

УДК: 551.510.71; 551.510.72

## РАДИОНУКЛИДНЫЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ

Кашаева Е.А.<sup>1</sup>, Михайлова Т.А.<sup>1</sup>, Бураева Е.А.<sup>1</sup>, Вербенко И.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Южный федеральный университет, Россия, Ростов-на -Дону, ул. Р.Зорге, 5, e-mail : [lizakashaeva1997@gmail.com](mailto:lizakashaeva1997@gmail.com)

В работе представлен радионуклидный состав атмосферных аэрозолей, а также оценка сезонного поведения поллютантов в приземном слое воздуха урбанизированной территории. Использованы пробы атмосферных аэрозолей, отобранные в г. Ростов-на-Дону на аспирационной станции НИИ физики Южного Федерального Университета в 2000 – 2009 годах. Показано, что объемная активность <sup>7</sup>Be, <sup>137</sup>Cs, <sup>40</sup>K, <sup>210</sup>Pb, <sup>232</sup>Th, <sup>226</sup>Ra, варьируется в пределах [2,50·10<sup>-5</sup>...70·10<sup>-2</sup>]; [3,47·10<sup>-8</sup>...1,98·10<sup>-5</sup>]; [4,98·10<sup>-7</sup> ... 4,43·10<sup>-4</sup>]; [1,18·10<sup>-4</sup>...9,05·10<sup>-3</sup>]; [1,29·10<sup>-7</sup>...6,34·10<sup>-5</sup>]; [1,67·10<sup>-7</sup>...1,06·10<sup>-4</sup>] Бк/м<sup>3</sup> соответственно. Сезонное поведение объемной активности <sup>7</sup>Be и <sup>226</sup>Ra в атмосфере г. Ростова-на-Дону отличается максимумом в весенне-летний период, что связано с началом вегетационного периода при весенне-летней перестройке атмосферы. В основном, максимумы содержания <sup>137</sup>Cs, <sup>40</sup>K и <sup>232</sup>Th приходятся на август или сентябрь каждого года, что может быть связано с метеорологическими условиями исследуемой территории. <sup>210</sup>Pb демонстрирует сложное сезонное поведение объемной активности с зимним максимумом техногенного происхождения.

Ключевые слова: радиоактивность, атмосферные аэрозоли, радионуклидный состав, поллютанты, сезонное поведение

## THE ELEMENTAL COMPOSITION OF ATMOSPHERIC AEROSOLS IN THE CITY OF ROSTOV-ON-DON

Kashaeva E. A.<sup>1</sup>, Mikhailova T. A.<sup>1</sup>, Buraeva E. A.<sup>1</sup>, Verbenko I.A.<sup>1</sup>

Southern Federal University, Russia, Rostov-on-don, R. Zorge str, 5, e-mail: [lizakashaeva1997@gmail.com](mailto:lizakashaeva1997@gmail.com)

The paper presents the radionuclide composition of atmospheric aerosols, as well as the assessment of seasonal behavior of pollutants in the surface air layer of urbanized territory. Samples of atmospheric aerosols taken in Rostov-on-don at the aspiration station of the research Institute of physics of the southern Federal University in 2000-2009 were used. It is shown that the volume activity of <sup>7</sup>Be, <sup>137</sup>Cs, <sup>40</sup>K, <sup>210</sup>Pb, <sup>232</sup>Th, <sup>226</sup>Ra varies within [2,50·10<sup>-5</sup>...70·10<sup>-2</sup>]; [3,47·10<sup>-8</sup>...1,98·10<sup>-5</sup>]; [4,98·10<sup>-7</sup> ... 4,43·10<sup>-4</sup>]; [1,18·10<sup>-4</sup>...9,05·10<sup>-3</sup>]; [1,29·10<sup>-7</sup>...6,34·10<sup>-5</sup>]; [1,67·10<sup>-7</sup>...1,06·10<sup>-4</sup>] Bq / m<sup>3</sup> respectively. Seasonal behavior of volume activity of <sup>7</sup>Be and <sup>226</sup>Ra in the atmosphere of Rostov-on-don is characterized by a maximum in the spring-summer period, which is associated with the beginning of the growing season during the spring-summer restructuring of the atmosphere.

**In General, highs of  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$  and  $^{232}\text{Th}$  occur in August or September each year, which may be related to the meteorological conditions of the study area.  $^{210}\text{Pb}$  demonstrates a complex seasonal behavior of volumetric activity with a winter maximum of technogenic origin.**

Keyword: radioactivity, atmospheric aerosols, radionuclide composition, pollutants, seasonal behavior

Атмосферные аэрозоли являются продуктами сложной совокупности химических и физических процессов. Вследствие многообразия этих процессов, протекающих в атмосфере, и относительно короткого времени жизни самого аэрозоля его химический состав и физические характеристики очень изменчивы [1]. В настоящее время мы все больше осознаем важность атмосферных аэрозолей в химии и физике атмосферы. Аэрозоли играют важную роль в качестве ядер конденсации облаков и играют ключевую роль в гидрологическом цикле благодаря их влиянию на типы и скорость образования облаков. Аэрозоли, и облака, которые они производят, могут также рассеивать или поглощать входящее излучение от солнца или исходящее излучение от Земли, что имеет важные последствия для теплового баланса планеты, а также для климата и погоды.

Данная работа посвящена определению радионуклидного состава атмосферных аэрозолей в приземном слое атмосферы урбанизированной территории. Модельной площадкой был выбран город Ростов-на-Дону, расположенный в степной зоне, с преобладающим в ней умеренно-континентальным, степным климатом [2].

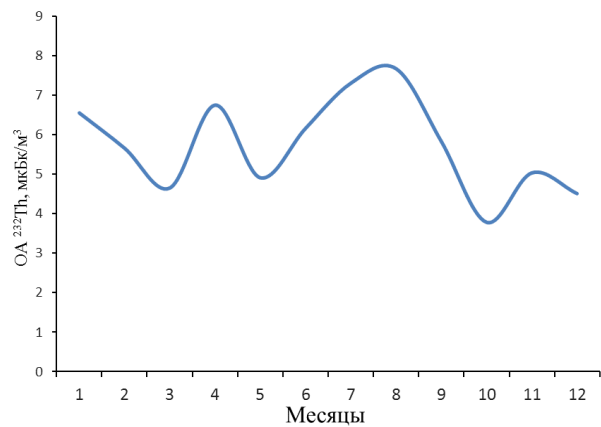
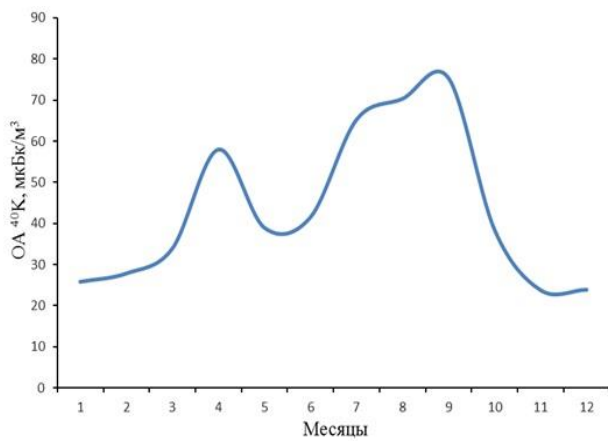
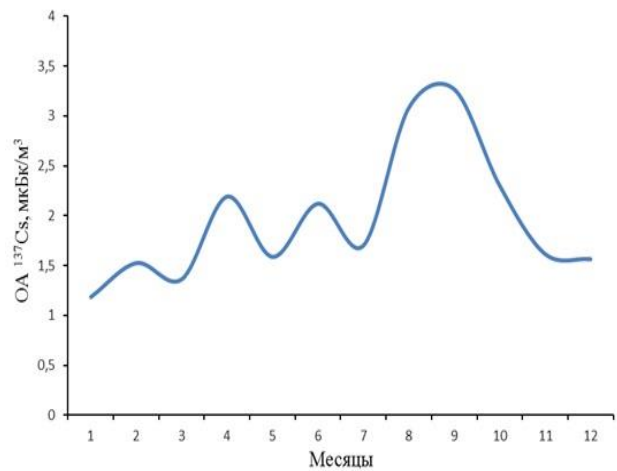
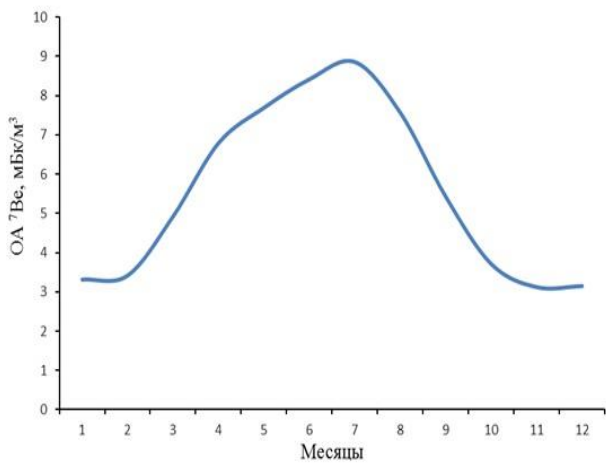
Атмосферные аэрозоли отбирались на фильтр из ткани Петрянова ФПП-15-1.7 общей площадью  $0,56 \text{ м}^2$  на аспирационной станции Лаборатории ядерной физики НИИ физики Южного федерального университета в 2000-2009 годах в рамках комплексного мониторинга приземного слоя воздуха на юго-восточной окраине г. Ростов-на-Дону. Содержание естественных ( $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^7\text{Be}$ ) радионуклидов и искусственного  $^{137}\text{Cs}$  в атмосферных аэрозолях за период 2000-2009 гг. определяли гамма-спектрометрическим методом радионуклидного анализа. Использовали спектрометр гамма-излучения с GeHP-детектором

В результате измерений были обнаружены следующие радионуклиды:  $^7\text{Be}$  – космогенного происхождения,  $^{137}\text{Cs}$  – искусственного происхождения и радионуклиды естественного происхождения, вклад в содержание которых вносят так же антропогенные источники –  $^{40}\text{K}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ . Также были зафиксированы  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{Th}$ ,  $^{224}\text{Ra}$ , но их содержание мало для статистической обработки. В таблице представлены пределы вариации и средние значения определяемых радионуклидов.

Таблица – Содержание радионуклидов в приземном слое воздуха г. Ростова-на-Дону за весь период наблюдений

Радионуклид	Количество измерений > МДА*	Объемная активность, Бк/м <sup>3</sup>			
		Минимум	Максимум	Среднее	Стандартное отклонение
<sup>137</sup> Cs	274	$3,47 \cdot 10^{-8}$	$1,98 \cdot 10^{-5}$	$2,00 \cdot 10^{-6}$	$2,01 \cdot 10^{-6}$
<sup>7</sup> Be	428	$2,50 \cdot 10^{-5}$	$2,70 \cdot 10^{-2}$	$5,45 \cdot 10^{-3}$	$3,57 \cdot 10^{-3}$
<sup>232</sup> Th	284	$1,29 \cdot 10^{-7}$	$6,34 \cdot 10^{-5}$	$6,31 \cdot 10^{-6}$	$5,55 \cdot 10^{-6}$
<sup>40</sup> K	386	$4,98 \cdot 10^{-7}$	$4,43 \cdot 10^{-4}$	$4,46 \cdot 10^{-5}$	$4,19 \cdot 10^{-5}$
<sup>210</sup> Pb	417	$1,18 \cdot 10^{-4}$	$9,05 \cdot 10^{-3}$	$1,77 \cdot 10^{-3}$	$1,32 \cdot 10^{-3}$
<sup>226</sup> Ra	396	$1,67 \cdot 10^{-7}$	$1,06 \cdot 10^{-4}$	$1,37 \cdot 10^{-5}$	$1,08 \cdot 10^{-5}$

\*МДА – минимальная детектируемая активность радионуклида



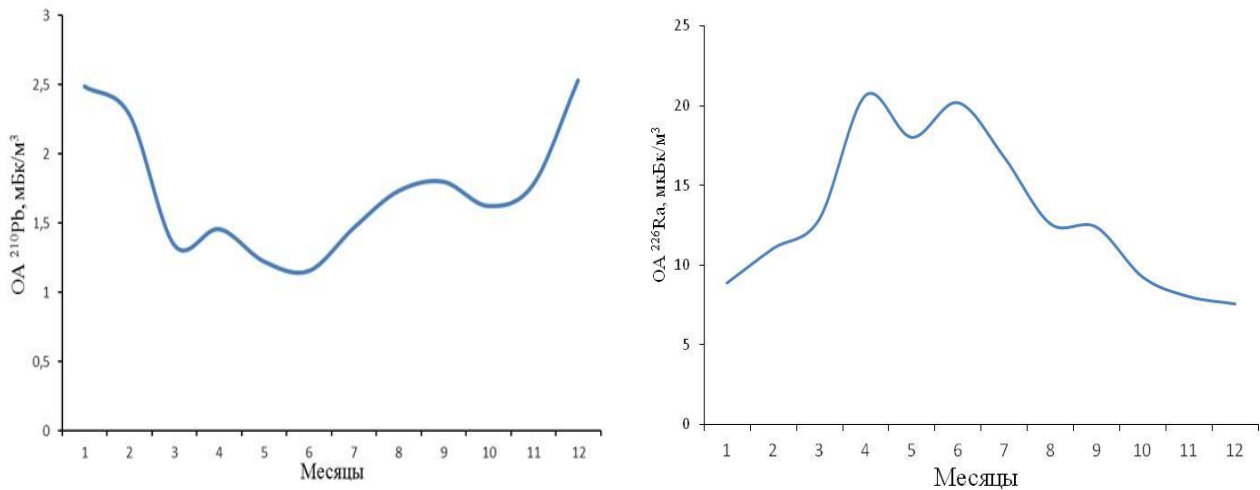


Рис.1 – Сезонный ход радионуклидов (<sup>7</sup>Be, <sup>137</sup>Cs, <sup>40</sup>K, <sup>232</sup>Th, <sup>210</sup>Pb, <sup>226</sup>Ra)

На рисунках показано среднемесячное и среднегодовое сезонное поведение <sup>7</sup>Be, <sup>137</sup>Cs, <sup>40</sup>K, <sup>232</sup>Th, <sup>210</sup>Pb и <sup>226</sup>Ra. Поведение объемной активности <sup>7</sup>Be и <sup>226</sup>Ra, в атмосфере г. Ростова-на-Дону отличается максимумами в весенне-летний период. Подобное поведение объемной активности связано с началом вегетационного периода и наличием между стратосферой и тропосферой слоя мощной температурной инверсии при весенне-летней перестройке атмосферы.

В основном, максимумы содержания <sup>137</sup>Cs, <sup>40</sup>K, и <sup>232</sup>Th приходятся на август или сентябрь каждого года, как в отдельные года, так и в усредненном варианте за весь период наблюдения. Ввиду того, что в данный период времени на территории области активно ведется сбор урожая, при котором в воздух поднимается колоссальное количество пыли, которая вероятно вносит существенный вклад в содержание искусственного радиоцезия и естественного радиоактивного калия в приземном слое воздуха. Подобное поведение радионуклидов может быть связано с сочетанием погодных условий в данный период времени – низким количеством осадков, максимальной скоростью ветра, достаточно высокой температурой воздуха. Весенние дополнительные максимумы, очевидно, связаны с увеличением активности этих радионуклидов в биофлоре и последующей их эманации в атмосферу.

У свинца <sup>210</sup>Pb, так же, как и у <sup>7</sup>Be наблюдается существенный разброс, начиная с 2006 года, что подтверждает сильную зависимость данных радионуклидов от скорости ветра. В атмосфере содержание <sup>210</sup>Pb линейно растет с высотой (большая часть образуется в тропосфере и переносится в стратосферу), а <sup>7</sup>Be наоборот преимущественно образуется в стратосфере. В результате коагуляции дисперсионный состав этих аэрозолей меняется только через несколько суток после образования. Поэтому сезонный ход <sup>210</sup>Pb и <sup>7</sup>Be определяется переносом воздушных масс в верхних и нижних слоях атмосферы за счет турбулентной диффузии в весенне-летний период. В тропосфере происходит вымывание осадками

радиоактивных  $^{210}\text{Pb}$  и  $^7\text{Be}$  и их сухое осаждение на земную поверхность. Но образование  $^{210}\text{Pb}$  так же связано с различными техногенными факторами (переработка органического сырья). Поэтому сезонный ход  $^{210}\text{Pb}$  зависит от большего количества параметров и выглядит сложнее, чем сезонный ход  $^7\text{Be}$ .

В заключении можно отметить, что содержание, поведение и зависимость поллютантов от различных метеорологических факторов в приземном слое атмосферы характерно для промышленных центров с умерено-континентальным климатом.

#### Список литературы

1. Медведева С.А., Тимофеева С.С. // Физико-химические процессы в техносфере: учебное пособие. Изд-во: Инфра-Инженерия. 2017. С.84.
2. Кобышева Н. В. Климат России / Н. В. Кобышева [и др.]. –СПб:-Гидрометеиздат, 2001 –645