

**ОХРАНА ТРУДА, ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_3\_100

УДК 551.0

ГРНТИ 87.15.03

ВАК 01.06.21

**МОНИТОРИНГ АЭРАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Дьяченко В.В., Куля Д.Н.

*Новороссийский политехнический институт (филиал) Кубанского государственного технологического университета, Новороссийск, 353900, Россия,  
г. Новороссийск, ул. Карла Маркса, дом 20*

e-mail: [\\*v-v-d@mail.ru](mailto:*v-v-d@mail.ru), [Dashshok2020@gmail.com](mailto:Dashshok2020@gmail.com)**Аннотация**

Статья посвящена исследованиям, необходимым для снижения количества загрязняющих веществ в атмосфере, действие которых негативно сказывается на жизни и здоровье людей. Для этого необходимо определять реальные объемы загрязнения атмосферы, её состояние над конкретными объектами и районами, внедрять технологии, позволяющие вести непрерывный мониторинг технологических процессов и состояния окружающей среды, устанавливать факторы, способствующие повышению аэрозольного загрязнения атмосферы. Это становится возможным благодаря оптическим датчикам, использованным в работе. Работа датчиков основана на методе лазерного зондирования, благодаря чему появляется возможность отслеживать концентрации частиц PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub> в атмосферном воздухе. Анализ полученных данных показывает, что превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосфере возникают не только вследствие техногенных выбросов, но и в результате сочетания некоторых метеорологических условий и градостроительных особенностей, что важно учитывать при оценке состояния окружающей среды.

*Ключевые слова:* аэрозоли, предельно допустимые концентрации, датчики, мониторинг.

Загрязнение окружающей среды взвешенными частицами является серьёзной экологической проблемой [1, 2]. Степень загрязнения атмосферы является результатом взаимодействия как природных, так и антропогенных факторов: ветер, осадки, температура, дефляция, добыча полезных ископаемых в открытых разработках, деятельность предприятий и автотранспорта и т.д. [3, 4, 5]. Вдыхание взвешенных частиц может вызвать различные заболевания дыхательной системы, включая астму, бронхит и другие хронические заболевания. Чаще всего это приводит к увеличению заболеваемости и смертности, особенно среди уязвимых групп населения, таких как дети и пожилые люди. Взвешенные частицы могут оседать на растительность и водоемы, нарушая экосистемы. Некоторые аэрозоли имеют влияние на климат, изменяя облачность и радиационный баланс Земли. Например, черные углеродные частицы могут способствовать потеплению, поскольку они поглощают солнечное излучение. Опасность аэрозольного загрязнения во многом определяется дисперсным составом частиц. Сравнительно недавно были введены новые экологические нормативы по содержанию в воздухе частиц различного размера – PM<sub>10</sub> (particle of matter (частица вещества) – частицы,

диаметр которых 10 мкм и меньше), PM<sub>2,5</sub> (частицы, диаметр которых 2,5 мкм и меньше), а в скором времени, возможно и появление нормативов PM<sub>1</sub>. Дело в том, что тонкодисперсные аэрозольные частицы являются носителями микроэлементов, как изначально, так и сорбируя на своей поверхности химические элементы, находящиеся в парогазовой форме. От размера частиц аэрозоля зависит не только дальность переноса, «время жизни аэрозолей» по В.В. Добровольскому [6], но и геохимическая специфика.

Для исследований экологических проблем, связанных с аэрозольным загрязнением, сложно назвать более подходящий город, чем Новороссийск, по многим причинам. Во-первых, Новороссийск – один из самых экологически неблагополучных городов России. В 2012 году он возглавил список самых загрязненных городов страны. Во-вторых, город является основным производителем цемента в России и мощным источником выбросов аэрозолей. На него приходится 17-25 % эмиссии аэрозолей от стационарных источников всего Краснодарского края. В-третьих, в городе находится крупнейший порт страны, характеризующийся большим количеством переваливаемых грузов (более 100 млн т в год), их широким разнообразием (металл, сера, уголь, минеральные удобрения, нефть, нефтепродукты, зерно, цемент и т.д.), большим количеством судозаходов (более 10000 в год), колоссальной транспортной нагрузкой на суше и т.д. Результаты взаимодействия газов и аэрозолей от столь различных транспортных операций и грузов, как по уровню концентраций, так и по химическому составу, могут быть очень опасны для людей и изучение их трансформации имеет большой научный и практический интерес. В-четвертых, город известен сильнейшими ветрами различного направления, что приводит к интенсивному массопереносу достаточно крупных частиц и геохимической трансформации ландшафтов [7, 8, 9, 10]. Наконец, в-пятых, окрестности города и ближайшие населенные пункты – Геленджик и Анапа – являются важнейшими курортами, которые при определенных условиях подвержены газопылевым выбросам Новороссийска.

Уровень загрязнения атмосферы является интегральным результатом взаимодействия вышеперечисленных факторов. К такому выводу приводит анализ результатов мониторинга запыленности воздуха, который проводится в рамках проекта «За чистый Новороссийск», созданного в 2022 году неравнодушными жителями города [11]. Он заключается в установке лазерных датчиков качества воздуха, которые ведут мониторинг частиц PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub> в атмосферном воздухе и передают данные по wi-fi в специальное мобильное приложение, где сохраняются и систематизируются. Датчики измерения концентрации аэрозольных частиц в атмосферном воздухе основаны на регистрации рассеянного частицами лазерного излучения и последующей математической обработке полученного сигнала. Измерения происходят круглосуточно, раз в 150 секунд.

При анализе статистики за февраль 2024 года мы обнаружили частое и резкое увеличение концентраций взвешенных частиц на одном из пунктов вблизи моря (п. Мысхако), что показалось странным в условиях отсутствия здесь техногенных источников аэрозолей. При среднесуточном ПДК 60 мкг/м<sup>3</sup> и среднем значении – 5 мкг/м<sup>3</sup>, содержание частиц PM<sub>10</sub> в отдельные дни достигало 409 мкг/м<sup>3</sup>, 330 мкг/м<sup>3</sup>, 211 мкг/м<sup>3</sup>, 160 мкг/м<sup>3</sup>, 127 мкг/м<sup>3</sup>, 83 мкг/м<sup>3</sup>, 60 мкг/м<sup>3</sup> и т.д. (рис. 1).

Максимальное содержание частиц PM<sub>2,5</sub> (ПДК среднесуточное 35 мкг/м<sup>3</sup>) в эти же дни составляло – 214 мкг/м<sup>3</sup>, 124 мкг/м<sup>3</sup>, 84 мкг/м<sup>3</sup>, 49 мкг/м<sup>3</sup>, 48 мкг/м<sup>3</sup>, при фоновом значении – 3 мкг/м<sup>3</sup> (рис. 2).

Причем все экстремальные концентрации наблюдались на фоне умеренного превышения ПДК в течение нескольких часов (всего за месяц около 19 часов), при порывах ветра северо-восточных румбов, силой немногим более 5 м/с (22 февраля с 13.00 до 18.00, 27 февраля с 11.00–17.00 и т. д.).

Анализ ситуации привел к следующим выводам о причинах формирования интенсивного загрязнения воздуха. Перед зданием, на котором размещен датчик, находится пустырь

шириной 30-35 м и протяженностью более 100 м, с нарушенным растительным покровом и кучами грунта (рис. 3).

Северней он ограничен жилыми домами, строительство которых завершается (с работающими самосвалами, экскаваторами и другой техникой). Двор этих домов образует воронку, открытую широкой стороной на северо-восток (см. рис. 3), откуда наиболее часто приходит ветер, иногда ураганной скорости (бора), и там же находятся песок, щебень и другие сыпучие строительные материалы.

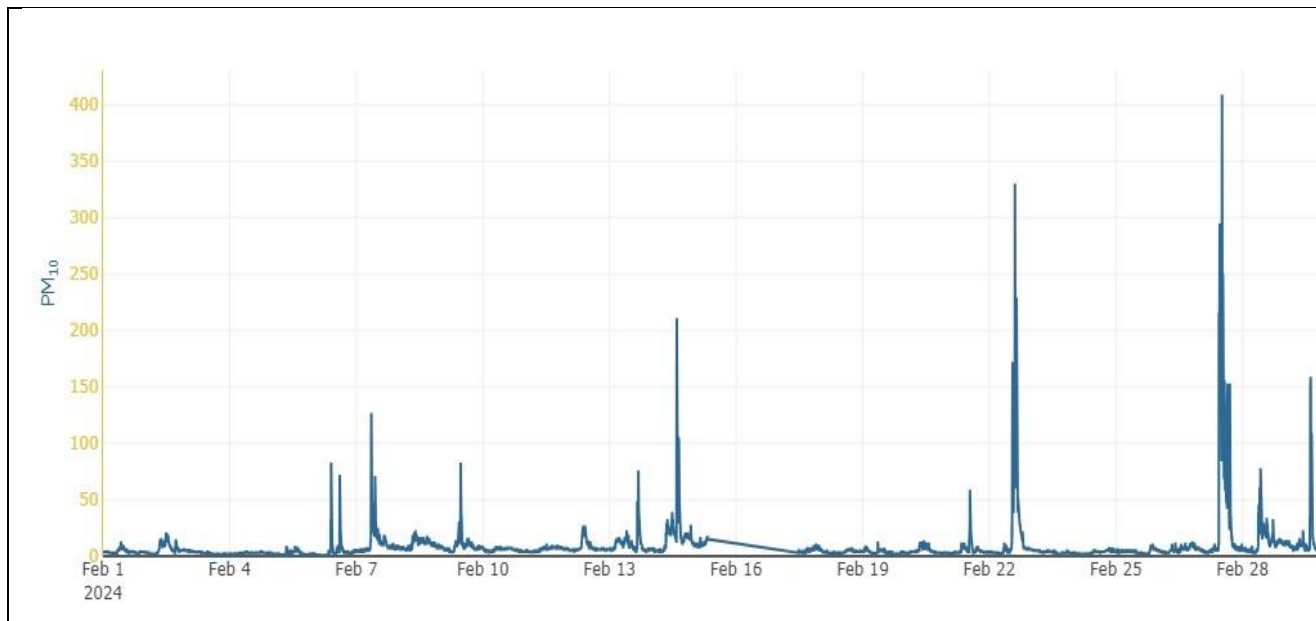


Рис. 1. График: колебания запыленности частицами PM10 в феврале 2024 г.

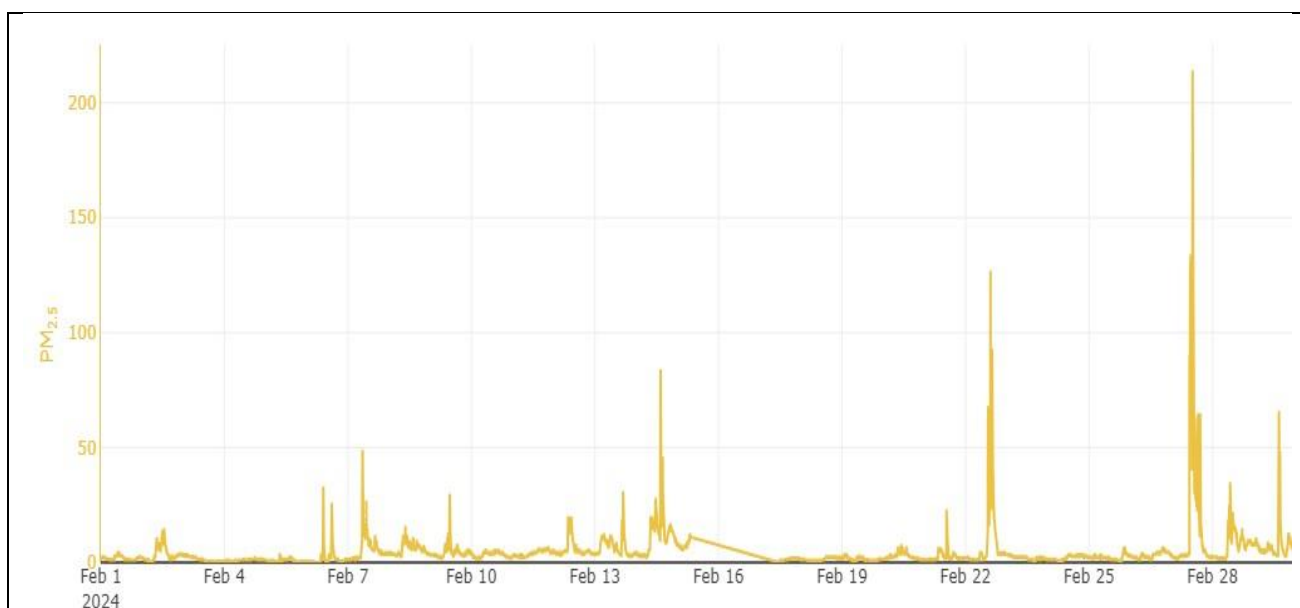


Рис. 2. График: колебания запыленности частицами PM2,5 в феврале 2024 г.

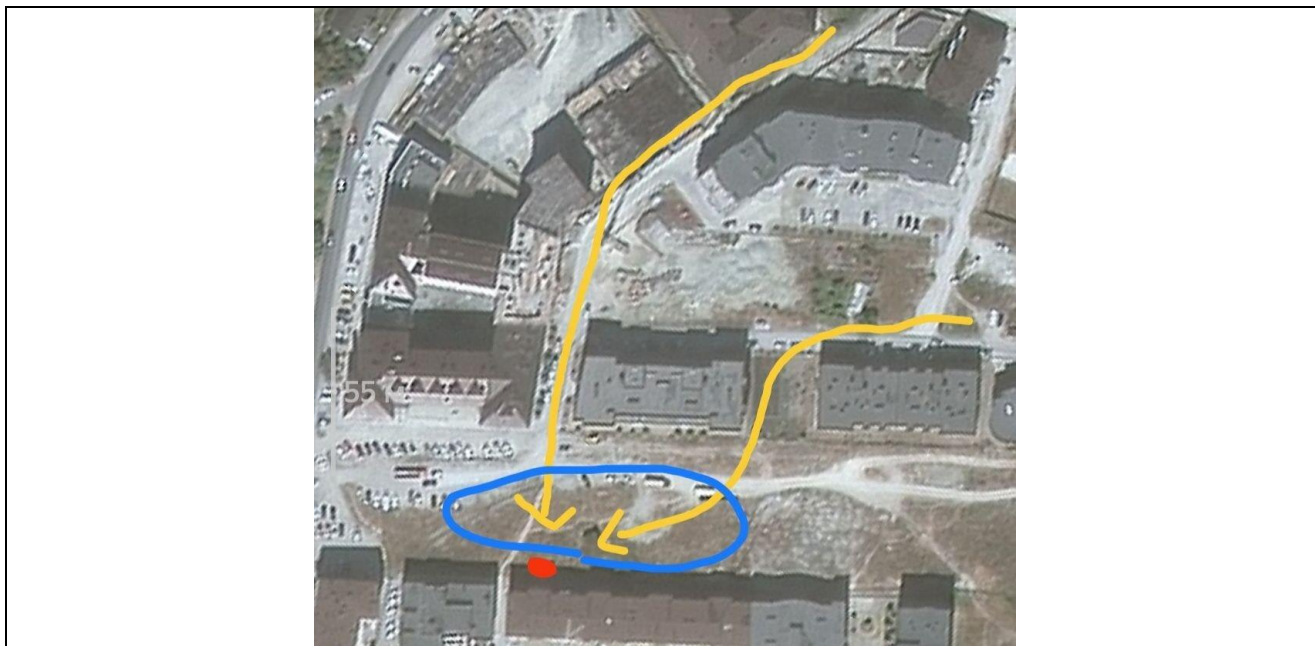


Рис. 3. Снимок со спутника: место размещения датчика

С южной стороны между высотными домами (9-14 этажей) оставлены узкие проходы (10-12 м). Таким образом, наиболее распространенный в Новороссийске ветер, дующий с севера или востока, заходит широким фронтом (около 100 м) в «воронку», а выходит со двора через 2 узких щели между домами. Естественно, чем уже пространство, через которое проходит ветер, тем сильнее он становится. Поэтому даже слабые порывы ветра, пройдя через сужения, набирают скорость и захватывают различные сыпучие материалы со стройки и пустыря. Воздушный поток, насыщенный взвешенными частицами, направлен на дом (где висит датчик), расположенный ниже по склону, примерно на 8-10 м, поэтому частицы вместе с ветром легко попадают даже на уровень 3-5 этажа.

Дефляции способствовали высокая температура и очень низкое количество атмосферных осадков в течение февраля – 49 мм (при норме 80 мм), всего 9 дождливых дней (при норме 15) и их полное отсутствие за 2-3 дня перед скачками концентраций (всего их было 9). В сочетании с усилением ветра северо-восточных румбов до 5-6 м/с это приводит к активизации выдувания частиц грунта, стройматериалов и загрязнению воздуха. Этому, вероятно, способствует и проходящая в 50 м западней дорога интенсивным движением. Но, все-таки, чаще загрязнение воздуха отмечается днем, а не в часы пик.

Для проверки предположения о решающем влиянии климатического фактора в данных градостроительных условиях мы подняли данные о распределении осадков и ветра в предыдущем месяце (январе) и последующем (марте). Они существенно отличаются по количеству осадков (рис. 4 и 5).

В январе было 16 дождливых дней. Без учетарезких превышений ПДК, в среднем содержание пыли в атмосфере составило –  $5 \text{ мкг/м}^3 \text{ PM}_{10}$  и  $3 \text{ мкг/м}^3 \text{ PM}_{2,5}$ . Скачков показаний, превышающих ПДК, было 5 (8 января с 16.20 до 17.30,  $317 \text{ мкг/м}^3 \text{ PM}_{10}$  и  $118 \text{ мкг/м}^3 \text{ PM}_{2,5}$ ; 10 – с 20.23 до 20.31,  $59 \text{ мкг/м}^3 \text{ PM}_{10}$  и  $43 \text{ мкг/м}^3 \text{ PM}_{2,5}$ ; 16 – с 9.43 до 9.47,  $53 \text{ мкг/м}^3 \text{ PM}_{10}$  и т. д.). То есть январь был достаточно дождливым месяцем, поэтому время превышения ПДК составило всего 201 мин, и самих превышений было небольшое количество. А вот в марте осадков практически не было. Это проявилось в резком (более, чем в 3 раза) повышении среднего содержания пыли (даже без учета превышения ПДК) в атмосферном воздухе –  $15 \text{ мкг/м}^3 \text{ PM}_{10}$  и  $12 \text{ мкг/м}^3 \text{ PM}_{2,5}$ .

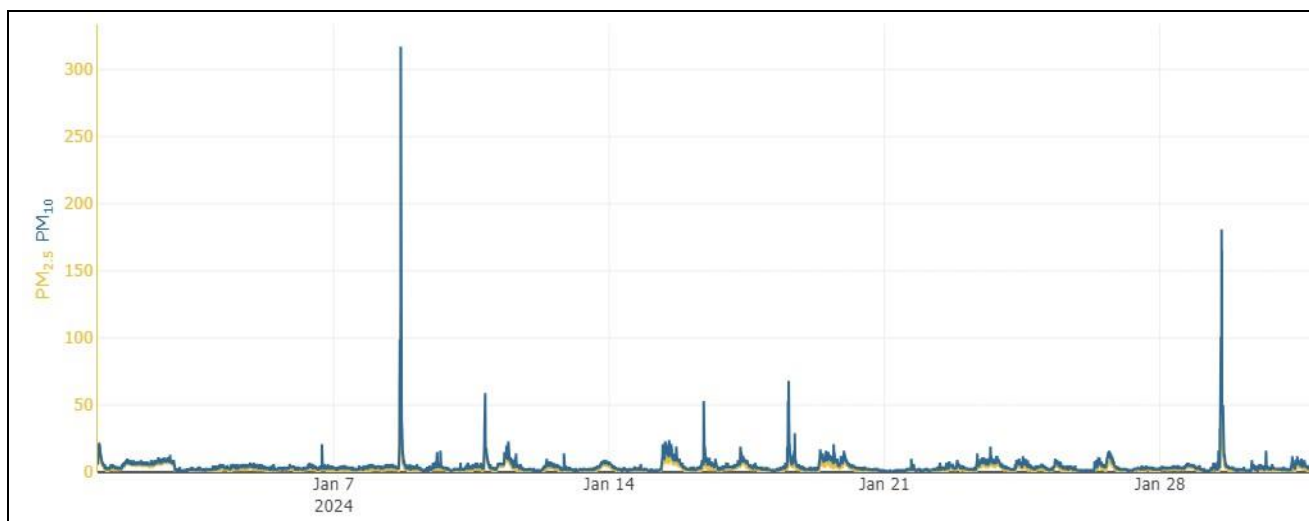


Рис. 4. График: колебания запыленности в январе 2024 г.

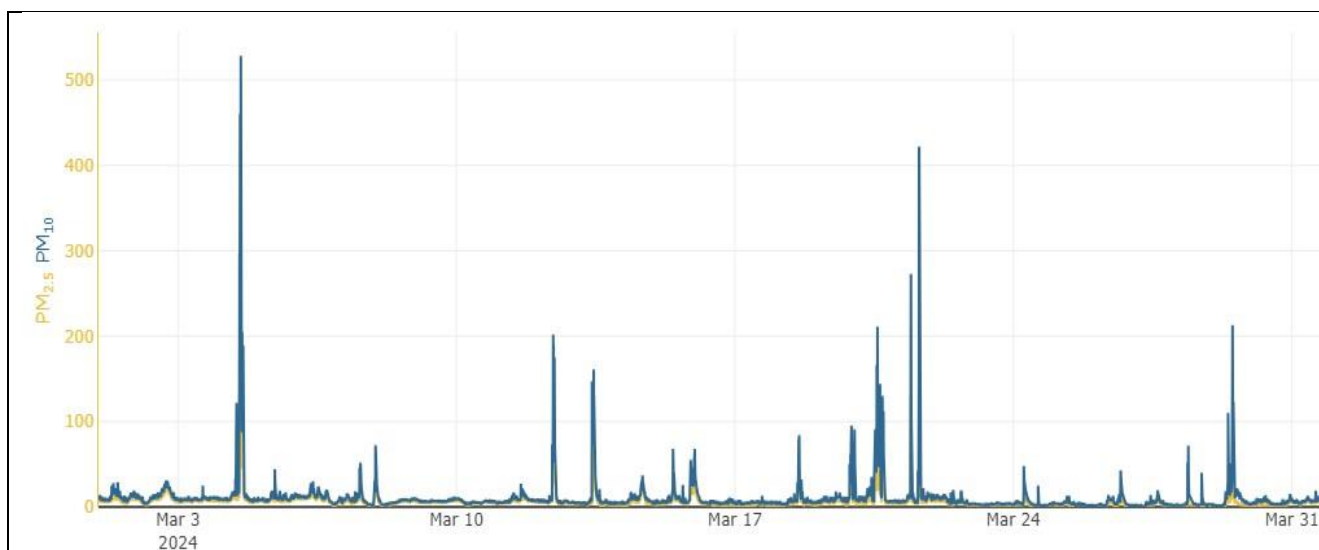


Рис. 5. График: колебания запыленности в марте 2024 г.

Превышения ПДК наблюдались в течение 20 дней (см. рис. 5). Самые значительные из них: 4 марта с 13.00 до 15.30, 528 мкг/м<sup>3</sup> PM10 и 280 мкг/м<sup>3</sup> PM2,5; 12 – с 9.40 до 11.30, 202 мкг/м<sup>3</sup> PM10 и 89 мкг/м<sup>3</sup> PM2,5; 20 – с 12.00 до 18.00, 211 мкг/м<sup>3</sup> PM10 и 83 мкг/м<sup>3</sup> PM2,5; 21 – с 10.00 до 10.30, 273 мкг/м<sup>3</sup> PM10 и 129 мкг/м<sup>3</sup> PM2,5 и т. д. В итоге, можно констатировать, что было повышено не только среднее содержание пыли в атмосфере, но и суммарная длительность превышения ПДК–1380 мин (23 часа).

На другом пункте мониторинга (ул. Херсонская) подобные превышения ПДК не отмечены (рис. 6). В отличие от Мысхако, там рядом нет строек, частный сектор насыщен зеленью, и даже при большой загруженности дорог неподалеку, концентрация частиц невысокая. Обычные уровни содержания пыли – около 5 мкг/м<sup>3</sup>, при максимальном содержании частиц



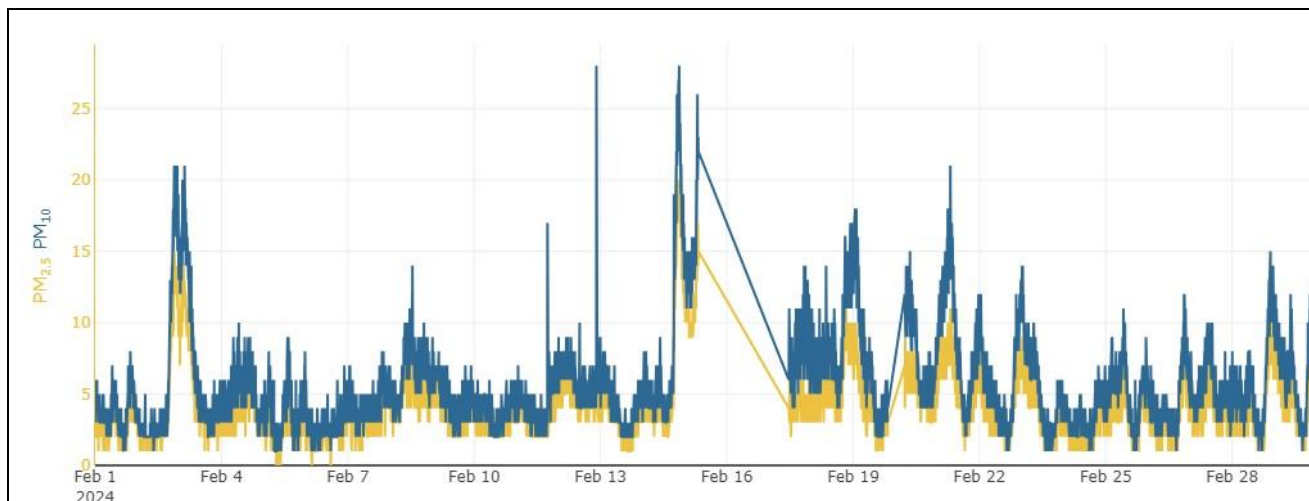


Рис. 6. График: колебания запыленности на другом пункте мониторинга (ул. Херсонская) в феврале 2024 г.

PM10 всего  $27 \text{ мкг/м}^3$ , а PM2,5 –  $20 \text{ мкг/м}^3$ , что подчеркивает значимость градостроительных решений и благоустройства при формировании благоприятной экологической среды. Для контраста рассмотрим показания с датчика, расположенного на ул. Уютная колонка, рядом с основным источником техногенных аэрозолей в городе, цементным заводом «Пролетарий». Содержание частиц в атмосферном воздухе соответствует ПДК: максимальные значения для PM10 –  $25,22 \text{ мкг/м}^3$ ,  $20,93 \text{ мкг/м}^3$ ,  $19,36 \text{ мкг/м}^3$ ; для PM2,5 –  $13,38 \text{ мкг/м}^3$ ,  $10,88 \text{ мкг/м}^3$ ,  $10,65 \text{ мкг/м}^3$  (рис. 7).

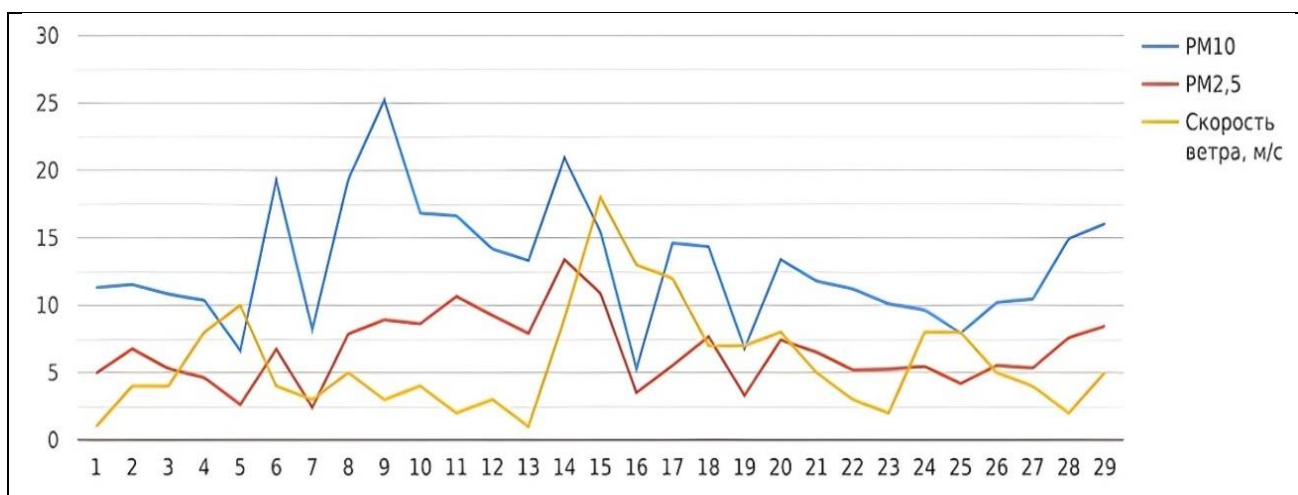


Рис. 7. График: Колебания содержаний частиц PM10 и PM2,5 в атмосферном воздухе на ул. Уютная колонка в феврале 2024 г.

Сравним средние значения показаний за февраль 2024 г.: в п. Мысхако и на ул. Херсонская средние показания концентраций частиц PM10 и PM2,5 составляли  $5 \text{ мкг/м}^3$  и  $3 \text{ мкг/м}^3$  соответственно, в то время как на ул. Уютная колонка фоновые показания составляют  $13 \text{ мкг/м}^3$  для частиц PM10 и  $6,62 \text{ мкг/м}^3$  для частиц PM2,5. Из этого можно сделать вывод, что источник аэрозольных выбросов (в данном случае – цемзавод «Пролетарий»)

увеличивает фоновое загрязнение близлежащих районов более, чем в 2 раза. Однако, поскольку превышения ПДК не обнаружены, можно говорить о соблюдении предприятием норм защиты окружающей среды и изменения технологических параметров работы при неблагоприятных метеоусловиях (НМУ).

Рассмотрим показания с датчика, расположенного рядом с другим цемзаводом в п. Верхнебаканский, за февраль 2024 г. (рис. 8). Превышений ПДК также не наблюдалось: максимальное значение содержания частиц PM10 составило  $14,38 \text{ мкг/м}^3$ , а для частиц PM2,5 –  $5,12 \text{ мкг/м}^3$ . Фоновые показания тоже небольшие –  $8,58 \text{ мкг/м}^3$  для PM10 и  $2,24 \text{ мкг/м}^3$  для PM2,5, несмотря на то, что рядом с домом проходит автодорога, а немного дальше расположен Верхнебаканский цементный завод.

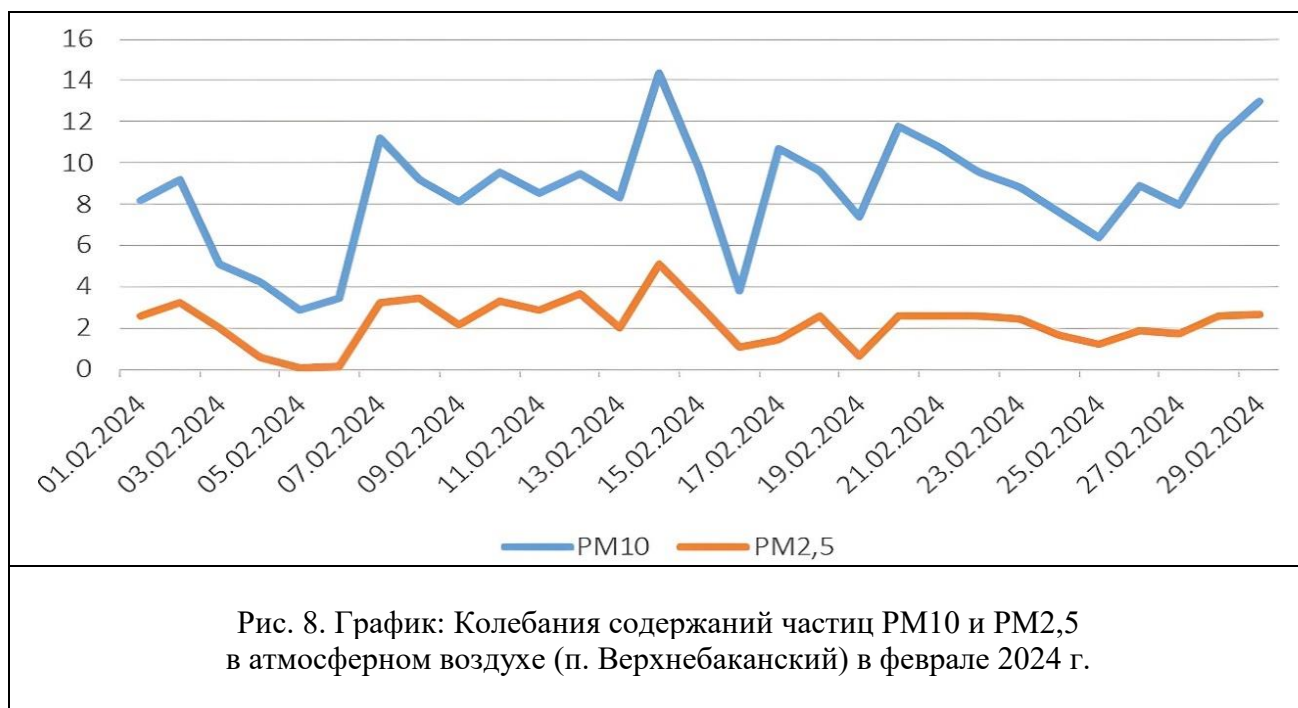


Рис. 8. График: Колебания содержания частиц PM10 и PM2,5 в атмосферном воздухе (п. Верхнебаканский) в феврале 2024 г.

Объясняется это тем, что датчик расположен во дворе частного дома, где произрастает много деревьев, а дорога у дома покрыта асфальтом, а не грунтом, что существенно уменьшает количество поднимаемой автомобилями пыли.

Завершим анализ результатов мониторинга датчиком, расположенным в с. Борисовка (рис. 9). В феврале 2024 г. максимальное содержание частиц PM10 составляет  $204 \text{ мкг/м}^3$ , что превышает ПДК более, чем в 4 раза; частиц PM2,5 –  $33 \text{ мкг/м}^3$ . Фоновые показания составляют  $46,69 \text{ мкг/м}^3$  для частиц PM10 и  $12,24 \text{ мкг/м}^3$  для частиц PM2,5. По сравнению с пунктом мониторинга в п. Верхнебаканский, наблюдается превышение более, чем в 6 раз. Это обусловлено тем, что проходящая поблизости дорога (ул. Нины Марухно) – грунтовая, и по ней ежедневно проезжает множество мусоровозов в сторону мусорного полигона на г. Щелба, тем самым поднимая в воздух огромное количество взвешенных частиц. Также на графике можно заметить закономерность: чем больше влажность, тем меньше взвешенных частиц находится в воздухе.

Сравнивая показания со всех пунктов мониторинга, можно с уверенностью сказать – осадки в большой степени влияют на количество взвешенных частиц в атмосфере, что еще раз подчеркивает необходимость влажной уборки в городе и ее влияние на подавление распространения аэрозольного загрязнения в окружающей среде.

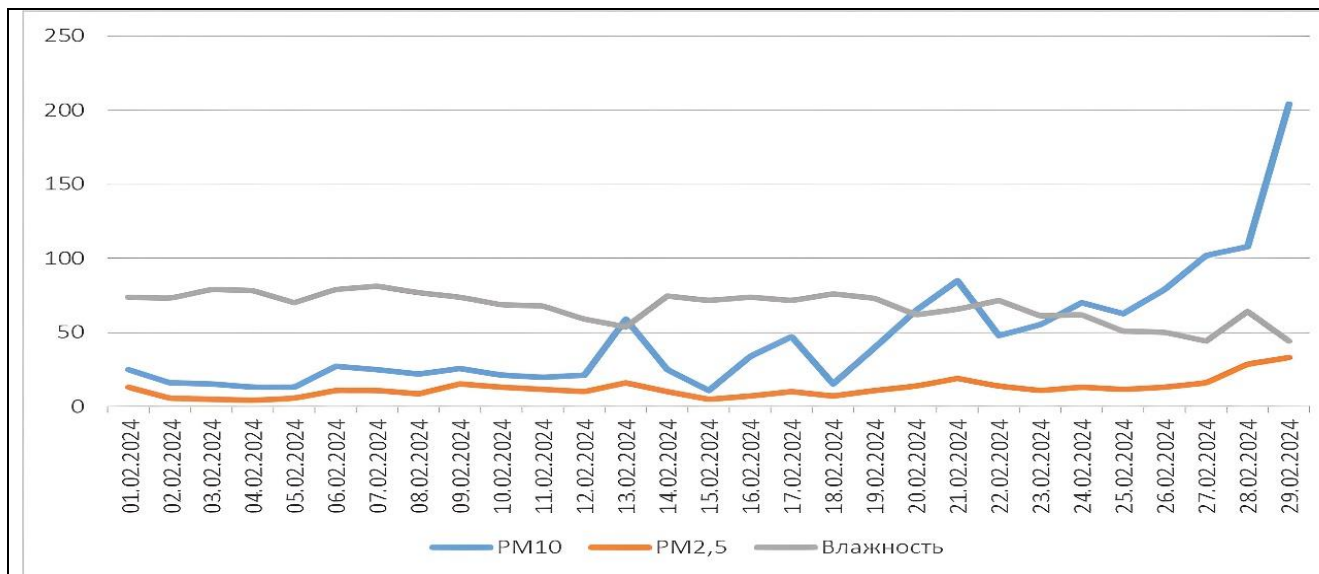


Рис. 9. График: Колебания содержаний частиц PM10 и PM2,5 в атмосферном воздухе (с. Борисовка) в феврале 2024 г.

Например, регулярный полив автодороги Сухумское шоссе (где наиболее часто отмечается превышение ПДК) летом 2008 года привел к более, чем четырехкратному снижению средней запыленности атмосферы – с 400 до 90 мкг/м<sup>3</sup>, а общее количество превышений ПДК сократилось в 8 раз (по сравнению с 2007 годом).

Другим фактором очищения атмосферы является озеленение города.

Это положение хорошо иллюстрируется результатами научной работы студентов Новороссийского политехнического института [12, 13].

Высаживание деревьев и кустарников вдоль автодорог приводит как к снижению концентраций загрязняющих веществ в воздухе, так и к уменьшению дальности распространения загрязнения.

Следующим условием, необходимым для улучшения состояния окружающей среды, является организация предприятиями работ по регулированию выбросов вредных веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных погодных условий (НМУ).

Благодаря проведению данных мероприятий значительно снижается количество аэрозолей в атмосфере, что положительно сказывается на состоянии окружающей среды и на здоровье людей [2, 4, 14].

Таким образом, формирование аномально высоких и, очевидно, вредных концентраций взвешенных частиц в атмосфере возможно даже при отсутствии ярко выраженного загрязнения как результата взаимодействия некоторых метеорологических, техногенных и градостроительных особенностей, а также низкого уровня озеленения и благоустройства, что необходимо учитывать при оценке состояния окружающей среды и проектировании населенных пунктов.

В связи с этим, для получения объективных данных о процессах формирования воздушного загрязнения, а также создания моделей массопереноса в атмосфере и идентификации аэрозолей различного происхождения, необходимо более широкое распространение инициативы жителей города в рамках проекта «За чистый Новороссийск» по размещению датчиков загрязнения воздуха и его исследование методами лазерного зондирования.



При этом важным фактором повышения эффективности работы системы мониторинга является расширение перечня контролируемых параметров загрязнения атмосферы.

### **Конфликт интересов**

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

### **Список литературы**

1. Дьяченко В.В. Геохимия и оценка состояния ландшафтов Северного Кавказа // Диссертация на соискание ученой степени доктора географических наук / Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону, 2004. 326 с.
2. Дьяченко В.В., Дьяченко Л.Г., Девисилов В.А. Науки о земле: Уч. / Под ред. Девисилова В.А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2019. 345 с.
3. Дьяченко В.В., Шеманин В.Г., Вишневецкая В.В. Влияние техногенеза и геохимии аэрозолей на состояние окружающей среды и здоровье населения Юга России // География и природные ресурсы. – 2023. – Т. 44, № 4. – С. 46-58. – DOI 10.15372/GIPR20230405.
4. Малыхин Ю.А., Дьяченко В.В. Геоэкологические аспекты безопасности жизнедеятельности населения в городах Краснодарского края и Ростовской области // Безопасность жизнедеятельности. – 2003. – № 9. – С 13–20.
5. Ивлиева О.В. Техногенный седиментогенез в Азовском море: Автореф. дис. д-ра геогр. наук. — Ростовна-Дону, 2007. — 48 с.
6. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М. 1998. – 413 с.
7. Дьяченко В.В., Матасова И.Ю. Региональные кларки химических элементов в почвах юга европейской части России // Почвоведение, № 10, 2016. С. 1159-1166.
8. Касимов Н.С., Власов Д.В., Кошелева Н.Е. Химический состав дорожной пыли и ее фракции PM10 как индикатор загрязнения городской среды // Экология и промышленность России. – 2021. – Т. 25, № 10. – С. 43–49.
9. Перельман А.И. Геохимия. — М.: Высш. шк., 1975. — 423 с.
10. Глазовский Н.Ф., Учватов В.П. Химический состав атмосферной пыли некоторых районов ЕТС. — Пушино, 1981. — 33 с.
11. «За чистый Новороссийск»: [Электронный ресурс]. URL: <https://vk.com/zachin23>. (Датаобращения: 8.07.2024).
12. Дьяченко В.В., Демичев Н.В., Мужева В.Ю., Прокопенко П.В. Проблемы техносферной безопасности Российского Причерноморья // Труды 20-й Международной конференции Лазерно-информационные технологии в медицине, биологии и геоэкологии. Новороссийск. 2012. С. 109-1127.
13. Управление городской средой: социально-экономические и экологические аспекты (на примере Новороссийска): монография / В.В. Дьяченко [и др.]. - Краснодар: Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2021.-247 с.
14. Приваленко В.В., Домбровский Ю.А., Остроухова В.М., Шустова В.Л., Базелюк А.А., Остробородько Н.П. Эколого-геохимические исследования городов Нижнего Дона. – Ростов-на-Дону. Изд-во ГГП «Южгеология». – 268 с.

**Environmental pollution monitoring**

Dyachenko V.V., Kulya D.N.

*Novorossiysk Polytechnic Institute (branch) Kuban State Technological University,  
Novorossiysk, 353900, Russia, Novorossiysk, Karl Marx str., house 20*email: [Dashshok2020@gmail.com](mailto:Dashshok2020@gmail.com), [\\*v-v-d@mail.ru](mailto:*v-v-d@mail.ru)**Abstract**

The article is devoted to the study of the results of monitoring aerosol air pollution in Novorossiysk using laser sensing methods. Monitoring is carried out by installing optical sensors that track the concentration of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> particles in the atmospheric air. Analysis of the factors influencing the excess of maximum permissible concentrations (MPC) of pollutants shows that abnormally high levels of suspended particles in the atmosphere can occur even against the background of general pollution. This is due to a combination of certain meteorological conditions and urban development features, which is important to consider when assessing the state of the environment and in the process of urban design.

*Keywords:* Aerosols, maximum permissible concentrations, sensors, monitoring.

**References**

1. Dyachenko V.V. Geochemistry and assessment of the state of landscapes of the North Caucasus // Dissertation for the degree of Doctor of Geographical Sciences / Southern Federal University. Rostov-on-Don, 2004. 326 p.
2. Dyachenko V.V., Dyachenko L.G., Devisilov V.A. Earth Sciences: Tutorial. / Ed. by Devisilov V.A. - M.: NITs INFRA-M, 2019. 345 p.
3. Dyachenko V.V., Shemanin V.G., Vishnevetskaya V.V. The influence of technogenesis and aerosol geochemistry on the state of the environment and health of the population of the South of Russia // Geography and natural resources. - 2023. - Vol. 44, No. 4. - P. 46-58. – DOI 10.15372/GIPR20230405.
4. Malykhin Yu.A., Dyachenko V.V. Geocological aspects of life safety of the population in the cities of Krasnodar Krai and Rostov Region // Life Safety. – 2003. – No. 9. – P 13–20.
5. Ivlieva O.V. Technogenic sedimentogenesis in the Azov Sea: Abstract of a Doctor of Geographical Sciences Dissertation. – Rostov-on-Don, 2007. – 48 p.
6. Dobrovolsky V.V. Fundamentals of Biogeochemistry. Moscow, 1998. – 413 p.
7. Dyachenko V.V., Matasova I.Yu. Regional clarkes of chemical elements in soils of the south of the European part of Russia // Soil Science, No. 10, 2016. P. 1159-1166.
8. Kasimov N.S., Vlasov D.V., Kosheleva N.E. Chemical composition of road dust and its PM<sub>10</sub> fraction as an indicator of urban pollution // Ecology and Industry of Russia. - 2021. - Vol. 25, No. 10. - P. 43-49.
9. Perelman A.I. Geochemistry. - Moscow: Higher. school, 1975. - 423 p.
10. Glazovsky N.F., Uchvatov V.P. Chemical composition of atmospheric dust in some areas of the ETS. - Pushchino, 1981. - 33 p.
11. "For a clean Novorossiysk": [Electronic resource]. URL: <https://vk.com/zachin23>. (Accessed: 07/08/2024).
12. Dyachenko V.V., Demichev N.V., Muzheva V.Yu., Prokopenko P.V. Problems of technosphere safety of the Russian Black Sea region // Proceedings of the 20th International Conference Laser

and Information Technologies in Medicine, Biology and Geoecology. Novorossiysk. 2012. Pp. 109-1127.

13. Urban environment management: socio-economic and environmental aspects (using Novorossiysk as an example): monograph / V.V. Dyachenko [et al.]. - Krasnodar: Publ. FGBOU VO "KubSTU", 2021.-247 p.

14. Privalenko V.V., Dombrovsky Yu.A., Ostroukhova V.M., Shustova V.L., Bazelyuk A.A., Ostroborodko N.P. Ecological and geochemical studies of the cities of the Lower Don. - Rostov-on-Don. Publishing house of the State Geographical Enterprise "Yuzhgeologiya". - 268 p.