

УДК: 551.521.3

## **ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА В СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ ПО РАДИОНУКЛИДНОМУ СОСТАВУ АТМОСФЕРНЫХ**

**Машаров К.С.<sup>1</sup>, Михайлова Т.А.<sup>1</sup>, Бураева Е.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ЮФУ-Физический факультет, Россия, Ростов-на-Дону, e-mail: [buraeva@sfedu.ru](mailto:buraeva@sfedu.ru)

<sup>2</sup>ЮФУ-НИИ физики, Россия, Ростов-на-Дону, e-mail: [buraeva@sfedu.ru](mailto:buraeva@sfedu.ru)

**Атмосфера является крайне динамичной средой, в которой протекает множество процессов. Основными источниками атмосферных аэрозолей являются вулканы, испускающие большое количество соединений серы, кремния и различных оксидов, растения, степные и лесные пожары, а также мировой океан. В данной работе представлен статистический анализ атмосферных аэрозолей. Модельной площадкой был выбран г. Ростов-на-Дону, находящийся в степной зоне с умеренно-континентальным климатом. Пробы атмосферных аэрозолей отбирались с помощью фильтровентиляционной установки на ткань Петрянова в 2000-2009 г. Радионуклидный состав 429 исследуемых образцов определялся с помощью гамма-спектрометра «Прогресс». В результате измерений и статистической обработки результатов для данных по радионуклидному составу аэрозолей была получена зависимость активности радионуклидов от метеопараметров.**

Ключевые слова: атмосферные аэрозоли, атмосфера, радиоактивность, кластерный анализ, радионуклиды

## **APPLICATION OF CLUSTER ANALYSIS IN STATISTICAL PROCESSING OF DATA ON RADIONUCLIDE COMPOSITION OF ATMOSPHERIC**

**Masharov K. S.<sup>1</sup>, Mikhailova T.A.<sup>1</sup>, Buraeva E.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>SFU- Physical faculty, Russia, Rostov-on-Don, e-mail: [buraeva@sfedu.ru](mailto:buraeva@sfedu.ru)

<sup>2</sup>SFU-Scientific research institute of physics, Russia, Rostov-on-Don, e-mail: [buraeva@sfedu.ru](mailto:buraeva@sfedu.ru)

**The atmosphere is an extremely dynamic environment in which many processes take place. The main sources of atmospheric aerosols are volcanoes, emitting a large number of sulfur compounds, silicon and various oxides, plants, steppe and forest fires, as well as the world's oceans. This paper presents a statistical analysis of atmospheric aerosols. The model site was chosen Rostov-on-Don, located in the steppe zone with a temperate continental climate. Samples of atmospheric aerosols were taken using a filter-ventilation unit on the fabric of Petryanov in 2000–2009. The radionuclide composition of 429 samples was determined using a Progress gamma spectrometer. As a result of measurements and statistical processing of the results for the data on the radionuclide composition of aerosols, the dependence of the activity of radionuclides on meteorological parameters was obtained.**

Keywords: Atmospheric aerosols, atmosphere, radioactivity, cluster analysis, radionuclides

Атмосфера – это очень динамичная среда, в которой протекает множество процессов. Например, процессы рассеяния и поглощения солнечной радиации, процессы переноса воздушных масс, которые играют основополагающую роль в формировании климата [1, 2].

Основным резервуаром и переносчиком естественных и искусственных радионуклидов является атмосферные аэрозоли (АА), состоящие из множества компонентов. В настоящее

время интенсивно происходит процесс вторичного загрязнения приземной атмосферы различными радионуклидами, осевшими в свое время на поверхность земли за счет ветрового подъема пыли с подстилающей поверхности.

Оценка состава и поведения поллютантов, входящих в состав АА достаточно активно используется в различных модельных представлениях, например в метеорологии, климатологии и радиационной безопасности.

Для отбора проб атмосферных аэрозолей использовали фильтровентиляционную установку (ФВУ). Фильтровентиляционная установка разработана на базе электровентилятора, который собирал пыль на фильтр. Экспонированный фильтр просушивали на воздухе и запрессовывается в таблетки диаметром 35 мм и высотой 10 - 30 мм. Через 14 суток после снятия фильтра его гамма-спектр измеряется в течение 24 часов. Использованные средства и методики пробоотбора и гамма-спектрометрии соответствовали руководству и действующим ГОСТам, и методическим указаниям.

Кластерный анализ (КА) - это статистический метод, предназначенный для разбиения массива данных на однородные группы (кластеры)[3]. В ходе данной работе использовался метод объединения. Назначение этого алгоритма состоит в том, чтобы объединить объекты в достаточно большие кластеры, применяя некоторую меру сходства или расстояние между объектами. Результатом работы КА методом объединения является иерархическое дерево. Оно представляет собой диаграмму, начинающуюся с каждого объекта в классе.

В данной работе исследуются влияние множества метеорологических факторов на содержание и поведение атмосферных аэрозолей в приземном слое воздуха г. Ростова-на-Дону. Основной задачей кластерного анализа является нахождение общих закономерностей и оценка источников поступления различных радионуклидов в атмосферу.

Ниже на рисунке 5 представлен кластерный анализ  ${}^7\text{Be}$ ,  ${}^{210}\text{Pb}$ ,  ${}^{137}\text{Cs}$ ,  ${}^{234}\text{Th}$ ,  ${}^{40}\text{K}$ ,  ${}^{232}\text{Th}$ ,  ${}^{226}\text{Ra}$ ,  ${}^{224}\text{Ra}$  в зависимости от метеопараметров.

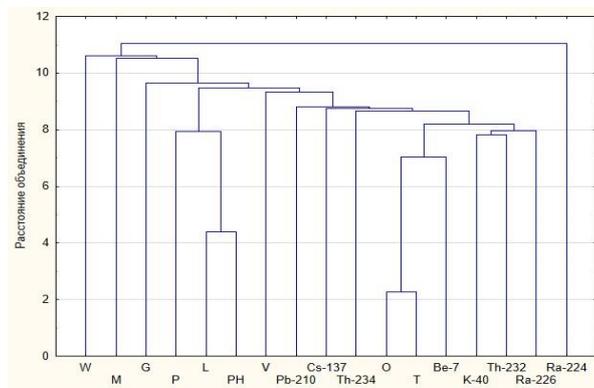


Рисунок 1 – Кластерный анализ  ${}^7\text{Be}$ ,  ${}^{210}\text{Pb}$ ,  ${}^{137}\text{Cs}$ ,  ${}^{234}\text{Th}$ ,  ${}^{40}\text{K}$ ,  ${}^{232}\text{Th}$ ,  ${}^{226}\text{Ra}$ ,  ${}^{224}\text{Ra}$  в зависимости от метеопараметров. P- атмосферное давление, PH – относительная влажность воздуха, G –

удельная загрязненность,  $V$  – скорость ветра,  $T$  – температура воздуха,  $W$  – число Вольфа,  $M$  – количество осадков,  $O$  – точка росы,  $L$  – облачность

На рисунке 1 по оси  $Y$  отложено расстояние объединения кластеров [у.е.]. Ярко выделяются кластеры, состоящие из температуры и точки росы, а также из облачности и влажности. Данное объединение совпадает с литературными данными. В дальнейших расчетах мы могли бы вместо двух метеопараметров использовать только один, тем самым упростив моделирование атмосферных процессов.  $^{40}\text{K}$  и  $^{232}\text{Th}$  также объединяются в кластер, эти радионуклиды тоже можно использовать вместо двух только 1 радионуклид при расчетах или моделировании, поскольку они ведут себя похожим образом.  $^{224}\text{Ra}$  выделяется из общей группы радионуклидов. Это, скорее всего, говорит об иных путях поступления этого радионуклида в атмосферу.

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

Список литературы:

1. Achad M. Chemical markers of biomass burning: Determination of levoglucosan, and potassium in size-classified atmospheric aerosols collected in Buenos Aires, Argentina by different analytical techniques / Achad M., Sofía C., de C. V. Pérola, Bajano H., Gómez D., Smichowski P. // *Microchemical Journal* – 2018 – In Press.
2. Hsiao Ta-Chih Aerosol optical properties at the Lulin Atmospheric Background Station in Taiwan and the influences of long-range transport of air pollutants/ Ta-Chih Hsiao, Wei-Nai Chen, Wei-Cheng Ye, Neng-Huei Lin, Si-Chee Tsay, Tang-Huang Lin, Chung-Te Lee, Ming-Tung Chuang, Peter Pantina, Sheng-Hsiang Wang. // *Atmospheric Environment*. – 2017 – Vol. 150 – P.366-378.
3. Айвазян С. А., Бухштабер В. М., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности. — М.: Финансы и статистика, 1989