее, мкЗв/ч | Мода, мкЗв/ч | Медиана, мкЗв/ч | Стандартная ошибка |
|-------------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------------|
| На открытых территориях | 0,01            | 0,24             | 0,11            | 0,07         | 0,12            | 0,001              |
| В жилых помещениях      | 0,07            | 0,16             | 0,12            | 0,13         | 0,12            | 0,001              |

В целом, среднее, модальное и медианное значения МЭД как на открытых территориях г. Таганрога, так и в жилых помещениях не превышает Нормы радиационной безопасности Российской Федерации (НРБ-99/2009) – 0,3 мкЗв/ч. Участков с повышенным гамма-фоном не выявлено. Гамма-фон характерен для Ростовской области с умеренно-континентальным климатом.

*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).*

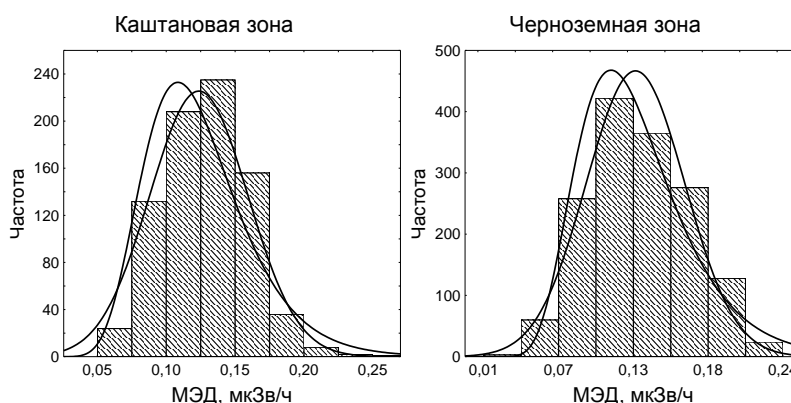
### **Сравнительный анализ мощности эквивалентной дозы излучения в пределах каштановой и черноземной почвенных зон, расположенных на особо охраняемых природных территориях Ростовской области**

*Маломыжева Наталья Викторовна  
Швецова Дарья Алексеевна, Джюра Кирилл Олегович  
Южный федеральный университет  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
[llia.2013@yandex.ru](mailto:llia.2013@yandex.ru)*

Объектом данного исследования являлся приземный слой воздуха особо охраняемых территорий Ростовской области: Ботанический сад (БС) Южного федерального университета (ЮФУ), природный биосферный заповедник «Ростовский» (ЗР), Персиановская заповедная степь (ПСС), урочище «Черная Балка» (ЧБ), Приазовская заповедная степь (АС), а также урочище «Каменная Балка» (КБ)

Целью работы – является проведение сравнительного анализа радиоэкологического состояния ООПТ с дифференциацией по принадлежности данных территорий к почвенным зонам. Сравнение проводилось с помощью t-критерия Стьюдента [1, 2], с предварительной проверкой на соответствие законам распределения с помощью критерия Крамера-Мизеса-Смирнова [3].

Рассматриваемые рекреационные территории Ростовской области находятся преимущественно в двух почвенных зонах: каштановой (КЗ) и черноземной (ЧЗ). Известно, что естественный гамма-фон территории зависит от типа почв. В каштановой почвенной зоне располагается рекреационная территория ЗР, к черноземной зоне относятся БС, ЗР, ПСС, АС, КБ. На *рис.1* представлены частотные гистограммы распределения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД, мкЗв/ч) в зависимости от почвенной зоны.



*рис.1. Частотные гистограммы мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на ООПТ в зависимости от типа почвенной зоны*

Проверка распределения МЭД гамма-излучения на ООПТ Ростовской области на соответствие законам распределения показала, что при 0,01 уровне значимости распределения гамма-фона не подчиняются ни нормальному, ни логнормальному законам. Поэтому в данной работе будут использоваться модальные значения МЭД. Таким образом, значения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения для ООПТ на каштановой и черноземной зонах составляют соответственно 0,135 мкЗв/ч и 0,132 мкЗв/ч и не превышают Норм радиационной безопасности НРБ-99/2009 (0,30 мкЗв/ч) [4]

Статистический анализ показал, что в зависимости от типа почвенной зоны наблюдается статистически значимое различие в среднем значении мощности эквивалентной дозы гамма-излучения. Данное различие для каштановой и черноземной зон на рекреационных территориях Ростовской области составляет 0,003 мкЗв/ч. Данное различие может быть обусловлено неопределенностью измерений, которая составляет 0,02 мкЗв/ч.

*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).*

Список публикаций:

[1] Гаральд Крамер. *Математические методы статистики*. М.: Мир, 1975.

[2] Кобзарь А.И. *Прикладная математическая статистика*. М.: Физматлит, 2006.

[3] Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. *Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов: Пер. с нем.* М.: Наука, 1980.

[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.

## **Распределение гамма-фона на территориях городов и поселений Краснодарского края**

*Плахотняя Дарья Павловна*

*Костырев Борис Павлович, Шульга Всеволод Владимирович*

*Южный федеральный университет*

*Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.*

*[dplakhotnyaya@bk.ru](mailto:dplakhotnyaya@bk.ru)*

Необходимость мониторинга радиоэкологической обстановки на различных природных и урбанизированных территориях является важной составляющей комплекса защитных мер, направленных на предотвращение возникновения различных последствий, которые могут негативно влиять на окружающую среду и здоровье человека.

Краснодарский край можно условно поделить на 2 основные части: северную равнинную и южную горную. Обе части отличаются не только своим рельефом, но и преобладающим типом почв, разнообразными полезными ископаемыми, добываемыми на них, степенью заселенности, а также видами деятельности, обусловленными различными особенностями рельефа.

Пешеходная гамма-съемка проводилась в городе Краснодаре, городе Большой Сочи, городе Новороссийске, городе Анапе, городе Туапсе, станице Стародеревянской и в курорте Роза Хутор. Сбор данных гамма-фона производился дозиметром-радиометром ДКС-96.

Большинство значений МЭД на исследованных территориях находятся в диапазоне от 0,10 мкЗв/ч до 0,20 мкЗв/ч. В некоторых населенных пунктах значения МЭД гамма-излучения выходят за рамки этого диапазона. Данные МЭД по городам Анапе (0,11 мкЗв/ч), Туапсе (0,12 мкЗв/ч), Большой Сочи (0,11 мкЗв/ч), а также курорту Роза Хутор (0,11 мкЗв/ч) невысоки относительно остальных участков, что может быть объяснено тем, что эти населенные пункты расположены преимущественно в горной местности, что не предполагает возделывание пашен или строительство особо крупных промышленных предприятий.

В городах Новороссийске (0,17 мкЗв/ч), Краснодаре (0,14 мкЗв/ч), и станице Стародеревянской (0,14 мкЗв/ч), данные гамма-фона выше, так как Новороссийск является крупным центром цементной промышленности, а в Краснодаре сосредоточено большое количество заводов и предприятий. Вокруг ст. Стародеревянской расположено большое число сельскохозяйственных угодий, которые регулярно обрабатываются различными минеральными удобрениями, что несколько повышает количество радионуклидов в почвах.

В заключение можно добавить, что МЭД гамма-излучения не превышает допустимый гамма-фон установленный "Нормами радиационной безопасности"[1].

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).

Список публикаций:

[1] 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.

## Радиоэкологическая обстановка на территории г. Волгодонска Ростовской области

*Ревнивец Илья Сергеевич*

*Южный федеральный университет*

*Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.*

*[ahk063@gmail.com](mailto:ahk063@gmail.com)*

Город Волгодонск был основан в 1950 году. Расположен он на среднем юге части России на берегу Цимлянского водохранилища. Город находится в зоне с континентальным климатом. Город Волгодонск является городом-спутником Ростовской АЭС. В 30-км зоне наблюдения Ростовской АЭС расположены 22 пункта автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО). Пункты АСКРО предназначены для постоянного автоматизированного контроля радиационной обстановки в районах наблюдения. На территории самого Волгодонска расположены 3 пункта АСКРО. Так как Ростовская АЭС является непосредственным объектом, представляющим радиационную опасность, то имеет смысл проводить независимые исследования, связанные с влиянием АЭС на население города.

Целью работы являлась гамма-дозиметрия территории города Волгодонска с последующим определением и обсуждением полученных результатов. Гамма-дозиметрия производилась в жилых зонах города. Измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД) на обозначенных территориях проводились методом пешеходной гамма-съемки на высоте 1 метр над землей при помощи дозиметра-радиометра «ДРБП-03» с встроенным блоком детектирования «СБМ-20». Ниже, на *рис. 1* и в таблице представлены результаты статистической обработки данных МЭД по всему г. Волгодонску.

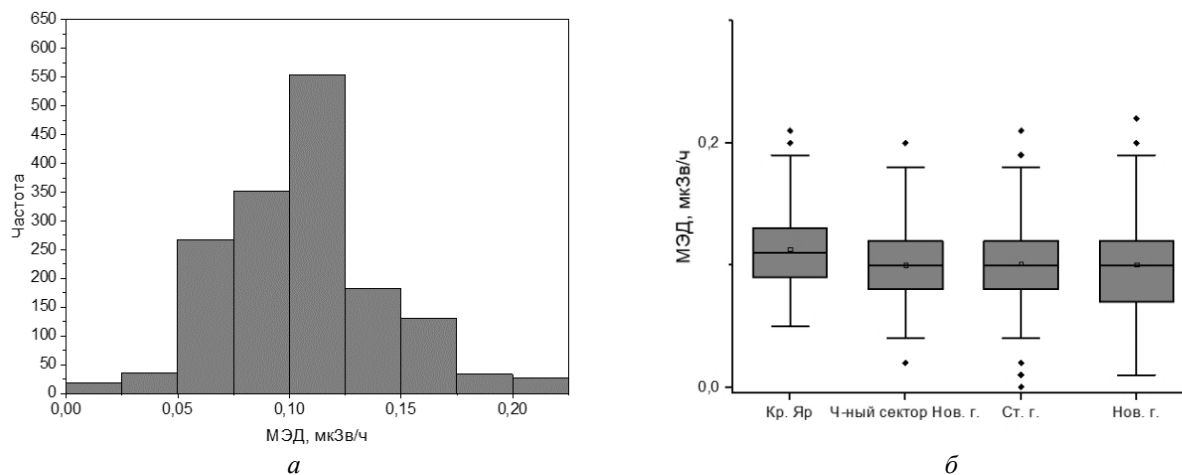


рис. 1. Распределение МЭД в г. Волгодонске: а) диаграмма распределения МЭД по городу; б) Распределение МЭД по жилым зонам

| Параметр     | МЭД, мкЗв/ч |
|--------------|-------------|
| Среднее      | 0,10        |
| Минимальное  | 0,01        |
| Максимальное | 0,40        |
| Мода         | 0,09        |
| Медиана      | 0,10        |

Распределение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в г. Волгодонске приближается к нормальному (рис. 1), средние и модальные значения (Таблица), не превышают гамма-фон, установленный Нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009 Российской Федерации (0,30 мкЗв/ч) [1]. В целом, полученные значения соответствуют вариациям, установленных в других регионах мира (0,10 – 0,20 мкЗв/ч) [2-4].

Для Ростовской области наблюдаются незначительные превышения (0,25 – 0,29 мкЗв/ч) средней МЭД, что объясняется геоморфологическими особенностями: повышенные значения приурочены, как правило, к овражно-балочным системам (повсеместно распространенным в Ростовской области), на дне которых происходит накопление почвенного  $^{222}\text{Rn}$ . Для г. Волгодонска повышенные МЭД могут быть также обусловлены излучением от зданий и сооружений, асфальтового покрытия, выбросами автотранспорта и предприятий топливной энергетики.

*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).*

Список публикаций:

- [1] 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.
- [2] Vysokoostrovskaya, E.B., Krasnov, A.I., Smyslov, A.A., 1996. A map of natural gamma radiation doses in the Russian territory. Proc. Int. Conf. on Radioactivity and Radioactive Elements in the Human Environment (Tomsk, 22–24 May 1996). Tomsk. Politekh. Univ, Tomsk, 177 – 179.
- [3] Wang, W.X., Yang, Y.X., Wang, L.M., Liu, Q.C., Xia, Y.F., 2005. Studies on natural radioactivity of soil in Xiazhuang uranium ore field, Guangdong, China. Environ. Sci. 25, 120 – 123.
- [4] Song, G., Chen, D., Tang, Z., Zhang, Z., Xie, W., 2012. Natural radioactivity levels in topsoil from the Pearl River Delta Zone, Guangdong, China. J. Environ. Radioact. 103, 48 – 53.

## **Мониторинг радиационной обстановки в зоне наблюдения Ростовской АЭС**

**Сайфудинов Тимур Каноатишович**

*Бобылев Вячеслав Александрович*

*Южный федеральный университет*

*Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.*

*[tima.saufydionv2001@gmail.com](mailto:tima.saufydionv2001@gmail.com)*

Предприятия ядерного топливного цикла, включающие в себя АЭС, как и любой промышленный объект во время нормальной эксплуатации, генерирует различного рода выбросы [1]. К выбросам АЭС можно отнести газоаэрозоли и технические воды, содержащие техногенные радионуклиды. Попадая в почву, радионуклиды адсорбируются в ней и по пищевым цепочкам попадают в организм человека, что повышает ежегодную дозовую нагрузку.

Ростовская АЭС (РоАЭС) располагается на берегу Цимлянского водохранилища. В зоне наблюдения РоАЭС активно ведется сельскохозяйственная деятельность. При этом современные методы ведения сельского хозяйства, особенности климатических условий полусухих степей приводят к ветровой эрозии почв. Радионуклиды, осевшие на почву могут поступать в растения и по пищевым цепочкам в организм человека.

В работе представлены данные, полученные в радиозоологических экспедициях начиная с 2000 года (предпусковой этап) по 2021 год на прилегающей к РоАЭС и г. Волгодонску территориях. Гамма-фон (мощность эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД, мкЗв/ч)) измеряли на ряде контрольных участков (КУ), заложенных в зоне наблюдения РоАЭС в рамках предпускового мониторинга. Гамма-фон измеряли дозиметрами-радиометрами ДРБП-03 и СПР-88н на высоте 100 см от поверхности почвы (грунта). Результаты статистической обработки данных по гамма-фону представлены на рис. 1 и рис. 2.

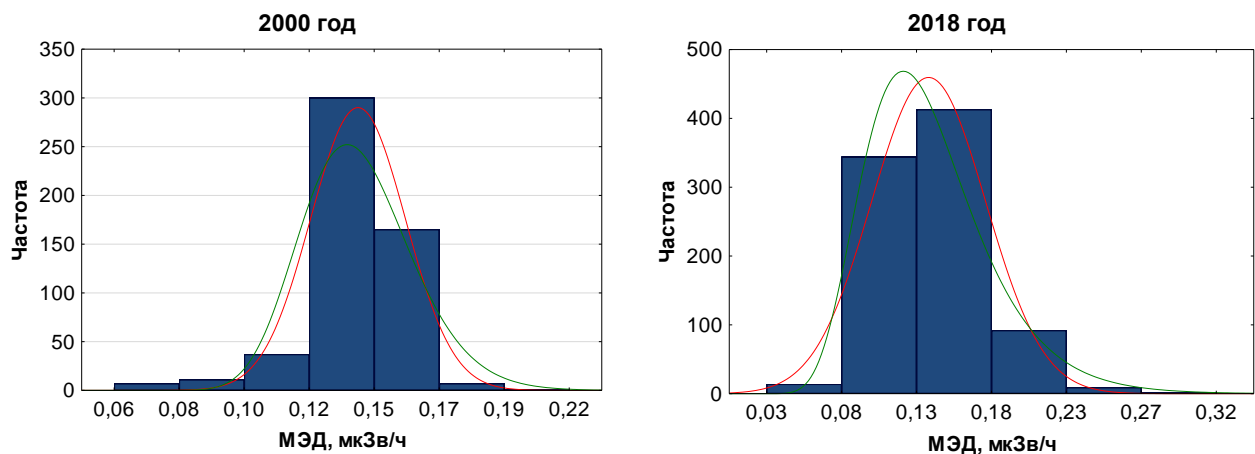


рис.1. Распределение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на высоте 100 см

Как правило, распределение гамма-фона на КУ зоны наблюдения Ростовской АЭС достаточно равномерное, при этом строго не подчиняется ни нормальному, ни логарифмически нормальному законам распределения. Также средние арифметические, средние геометрические, модальные и медианные значения МЭД в районе исследования варьируют в пределах неопределенности измерения (стандартного отклонения) и составляют 0,13–0,14 мкЗв/ч. Ниже, на рис. 2, представлены результаты длительных (20 лет) измерений МЭД на различной высоте от поверхности почвы в 30-километровой зоне наблюдения Ростовской АЭС.

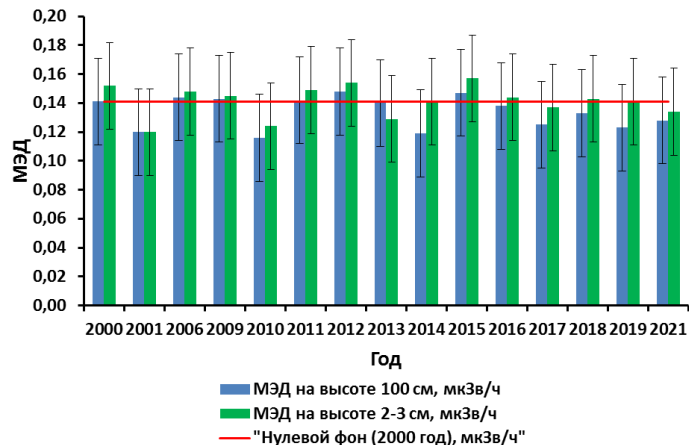


рис. 2. Изменение средней арифметической мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в зоне наблюдения Ростовской АЭС

МЭД, измеренная в период мониторинговых исследований зоны наблюдения Ростовской АЭС, не превышает «нулевой фон» (рис. 2). При этом гамма-фон у поверхности почвы несколько выше, чем на высоте 100 см. Это обусловлено, как правило, тем, что поглощение (рассеяние) низкоэнергетического (с энергиями менее 100–150 кэВ) гамма-излучения от природных радионуклидов (например, от  $^{234}\text{Th}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ) на расстоянии 100 см от почвы выше. Дополнительным фактором может быть несколько большая запыленность надпочвенного слоя воздуха. Не стоит исключать и влияние гамма-излучающих продуктов распада радона и торона на гамма-фон в надпочвенном слое воздуха, особенно в засушливые периоды.

Основным результатов длительного мониторинга зоны наблюдения Ростовской АЭС является подтверждение отсутствия влияния работы АЭС на окружающую среду. Это подтверждается не только нашими исследованиями, но и измерениями на пунктах АСКРО, данными НПП Тайфун и сторонними исследованиями [2].

*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).*

Список публикаций:

- [1] Анализ результатов радиозоологического мониторинга в регионе размещения Ленинградской АЭС / В. К. Кузнецов, П.Н. Цыгвинцев, Н.И. Сан-жарова, А. В. Панов // *Радиация и риск.* – 2021. – Т. 30, № 2. – с. 89–100. doi: 10.21870/0131-3878-2021-30-2-89-100
- [2] Ежегодник «Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2020 году», Обнинск, 2021



## Радиационная обстановка на территории г. Тихорецка Краснодарского края

Сенин Илья Николаевич

Южный федеральный университет

Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.

[senjokusa@gmail.com](mailto:senjokusa@gmail.com)

Мониторинг гамма-фона проводится по всему миру, так как, радиационный фон оказывает влияние на состояние здоровья человека и на экологическую составляющую окружающей среды. В данной работе проводится исследование радиационной обстановки на территории города Тихорецка, Краснодарского края. Южная часть Российской Федерации является не только курортным регионом, но и аграрным, поэтому качество производимой продукции напрямую зависит от агрохимического состояния почвы.

Цель работы: исследовать радиационную обстановку в городе Тихорецке в Краснодарском крае.

Тихорецк располагается между такими крупными городами, как Краснодар и Ростов-на-Дону. Расстояние до Краснодара – 150 км, а до Ростова-на-Дону – 165 км. Площадь города составляет 46,02 км<sup>2</sup>. Водные ресурсы характеризуются реками Тихонькая и Челбас. В городе Тихорецке есть несколько промышленных предприятий, которые могут оказывать влияние на радиационный фон. В городе, также, имеется довольно важный железнодорожный узел, через который транспортируются тонны грузов каждый день.

Для оценки мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД, мкЗв/ч) использовали данные пешеходной гамма-съемки дозиметром-радиометром СРП-88н. Измерения были проведены на центральных улицах города, на частном секторе, в роще г. Тихорецка и в двух точках за пределами города (рис. 1, рис. 2 и таблица).

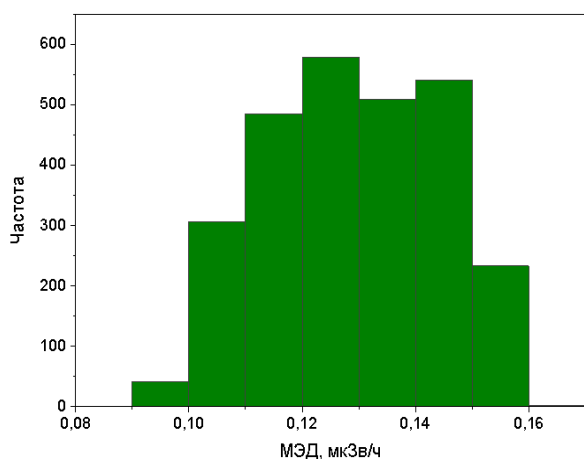


рис. 1. МЭД на территории г. Тихорецка

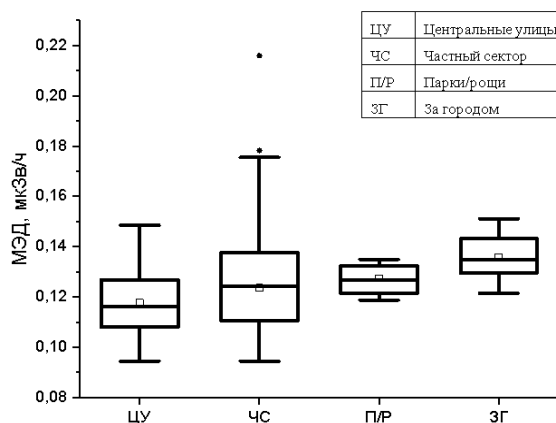


рис.2. Разброс значений МЭД на разных участках г.Тихорецка и за его пределами

Среднее арифметическое, модальное и медианное значения МЭД гамма-излучения в г. Тихорецке составляют 0,12; 0,13 и 0,12 мкЗв/ч соответственно при стандартном отклонении 0,02 мкЗв/ч. Полученные значения гамма-фона характерны для степных районов Краснодарского края и согласуются с Нормами радиационной безопасности (НРБ-99/2009).

| Параметр                   | Центральные улицы | Парки/рощи | За городом | Частный сектор |
|----------------------------|-------------------|------------|------------|----------------|
| Среднее, мкЗв/ч            | 0,117             | 0,127      | 0,135      | 0,123          |
| Стандартная ошибка, мкЗв/ч | 0,0004            | 0,0005     | 0,0004     | 0,0005         |
| Минимум, мкЗв/ч            | 0,094             | 0,118      | 0,121      | 0,094          |
| Максимум, мкЗв/ч           | 0,148             | 0,135      | 0,1512     | 0,216          |
| Количество измерений, шт   | 1040              | 148        | 441        | 1072           |

Значения гамма-фона за городом – самые высокие, это объясняется тем, что измерения были проведены вблизи промышленного предприятия и на полях, предназначенных для выращивания сельскохозяйственных

культур, где используются минеральные удобрения, повышающие содержание радионуклидов в почвах (например, в селитре содержатся значительные количества  $^{40}\text{K}$ ).

Значения МЭД на частном секторе выше, чем на центральных улицах по следующим причинам:

1. Использовались разные материалы для постройки жилых помещений.
2. Разные системы отопления.

В дальнейшем планируется провести детальный сравнительный анализ гамма-фона в жилых зданиях и на открытых территориях с учетом строительных материалов, объемной активности радона в помещениях для расчетов годовых доз облучения населения от природных источников.

*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).*

Список публикаций:

- [1] Chernyago V.P. Current radiation environment in the Central Ecological Zone of the Baikal Natural Territory / V.P. Chernyago, A.I. Nepomnyashchikh, V.I. Medvedev // *Russian Geology and Geophysics*. – 2012. – Vol. 53. – P.926–935.
- [2] Бураева Е. А. и др. Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения природных и урбанизированных территорий Северного Кавказа // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – Т. 5. – №. 10.
- [3] Степаненко В. Ф. и др. Загрязнение радионуклидами территории Республики Дагестан вследствие Чернобыльской аварии и оценка доз облучения населения // *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. – 2011. – Т. 56. – №. 2. – С. 11-16.
- [4] ЖШ1.289.386 ПС Прибор геологоразведочный сцинтилляционный СРП-88Н. Паспорт.
- [5] *Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) / Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы // М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. — 100 с*

## **Анализ распределения естественных радионуклидов в антропогенно-преобразованных и нативных почвах Ростовской области**

**Сивцов Алишер Викторович**

*Козырев Денис Андреевич, Наливайченко Алина Алексеевна*

*Южный федеральный университет*

*Бураева Елена Анатольевна, к.х.н., Горбов Сергей Николаевич, д.б.н.*

*[Sivtsov1999@list.ru](mailto:Sivtsov1999@list.ru)*

В настоящее время вопросу естественной радиоактивности природных и селитебных зон уделяется особое внимание. Постоянный мониторинг необходимо проводить для выявления зон с повышенным уровнем содержания радионуклидов. В рамках города деградация почв протекает по различным сценариям, таким как загрязнение бытовым и строительным мусором, за счет автомобильных выхлопов и промышленных выбросов (тяжёлые металлы, нефтепродукты, бензапирен). Почвы городских территорий претерпели значительные изменения вследствие антропогенной деятельности. Как следствие, это приводит к изменению основных свойств городской среды, что в свою очередь, влияет на поведение и судьбу как естественных, так и искусственных радиоактивных изотопов химических элементов, а также влияет на радиоактивность окружающей среды в условиях города. Таким образом, оценка содержания радионуклидов в почве имеет особое значение для радиационной защиты населения.

Почвенный покров территории города (агломерации) представлен антропогенно-преобразованными почвами различной степени трансформации урбистратифицированными черноземами, а также более преобразованными урбостратоземами на черноземах или лессовидных суглинках, приурочены такие почвы к промышленной и селитебной частям городов. Собственно черноземы сохранились в парковых и рекреационных зонах, испытывая на себе влияние древесной растительности, черноземы с травянистой растительностью встречаются редкими островками в частном секторе.

На территории Ростовской области распространены и приходят в соприкосновение между собой две системы почвенных зон: чернозёмная и каштановая. Большая часть Ростовской области входит в чернозёмную зону, при этом зона расположения Ростовской АЭС и заповедника “Ростовский” попадает в зону сухих и полусухих степей с каштановыми почвами.

В данной работе анализировались почвы, отобранные в экспедициях 2012-2019 г. (Ростовская область). Пробоподготовка почв применялась стандартная: после взвешивания “мокрой” пробы почвы, её высушивали в сушильном шкафу при температуре 105-110 °С. Из всей пробы методом квартования отбирали необходимое

количество почвы, взвешивали и переносили в специальный сосуд требуемого объёма (Маринелли 1 л, Маринелли 0,5 л и Чашка Петри). Полученный счётный образец герметично запаковывали, выдерживали его в течение двух недель до установления радиоактивного равновесия в ряду  $^{222}\text{Rn}$  и проводили измерения удельной активности радионуклидов с помощью сцинтилляционного гамма-спектрометра “Прогресс-Гамма” на основе кристалла йодистого натрия  $\text{NaI(Tl)}$ .

Известно, что основной вклад в содержание радионуклидов в почвах исследуемых территорий вносит  $^{40}\text{K}$ . Как показали результаты работы, удельная активность  $^{40}\text{K}$  в почвах в среднем варьировались в пределах от 400 до 490 Бк/кг. При этом максимальная концентрация  $^{40}\text{K}$  была зафиксирована в чернозёмных почвах – 1537 Бк/кг. Удельная активность  $^{232}\text{Th}$  во всех исследуемых почвах Ростовской области изменялась в пределах от 26 до 30 Бк/кг. Максимальная удельная активность была зафиксирована также в чернозёмных почвах (112,4 Бк/кг), что в 1,5 раза больше, чем в каштановых почвах. Значимых отличий распределения  $^{232}\text{Th}$  в данных почвах выявлено не было. Содержание естественного радионуклида  $^{226}\text{Ra}$  в каштановых почвах Ростовской области в среднем варьируется в пределах 21–25 Бк/кг, а в чернозёмной почве в пределах от 21 до 23 Бк/кг. При этом максимальная концентрация данного элемента фиксировались в чернозёмной почве (93,6 Бк/кг). В целом активность  $^{226}\text{Ra}$  в различных почвах совпадает в пределах погрешности. Известно, что радий не входит в состав отдельных минералов, а широко распространен в виде включений во многих образованиях. Процессы миграции  $^{226}\text{Ra}$  в почвах, его поглощение и накопление растениями существенно зависят от путей поступления и прочности закрепления данного элемента в сложной многокомпонентной системе, какой и является почва.

Результаты статистического анализа радионуклидного состава почв показали, что по критерию Манна-Уитни неразличимыми можно считать лишь удельные активности  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$  (0,05 и 0,43 соответственно в черноземных и каштановых почвенных зонах). Удельная активность естественного радионуклида  $^{40}\text{K}$  согласно сравнительному анализу, в почвах каштановой зоны выше, чем в черноземной (данные статистически различимы). Это может быть обусловлено более высокой засоленностью почв каштановой зоны и преобладанием в этих районах выпотного почвенного режима.

Землепользование в городах и урбанизированных районах отличается повышенной интенсивностью эксплуатации, в результате чего практически все почвы, расположенные в городской черте, в той или иной степени подвержены физической деградации, являющейся результатом различного рода избыточных технологических нагрузок. Благодаря нашему исследованию, можно сделать вывод, что особых различий в содержании радионуклидов между нативными и антропогенно-преобразованными почвами каштановой и чернозёмной зон территорий Ростовской области, на данный момент, нет.

*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).*

## **Радионуклиды в листовой подстилке широколиственных лесов (на примере горной Адыгеи)**

*Сидорина Ульяна Андреевна*

*Южный федеральный университет*

*Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.*

*[ulianasidorina72@gmail.com](mailto:ulianasidorina72@gmail.com)*

В рамках радиоэкологического мониторинга исследуются различные объекты окружающей среды. Лесная подстилка является одним из важных звеньев экосистемы, участвует в образовании гумуса [1]. Важно отметить, что лесная подстилка является неоднородной. Условно можно выделить 3 слоя опада: 1. Верхний слой состоит из веточек и листьев. Части растений легко различимы. 2. В среднем слое идет медленный процесс разложения. В слой входят измельченные остатки растений, которые еще смогли сохранить часть скелета. В этот слой часто растут грибы. 3. Самый нижний слой – слой гумификации. Он имеет бурый или черный цвет, обладает равномерной смешанностью, состоит из однородного вещества, которое значительно разложилось [2]. Анализ данных по содержанию искусственного  $^{137}\text{Cs}$  и естественных радионуклидов ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ), является одним из основных способов контроля радиационной обстановки отдельных участков местности, так как данные радионуклиды являются дозообразующими и на природных территориях, наряду с радоном и в отсутствие значимой загрязненности искусственным радиоцезием формируют гамма-фон на открытой территории.

Республика Адыгея – район, с большим разнообразием почв, пород, растительного покрова, объектов биофлоры, в том числе и с повышенным содержанием  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и искусственного  $^{137}\text{Cs}$ . В данной работе

лесная подстилка отбиралась в лесных районах горной Адыгеи на различных контрольных участках с разными типами почв, такими как: ранкер лесной, бурые лесные почвы, луговые почвы и аллювиальные почвы (в поймах реки Белая и реки Сюк).

В работе оценены особенности распределения естественных радионуклидов  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и искусственного  $^{137}\text{Cs}$  в лесной подстилке на территории Майкопского района, отобранных в экспедициях 2009–2021 годов. Удельную активность радионуклидов в образцах лесной подстилки определяли гамма-спектрометрическим методом на сцинтилляционном спектрометре «Прогресс-гамма». Методики отбора и подготовки проб использовались стандартные. Перед отбором проб измеряли мощность эквивалентной дозы гамма-излучения дозиметрами-радиометрами ДРБП-03 и СРП-88н.

Ниже, в таблице представлены результаты статистической обработки удельной активности перечисленных радионуклидов в лесной подстилке региона исследования.

|   | $^{137}\text{Cs}$ | $^{226}\text{Ra}$ | $^{232}\text{Th}$ | $^{40}\text{K}$ |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Среднее, Бк/кг                              | 9,0               | 10,0              | 10,3              | 214,3           |
| Стандартная ошибка, Бк/кг                   | 1,2               | 1,5               | 1,5               | 23,4            |
| Медиана, Бк/кг                              | 5,8               | 4,0               | 6,0               | 170,2           |
| Мода, Бк/кг                                 | 0,0               | 0,0               | 0,0               | 0,0             |
| СКО, Бк/кг                                  | 12,2              | 14,3              | 14,5              | 229,2           |
| Дисперсия, Бк <sup>2</sup> /кг <sup>2</sup> | 148,2             | 205,7             | 210,2             | 52553,6         |
| Эксцесс                                     | 5,8               | 6,1               | 4,4               | 6,5             |
| Асимметричность                             | 2,3               | 2,2               | 2,1               | 2,1             |
| Минимум, Бк/кг                              | 0,2               | 2,0               | 1,8               | 31,0            |
| Максимум, Бк/кг                             | 62,7              | 78,9              | 68,5              | 1346,0          |
| Количество измерений                        | 96,0              | 96,0              | 96,0              | 96,0            |

В исследуемые периоды содержание  $^{137}\text{Cs}$  в лесной подстилке горных районов Республики Адыгея находилось в пределах 0,2–62,7 Бк/кг при среднем содержании 9,0 Бк/к. Содержание естественных радионуклидов варьируется в пределах 2,0–78,9; 1,8–68,5; 31,0–1346,0 Бк/кг для  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ , в среднем 10,0; 10,3; 214,3 Бк/кг соответственно. Сравнительно высокое содержание искусственных радионуклидов объясняется наличием пород с высокой природной радиоактивностью, которые могут механическим путем загрязнять лесной опад. В основном лесная подстилка подвергается загрязнению  $^{137}\text{Cs}$  [2]. Отметим, что наибольшее содержание  $^{137}\text{Cs}$  в лесной подстилке наблюдается на участках со следующими типами почв: ранкер лесной и аллювиальные почвы.

На исследуемых участках с разным типом почвы наблюдаются различия в содержании как искусственного радионуклида  $^{137}\text{Cs}$ , так и естественных  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ . Содержание радионуклидов в лесной подстилке зависит от расположения участка отбора в рельефе. В понижениях рельефа фиксируется высокое содержание  $^{137}\text{Cs}$ .  $^{40}\text{K}$ -подвижный элемент, фиксируется везде в значительных количествах. Загрязнение опада  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$  скорее всего носит механический характер (частицами почв, обломками пород, пылью).

*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).*

Список публикаций:

- [1] Лесные подстилки как компонент лесного биогеоценоза //Т. М. Ильина, А. П. Сапожников//Почвоведение и растениеводство. Вестник КрасГАУ. -2007-, №5
- [2] J-M. Bonzoma. Effects of radionuclide contamination on leaf litter decomposition in the Chernobyl exclusion zone/ J-M. Bonzoma, S. Hättenschwiler, C. Lecomte-Pradines //Science of the Total Environment/ 562 (2016) 596-603.

## Распределение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в г. Ростове-на-Дону

Шадин Антон Евгеньевич

Каменев Олег Валерьевич

Южный федеральный университет

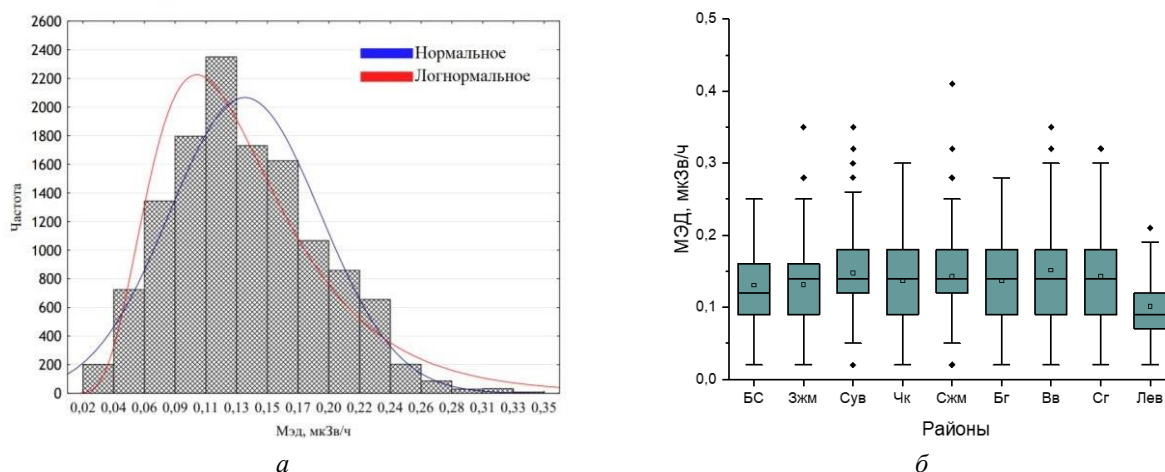
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.

[antonshadin@yandex.ru](mailto:antonshadin@yandex.ru)

Человек подвергается воздействию гамма-излучения от природных и искусственных источников постоянно. Особую осторожность стоит проявлять жителям больших промышленных городов, так как они находятся в окружении большего числа таких источников. Мониторинг радиационной обстановки необходим для формирования мер защиты и снижения влияния гамма-излучения на население.

В данной работе представлены результаты оценки мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения в различных районах г. Ростова-на-Дону. Город Ростов-на-Дону является административным центром Южного федерального округа и Ростовской области. Он расположен на юго-востоке Восточно-Европейской равнины, на обоих берегах реки Дон в 46 км от места её впадения в Азовское море и в 380 км от Чёрного моря. Климат Ростова-на-Дону – умеренно континентальный, с мягкой зимой и жарким летом. По данным за 2020 год население города 1133307 человек. На территории города находятся такие крупные промышленные предприятия как ОАО «Алмаз», ООО "КЗ "Ростсельмаш", ОАО «Роствертол», ООО «Горизонт», завод «Прибор», ОАО «Завод „Квант“», Завод «Молот», «ЗАО «Агат»», ЗАО «Эмпилс», ФГУП РНИИРС и др. В п. Большие Салы находится подземное захоронение радиоактивных отходов ФГУП «РосРАО», в Волгодонском районе Ростовской области расположена Ростовская АЭС с четырьмя действующими энергоблоками.

Ниже, на *рис. 1* представлены результаты статистической обработки данных МЭД как во всем г. Ростове-на-Дону, так и в отдельных районах.



*рис. 1. Распределение МЭД в г. Ростове-на-Дону: а) диаграмме распределения МЭД по городу; б) Распределение МЭД в отдельных районах*

В г. Ростове-на-Дону наряду с официальным делением на 8 административных районов существуют и исторически устоявшиеся районы: Северный жилой массив (СЖМ), Западный жилой массив (ЗЖМ), микрорайон Чкаловский (ЧК), микрорайон Левенцовский (Лев), жилой комплекс Суворовский (СУ), жилой комплекс Болгастрой (БС), жилой комплекс Военвед (Вв), жилой комплекс Стройгородок (Сг). Исследования проводились в данных районах методом пешеходной гамма-съемки вдоль основных улиц. Использовали дозиметры-радиометры как ДКС-96 и ДРБП-03. Измерения МЭД проводились на высоте 1 м от поверхности земли.

МЭД гамма-излучения как по городу, так и отдельных районах находится в пределах 0,10-0,15 мкЗв/ч, что не превышает гамма-фон, регламентированный Нормами радиационной безопасности Российской Федерации (НРБ-99/2009 – 0,3 мкЗв/ч). При этом, на отдельных территориях имеют место повышенные значения МЭД, достигающие или превышающие 0,3 мкЗв/ч. Это может быть обусловлено, как наличием отделки зданий, сооружений, памятников пешеходных переходов природными материалами (например, гранитами) с повышенным содержанием естественных дозообразующих радионуклидов, так и загруженностью улиц автомобильным транспортом (особенно, в часы пиковых нагрузок).

*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).*

# Радиационная обстановка населённых пунктов Ростовской области на примере села Алексеево-Лозовского Чертковского района

*Шаповалов Егор Сергеевич*

*Шульга Всеволод Владимирович, Дубров Никита Иванович*

*Южный федеральный университет*

*Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.*

*[vegor.shapovalov.01@mail.ru](mailto:vegor.shapovalov.01@mail.ru)*

Проблемы в области обеспечения радиационной безопасности человека и окружающей среды являются актуальными и социально значимыми. Это связано 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, который необходим для предупреждения всевозможных негативных влияний радиационного облучения на человеческий организм и окружающую среду. Это и объясняет необходимость в контроле радиационной обстановки по всему миру [1-3].

Объектом исследований в данной работе является территория села Алексеево-Лозовского, расположенного в Чертковском районе Ростовской области. Оно располагается на севере Ростовской области и является границей между Воронежской и Ростовской областями. Село расположено на равнинной территории, почва черноземная, встречаются месторождения глины и щебня. Климат ближе к умеренно-континентальному, с холодной зимой и жарким сухим летом, с большим количеством солнечных дней. Среднемесячная температура в летний период колеблется от +20°C до +40°C, в зимний период от -25°C до +5°C. В селе отсутствуют предприятия, деятельность которых влияет на гамма-фон. Основная деятельность населённого пункта связана с обработкой земли. Функционирует несколько фермерских хозяйств, занимающихся выращиванием всевозможных зерновых культур. Население Алексеево-Лозовского составляет 3853 человека.

Работа посвящена оценке распределения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД, мкЗв/ч) методами пешеходной гамма-съёмки. Использовался дозиметр-радиометр СРП-88н. Измерения МЭД проводились по улицам данного населенного пункта на высоте 100 см от поверхности почвы.

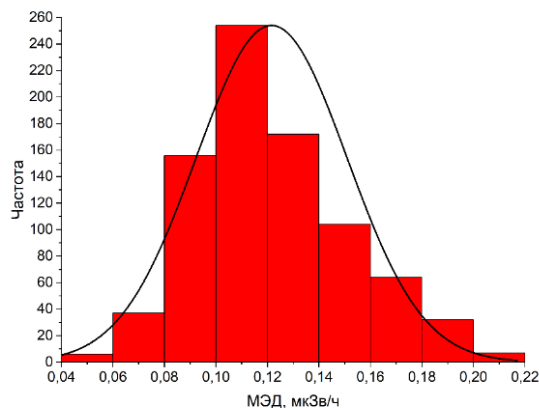


рис. 1. Распределение МЭД на территории села Алексеево-Лозовское

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| Минимум, мкЗв/ч                | 0,049 |
| Максимум, мкЗв/ч               | 0,213 |
| Среднее арифметическое, мкЗв/ч | 0,122 |
| Среднее геометрическое, мкЗв/ч | 0,118 |
| Мода, мкЗв/ч                   | 0,105 |
| Медиана, мкЗв/ч                | 0,116 |
| Стандартная ошибка             | 0,001 |
| Стандартное отклонение         | 0,029 |
| Дисперсия выборки              | 0,001 |
| Эксцесс                        | 0,069 |
| Асимметричность                | 0,533 |
| Количество измерений, шт       | 850   |

Проведённый статистический анализ полученных данных по распределению МЭД гамма-излучения на территории с. Алексеево-Лозовское (рис. 1 и таблица) показывает, что гамма-фон варьируется в пределах

[0,049...0,213] мкЗв/ч, со средним значением 0,122 мкЗв/ч. Данные значения МЭД подчиняются нормальному распределению, это можно судить по близким значения среднего, моды и медианы. Следовательно, радиационный фон однороден, аномалий не выявлено, а также гамма-фон не превышает Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 (0,3 мкЗв/ч) [4] и характерен для степных территорий Ростовской области [5].

В дальнейших исследованиях планируется детальное обследование различных населенных пунктов Чертовского района Ростовской области и оценка доз облучения населения от природных источников на открытой местности.

*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).*

Список публикаций:

- [1] Linnea E. *Environmental Radiation*. Wahl, Lawrence Berkeley National Laboratory/ Health Physics Society Specialists in Radiation Safety, 2010.
- [2] *Radiation in the Environment. Nuclear Science—A Guide to the Nuclear Science Wall Chart* ©2018 Contemporary Physics Education Project (CPEP). Chapter 15.
- [3] Шершаков В.М., Булгаков В.Г., Крышев И.И., Вакуловский С.М., Каткова М.Н., Крышев А.И. *Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-Производственное Объединение «Тайфун»*, 2017.
- [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] Бураева 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., Толыгин И.Е., Мартыненко С.В. *Уровень эквивалентной дозы гамма-излучения природных и урбанизированных территорий северного Кавказа // Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 10-5. – С. 1073-1077.

## Распределение удельной активности $^{137}\text{Cs}$ в почвах особо охраняемых природных территорий Ростовской области

*Швецова Дарья Алексеевна*

*Маломыжева Наталья Викторовна, Джюра Кирилл Олегович*

*Южный федеральный университет*

*Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.*

*[Dashik.shvet@yandex.ru](mailto:Dashik.shvet@yandex.ru)*

Искусственные радиоизотопы со средним и длительным периодом полураспада в поверхностной среде Земли вызывают серьезную озабоченность при оценке радиационного риска для населения и окружающей среды.  $^{137}\text{Cs}$  считается одним из наиболее значимых радионуклидов продуктов ядерного деления. Он характеризуется большим выходом в реакциях деления и сроками жизни ( $T_{1/2} = 30,2$  года), высокой миграционной способностью и токсичностью. Его вертикальная миграция в почвах может быть вызвана фильтрационными токами воды, почвенной деятельностью животных и микроорганизмов, выносом из корнеобитаемого слоя растениями, сельскохозяйственной деятельностью человека и др. [1]. В данной работе была изучена динамика удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  по почвенному профилю в некоторых особо охраняемых природных территориях Ростовской области (Ботанический сад Южного федерального университета, Ростовский заповедник, Приазовская степь).

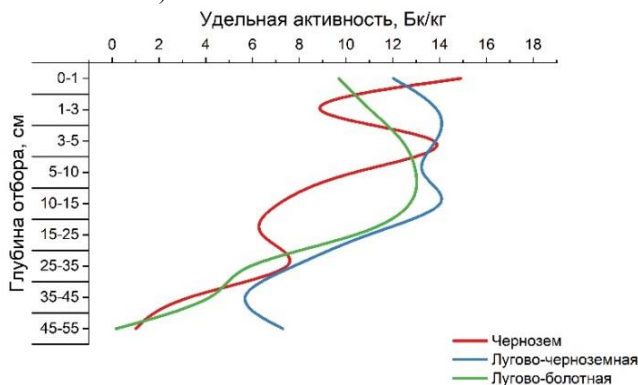


рис.1. Распределение  $^{137}\text{Cs}$  по почвенному профилю в Ботаническом саду ЮФУ

Максимальная концентрация  $^{137}\text{Cs}$  в черноземах Ботанического сада ЮФУ приходится на глубину 0–1 и 1–5 см, что объясняется повышенным содержанием гумуса в верхних слоях почвы, связывающим радионуклид в ходе сорбционных процессов. Лугово-болотные и лугово-черноземные почвы характеризуются хорошей водопроницаемостью и высокой водоудерживающей способностью. Поэтому в этих почвах профиль распределения  $^{137}\text{Cs}$  размытый, так как данный радионуклид хорошо растворяется в воде.

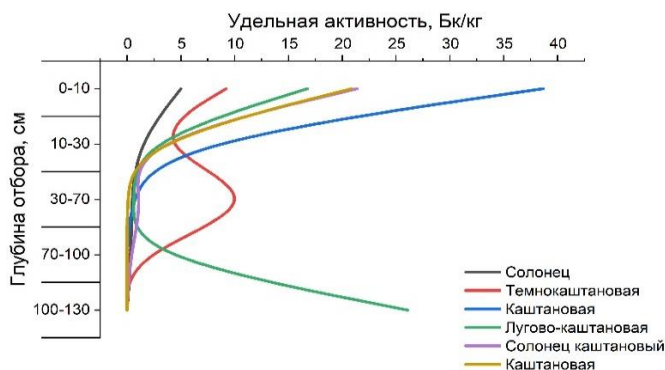


рис.2. Распределение  $^{137}\text{Cs}$  по почвенному профилю в Ростовском заповеднике

В почвах Ростовского заповедника также присутствует общая тенденция к снижению удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  от верхнего слоя почвы к нижнему, однако в темно-каштановых почвах наблюдается повышение концентрации радиоцезия в слое почвы 30-70 см, а в лугово-каштановой почве на глубине 100-130 см. Обычно каштановые почвы характеризуются повышенной плотностью, которая с глубиной только возрастает [2]. При долгих засухах почва может разрушаться, земля начинает сильно покрываться трещинами. Это приводит к их глубокому увлажнению и вертикальной миграции  $^{137}\text{Cs}$  в нижележащие слои почвы.

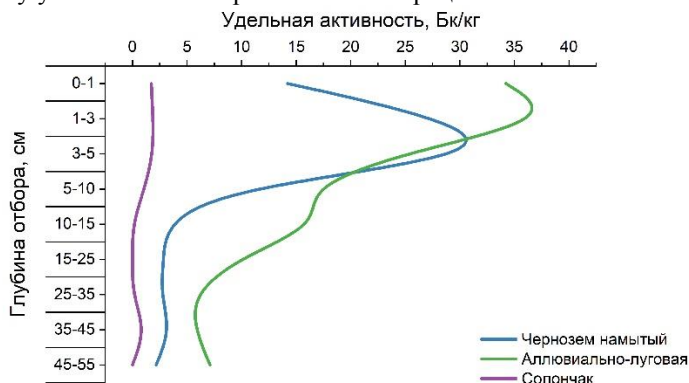


рис.3. Распределение  $^{137}\text{Cs}$  по почвенному профилю в Приазовской степи

В намытых черноземных и аллювиально-луговых почвах Приазовской степи  $^{137}\text{Cs}$  накапливается в верхних слоях (0–5 см) и достаточно резко снижается с глубиной. Однако солончак, влажная органическая почва, демонстрирует другую картину: равномерное распределением  $^{137}\text{Cs}$  по почвенному профилю, концентрация радионуклида мала и варьирует в пределах 1-3 Бк/кг.

Таким образом,  $^{137}\text{Cs}$  в почвах особо охраняемых природных территорий Ростовской области характеризуется крайне низкими темпами вертикальной миграции, практически весь запас данного радионуклида сосредоточен в верхних пяти сантиметрах почвы, но во влажных почвах цезий может распределяться равномерно на большие глубины, так как искусственные радионуклиды чаще всего не входят в состав кристаллической решетки компонентов почвы, почв и донных отложений.

*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).*

Список публикаций:

- [1] Василенко И. Я., Василенко О. И. // Радиоактивный цезий. Энергия: экономика, техника, экология. 2001. N 7. С. 16–22.  
 [2] Ташинова, А.А // Почвы природных экосистем Кумо-Маньчской впадины. Вестник института комплексных исследований аридных территорий. 2011. Т. 2. № 2 (23). С. 34-38.

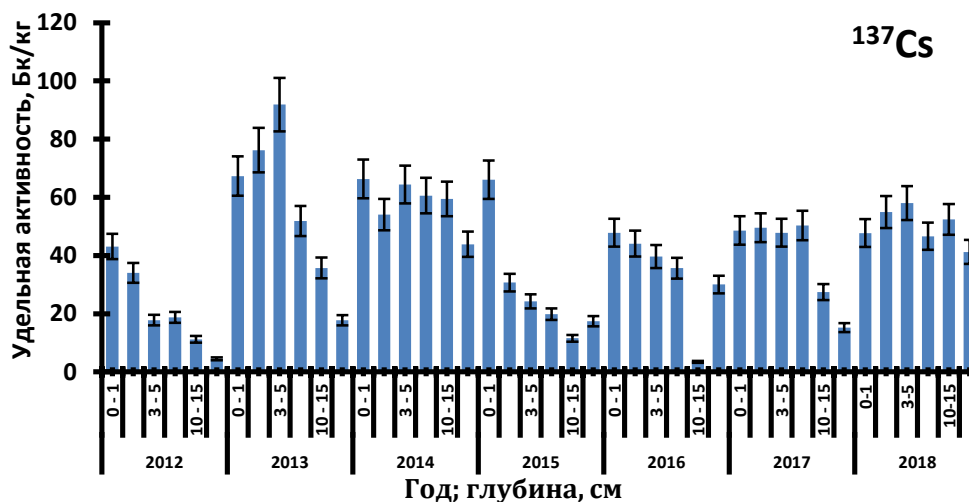


## Анализ содержания $^{137}\text{Cs}$ в различных типах почвы в горных районах Республики Адыгея

*Ширяева Анастасия Андреевна*  
Южный федеральный университет  
Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.  
[anastasia.shiryeva00@mail.ru](mailto:anastasia.shiryeva00@mail.ru)

В горных районах часто встречаются различные радиоактивные аномалии, связанные с месторождениями и добычей полезных ископаемых, а также выходами пород с высоким содержанием естественных радионуклидов. На территориях с сильно расчлененным рельефом развиты оползневые и обвальные процессы, приводящие к обнажению различных горных пород. Например, в Майкопском районе Республики Адыгея, из штолен происходит вынос поллютантов в объекты окружающей среды. Вокруг штолен фиксируется повышенный фон гамма-излучения (порядка 0,4 мкЗв/ч снаружи и до 1,8 мкЗв/ч внутри).

Работа посвящена анализу содержания искусственного  $^{137}\text{Cs}$  в различных типах почв горной Адыгеи. Модельной площадкой был выбран Майкопский район Республики Адыгеи со следующими типами почв: луговая, аллювиально-дерновая, бурая лесная, ранкер лесной. В работе использовались данные радиозоологических экспедиций с 2012 по 2018 годов. Удельную активность радионуклидов определяли гамма-спектрометрическим методом, используя сцинтилляционный спектрометр «Прогресс-гамма». Время набора спектра не превышало 24 часа. Погрешность измерений удельной активности радионуклидов не более 15%. Ниже, на рисунке приведен пример распределение удельной активности радионуклидов на участке ранкер лесной (РЛ). Точка РЛ расположена на дне ущелья и имеет тип почвы: ранкер лесной на элювии гранитов, среднесуглинистая. На *рис. 1* представлено изменение удельной активности искусственного радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  в профилях почвы в период с 2012 по 2018 годов на примере точки РЛ.



*рис.1. Распределение  $^{137}\text{Cs}$  в профилях почвы в точке РЛ*

Как видно из *рис. 1* удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в точке РЛ достаточно высокая (до 100 Бк/кг). В большинстве почв района концентрация радиоцезия составляет 20–40 Бк/кг. Данная точка расположена на дне ущелья, где преобладает водная эрозия почв, поскольку  $^{137}\text{Cs}$  щелочной и легкорастворимый металл все его соединения водорастворимы, он легко мигрирует не по профилю, но еще и смывается по склону и переоткладывается на дне ущелья. В зависимости от климатических условий цезий накапливается в верхнем слое почвы, либо более равномерно распределяется по всему профилю.

В заключение необходимо отметить, что исследования особенности распределения радионуклидов в почвах территорий со сложным рельефом актуальны в области радиационной безопасности окружающей среды и позволяют решать задачи по особенностям миграции радионуклидов в наземных экосистемах.

*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).*

## Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения станиц Краснодарского края на примере станиц Староминской

Шульга Всеволод Владимирович

Костырев Борис Павлович, Плехотная Дарья Павловна, Рачейсков Никита Анатольевич, Шаповалов Егор Сергеевич

Южный федеральный университет

Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.

[ssevashulga@mail.ru](mailto:ssevashulga@mail.ru)

Станица Староминская является крупным сельскохозяйственным поселением и расположена в степной зоне Краснодарского края. Территория данного населенного пункта отличается равнинно-холмистым типом рельефа. Климат умеренно-континентальный, с мягкой зимой и жарким сухим летом с большим количеством солнечных дней. Среднемесячная температура в зимний период колеблется от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+5^{\circ}\text{C}$ , в летний период от  $+15^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$ . Предприятия, влияющие на радиационный фон, отсутствуют.

Работа посвящена изучению гамма-фона (мощности эквивалентной дозы гамма-излучения; МЭД, мкЗв/ч) на территории ст. Староминской. Были обследованы улицы: Щорса, Степная, Орджоникидзе, Калинина, Краснознаменная, Петренко, Александровская, Ленина, Мира. Измерения производились в организациях: МБУК «РДКС», МКУК «СДК Большевик», «СДК Кавказ», а также ряд частных домовладений. Измерения проводились дозиметрами-радиометрами ДКС-96 и СРП-88 на высоте 100 см от поверхности почвы (грунта). Особенности распределения МЭД в ст. Староминской приведены на рис. 1 и в таблице.

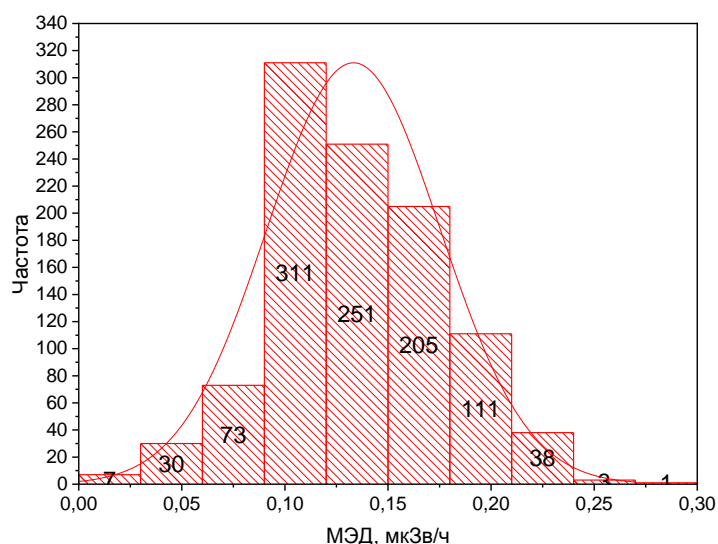


рис. 1. Распределение МЭД в ст. Староминской Краснодарского края

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| Минимум, мкЗв/ч                | 0,020   |
| Максимум, мкЗв/ч               | 0,280   |
| Среднее арифметическое, мкЗв/ч | 0,133   |
| Мода, мкЗв/ч                   | 0,070   |
| Медиана, мкЗв/ч                | 0,129   |
| Стандартная ошибка, мкЗв/ч     | 0,00131 |
| Дисперсия выборки              | 0,0018  |
| Экссесс                        | -0,149  |
| Стандартное отклонение         | 0,042   |
| Асимметричность                | 0,125   |
| Количество измерений, шт       | 1030    |

Распределение МЭД гамма-излучения в ст. Староминская близко к нормальному, равномерное, однородное. Отсутствуют значимые выбросы в значениях гамма-фона. Среднее, медианное и модальное значения мощности эквивалентной дозы гамма-фона на данной территории не превышают Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) Российской Федерации ( $0,3 \text{ мкЗв/ч}$ ) [1]. Полученные в работе результаты согласуются с литературными данными [2].

Учитывая социальную напряженность среди населения, связанную с радиофобией, а также активно развивающиеся промышленность и сельское хозяйство в разных регионах России, подобные работы следует проводить на постоянной основе. Необходимо оценивать возможные изменения гамма-фона от природных источников как для оценки дозовых нагрузок, так и для выявления аномалий.

*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).*

Список публикаций:

[1] 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.

[2]. Бураева 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. *Уровень эквивалентной дозы гамма-излучения природных и урбанизированных территорий северного Кавказа // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10-5. – С. 1073-1077.*

