

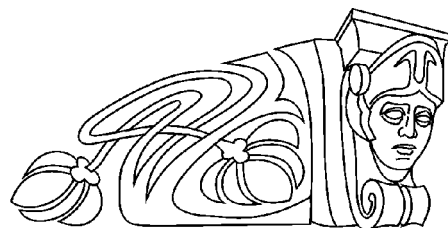


Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 1. С. 21–25
Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences, 2022, vol. 22, iss. 1, pp. 21–25
<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-1-21-25>

Научная статья
УДК 504.3.054

Современное состояние содержания пыли в атмосферном воздухе Еревана



В. Г. Маргарян[✉], Г. А. Хачатрян

Ереванский государственный университет, Армения, 0025, г. Ереван, ул. Алека Манукяна, д. 1

Маргарян Вардуи Гургеновна, кандидат географических наук, доцент, vmargaryan@ysu.am, <https://orcid.org/0000-0003-3498-0564>
Хачатрян Гор Арменович, студент, gor.khachatryan2@ysumail.am

Аннотация. В данной статье рассматривается состояние атмосферного воздуха. На основании результатов его анализа проведена оценка уровней загрязнения в г. Ереван. Показано, что концентрация пыли в атмосферном воздухе имеет хорошо выраженный годовой ход. Максимальные значения концентрации пыли характерны для теплого периода года. Наибольший удельный вес загрязнения воздуха наблюдается в административном районе Кентрон – превышено содержание пыли в отношении ПДК.

Ключевые слова: мониторинг, качество воздуха, пыль, предельно допустимые концентрации, аэрозоли, атмосферный воздух, загрязняющие вещества

Для цитирования: Маргарян В. Г., Хачатрян Г. А. Современное состояние содержания пыли в атмосферном воздухе Еревана // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 1. С. 21–25. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-1-21-25>

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

The current state of dust content in the atmospheric air of Yerevan

V. G. Margaryan[✉], G. A. Khachatryan

Yerevan State University, 1 Alek Manoukian St., Yerevan 0025, Armenia

Vardui G. Margaryan, vmargaryan@ysu.am, orcid.org/0000-0003-3498-0564
Gor A. Khachatryan, gor.khachatryan2@ysumail.am

Abstract. This article discusses the state of atmospheric air. Based on the results of the analysis, an assessment of its pollution levels in the city of Yerevan was carried out. It is shown that the concentration of dust in the atmospheric air has a well-defined annual course. The maximum values of dust concentration are typical for the warm period of the year. The greatest proportion of air pollution is observed in the administrative district of Kentron, the excess of dust content in relation to MPC.

Keywords: monitoring, air quality, dust, maximum permissible concentrations, aerosols, atmospheric air, pollutants

For citation: Margaryan V. G., Khachatryan G. A. The current state of dust content in the atmospheric air of Yerevan. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 1, pp. 21–25 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-1-21-25>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Введение

Современные урбанизированные участки характеризуются растущим числом офисных зданий, объектов промышленности, а также высокой плотностью автомобильного транспорта. Качество атмосферного воздуха городов по всему миру является одной из острых экологических проблем. Загрязнение воздуха в городах растет из-за наличия пыли, которая представляет собой твердые частицы, которые находятся в воздухе под воздействием воздушных потоков и силы гравитации или вместе с осадками оседают на разных поверхностях. Образование пыли свя-

зано как с природными процессами, такими как выветривание, разрушение горных пород, вулканическая активность, космическая пыль, так и с антропогенными – промышленность, сельское и жилищно-коммунальное хозяйство, транспортная активность [1].

Загрязнение окружающей среды физическими, химическими и биологическими факторами и энергией является одним из крупнейших экологических рисков, что обуславливает рост заболеваний дыхательной, сердечно-сосудистой, центральной нервной и репродуктивной систем, аллергии, астмы, рака [2–5].



Важнейшая качественная характеристика общества – это здоровье населения, которое рассматривается как интегральный показатель сложного взаимодействия социально-экономических, экологических, медико-биологических и демографических факторов. Именно пыль из присутствовавших в воздухе смесей оказывает выраженное кумулятивное воздействие на организм человека. Легочные заболевания, связанные с пылью, распространенная форма патологии, занимающая значительное место в общей структуре заболеваний, что приводит к большим социально-экономическим потерям [6].

Цель статьи – изучение содержания и сезонного-годового распределения пыли в атмосферном воздухе г. Ереван.

Материалы и методы исследования

В качестве исходных данных в статье использованы материалы многолетних наблюдений за период с 2010 до 2018 г. (данные ГНКО «Центра гидрометеорологии и мониторинга» Министерства окружающей среды Республики Армения по температуре воздуха). В настоящее время действуют всего 5 метеорологических станций (рис. 1), фактические данные которых были использованы для проведения исследований.

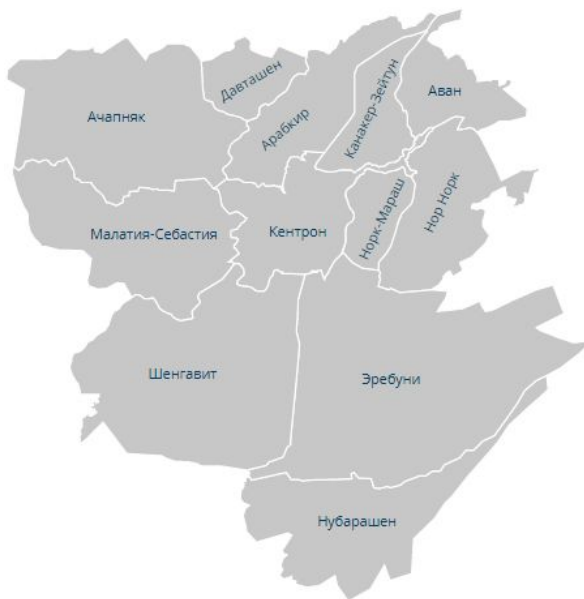


Рис. 1. Административная карта г. Ереван

В Ереване (см. рис. 1) мониторинг качества воздуха осуществлялся в пяти стационарных наблюдательных пунктах мониторинга загрязненности атмосферного воздуха ГНКО «Центр гидрометеорологии и мониторинга» Министерства окружающей среды. Эти пункты расположены в разных местах города – от центра до окраин. В них определялось содержание диоксидов серы

и азота, пыли и околосреднего озона. В статье основное внимание уделяется концентрации пыли в атмосферном воздухе.

Результаты и их обсуждение

Наибольшая доля загрязнения воздуха приходится на следующие отрасли: лесное хозяйство, производство стали, цветная металлургия, добыча песка, транспорт. Согласно исследованию, проведенному российскими и зарубежными учеными, около 60% пыли, выделяемой автомобильными шинами при движении по асфальтобетонному покрытию, имеет размер до 10 микрон. На основе исследований Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) увеличение максимально допустимой концентрации пыли в атмосферном воздухе городов, включая меньшие частицы PM10 и PM 2.5, способствует возникновению заболеваний дыхательной и сердечно-сосудистой систем [7]. Основными причинами загрязнения воздуха являются использование промышленными предприятиями некачественного сырья в производстве, значительный износ оборудования по технологической очистке пыли и газов или его отсутствие, нарушение технологических процессов – высокие темпы увеличения количества автотранспорта, недостаточное качество городских дорог, отсутствие объездных дорог для грузового автотранспорта, применение низкокачественных видов топлива [8]. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов являются рассеянные частицы пыли, оксиды азота, формальдегид, фенол, хлористоводород, фторид, сероводород [9]. Большое количество указанных веществ влияет на органы дыхания. Нахождение этих веществ в воздушной среде приводит к снижению иммунитета и раздражению органов дыхания.

Важным источником загрязнения атмосферного воздуха является автотранспорт. Выхлопные вещества при эксплуатации транспортных средств являются смесью продукции полного и неполного сгорания топлива [10]. Они содержат несколько газовых веществ, которые приводят к отравлению.

Выбросы большей части продукции неполного сгорания топлива возникают тогда, когда транспортные средства останавливаются у светофора, когда при ожидании соответствующего знака двигатель работает, а также при движении и ускорении работы двигателя [11, 12]. Очевидно, что для снижения выбросов необходимо устранить препятствия, мешающие свободному передвижению транспортных средств. Всему этому способствует строительство магистралей, которые не будут связаны с другими дорогами, автомобилями или пешеходами, находящимся на том же уровне. Строительство подземных и наземных переходов для пешеходов в местах



скопления транспорта, а также эстакад или тоннелей для разгрузки больших потоков транспорта поможет ограничить влияние вредных веществ на население [12]. Таким образом, исследования, направленные на повышение экологической безопасности городской среды путем изучения свойств пыли, в частности ее рассеянного (фракционного) состава, являются актуальными.

Средние данные о концентрации пыли в атмосферном воздухе Еревана (за период 2015–2020 гг.) для всех пяти наблюдательных пунктов приведены в таблице. Концентрация пыли в атмосферном воздухе имеет хорошо выраженный годовой ход (рис. 2, 3). Среднемесячные высокие концентрации пыли, за исключением наблюдательного пункта № 18, главным образом отмечаются в августе. Среднемесячные минимальные концентрации пыли отмечаются в октябре.

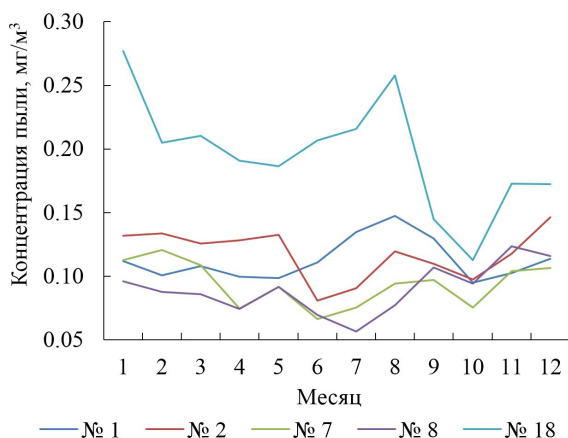


Рис. 2. Годовой ход средних значений концентрации пыли в г. Ереван (цвет online)

Среднесуточная предельно допустимая концентрация пыли в атмосферном воздухе составляет $0,15 \text{ мг/м}^3$. Превышение содержания пыли в отношении ПДК в течение всех месяцев и в годовом разрезе отмечается только в наблюдательном пункте № 18 (перекресток Кентрон, Лусаворич – Агатангегос).

В среднем содержание пыли в атмосфере в Ереване составляет $0,12 \text{ мг/м}^3$, что не превышает безопасный уровень ПДК.

Средняя годовая максимальная концентрация пыли в Ереване отличается в наблюдательном пункте № 18 (см. рис. 2) и составляет $0,19 \text{ мг/м}^3$, что превышает ПДК: в пунктах № 1, № 2, № 7, № 8 среднегодовая концентрация пыли в наблюдательных точках не превышает безопасное количество ПДК ($0,15 \text{ мг/м}^3$).

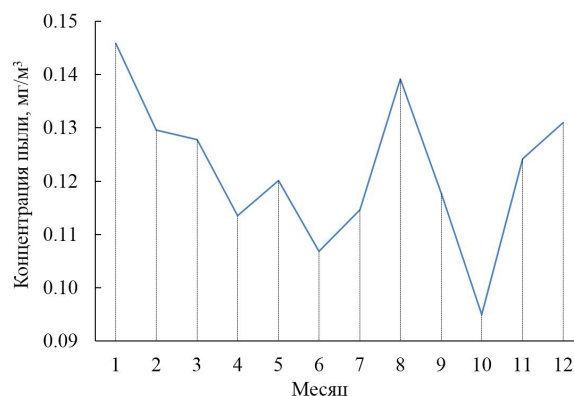


Рис. 3. Годовой ход концентраций пыли в целом в г. Ереван (2015–2020 гг.)

Максимальное содержание пыли в атмосфере зафиксировано на наблюдательном пункте № 1 в 2016 г. и 2017 г., на № 2 – в 2016 г. и 2019 г., на № 7 – в 2016 г. и 2018 г., на № 8 – в 2016 г. и 2020 г., на № 18 – в 2015 г. и 2017 г. Наиболее загрязненная часть Еревана – центр города (№ 18), где наибольшая доля загрязнения атмосферного воздуха обусловлена автотранспортом.

Максимальные значения концентрации пыли характерны для теплого периода года. Наиболее вероятной причиной этого является повышение скорости ветра в переходные времена года. Летом скорость ветра снижается, происходит рост числа дней безветренности, большой процент составляет доля слабых ветров. Число дней с осадками и количество осадков в летний сезон также уменьшаются, что является причиной больших значений концентрации пыли в течение лета. Промывание водой улиц играет дополнительную роль в снижении концентрации пыли в атмосфере летом.

Средняя концентрация пыли, мг/м^3 , на пунктах ПНЗ в г. Ереван за период 2015–2020 гг.

Пункт	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
№ 1	0,1119	0,1009	0,1081	0,0996	0,0985	0,1108	0,1347	0,1474	0,1298	0,0949	0,1027	0,1137	0,1127
№ 2	0,1317	0,1338	0,1258	0,1283	0,1326	0,0808	0,0905	0,1196	0,1098	0,0973	0,1179	0,1465	0,1178
№ 7	0,1126	0,1207	0,1088	0,0745	0,0916	0,0665	0,0755	0,0942	0,0971	0,0755	0,1041	0,1065	0,0940
№ 8	0,0960	0,0876	0,0858	0,0744	0,0915	0,0696	0,0565	0,0771	0,1068	0,0943	0,1237	0,1158	0,0899
№ 18	0,2770	0,2050	0,2103	0,1910	0,1864	0,2066	0,2159	0,2577	0,1449	0,1126	0,1726	0,1725	0,1960
Среднее	0,15	0,13	0,13	0,11	0,12	0,11	0,11	0,14	0,12	0,09	0,12	0,13	0,12



Известно, что в городе всегда действовало большое количество промышленных предприятий. В увеличении выбросов основную долю имеют металлургическое, химическое и текстильное производство, строительство, бытовая деятельность, транспорт. В настоящее время в Ереване зарегистрировано около 420 компаний, оказывающих вредное воздействие на атмосферный воздух, из них особо выделяются «Чистое железо», «Армения молибден продакшн», «Гаджегорц», «Гадж», «Ереван ТЭЦ» и «Наирит». Город Ереван неоднократно характеризовался как один из самых загрязненных в Армении.

Динамика концентрации пыли для всей территории Еревана (2015–2020 гг.) приведена на рис. 4. За все обсуждаемые годы средняя годовая

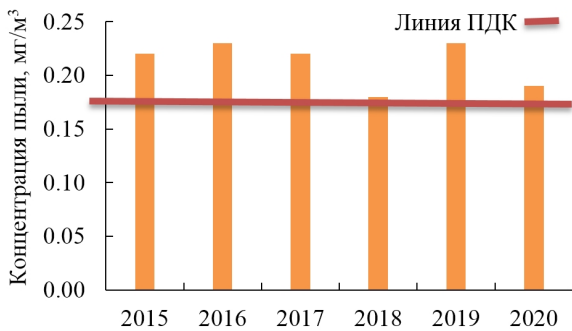


Рис. 4. Динамика среднегодовых концентраций пыли в г. Ереван (цвет online)

концентрация пыли превышала ПДК примерно в 1,2–1,5 раза. Самая низкая концентрация пыли была зарегистрирована в 2018 г.

Тенденции изменения концентрации пыли в воздухе по сезонам центральных месяцев приведены на рис. 5. Не во все сезоны года в Ереване наблюдается стабильная тенденция снижения плотности пыли.

В апреле и октябре наблюдается тенденция к росту концентрации пыли, а в январе и июле – к снижению.

Наибольший удельный вес загрязнения воздуха наблюдается в административном районе Кентрон (№ 18) (рис. 6). В нем находятся основные образовательные, культурные, финансово-банковские, офисные, правительственные учреждения, поэтому здесь большое количество автомобилей, выбросы которых негативно влияют на качество атмосферного воздуха.

В статье был проведен также анализ концентрации загрязнения пылью атмосферы по наблюдательным пунктам (рис. 6).

Анализировался также ряд наблюдений за качеством атмосферного воздуха в урбанизированном районе (административный район Кентрон) и неурбанизированном (административный район Нор Норк) (рис. 7). В административном районе Кентрон все месячные концентрации пыли превышают ее значения административного района Нор Норк: в июле и августе в 3,3–3,8 раза, с января

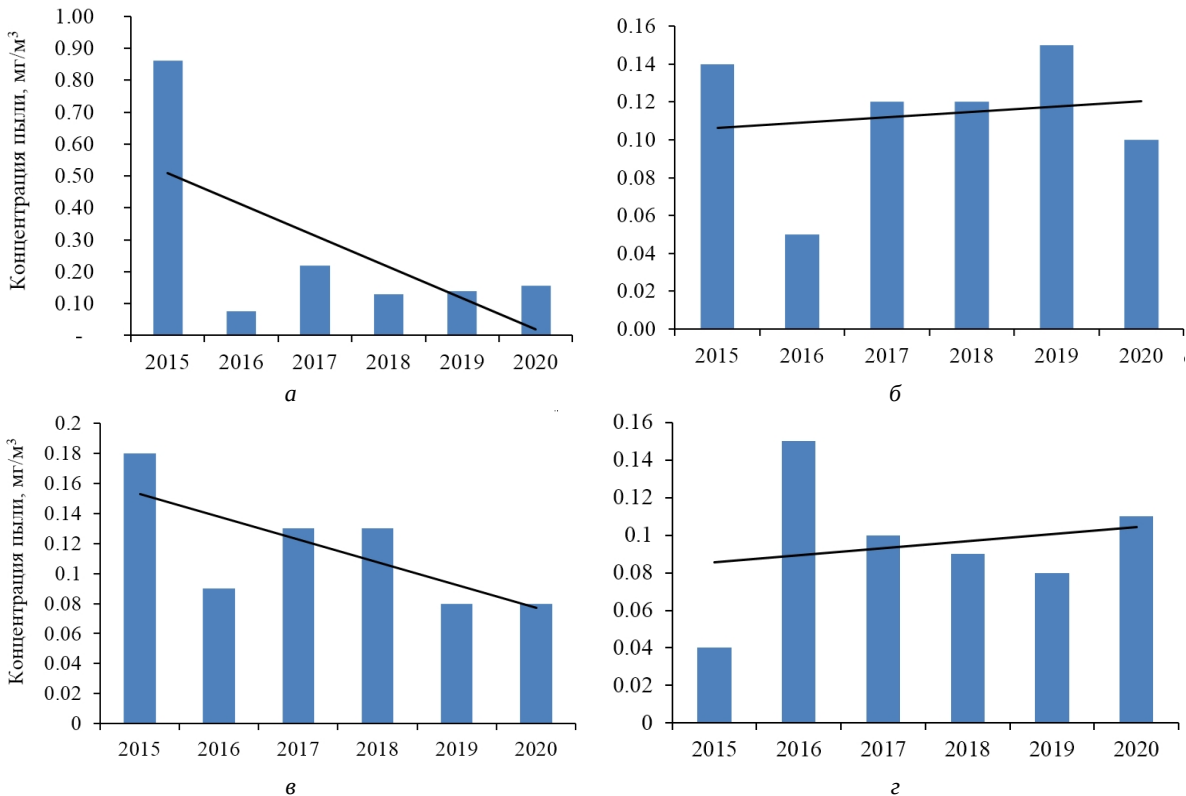


Рис. 5. Динамика загрязнения атмосферы пылью (2015–2020 гг., г. Ереван): а – январь; б – апрель; в – июль; г – октябрь



по июнь в 2,0–2,9 раза, а с сентября по декабрь в 1,2–1,5 раза.

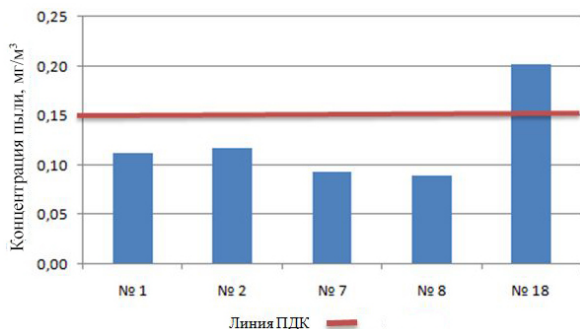


Рис. 6. Концентрация загрязнения пылью атмосферы по наблюдательным пунктам в г. Ереван (цвет online)

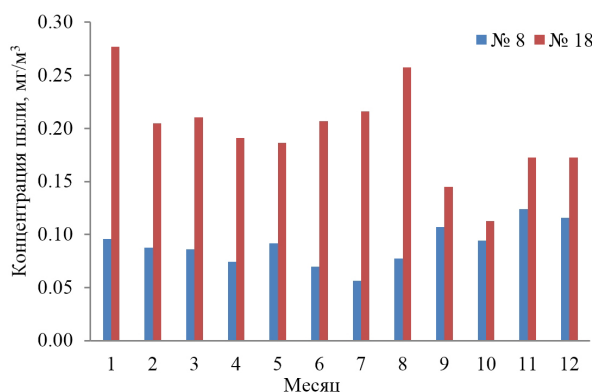


Рис. 7. Концентрация атмосферной пыли в административных районах Нор Норк и Кентрон, 2015–2020 гг. (цвет online)

Заключение

Концентрация пыли в атмосферном воздухе имеет хорошо выраженный годовой ход: среднемесячные высокие концентрации пыли главным образом наблюдаются в августе, минимальные – в октябре.

В среднем содержание пыли в атмосфере Еревана составляет $0,12 \text{ мг/м}^3$, что не превышает безопасное количество ПДК. В Ереване средняя годовая максимальная концентрация пыли ($0,19 \text{ мг/м}^3$) отмечается в наблюдательном пункте № 18 (перекресток Кентрон, Лусаворич – Агатагегос), что превышает уровень ПДК.

Для всей территории Еревана за 2015–2020 гг. в апреле и октябре наблюдается тенденция к росту концентрации пыли, а в январе и июле – к снижению. За 2015–2020 гг. средняя годовая концентрация пыли в среднем превышала ПДК примерно в 1,2–1,5 раза. Самая низкая концентрация пыли была зарегистрирована в 2018 г.

Библиографический список

1. Kuzmichev A. A., Loboiko V. F. Impact of the Polluted Air on the Appearance of Buildings and Architectural Monuments in the Area of Town Planning // Procedia Engineering. 2016. Vol. 150. P. 2095–2101.
2. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году : государственный доклад // Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: <https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/411/dokl2015.pdf> (дата обращения: 15.05.2021).
3. Книжников В. А., Шандала Н. К., Комлева В. А., Швецов А. И. Сравнительная оценка канцерогенного риска при воздействии радиации и загрязнении атмосферного воздуха угольной золой и бенз(а)пиреном // Гигиена и санитария. 1993. № 6. С.4–6.
4. Нестеровская И. И., Алексеева Р. С. Экологические аспекты заболеваний органов дыхания в производственной сфере // Пульмонология. 1994. № 2. С.14–17.
5. Основы экологии и природопользования : учебное пособие / В. Л. Диксон, А. Г. Дейнека, Л. А. Позднякова [и др.]. Харьков : ООО «Завод», 2002. 384 с.
6. Kuzmichev A. A., Azarov V. N., Kuzmichev A. V. The research of contamination regularities of historical buildings and architectural monuments by methods of computer modeling // MATEC Web of Conference. 2017. Vol. 129. P. 05002.
7. О состоянии загрязнения атмосферного воздуха на территории Республики Армения : отчеты ГНКО «Центр гидрометеорологии и мониторинга» Министерства окружающей среды Республики Армения. URL: <http://www.armmonitoring.am/page/69> (дата обращения: 15.05.2021).
8. Россинская М. В., Россинский Н. П. Элементы экологического мониторинга, их краткая характеристика и влияние на качество окружающей среды и здоровье населения региона // Инженерный вестник Дона. 2012. № 1. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/668> (дата обращения: 15.05.2021).
9. Голубев И. Р., Новиков Ю. В. Окружающая среда и транспорт. Москва : Транспорт, 1987. 96 с.
10. Revich B. A., Sidorenko V. N. Human Health Damage from Environmental Pollution. Bulletin // Towards a Sustainable Russia. 2006. № 35. URL: http://ecologyandculture.ru/upload/File/Bull_35en.pdf (дата обращения: 15.05.2021).
11. Беспалов В. И. Физико-энергетическая концепция описания процессов и системный подход к выбору высокоэффективных и экономичных инженерных комплексов для защиты воздушной среды от выбросов загрязняющих веществ // Известия СКНЦ НИУ ВШЭ. Естественные науки. 1995. № 3. С. 43–48.
12. Бульбашев А. П., Шувалов Ю. В. Борьба с пылью на карьерах по добыче строительных материалов. Санкт-Петербург : МАНЭБ, 2006. 208 с.

Поступила в редакцию 26.10.2021; одобрена после рецензирования 20.11.2021; принята к публикации 20.12.2021
The article was submitted 26.10.2021; approved after reviewing 20.11.2021; accepted for publication 20.12.2021