Дата поступления рукописи в редакцию: 24.09.2025 г. DOI: 10.24412/2782-3830-2025-9-128-133
Дата принятия рукописи в печать: 15.10.2025 г.

БЫКОВА Ольга Александровна,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов,
e-mail: olbyk75@mail.ru

СИНЬКО Вера Николаевна,
старший преподаватель кафедры философии,
e-mail: vsinko71@mail.ru

ИЛЬЯСОВ Олег Рашитович,
доктор биологических наук, профессор кафедры
«Техносферная и экологическая безопасность»
Уральский государственный аграрный университет,
профессор кафедры «Техносферная безопасность»
Уральский государственный университет путей сообщения,
ст. научный сотрудник УрНИВИ ФГБНУ УрФАНИЦ УрОРАН,
e-mail: ilyasov3@rambler.ru

СМИРНОВА Екатерина Сергеевна,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов,
e-mail: ekaterina-kazantseva@list.ru

РАЖИНА Ева Валерьевна,
кандидат биологических наук,
доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов,
e-mail: eva.mats@mail.ru

ШИЛОВЦЕВ Андрей Владимирович,
кандидат исторических наук, доцент кафедры философии,
Уральский государственный аграрный университет,
доцент кафедры теории, методологии и правового
обеспечения государственного и муниципального управления,
Уральский федеральный университет,
e-mail: a.shilovtsev@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ЖИЛОЙ ЗОНЫ

Аннотация. *Из всех форм деградации природной среды России наиболее опасной в настоящее время остается загрязненность атмосферы вредными веществами, оказывающими отрицательное воздействие на здоровье людей и биоту. Поступление в воздушный бассейн таких компонентов, как оксиды азота, углерода и серы, а также тяжелые металлы, обусловлено непрерывным ростом парка автомобилей и неудовлетворительным техническим состоянием значительной их части, низким качеством топлива и плохим состоянием дорог. Установлено, что в атмосферном воздухе зоны жилой застройки, примыкающей к автотранспортному предприятию МУП «Троицкое ПАТП», максимальное содержание диоксидов серы, азота и углерода, угарного газа, свинца и марганца было в зимний период, взвешенных веществ – летом и осенью. При этом значения всех исследованных показателей находились в пределах установленных нормативов.*

Ключевые слова: *автотранспорт, атмосфера, воздух населенных пунктов, диоксиды азота и серы, оксиды углерода, взвешенные вещества, свинец, марганец.*

BYKOVA Olga A.,
doctor of agricultural sciences,
professor of the Department of biotechnology and food products,
Ural State Agrarian University

SINKO Vera N.,
Senior lecturer at the Department of Philosophy,
Ural State Agrarian University

ILYASOV Oleg R.,
Doctor of Biological Sciences,
Professor of the Department of Technosphere Safety,
Ural State University of Railway Transport,
Professor of the Department of Technosphere and Environmental Safety,
Ural State Agrarian University, Senior Researcher,
Ural Research Veterinary Institute,
Federal State Budgetary Scientific Institution,
Ural Federal Research Center,
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

SMIRNOVA Ekaterina S.,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
of the Department of Biotechnology and Food Products
Ural State Agrarian University

RAZHINA Eva V.,
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
of the Department of Biotechnology and Food Products

SHILOVTSEV Andrey V.,
Candidate of Historical Sciences,
Associate Professor of the Department of Philosophy,
Ural State Agrarian University, Associate Professor
of the Department of Theory, Methodology and Legal Support
of Public and Municipal Administration,
Ural Federal University

INFLUENCE OF THE ACTIVITIES OF A MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE ON THE ECOLOGICAL STATE OF THE ATMOSPHERIC AIR IN A RESIDENTIAL ZONE

Annotation. *Of all the forms of degradation of the natural environment in Russia, the most dangerous at present remains the pollution of the atmosphere with harmful substances that have a negative impact on human health and biota. The entry of such components as nitrogen, carbon and sulfur oxides, as well as heavy metals, into the air basin is due to the continuous growth of the vehicle fleet and the unsatisfactory technical condition of a significant part of them, low fuel quality and poor road conditions. It was established that in the atmospheric air of the residential area adjacent to the motor transport enterprise MUP "Troitskoye PATC", the maximum content of sulfur dioxide, nitrogen and carbon, carbon monoxide, lead and manganese was in the winter, suspended matter - in the summer and autumn. At the same time, the values of all the studied indicators were within the established standards.*

Key words: *motor transport, atmosphere, air of populated areas, nitrogen and sulfur dioxides, carbon oxides, suspended matter, lead, manganese.*

Введение

В современных условиях интенсивного развития транспортной инфраструктуры автотранспортные предприятия (АТП) выступают одним из ключевых источников антропогенного воздействия на окружающую среду. Особую актуаль-

ность приобретает проблема влияния АТП на качество атмосферного воздуха в жилой зоне, поскольку их деятельность сопровождается выбросом широкого спектра загрязняющих веществ [1].

Проблема усугубляется тем, что на территории АТП осуществляются различные технологические процессы: техническое обслуживание, ремонт, мойка, окрасочные работы, которые сопровождаются выделением в атмосферу оксидов азота и углеводородов, оксида углерода и сажи, тяжелых металлов (в частности, свинца), ароматических углеводородов, кислот и щелочей [2].

Экологическая опасность ситуации заключается в том, что жилой сектор часто располагается в непосредственной близости от АТП, что создает риск превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. При этом негативное воздействие проявляется не только в момент непосредственной работы предприятия, но и через процессы диффузии и переноса загрязняющих веществ [3,4,5] .

Научная проблема исследования заключается в необходимости разработки методологии комплексной оценки влияния АТП на качество атмосферного воздуха жилой зоны и определения эффективных мер по снижению этого воздействия.

Проблема загрязнения атмосферного воздуха в зоне влияния автотранспортных предприятий приобретает особую остроту в контексте реализации Федерального закона «Об охране атмосферного воздуха» и требований природоохранного законодательства РФ. Согласно действующим нормативам, предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в жилой зоне не должны превышать установленных значений, что требует постоянного мониторинга и контроля [6,7,8].

Практическая значимость решения проблемы определяется необходимостью обеспечения санитарно-гигиенических норм в жилой зоне, предотвращения негативного влияния на здоровье населения, соблюдения природоохранного законодательства, разработки эффективных мер по снижению выбросов загрязняющих веществ.

Таким образом, проблема влияния деятельности автотранспортных предприятий на экологическое состояние атмосферного воздуха жилой зоны требует всестороннего изучения и разработки научно обоснованных подходов к её решению.

Целью исследования явилась оценка влияния деятельности автотранспортного предприятия на экологическое состояние атмосферного воздуха жилой зоны.

Материалы и методы

Исследования по оценке качества атмосферного воздуха в г. Троицк Челябинской области проводили в лаборатории ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Челябинской области в г. Троицке».

Отбор проб атмосферного воздуха проводили в жилом секторе (ул. Сибирская) в 200 м от автотранспортного предприятия МУП «Троицкое ПАТП им. Е.М. Мокеева» и в санитарно-защитной зоне (СЗЗ) предприятия (ул. Горького). Материалом для исследования служили пробы атмосферного воздуха, отобранные согласно РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы».

Оценку качества атмосферного воздуха проводили согласно СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

Концентрацию диоксида азота, диоксида серы, оксидов углерода в воздухе устанавливали с использованием универсального газоанализатора ГАНК-4. Прибор одновременно определяет четыре вещества (всего 76 компонентов), работа происходит полностью автоматически. Газоанализатор имеет встроенные электрохимические, термокаталитические, полупроводниковые и сменные датчики в виде кассет с реактивной лентой на определяемое вещество.

Взвешенные вещества улавливали при помощи фильтров АФА-ВП.

Содержание свинца определяли фотометрически с применением твердого сорбента по реакции с дитизоном. Концентрацию марганца измеряли фотометрически.

Анализ проб проводили в трехкратной повторности. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью компьютерной программы «Excel».

Результаты

Челябинская область относится к числу высоко урбанизированных территорий Российской Федерации. По данным статистической отчетности, максимальные количества загрязняющих веществ (более 50 тыс. тонн в год) поступают в атмосферу городов Магнитогорск, Челябинск, Карабаш, Троицк. На долю автотранспорта приходится примерно 90 % всех ядовитых выбросов.

Выхлопные газы снижают общее содержание кислорода в воздухе за счет процессов окис-

ления, вызывают сбои в работе всех систем организма, что приводит к возникновению различных заболеваний.

В связи с этим, мониторинг загрязнения и охрана атмосферного воздуха входят в число приоритетных задач обеспечения экологической безопасности на территории Челябинской области.

Мониторинг состояния атмосферного воздуха предполагает обязательный анализ концентрации загрязняющих веществ, присутствие которых в воздушной среде в превышающих норму количествах является следствием антропогенной активности.

В процессе эксплуатации транспортных средств и осуществления работ по их техническому обслуживанию происходит эмиссия различных загрязняющих веществ, среди которых выделяются диоксид азота (NO2), диоксид серы (SO2), оксиды углерода (CO, CO2), взвешенные частицы, тяжёлые металлы (марганец (Mn) и свинец (Pb)/

Количественные показатели содержания газообразных соединений и взвешенных частиц в атмосферном воздухе жилого района, прилегающего к автотранспортному предприятию, отражены в *таблице 1.*

Таблица 1. Содержание второстепенных компонентов в атмосферном воздухе жилого сектора (ул. Сибирская)

Время года	Показатель, мг/м3				
	SO2	NO2	CO2	CO	Взвешенные вещества
Зима	0,0100±0,001	0,038±0,001	1,6±0,02	2,8±0,03	0,10±0,01
Весна	0,0090±0,001	0,030±0,001	1,4±0,01	2,6±0,01	0,12±0,01
Лето	0,0080±0,001	0,030±0,001	1,5±0,01	2,5±0,02	0,26±0,01
Осень	0,0080±0,001	0,030±0,001	1,5±0,01	2,5±0,02	0,20±0,01
ПДК	0,5	0,2	5,0	3,0	0,5

Из данных таблицы видно, что концентрация диоксида серы в атмосферном воздухе жилого сектора была самой высокой в зимний период и снижалась весной на 10, летом и осенью – на 20 %. Однако эти значения не превышали ПДК.

Наибольшее содержание диоксида азота обнаружено в атмосферном воздухе жилого сектора также зимой (0,038 мг/м3). Весной значение этого показателя уменьшалось на 21 % и оставалось неизменным в летний и осенний периоды. Во всех исследуемых пробах концентрация диоксида азота была в пределах нормативных значений.

Концентрация оксидов углерода в течение года не превышала предельного уровня и была выше зимой, а понижалась в остальные периоды.

Уровень содержания взвешенных веществ в воздушной среде был невысоким. Причем, концентрация их была выше летом и осенью (0,2 мг/м3), а зимой и весной снижалась примерно в 2 раза.

Информация, представленная в *таблице 2,* позволяет оценить уровень загрязнения воздушной среды тяжелыми металлами в зоне жилой застройки, расположенной в непосредственной близости к автотранспортному предприятию.

Таблица 2. Содержание тяжелых металлов в атмосферном воздухе жилого сектора (ул. Сибирская)

Время года	Показатель, мг/м3	
	Pb	Mn
Зима	0,0005±0,00001	0,0010±0,0001
Весна	0,0004±0,00001	0,0008±0,0001
Лето	0,0003±0,00001	0,0008±0,0001
Осень	0,0003±0,00001	0,0007±0,0001
ПДК	0,001	0,01

В атмосферном воздухе жилого сектора были обнаружены концентрации свинца и марганца не достигающие предельно допустимых значений. В сезонной динамике происходит снижение значений этих показателей от высших зимой (Pb - 0,0005 и Mn - 0,0010 мг/м3) до более низких в теплое время года. Концентрация свинца уменьшается весной на 20, летом и осенью на 40%; марганца - весной и летом на 20, осенью на 30%.

В *таблице 3* систематизированы данные экологического мониторинга, отражающие среднегодовые показатели содержания вторичных компонентов в воздушной среде г. Троицка, что позволяет оценить общий уровень загрязнения атмосферы второстепенными компонентами на территории санитарно-защитной зоны автотранспортного предприятия и примыкающей к нему жилой зоны.

Таблица 3. Среднегодовое содержание второстепенных компонентов в воздушной среде г. Троицка

Показатель, мг/м3	Точка отбора проб		ПДК
	Ул. Горького	Ул. Сибирская	
SO2	0,0122±0,001	0,0088±0,002	0,5
NO2	0,037±0,002	0,032±0,002	0,2
CO2	1,60±0,01	1,5±0,02	5,0
CO	5,41±0,03	2,6±0,02	3,0
Взвешенные вещества	0,26±0,02	0,16±0,02	0,5
Pb	0,0005±0,00001	0,0004±0,00001	0,001
Mn	0,0009±0,00001	0,0008±0,00001	0,01

При сравнении количества определяемых веществ в воздушной среде на улицах Горького (СЗЗ предприятия) и Сибирской (жилой сектор) выявлено, что содержание всех компонентов в приземном слое тропосферы меньше в жилом секторе: диоксида серы - на 28, диоксида азота – на 14, диоксида углерода – на 6, монооксида углерода – на 52, взвешенных веществ – на 38, свинца – на 20, марганца – на 11%.

Все показатели были в пределах допустимых значений. Снижение концентрации загрязняющих веществ мы объясняем наличием большого количества древесной и кустарниковой растительности на ул. Сибирской и процессами рассеяния.

Заключение

Проведённый мониторинг качества атмосферного воздуха в жилой зоне выявил следующие закономерности сезонного изменения концентраций загрязняющих веществ. Диоксид серы демонстрировал максимальную концентрацию в зимний период, в последующие сезоны наблюдалось постепенное ее снижение.

Уровень содержания диоксида азота достигал пиковых значений зимой, в весенний период концентрация его снижалась и сохранялась на этом уровне летом и осенью.

Содержание оксидов углерода в атмосферном воздухе жилой зоны на протяжении всего года не превышало предельно допустимых уровней, демонстрируя повышенный уровень в зимний период с последующим снижением в другие сезоны.

Взвешенные вещества характеризовались относительно низкими концентрациями. Максимальные значения отмечались в летний и осенний периоды с двукратным снижением показателей в зимой и весной.

В атмосферном воздухе жилой зоны также были зафиксированы тяжёлые металлы (свинец и марганец), концентрации которых не превышали ПДК. Наблюдалась чёткая сезонная динамика с максимальными значениями в зимний период.

Несмотря на наличие сезонных колебаний, значения всех исследованных показателей находились в пределах установленных нормативов.

Сравнительный анализ концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на двух исследуемых территориях показал, что на территории санитарно-защитной зоны предприятия (ул. Горького) зафиксировано более высокое содержание загрязняющих компонентов по сравнению с жилым сектором (ул. Сибирская).

Снижение уровня загрязнения воздуха в жилой зоне может быть обусловлено значительной площадью озеленения на ул. Сибирская, представленной древесными и кустарниковыми насаждениями и эффективными атмосферными процессами рассеивания загрязняющих веществ.

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии зеленых насаждений на качество атмосферного воздуха и эффективности естественных механизмов самоочищения воздушной среды в условиях городской застройки.

Список литературы:

[1] Васильев А.В. Анализ загрязнения воздушной среды в условиях урбанизированных территорий на примере Самарской области // Известия Самарского научного центра РАН. – 2023. – №6. – С. 192–201.

[2] Васильев А.В. Исследование выбросов в атмосферу, создаваемых автомобильным транспортом, и особенностей распределения автотранспортных потоков на территории городского округа Тольятти // Известия Самарского научного центра РАН. – 2021. – №5. – С. 39–46.

[3] Васильев А.В. Исследование выбросов в воздушную среду в условиях урбанизированных территорий на примере городского округа Самара // Известия Самарского научного центра РАН. – 2024. – №6(122). – С. 148–156.

[4] Ильина, В.В. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом // Исследования молодых ученых: материалы LXXII Междунар. науч. конф. (г. Казань, декабрь 2023 г.). – Казань: Молодой ученый. – 2023. – С. 11-14.

[5] Ганин А.И., Васильев А.В. Анализ транспортных потоков и оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от транспортных средств на территории г.о. Тольятти // В сборнике материалов докладов XXVII Всероссийского аспирантско-магистерского научного семинара, посвященного дню энергеимка и 55-летию КГЭУ. – Т. 1.- Казань: Казан. Гос. Энерг. Ун-т. – 2023. – 2022. – №4. – С. 90-97.

[6] Новикова С.А., Шиховцев М.Ю. Загрязнение атмосферного воздуха Иркутской Агломерации выбросами автомобильного транспорта // Известия Саратовского университета. Нов. сер. Науки о Земле. – 2019. – №4. – С. 241-252.

[7] Щербатюк А.П. Влияние выбросов от автотранспорта на качество атмосферного воздуха городов России // Вестник ЗабГУ. – 2014 - № 5(108). – С. 58-64.

[8] Пепина Л.А., Созонтова А.Н. Загрязнение атмосферного воздуха автомобильно-дорожным комплексом // Alfabuild. – 2017. №1 (1). – С. 99-110

References:

[1] Vasiliev A.V. Analysis of air pollution in urbanized areas on the example of the Samara region//Izvestia Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2023. – №6. - S. 192-201.

[2] Vasiliev A.V. Study of air emissions created by road transport and the distribution of traffic flows in the urban district of Togliatti//Izvestia Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2021. – №5. - S. 39-46.

[3] Vasiliev A.V. Study of emissions into the air in urbanized areas using the example of the Samara urban district//Izvestia of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2024. – №6(122). - S. 148-156.

[4] Ilyina, V.V. Monitoring of air pollution by motor vehicles//Research of young scientists: materials LXXII International. scientific. conf. (Kazan, December 2023). - Kazan: Young scientist. – 2023. - S. 11-14.

[5] Ganin A.I., Vasiliev A.V. Analysis of traffic flows and assessment of emissions of pollutants into the atmosphere from vehicles on the territory of Togliatti//In the collection of materials of reports of the XXVII All-Russian Graduate and Master's Scientific Seminar dedicated to the day of energy and the 55th anniversary of KSEU. - T. 1.- Kazan: Kazan. State. Energy. Un-t. – 2023. – 2022. – №4. - S. 90-97.

[6] Novikova S.A., Shikhovtsev M.Yu. Air pollution of the Irkutsk agglomeration by emissions of road transport//Izvestia Saratov University. New. ser. Earth sciences. – 2019. – №4. - S. 241-252.

[7] A.P. Shcherbatyuk. Impact of emissions from motor vehicles on the air quality of Russian cities//Vestnik ZabSU. – 2014 - № 5(108). - S. 58-64.

[8] Pepina L.A., Sozontova A.N. Air pollution by road complex//Alfabuild. – 2017. №1 (1). - P. 99-110