



Scan to know paper details and
author's profile

On the Origin and Transfer of Dust Aerosols in the Direction of Volzhsky

Гаспарян Артур Сергеевич & Азаров Валерий Николаевич

ABSTRACT

This article examines forward and backward aerosol transport trajectories for the city of Volzhsky using the HYSPLIT dispersion model, using the example of August 19, 2022. A brief climatic description of summer 2022 conditions conducive to the formation of natural dust is provided).

Keywords: dust, particles, aerosol, trajectory, HYSPLIT.

Classification: LCC Code: QC879.6, QC861.2, QC912.3

Language: English



Great Britain
Journals Press

LJP Copyright ID: 925616

Print ISSN: 2631-8490

Online ISSN: 2631-8504

London Journal of Research in Science: Natural & Formal

Volume 26 | Issue 3 | Compilation 1.0



On the Origin and Transfer of Dust Aerosols in the Direction of Volzhsky

О происхождении и переносе пылевых аэрозолей в направлении г. Волжского

Гаспарян Артур Сергеевич^а & Азаров Валерий Николаевич^б

Аннотация

В статье рассмотрены обратные и прямые траектории переноса аэрозолей для г. Волжский с помощью модели рассеивания HYSPLIT на примере 19 августа 2022 г. Дана краткая климатическая характеристика условий лета 2022 г., способствующих образованию природной пыли.

Ключевые слова: пыль, частицы, аэрозоль, траектория, HYSPLIT.

ABSTRACT

This article examines forward and backward aerosol transport trajectories for the city of Volzhsky using the HYSPLIT dispersion model, using the example of August 19, 2022. A brief climatic description of summer 2022 conditions conducive to the formation of natural dust is provided.

Keywords: dust, particles, aerosol, trajectory, HYSPLIT.

Author: Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград,

I. Введение

Загрязнение атмосферного воздуха является важнейшей проблемой мирового масштаба. Взвешенные частицы, загрязняющие атмосферу, образуются в результате деятельности человека, а также от природных источников. Загрязнение воздуха природной пылью, особенно от локальных источников, научным сообществом недооценено. К природным частицам относятся: вулканический пепел, почвенная пыль, дым от лесных и степных пожаров, морская соль. Образование почвенной пыли характерно для засушливых регионов. Такая пыль с помощью ветра переносится на расстояние сотен километров. Наиболее распространенной формой почвенной пыли являются пыльные бури. Пыльная буря возникает, когда скорость ветра превышает пороговую скорость трения, при этом образуется облако взвешенных частиц. Облако развивается и перемещается в результате различных процессов, включая адвекцию, диффузию, турбулентность, оседание и даже химические реакции. На пороговую скорость региона влияют несколько параметров, включая текстуру почвы, влажность, растительность, топографию и диаметр частиц [1].

На примере пыльной бури, наблюдавшейся в степной зоне Волгоградской области 19 августа 2022 г. рассмотрим климатические условия, способствующие образованию бури и пути переноса пылевых аэрозолей в направлении г. Волжского. 19 августа 2022 г. температура воздуха составляла +32°, направление ветра восточное со средней скоростью 10 м/с, с порывами до 22 м/с и влажностью воздуха 24%. Средняя температура воздуха за август в Волгоградской области

составила $+27,6^{\circ}$, что выше среднемноголетнего значения на $+3,8^{\circ}$. Летом наблюдались длительные периоды сухой погоды, которые были связаны с барическими гребнями североатлантических антициклонов, способствующих устойчивой погоде без существенных осадков, с преобладающими северо-восточным и восточным ветрами, временами усиливающимися до 15–18 м/с [2, 3].

Согласно проведенному ранее анализу, преобладающими ветрами для Волгоградской области за четырехлетний период с 2018 по 2021 г. являются ветры северо-восточного и восточного направлений, которые переносят пыль природного происхождения со степной зоны в направлении г. Волжский и г. Волгоград, где смешиваясь с выбросами от промышленных предприятий и автомобильного транспорта способствуют повышению уровня загрязнения атмосферного воздуха [4]. Роза ветров за указанный период показана на рисунке 1.

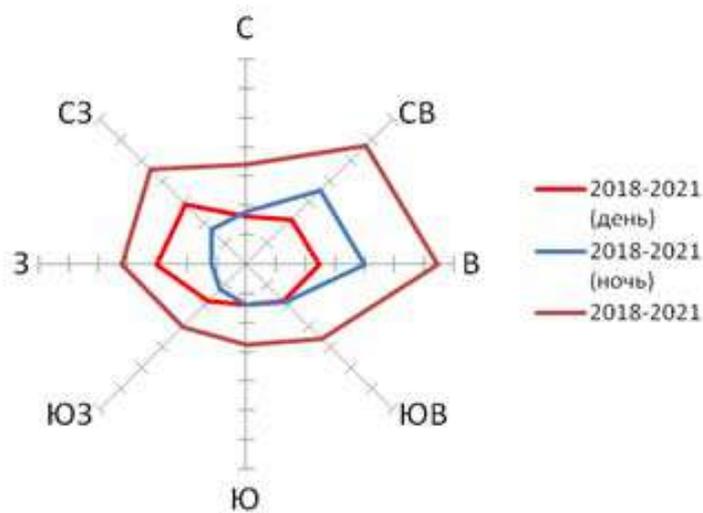


Рисунок 1: Роза ветров степной зоны Волгоградской области за период с 2018 по 2021 г.

Кроме того, был проведен отбор проб пыли в двух точках степной зоны Волгоградской области в августе 2022 г.: в районе оз. Эльтон и в районе п. Заря. При проведении исследования дисперсного состава применялась методика микроскопического анализа с использованием программы «Dust-1» [5]. Результаты дисперсного анализа представлены на рисунке 2, а результаты дисперсного состава пыли представлены в таблице.

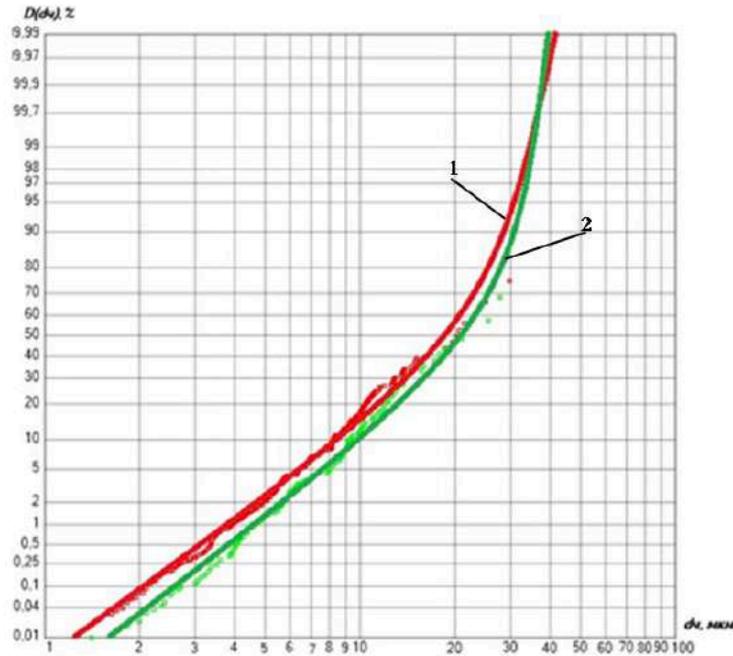


Рисунок 2: Интегральные функции распределения массы частиц пыли

Таблица: Результаты дисперсного состава пыли

№ п/п	Номер точки отбора	Максимальный размер частицы, мкм	Содержание частиц PM _{2,5} в отобранной пробе, %	Содержание частиц PM ₁₀ в отобранной пробе, %	Содержание частиц PM ₂₀ в отобранной пробе, %
1	оз. Эльтон	43	0,25	18	58
2	п. Заря	40	0,1	11	48

Дисперсный анализ показал, что в районе Эльтонской степи доля мелкодисперсной природной пыли составляет от 28 до 98 %. Установлено, что чем дальше от степной зоны к Волго-Ахтубинской пойме, тем меньше доля мелкодисперсных частиц в пробе [6].

По данным [7] в г. Волжский 19 августа 2022 максимальные концентрации PM_{2,5} достигали 42 мкг/м³, а PM₁₀ 450 мкг/м³ соответственно. Максимальные разовые концентрации PM_{2,5} - 32 мкг/м³, PM₁₀ - 250 мкг/м³. Таким образом, максимальные разовые концентрации PM_{2,5} и PM₁₀ не превысили ПДК.

Для анализа происхождения и траектории переноса пылевых аэрозолей применялась гибридная Лагранжева модель рассеивания The Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory model (HYSPPLIT), разработанная NOAA/ARL. Данная модель используется для моделирования находящегося в воздухе вулканического пепла на основе метеорологических данных, предоставляемых внешними и собственными моделями NWP (численное прогнозирование погоды), которые работают с тремя пространственными измерениями и временем [8].

Модель HYSPPLIT включает в себя три типа траекторий: нормальная, матричная и ансамблевая. Также она рассчитывает прямые и обратные траектории воздушных масс на различных высотах для любой точки мира. Например, такую модель использовали для определения происхождения

и эволюции пыльных бурь в Средиземноморье, Северной Африке, Южной Америке, Исландии и Ираке [1, 9, 10, 11].

Онлайн-версия модели HYSPLIT была использована для исследования прямой и обратной траектории распространения аэрозолей для г. Волжский 19 августа 2022 г. Пути распространения аэрозолей прослеживаются через шестичасовой интервал. На рисунках 3 и 4 показана обратная траектория переноса аэрозолей из Свердловской области через республику Казахстан в Волгоградскую область за четверо суток.

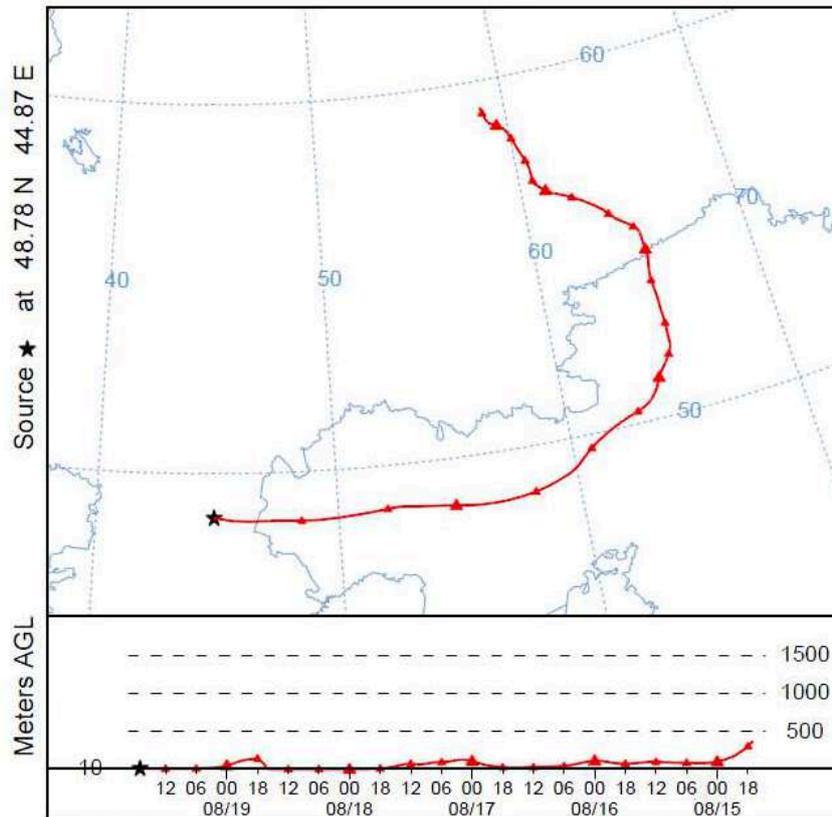


Рисунок 3: Обратная траектория аэрозолей для г. Волжский на высоте 10 м, с датой начала 15 августа 2022 г.

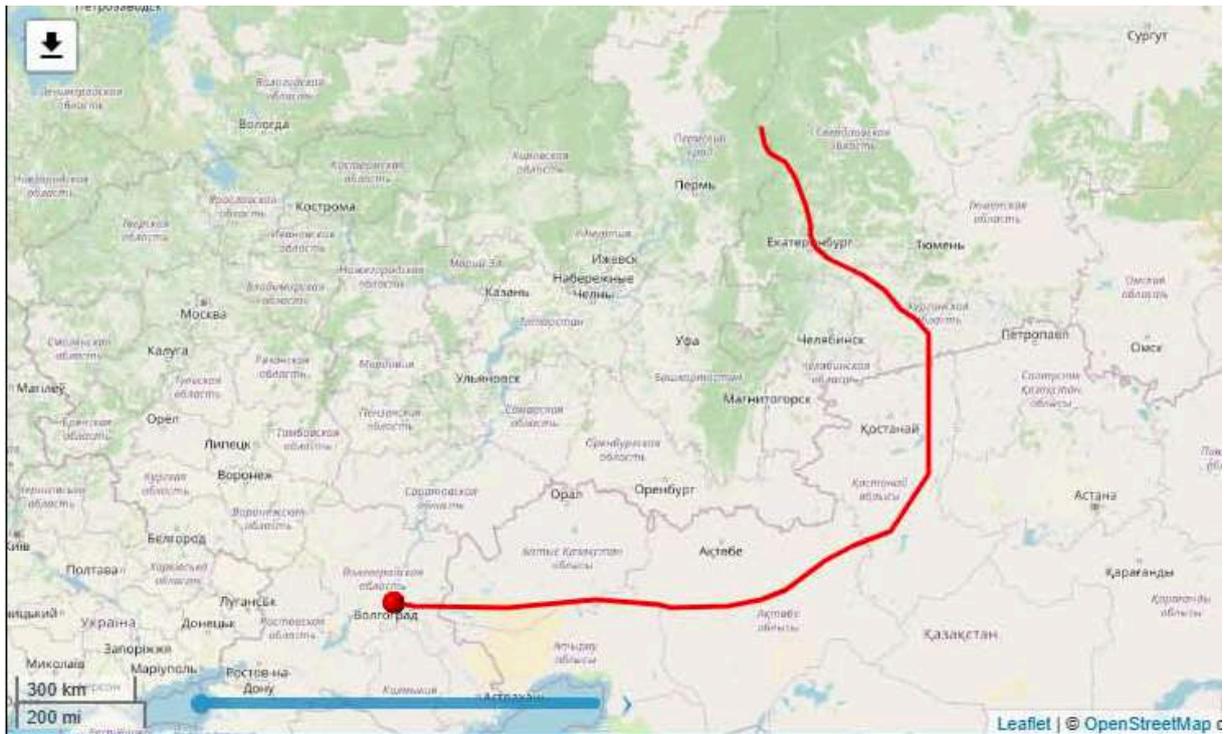


Рисунок 4: Обратная траектория аэрозолей с датой начала 15 августа 2022 г. на карте

На рисунке 5 показан приближенный вид обратной траектории пылевых аэрозолей с датой начала 15 августа 2022 г.

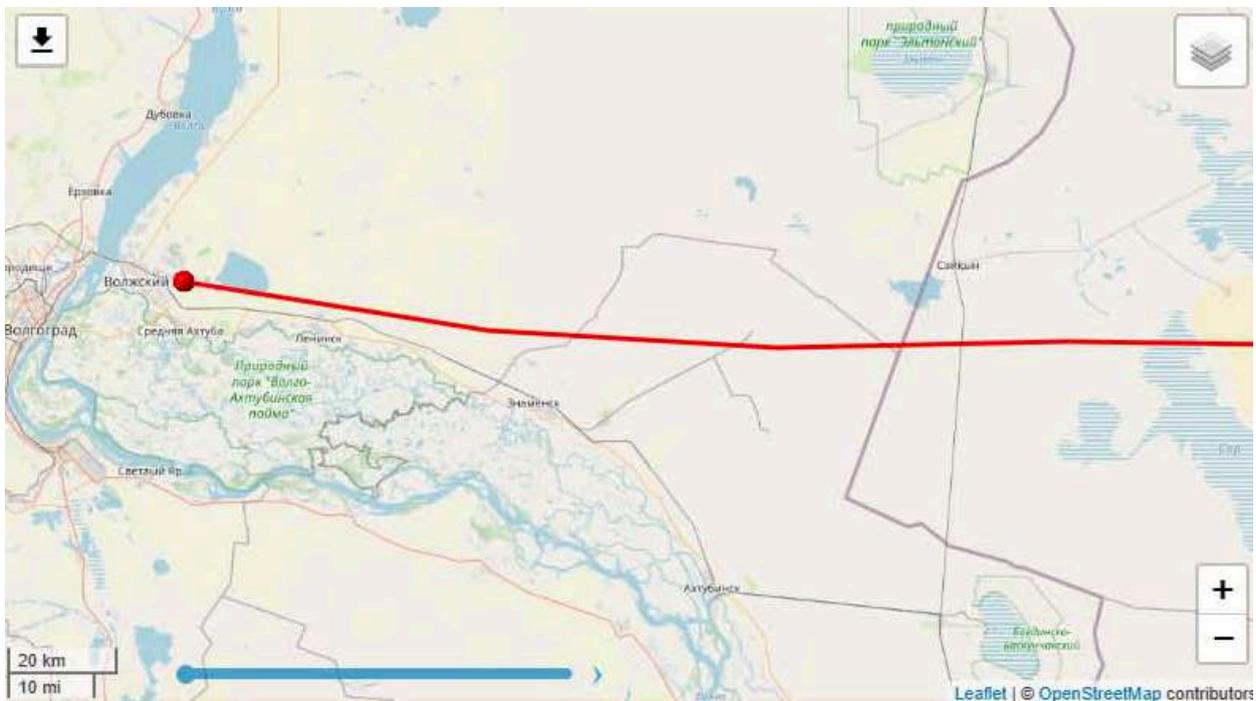


Рисунок 5: Обратная траектория аэрозолей с датой начала 15 августа 2022 г. (приближенный вид)

На рисунке 6 изображен приближенный вид прямой траектории аэрозолей с датой начала 19 августа 2022 г., проходящей через г. Волжский.

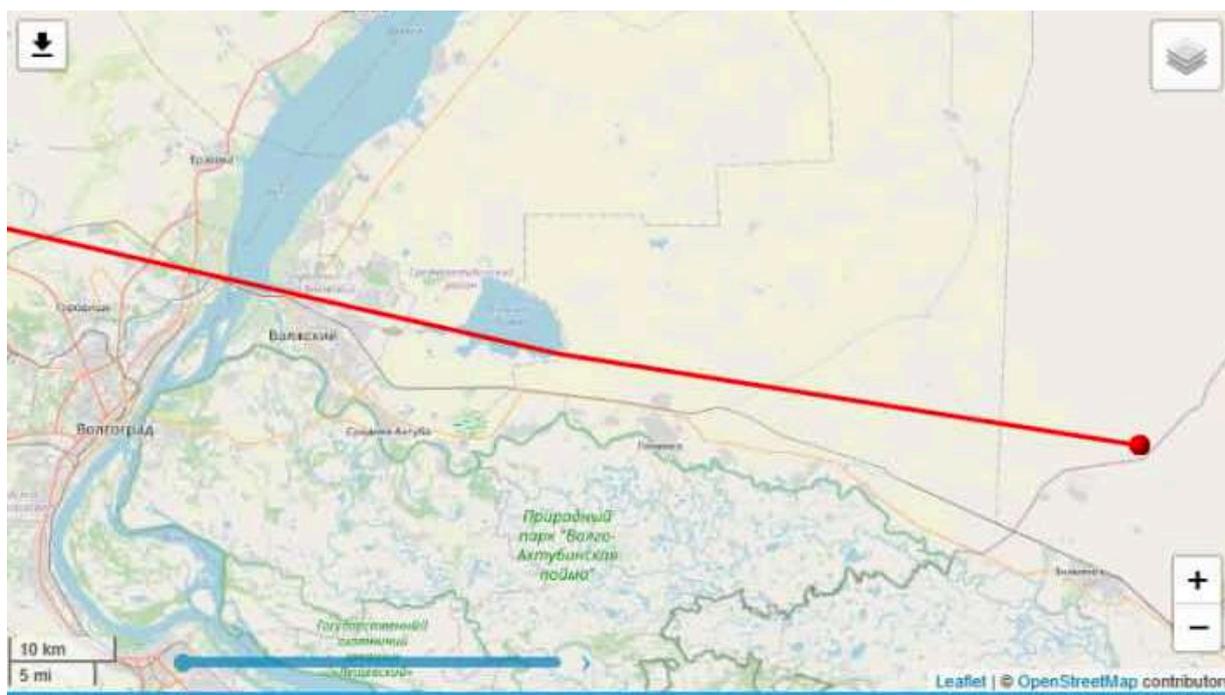


Рисунок 6: Прямая траектория аэрозолей для г. Волжский с датой начала 19 августа 2022 г. (приближенный вид)

В настоящее время в России природная пыль не учитывается при расчете фоновых концентраций. В связи с этим, например, в Волгоградской области для каждого объекта проектирования, строительства и реконструкции, а также при расчете фонового уровня загрязнения на границах санитарно-защитных зон, в жилых районах, при расчете предельно допустимых выбросов, в городах и населенных пунктах с числом жителей менее 250 тысяч, граничащих со степной зоной, при направлении ветра со степи в город, фоновые концентрации необходимо определять при проведении сводных расчетов, а не используя ориентировочные значения, указанные в руководящих документах. Установленные ориентировочные значения фоновых концентраций взвешенных веществ (пыли) не учитывают близость населенных пунктов к засушливым территориям, климатические условия местности, состав почвы, характерные для данного региона.

Данные по фоновым концентрациям показывают, что на территории республики Казахстан, прилегающей к Астраханской и Волгоградской областям, фоновые концентрации взвешенных веществ при ветре северного и восточного направлений превышают фоновые концентрации других направлений в два раза, а $PM_{2,5}$ и PM_{10} на $0,06-0,02$ mg/m^3 [12]. По информации Волгоградского ЦГМС - филиала ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС» фоновые концентрации взвешенных веществ при ветре восточного направления превышают северное и южное направления на $0,1$ mg/m^3 , а западное на $0,18$ mg/m^3 [13].

Метод обратных траекторий позволяет проследить перенос аэрозолей субмикронного размера воздушными массами на значительные расстояния. Он характеризует специфику метеорологической обстановки в течение конкретного периода наблюдения и позволяет оценить степень влияния отдельных регионов на загрязнение воздушной среды исследуемой местности.

Полученные траектории показывают, что путь движения частиц с востока на запад, попадающих в г. Волжский, проходит через степную зону республики Казахстана. В связи с этим

можно сделать вывод, что при климатических условиях августа 2022 г. основным источником пыли для г. Волжский является почвенная пыль, поступившая со степной зоны республики Казахстан и Волгоградской области.

Список литературы

1. Contribution of the Middle Eastern dust source areas to PM₁₀ levels in urban receptors: Case study of Tehran, Iran / R. Givehchi, M. Arhami, M. Tajrishy // *Atmospheric Environment*. 2013. Vol. 75. Pp. 287–295.
2. Прогноз погоды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rp5.ru>, свободный. – (дата обращения 20.04.2024).
3. Доклад «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2022 году» / под ред. Е.П. Православной. Волгоград: «ТЕМПОРА», 2023. 300 с.
4. Проверка выполнения закона Вейбулла для направлений ветра со степной зоны Волгоградской области / А.С. Гаспарян, Т.В. Соловьева, М.Д. Азарова, В.Н. Азаров // *Экономика строительства и природопользования*. 2023. № 1 (86). С. 131-137.
5. Методика микроскопического анализа дисперсного состава пыли с применением персонального компьютера (ПК) / В.Н. Азаров, В.Ю. Юркьян, Н.М. Сергина, А.В. Ковалева // *Законодательная и прикладная метрология*. 2004. № 1. С. 46–48.
6. Гаспарян А.С., Азаров В.Н., Кленин И.С., Азарова М.Д. Анализ характеристик пыли природного происхождения степной зоны Волгоградской области // *Инженерный вестник Дона*. 2022. №9. URL:<http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/ngy2022/7892>.
7. AQI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.aqi.in>, свободный. – (дата обращения 20.04.2024).
8. NOAA Air Resources Laboratory [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>, свободный. – (дата обращения 20.04.2024).
9. Identification of the sources of dust storms in the City of Ahvaz by HYSPLIT / P. Broomandi, B. Dabir, V. Bonakdarpour, Y. Rashidi // *Pollution*. 2017. Vol. 3. №2. Pp. 341-348. DOI: 10.7508/pj.2017.02.015.
10. Dust storm contributions to airborne particulate matter in Reykjavík, Iceland / T. Thorsteinsson, G. Gísladóttir, J. Bullard, G. McTainsh // *Atmospheric Environment*. 2011. Vol. 45. Pp. 5924–5933.
11. Ground/satellite observations and atmospheric modeling of dust storms originating in the high Puna-Altiplano deserts (South America): Implications for the interpretation of paleo-climatic archives / D.M. Gaiero, L. Simonella, S. Gassó, S. Gili, A.F. Stein, P. Sosa, R. Becchio, J. Arce, H. Marelli // *Journal of geophysical research: atmospheres*. 2013. Vol. 118. Pp. 3817–3831.
12. Казгидромет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kazhydromet.kz>, свободный. – (дата обращения 20.04.2024).
13. Комплекс гидротехнических сооружений, обеспечивающий дополнительное обводнение Волго-ахтубинской поймы проектная документация. Предварительные материалы оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) 2082 – ОВОС. 2020. 253 с.