Дата поступления рукописи в редакцию: 08.10.2025 г. DOI: 10.24412/2782-3830-2025-10-367-372
Дата принятия рукописи в печать: 05.11.2025 г.

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

СИНЬКО Вера Николаевна,
старший преподаватель кафедры философии,
Уральский государственный аграрный университет,
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,
Уральский государственный аграрный университет,
e-mail: ekaterina-kazantseva@list.ru

ХАЙРОВА Инна Михайловна,
кандидат биологических наук,
доцент кафедры хирургии, акушерства, микробиологии,
Уральский государственный аграрный университет,
e-mail: khairova70@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

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ТЕРРИТОРИИ ПРОФИЛАКТОРИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Аннотация. *Почвенный покров выступает важнейшим компонентом экосистемы, выполняющим функции биологического фильтра и накопителя различных веществ. При этом почвы территорий автотранспортных предприятий подвергаются интенсивному техногенному воздействию, что приводит к накоплению в них различных загрязняющих веществ, в первую очередь тяжелых металлов. Установлено, что почвенный покров на территории профилактория технического обслуживания автотранспортного предприятия относительно свинца, кадмия, цинка, меди и никеля характеризуется как экологически благополучный. Концентрации всех определяемых тяжелых металлов в течение всего года находилось в рамках предельно допустимых концентраций. Наименьшие концентрации тяжелых металлов в почве ис-*

следуемого участка установлены в зимний период, что может быть обусловлено замедлением миграционных процессов. Увеличение содержания тяжелых металлов в весенний период связано с изменением условий физико-химической миграции, а также интенсивной инфильтрацией через почву талых вод.

Ключевые слова*: автотранспорт, почва, автотранспортные предприятия, тяжелые металлы, технологические процессы, свинец, кадмий, цинк, медь, никель.*

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

KHAIROVA Inna Mikhailovna,
Candidate of Biological Sciences,
Ural State Agrarian University
Associate Professor of the Department of Surgery,
Obstetrics, Microbiology

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

ASSESSMENT OF THE CONDITION OF SOILS IN THE TERRITORY OF A TECHNICAL MAINTENANCE CENTER OF A MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE IN TERMS OF HEAVY METAL CONTENT

Annotation*. Soil is a vital component of the ecosystem, serving as a biological filter and accumulator of various substances. Furthermore, the soils of motor transport enterprises are subject to intense anthropogenic impacts, leading to the accumulation of various pollutants, primarily heavy metals. It was established that the soil cover within the motor transport enterprise's maintenance facility is characterized as ecologically healthy with respect to lead, cadmium, zinc, copper, and nickel. Concentrations of all heavy metals determined were within maximum permissible concentrations throughout the year. The lowest heavy metal concentrations in the soil of the study area were*

observed in winter, which may be due to a slowdown in migration processes. The increase in heavy metal levels in spring is due to changes in the conditions of physicochemical migration, as well as intensive infiltration of meltwater through the soil.

Key words*: motor transport, soil, transport enterprises, heavy metals, technological processes, lead, cadmium, zinc, copper, nickel.*

Введение

В современных условиях развития промышленности и транспорта экологическая безопасность территорий становится одним из приоритетных направлений научных исследований. Особое внимание уделяется изучению влияния автотранспортных предприятий на состояние окружающей среды, поскольку они являются значительными источниками загрязнения окружающей среды.

Почвенный покров выступает важнейшим компонентом экосистемы, выполняющим функции биологического фильтра и накопителя различных веществ. При этом почвы территорий автотранспортных предприятий подвергаются интенсивному техногенному воздействию, что приводит к накоплению в них различных загрязняющих веществ, в первую очередь тяжелых металлов [1,2,3].

Проблема загрязнения почв тяжелыми металлами на территории автотранспортных предприятий приобретает особую значимость в связи с высокой токсичностью данных элементов даже в малых концентрациях, способностью тяжелых металлов к накоплению в живых организмах, отсутствием естественных механизмов их разложения в природной среде, необратимостью процессов загрязнения почвенного покрова.

Техногенное воздействие автотранспортных предприятий на почвенный покров характеризуется выбросами выхлопных газов, содержащих соединения свинца, кадмия, цинка и других тяжелых металлов, образованием отходов при техническом обслуживании транспортных средств, использованием смазочных материалов и технических жидкостей, механическим загрязнением почвы. Отработавшие газы автомобильных двигателей содержат около 200 веществ, большинство из которых токсичны [4,5,6,7].

В связи с этим необходимо проведение контрольных мероприятий по определению вредного воздействия автотранспорта на окружающую природную среду.

Целью исследования явился анализ содержания тяжелых металлов в почвенном покрове предприятия МУП «Троицкое ПАТП».

Научная значимость исследования заключается в необходимости оценки уровня загрязнения почв тяжелыми металлами, выявления закономерностей распределения загрязняющих веществ, разработки мер по снижению негативного воздействия на почвенный покров, создания системы мониторинга состояния почв.

Практическая ценность работы определяется возможностью использования полученных данных для разработки мероприятий по охране почв, оптимизации технологических процессов на автотранспортных предприятиях, совершенствования системы экологического контроля, прогнозирования последствий техногенного воздействия на окружающую среду.

Материалы и методы

Исследовательская работа проводилась в специализированной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Челябинской области в г. Троицке», где осуществлялся комплексный анализ качества почвенного покрова городской территории.

Объектом исследования выступили образцы почвы, отобранные в соответствии с действующими государственными стандартами (ГОСТ 17.4.3.01-2017 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб»; ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа»). Исследовательская площадка включала территорию участка профилактория технического обслуживания (ТО).

Аналитические исследования были направлены на определение содержания следующих тяжелых металлов в почвенных пробах: свинец, кадмий, цинк, медь, никель.

Методология анализа базировалась на использовании атомно-абсорбционной спектрофотометрии, принцип которой заключается в полном разложении органических компонентов посредством контролируемого сжигания проб в электропечи с последующей атомизацией распыленного раствора.

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

Результаты исследования сравнивали с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) тяжелых металлов в почве населенных пунктов (ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве», СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологи-

ческие 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»).

Результаты

Антропогенное воздействие автотранспортного предприятия и его производственных процессов приводит к загрязнению окружающей среды тяжелыми металлами. Важно отметить, что загрязнение почв происходит не напрямую, а опосредованно через осаждение частиц из атмосферного воздуха и загрязнение ливневыми стоками. Мониторинг загрязнения на предприятии включает контроль содержания пяти основных тяжелых металлов: свинец, кадмий, цинк, медь, никель.

Точка отбора проб была определена на цветнике около профилактория технического обслуживания.

Такой выбор локации обусловлен наибольшей степенью подверженности техногенному воздействию, что позволяет получить репрезентативные данные о характере и интенсивности загрязнения почвенного покрова на территории предприятия.

Количественные показатели содержания тяжелых металлов в почве около профилактория технического обслуживания автотранспортного предприятия отражены в *таблице 1.*

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов в почве профилактория технического обслуживания

Металл	Сезон года				ПДК
	Зима	Весна	Лето	Осень	
Свинец	2,12±0,19	2,67±0,21	2,49±0,20	2,37±0,17	32,0
Кадмий	0,22±0,03	0,31±0,03	0,25±0,03	0,24±0,03	2,0
Цинк	0,31±0,01	0,35±0,02	0,35±0,02	0,33±0,01	23,0
Медь	2,24±0,21	2,57±0,19	2,50±0,17	2,52±0,20	132,0
Никель	0,030±0,003	0,040±0,003	0,038±0,003	0,039±0,003	4,0

Увеличение концентрации свинца в почве, расположенной в непосредственной близости к профилакторию технического обслуживания, происходит за счет выхлопных газов автотранспорта, а также пайки припоем на медницком участке и обкатки двигателей карбюраторных и дизельных автомашин. Токсическое воздействие свинца на организм человека проявляется в развитии общей интоксикации, нарушении функционирования центральной нервной системы, поражении органов репродуктивной системы, патологиях печени и почек. Сезонная динамика концентрации свинца в почве показала, что наименьший его уровень содержания в почве был установлен в зимний период и составил 2,12мг/кг. Весной происходило резкое увеличение его содержания на 0,55 мг/кг или 25,9%. В летний и осенний периоды мы наблюдали постепенное снижение концентрации свинца в почве на 7,2 и 12,6% соответственно. Значения этого показателя в летний и осенний период различались незначительно. Следует отметить, что во все периоды наблюдения содержание свинца в почве находилось на достаточно низком уровне - на порядок ниже уровня, установленного ПДК.

Загрязнение почвы кадмием обусловлено преимущественно автомобильными выбросами в атмосферу. Механизм накопления токсичного вещества в окружающей среде включает первичное загрязнение почвы через осаждение кадмия из выхлопных газов, последующее распространение загрязняющего вещества, проникновение в водные источники, попадание в пищевые цепочки через растения и сельскохозяйственную продукцию. Процесс аккумуляции кадмия в организме человека происходит постепенно через употребление загрязнённой воды, продуктов питания, выращенных на загрязнённых почвах, контакт с загрязнённой средой. Важно отметить, что кадмий характеризуется высокой способно-

стью к накоплению в живых организмах, что создаёт серьёзную угрозу для здоровья человека, развитию болезней почек, размягчению костей, онкологическим заболеваниям. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что в течение всего года концентрация кадмия в почве оставалась в пределах ПДК. Максимальное значение концентрации этого элемента в почве установлено в весенний период 0,22 мг/кг, что составило 11% от допустимого значения. Содержание кадмия в почве в разные периоды года было неодинаковым. Как уже было указано выше, максимальная его концентрация в почве приходилась на весенний период, зимой она была меньше на 29,1%. Содержание кадмия в почве в летний и осенний периоды оставалось практически на одном уровне и составила 0,25 и 0,26 мг/кг, что ниже весеннего значения на 19,4 и 16,2%, а ПДК – в 8 раз.

Пути поступления цинка в почву на территории предприятия аналогичны путям поступления в окружающую среду кадмия. Это, в первую очередь, выхлопные газы автотранспорта. Кроме этого, цинк может выделяться в атмосферу, а из нее попадать в почву во время проведения технологических процессов по обслуживанию автотранспорта. Содержание в почвенном слое цинка в зимний период было самым невысоким, что составило 0,31 мг/кг. К весне концентрация данного элемента в почве увеличивалась на 0,04 мг/кг или 12,9% и оставалась на этом уровне до окончания летнего периода. Осенью значение данного показателя снизилось на 5,8%. Результаты исследования демонстрируют крайне низкое содержание цинка в проанализированных образцах почвы. Количественный анализ свидетельствует о том, что среднегодовое содержание цинка составляло 1/68 от предельно допустимой концентрации при установленном нормативе ПДК равном 23,0 мг/кг, находится в пределах естественных фоновых значений и не представляет угрозы для окружающей среды и здоровья человека.

Источники поступления меди в окружающую среду на территории автотранспортного предприятия связаны с технологическими процессами обслуживания автотранспорта и производственными операциями по ремонту транспортных средств. Токсическое воздействие избыточного содержания меди на организм человека может проявляться в виде развития анемии, общей интоксикации организма, нарушений метаболических процессов. Результаты исследования содержания меди в почве показали, что среднегодовое содержание меди в почве профилактория технического обслуживания составил 1,8% от предельно допустимой концентрации. Концентрация этого металла имела стабильно низкие значения во все периоды наблюдений, тем не менее была подвержена сезонным изменениям. В зимний период она составила 2,24 мг/кг, что на 0,33 мг/кг или 14,7% меньше, чем в весенний период, когда этот показатель имел максимальное значение. Летом происходило снижение содержания меди на 3% - до 2,50 мг/кг, а затем ее содержание вновь возрастало до 2,52 мг/кг, то есть на 0,8%.

Результаты исследования почвы показали наличие незначительных концентраций никеля. Токсическое воздействие никеля на организм человека способствует развитию аллергии, дерматитов, при длительном воздействии возникает риск развития онкологических заболеваний. Уровень содержания никеля в почвенном слое демонстрировал стабильную картину с низкими показателями изменчивости. Если в зимний период концентрация составляла 0,030 мг/кг, то в весенний период произошло незначительное ее повышение на 33,3%, летом вновь снизилось на 5% и оставалось на этом уровне и в течение осеннего периода. При этом среднегодовая концентрация никеля в почве составляла 1/109 часть от ПДК.

Заключение

Исходя из результатов исследований можно сделать вывод, что почвенный покров на территории профилактория технического обслуживания автотранспортного предприятия относительно определяемых элементов характеризуется как экологически благополучный. Концентрации всех определяемых тяжелых металлов в течение всего года находилось в рамках предельно допустимых концентраций.

Анализ сезонной динамики показал, что наименьшие концентрации тяжелых металлов в почве исследуемого участка установлены в зимний период, что может быть обусловлено замедлением миграционных процессов. Увеличение содержания тяжелых металлов в весенний период связано с изменением условий физико-химической миграции, а также интенсивной инфильтрацией через почву талых вод.

Несмотря на то, что содержание тяжелых металлов находилось в пределах нормативных документов, их присутствие в почве выше фоновых концентраций вызывает опасение, так как тяжелые металлы обладают свойством аккумулироваться в организме и оказывают на него неблагоприятное воздействие.

Таким образом, нельзя оставлять без внимания наличие в почве на территории предприятия тяжелых металлов в концентрациях выше фоновых и, как следствие, проводить постоянный мониторинг состояния почвенного покрова.

Список литературы:

[1] Владимиров С. Н. Загрязнение окружающей среды при эксплуатации, хранении, техническом обслуживании и ремонте автотранспортной техники // Успехи современного естествознания. - 2013. - № 3. - С. 118-119.

[2] Бейсеев А. О, Бидайык А.Н. Оценка загрязнения почв тяжелыми металлами в зависимости от удаленности автодорог // Молодой ученый. — 2020. — № 25 (315). — С. 367-371.

[3] Готфрид Н. С., Чаптаров Д. В., Терещенко Н. Н. Масштаб загрязнения почв тяжелыми металлами в России // Молодой ученый. — 2023. — № 25 (472). — С. 307-310.

[4] Левшаков Л. В. Нормирование содержания тяжёлых металлов в почве // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2011. - № 3. - С. 236-238.

[5] Медведев И.Ф., Деревягин С.С. М42 Тяжелые металлы в экосистемах / Саратов: «Ракурс». - 2017. – 178 с.

[6] Тротц В. Б., Тротц Н. М. Аккумуляция тяжёлых металлов чернозёмами самарского Заволжья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2014. - № 5. - С. 17-23.

[7] Шадрова С. В., Казакова Н. А. Мониторинг тяжёлых металлов в системе «вода-почва» реки Свияги в черте г. Ульяновска // В мире научных открытий. – 2018. - Том 10. - № 3-2. - С. 46–55.

References:

[1] Vladimirov S. N. Environmental pollution during the operation, storage, maintenance and repair of motor vehicles//Successes of modern natural science. - 2013. - № 3. - S. 118-119.

[2] Beiseev A. O, Bidayyk A. N. Assessment of soil pollution with heavy metals depending on the distance of roads//Young scientist. — 2020. — № 25 (315). - S. 367-371.

[3] Gottfried N. S., Chaptarov D. V., Tereshchenko N. N. Scale of soil pollution with heavy metals in Russia//Young scientist. — 2023. — № 25 (472). - S. 307-310.

[4] Levshakov L.V. Normalization of the content of heavy metals in the soil//Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2011. - № 3. - S. 236-238.

[5] Medvedev I.F., Derevyagin S.S. M42 Heavy metals in ecosystems/Saratov: “Racurs.” - 2017. - 178 s.

[6] Trotz V. B., Trotz N. M. Accumulation of heavy metals by chernozems of the Samara Volga region//Izvestia of the Orenburg State Agrarian University. - 2014. - № 5. - S. 17-23.

[7] Shadrova S.V., Kazakova N.A. Monitoring of heavy metals in the water-soil system of the Sviyaga River within the city of Ulyanovsk//In the world of scientific discoveries. – 2018. - Volume 10. - № 3-2. - S. 46-55.

