

Экологический мониторинг загрязненности атмосферного воздуха территорий селитебных зон

*И.Ю. Глинянова, Н.В. Асанова, С.С. Комарова, А.Д. Безкоровайнова,
К.Р. Амангалиева*

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: Загрязнение атмосферного воздуха урбанистических территорий способствует развитию различных заболеваний среди населения. В связи с чем, экологический мониторинг атмосферного воздуха является актуальной темой исследования. Был изучен окислительно-восстановительный потенциал (E_h , мВ) аэрозолей в селитебной зоне пос. Купоросный (г. Волгоград) в сравнении с условно-чистой зоной. Аэрозольные частицы отбирались на листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca* L.) за весенне-летний период 2022 года, из которых приготавливались аэрозольные суспензии и исследовался окислительно-восстановительный потенциал. Установлено загрязнение атмосферного воздуха селитебной зоны в пос. Купоросный на основании низких значений окислительно-восстановительного потенциала ($E_h=30,03\pm 0,27$ (мВ)) по сравнению с условно-чистой зоной ($E_h=140,83\pm 0,81$ (мВ)), что свидетельствует о преобладании восстановительных процессов в атмосфере селитебной зоны пос. Купоросный и нарушениях ее кислородного режима.

Ключевые слова: аэрозоли, окислительно-восстановительный потенциал, экологический мониторинг, селитебные зоны, загрязнение атмосферного воздуха.

Введение. Загрязненность атмосферного воздуха исследуется различными способами и методами, в том числе, с позиции изучения приоритетных загрязнителей населенных пунктов, аэрозольных показателей. Так, установлено, что промышленные города могут являться «своеобразными геохимическими провинциями» [1], иметь специфические загрязнения атмосферного воздуха в виде газов, твердых частиц, тяжелых металлов [2]; озона [3]; атмосферного микропластика [4] и др. В связи с этим, целесообразно создавать информационные аналитические системы оценки и прогнозирования качества воздушной среды [5], исследовать влияние загрязнений на здоровье человека [6].

При этом, наиболее оперативным и информативным показателем качества атмосферного воздуха является окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), что доказано рядом ученых и который исследуется в

различных объектах окружающей среды. Так, В.А. Юрченко В.А., Дяговец Я.С. и др. исследовали окислительно-восстановительный потенциал в сточных водах различных промышленных предприятий, в том числе, городских сточных вод [7]. Бекказинова Д.Б., Карлибаева Д.А. и др. занимались изучением свойств ионизированной щелочной воды, питьевой воды, а также исследованием влияния ОВП воды на организм человека [8]. Шигаева Т.Д., Поляк Ю.М., Кудрявцева В.А. рассматривали ОВП, как показатель состояния объектов окружающей среды: природных и сточных вод, донных отложений, почв [9]. При этом авторами анализировались также атмосферные осадки на урбанистических территориях с позиции изучения ОВП, где были выявлены его отрицательные аномалии в снежном покрове селитебных зон г. Якутска, что свидетельствует, по мнению авторов, о геохимических показателях окружающей среды: техногенных аномалиях, пылевом загрязнении территории, нарушении кислородного режима атмосферы (низких концентрациях кислорода) и др. [10].

Цель исследования. Изучение окислительно-восстановительного потенциала аэрозолей в селитебной зоне пос. Купоросный (г. Волгоград, Советский район) (экспериментальная территория) в сравнении с условно-чистой зоной.

Задачи исследования. Отбор аэрозольных частиц в листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca* L.); приготовление аэрозольных суспензий из листьев абрикосовых деревьев; исследование ОВП аэрозольных суспензий при их настаивании в течение 5 минут в дистиллированной воде; обсуждение полученных результатов.

Материалы и методы. Материалом исследования послужили листья *Prunus armeniaca* L. с аэрозольными частицами. В селитебной зоне пос. Купоросный и в условно-чистой зоне было выбрано по 30 точек исследования. В каждой точке исследования было отобрано по 10 листьев в

трехкратной повторности. Приготовление аэрозольных суспензий соотносились с известными методиками [11, 12].

Листья абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca L.*) в количестве 10 шт. размещали в стеклянной посуде, добавляли по 100 мл. дистиллированной воды, перемешивали их в течение нескольких минут стеклянной палочкой, чтобы смыть частицы с поверхности листьев. В результате этого получались аэрозольные суспензии, в которых исследовался ОВП. Величину ОВП измеряли на электрохимическом оборудовании (SevenCompact pH meter S220, производитель: Mettler-Toledo GmbH, Швейцария).

Результаты исследования и обсуждение. На рисунке 1 отражена ситуационная карта селитебной зоны пос. Купоросный в г. Волгограде.

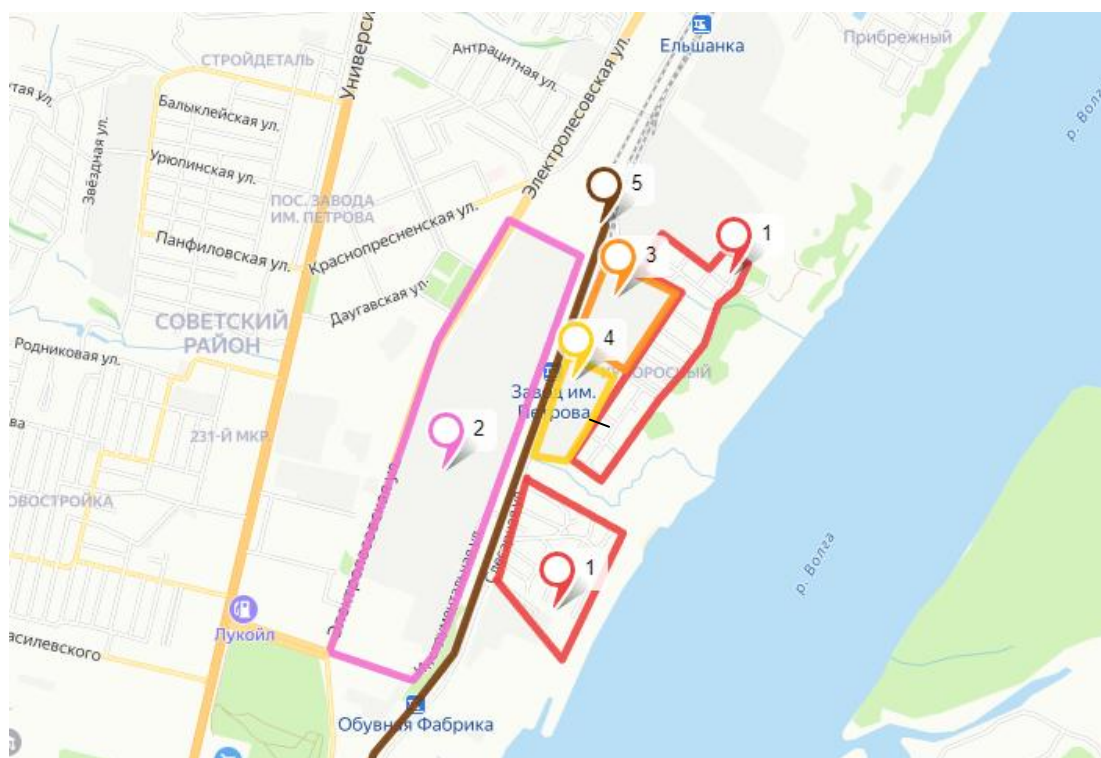


Рис. 1. - Ситуационная карта местоположения селитебной зоны пос. Купоросный и промышленных предприятий (Советский район, г. Волгоград): точка 1 – селитебная зона; точка 2 – машиностроительный завод; точка 3 – предприятие строительной индустрии; точка 4 – кожевенный завод; точка 5 – железнодорожные пути [13].

Местоположение поселка – правый берег реки Волга. Внутри селитебной зоны пос. Купоросный (экспериментальная территория) протекает ручей Купоросный, который разделяет его на две части. Рядом с исследуемой селитебной зоной расположены кожевенное производство, предприятие по производству строительных материалов, машиностроительный завод, железнодорожные транспортные пути и др.

Условно-чистой зоной была выбрана территория хутора Зайчики, СНТ: «Медпром», «Архитектор», «Конструктор» (Волгоградская область) с расположением их на острове Сарпинский, на воложке Куропатка (рукав р. Волга) (рисунок 2), при чем равной площади в совокупности с площадью селитебной зоны пос. Купоросный.

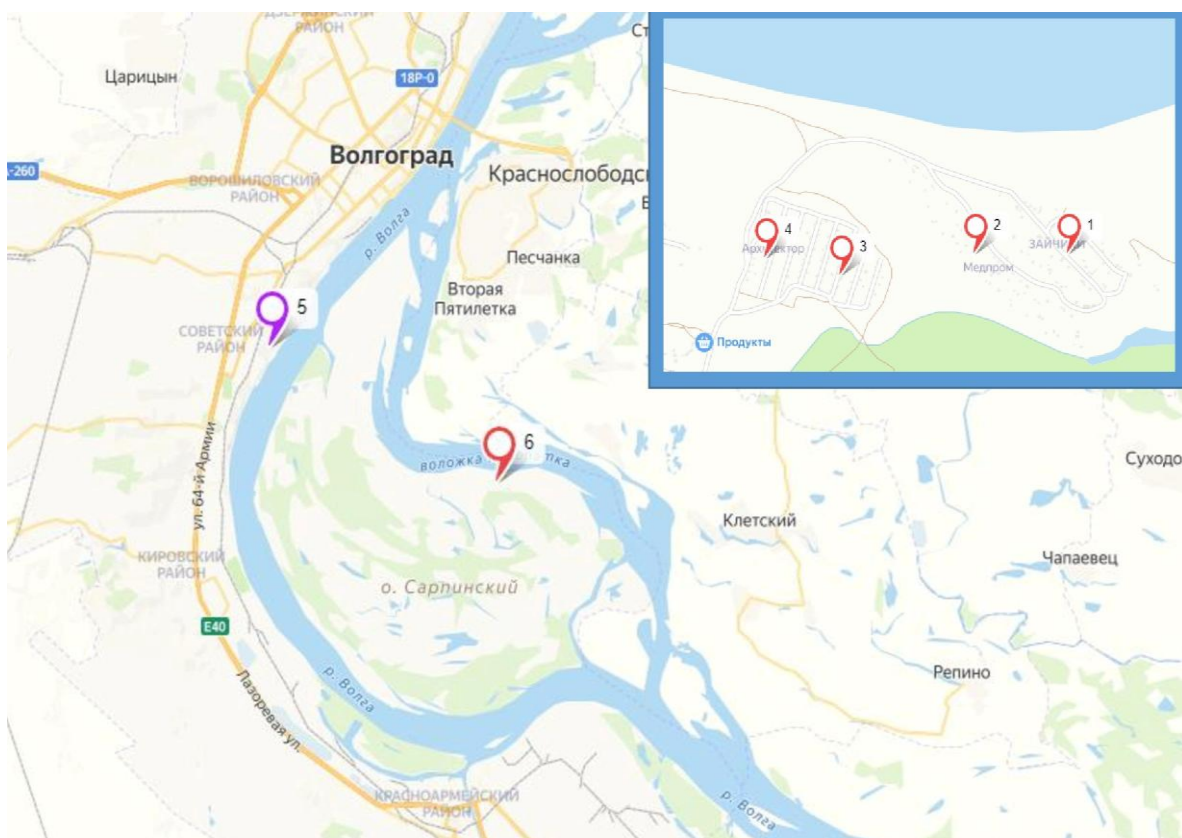


Рис. 2. - Ситуационная карта местоположения селитебной зоны пос. Купоросный (сиреневая метка (5)) и условно-чистой зоны (красная метка (6): 1-4 (хутор Зайчики (1), СНТ: «Медпром» (2), «Конструктор» (3), «Архитектор» (4))

В селитебной зоне пос. Купоросный, а также одновременно в условно-чистой зоне: хутор Зайчики, СНТ: «Медпром», «Архитектор», «Конструктор» осуществлялся отбор листьев абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca L.*) по 10 листьев в трехкратной повторности в 30 точках исследования в сентябре 2022 г. Из листьев приготавливались аэрозольные суспензии, в которых исследовался ОВП.

Результаты исследования ОВП аэрозольных суспензий на экспериментальной территории и в условно-чистой зоне отражены в таблице 1, в которой представлены его описательные статистики.

Таблица № 1

Описательные статистики окислительно-восстановительного потенциала, условно-чистая зона, сентябрь 2022 г.

Описательные статистики	ОВП (Eh, мВ)	
	Условно-чистая зона (хут. Зайчики, СНТ: «Медпром», «Архитектор», «Конструктор»)	Экспериментальная территория (пос. Купоросный)
Среднее	140,83	30,03646
Стандартная ошибка	0,809614	0,277434
Медиана	141,05	30,3
Мода	145,1	30,3
Стандартное отклонение	4,434438	2,718286
Дисперсия выборки	19,66424	7,389078
Эксцесс	-0,07825	3,450182
Асимметричность	0,186412	-1,77032

Оценим различия в значениях окислительно-восстановительного потенциала на экспериментальной территории и в условно-чистой зоне по критерию Т-Вилкоксона. На рисунке 3 представлена диаграмма рассеивания значений ОПВ аэрозольных суспензий на основании сравниваемых территорий (экспериментальная и условно-чистая зона).

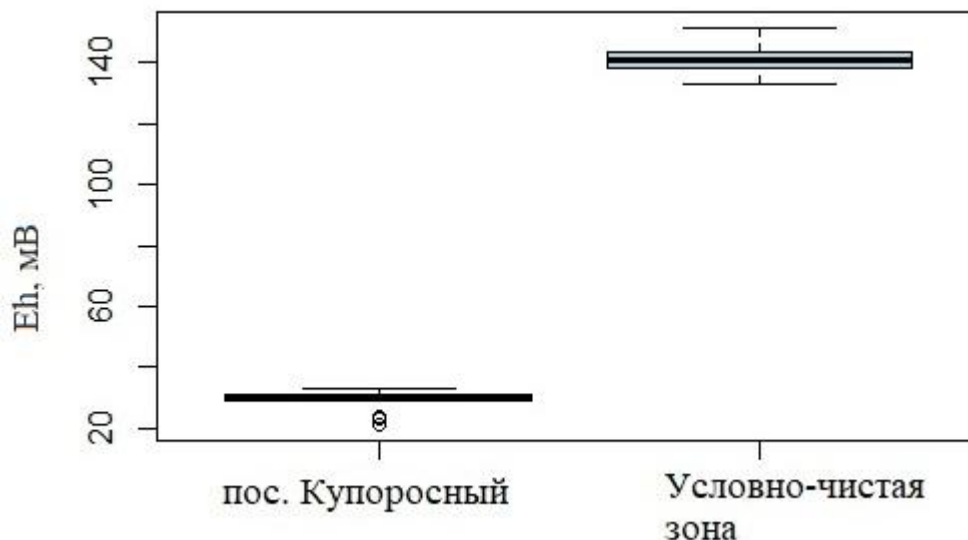


Рис. 3. - Диаграмма рассеивания значений ОПВ (E_h , мВ) аэрозольных суспензий на основании сравниваемых территорий (экспериментальная и условно-чистая зона)

Результаты проверки гипотезы свидетельствуют об отсутствии статистически значимых различий между значениями ОПВ аэрозольных суспензий экспериментальной и условно-чистой зон по критерию Т-Вилкоксона: $W=0,001$; $P\text{-value}: 1,863e^{-09}$.

Таким образом, при уровне значимости $\alpha=0,05$ гипотеза об однородности выборок признана незначимой, что указывает на существенные различия в значениях показателя ОПВ аэрозольных суспензий, полученных на экспериментальной и условно-чистой зоне, что позволяет провести их сравнение.

Полученные результаты окислительно-восстановительного потенциала свидетельствуют о загрязненности территории селитебной зоны пос. Купоросный (г. Волгоград) в 4,6 раза по сравнению с условно-чистой зоной.

Заключение. Экологический мониторинг загрязненности атмосферного воздуха территории селитебной зоны в пос. Купоросный (г. Волгоград Советский район) позволил выявить низкие значения окислительно-восстановительного потенциала аэрозолей по сравнению с условно-чистой зоной в 4,6 раза. Это свидетельствует о преобладании восстановительных процессов в атмосфере селитебной зоны пос. Купоросный, ухудшении кислородного режима и развитии экологических рисков для проживающего там населения. Поскольку известно, что увеличение положительных значений ОВП происходит на фоне роста содержания кислорода в среде [10], в связи с этим требуется установление источников загрязнения атмосферного воздуха и разработки соответствующих экологических мероприятий.

Литература

1. Ганичева Л.З. Анализ состояния атмосферного воздуха в промышленных городах Ростовской области // Инженерный вестник Дона. 2013. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1701.
2. Iroegbulem I.U., Egereonu E.E., Ogukwe C., Akalezi C., Nkwoada A.U. Seasonal and Multivariate Characteristics of Atmospheric Gases, Particulate Matter and Heavy Metals in Lagos-Suburban // Asian Journal of Environment and Ecology. 2022. № 17(2). pp. 1-15. DOI:10.9734/ajee/2022/v17i230283.
3. Yu R., Lin Y., Zou J., Dan Y., Cheng C. Review on atmospheric ozone pollution in china: Formation, spatiotemporal distribution, precursors and

- affecting factors // Atmosphere. 2021. № 12(12). pp.1675. DOI: 10.3390/atmos12121675.
4. Can-Güven E. Microplastics as emerging atmospheric pollutants: a review and bibliometric analysis // Air Quality, Atmosphere and Health. 2021. №14. pp. 203-215. DOI: 10.1007/s11869-020-00926-3.
 5. Ляшенко Н.В., Лепихова В.А. Обоснование создания региональной информационной аналитической системы оценки и прогнозирования состояния воздушной среды // Инженерный вестник Дона. 2023. № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2023/8153.
 6. Qin Y., Xie Z., Li Y. Review of Research on the Impacts of Atmospheric Pollution on the Health of Residents Yao / Environmental Science. 2019. № 40(3), pp. 1512-1520. DOI: 10.13227/j.hjkh.201807108.
 7. Юрченко В.А., Дяговец Я.С., Юхно Е.А. Использование окислительно-восстановительных показателей сточных вод для оперативной оценки их стабильности // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. 2010. №48. С. 103-107.
 8. Бекказинова Д.Б., Карлибаева Д.А., Нурлан Д.Н., Оналбай А.Т. Изучение свойств питьевой и щелочной ионизированной воды// Новые задачи современной медицины. Материалы III Международной научной конференции. 2014. С. 85-88.
 9. Шигаева Т.Д., Поляк Ю.М., Кудрявцева В.А. Окислительно-восстановительный потенциал как показатель состояния объектов окружающей среды // Биосфера. 2020. Т. 12. № 3. С.111-124. DOI: 10.24855/BIOSFERA.V12I3.549.
 10. Макаров В.Н. Отрицательные аномалии редокс-потенциала в снежном покрове селитебных зон (на примере г. Якутск) // Лёд и Снег. 2020. Т. 60. № 4. С.513-520.
-

11. Dzierzanowski K., Popek R., Gawronska H., Saebo A. Deposition of particulate matter of different size fractions on leaf surfaces and in waxes of urban forest species // *International Journal of Phytoremediation*. 2011. V.13. pp. 1037-1046.
12. Lukowski, A., Popek R., Karolewski P. Particulate matter on foliage of *Betula pendula*, *Quercus robur*, and *Tilia cordata*: deposition and ecophysiology // *Environmental science and pollution research*. 2020. T. 27. issue10. pp. 10296-10307. DOI: 10.1007/s11356-020-07672-0.
13. Глинянова И.Ю., Асанова Н.В., Власов К.Е., Комарова С.С. Экологический мониторинг кислых примесей в атмосферном воздухе селитебных зон // *Инженерный вестник Дона*. 2023. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2023/8312.

References

1. Ganicheva L.Z. *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2013. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1701.
2. Iroegbulem I.U., Egereonu E.E., Ogukwe C., Akalezi C., Nkwoada A.U. *Asian Journal of Environment and Ecology*. 2022. № 17(2). pp. 1-15. DOI:10.9734/ajee/2022/v17i230283.
3. Yu R., Lin Y., Zou J., Dan Y., Cheng C. *Atmosphere*. 2021. № 12(12). pp.1675. DOI: 10.3390/atmos12121675.
4. Can-Güven E. *Air Quality, Atmosphere and Health*. 2021. №14. pp. 203-215. DOI: 10.1007/s11869-020-00926-3.
5. Lyashenko N.V., Lepihova V.A. *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2023. № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2023/8153.
6. Qin Y., Xie Z., Li Y. *Environmental Science*. 2019. № 40(3). pp. 1512-1520. DOI: 10.13227/j.hjcx.201807108.



7. Yurchenko V.A., Dyagovec Y.S., Yuhno E.A. Vestnik Har'kovskogo nacional'nogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta. 2010. №48. pp. 103-107.
8. Bekkazinova D.B., Karlibaeva D.A., Nurlan D.N., Onalbaj A.T. «Novye zadachi sovremennoj mediciny». Materialy III Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, 2014. pp. 85-88.
9. Shigaeva T.D., Polyak YU.M., Kudryavceva V.A. Biosfera. 2020. T. 12. № 3. pp.111-124. DOI: 10.24855/BIOSFERA.V12I3.549.
10. Makarov V.N. Lyod i Sneg. 2020. T. 60. № 4. pp. 513-520.
11. Dzierzanowski K., Popek R., Gawronska H., Saebo A. International Journal of Phytoremediation. 2011. V.13. pp. 1037-1046.
12. Lukowski, A., Popek R., Karolewski P. Environmental science and pollution research. 2020. T. 27. issue10. pp. 10296-10307. DOI: 10.1007/s11356-020-07672-0.
13. Glinyanova I.Y., Asanova N.V., Vlasov K.E., Komarova S.S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2023/8312.