- ПРОБЛЕМЫ РОССИЙСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА-

Дата поступления рукописи в редакцию: 08.10.2025 г. DOI: 10.24412/2782-3830-2025-10-158-163
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

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЕРРИТОРИИ АВТОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Аннотация. *Почвенный покров, являясь естественным фильтром экосистемы, подвергается серьезной нагрузке в условиях интенсивного техногенного воздействия автотранспортных предприятий, что создает риск превышения допустимых концентраций загрязняющих веществ. Тяжелые металлы становятся приоритетным загрязнителем почв в зоне влияния автотранспортных предприятий. Их накопление происходит за счет выхлопных газов*

транспортных средств, технологических процессов, механического загрязнения. Установлено, что на участке автозаправочной станции преобладает содержание свинца, кадмия и цинка, а на участке профилактория технического обслуживания - меди и никеля. Это обусловлено тем, что медь и никель выделяются в процессе технического обслуживания автотранспорта, а свинец, кадмий и цинк выделяются с выхлопными газами автотранспорта при заправке на АЗС.

Ключевые слова: *автотранспорт, почва, автотранспортные предприятия, тяжелые металлы, автозаправочная станция, 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 Philosoph
y, 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

MONITORING SOIL POLLUTION WITH HEAVY METALS IN THE TERRITORY OF A TRANSPORT ENTERPRISE'S MAINTENANCE FACILITY

Annotation. *Soils, acting as a natural filter for the ecosystem, are subject to significant stress under the intense anthropogenic impact of motor vehicle operations, creating the risk of pollutant concentrations exceeding permissible limits. Heavy metals are becoming a primary soil pollutant in the area affected by motor vehicle operations. They accumulate due to vehicle exhaust, industrial*

processes, and mechanical pollution. It has been established that lead, cadmium, and zinc predominate at the gas station site, while copper and nickel predominate at the maintenance facility site. This is because copper and nickel are released during vehicle maintenance, while lead, cadmium, and zinc are released through vehicle exhaust during refueling at the gas station.

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 государственной политики Российской Федерации. Особую актуальность приобретает проблема загрязнения почв тяжелыми металлами на территориях объектов транспортной инфраструктуры, в частности, автозаправочных станций (АЗС).

Согласно Федеральному закону от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», почвенный покров является важнейшим компонентом природной среды, требующим особой охраны от загрязнения химическими веществами. В соответствии с Земельным кодексом РФ, контроль состояния почв и предотвращение их загрязнения являются обязательными требованиями для хозяйствующих субъектов [1,2].

Тяжелые металлы представляют особую опасность для экосистем, поскольку обладают высокой токсичностью, способностью к биоаккумуляции и длительному сохранению в окружающей среде. По данным исследований российских ученых, почвы территорий АЗС характеризуются повышенным содержанием свинца, кадмия, цинка, меди и других тяжелых металлов, поступающих с выхлопными газами автотранспорта и в результате технологических процессов [3,4].

Актуальность исследования обусловлена высокой антропогенной нагрузкой на почвы в зоне влияния АЗС, отсутствием естественных механизмов детоксикации тяжелых металлов, возможностью миграции загрязняющих веществ в подземные воды, воздействием на здоровье населения [5,6,7].

В связи с этим регулярный мониторинг содержания тяжелых металлов в почве автотранспортного предприятия представляет собой инструмент для сохранения экологического баланса, здоровья людей и устойчивого развития предприятия.

Целью исследования явилась сравнительная оценка уровня загрязнения почв тяжелыми металлами на территории автозаправочной станции автотранспортного предприятия.

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»). В рамках исследования почвенного покрова были определены и обследованы следующие территории: участок автозаправочной станции (АЗС); территория 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-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»).

Результаты

Участок АЗС представляет собой зону повышенного техногенного воздействия, характеризующуюся интенсивной эксплуатацией транспортных средств, территория ТО — участок, где осу-

ществляются ремонтные и профилактические работы автотранспорта. Выбор данных локаций обусловлен необходимостью оценить уровень загрязнения почв в местах активной эксплуатации транспортных средств, сравнить показатели загрязнения на различных объектах транспортной инфраструктуры, выявить специфику накопления загрязняющих веществ в зависимости от характера техногенной нагрузки.

Результаты исследования почвы АЗС автотранспортного предприятия на содержание тяжелых металлов представлены *таблице 1.*

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов в почве АЗС

Металл	Сезон года				ПДК
	Зима	Весна	Лето	Осень	
Свинец	1,75±0,15	1,85±0,12	1,81±0,16	1,80±0,19	32,0
Кадмий	0,34±0,04	0,40±0,02	0,35±0,02	0,35±0,01	2,0
Цинк	0,43±0,03	0,51±0,04	0,52±0,03	0,47±0,03	23,0
Медь	2,01±0,20	2,19±0,21	2,15±0,19	2,12±0,15	132,0
Никель	0,25±0,02	0,36±0,02	0,32±0,02	0,31±0,02	4,0

Результаты мониторинга показали следующую картину изменения концентрации свинца в почве на участке АЗС в течение года. В зимний период зафиксировано минимальное значение — 1,75 мг/кг, весной отмечено повышение показателя на 5,7% до уровня 1,85 мг/кг. В последующие летний и осенний периоды наблюдалась тенденция к снижению концентрации в диапазоне 1,80–1,81 мг/кг. Анализ данных демонстрирует относительную стабильность показателей в течение года, незначительные колебания концентрации свинца, преобладание весеннего максимума содержания металла в почве.

Анализ содержания кадмия в почвенном покрове свидетельствует о том, что его концентрация во все периоды исследований находилась в пределах нормативных значений. Динамика показателей характеризовалась стабильным уровнем содержания металла и незначительными сезонными колебаниями. В зимний, летний и осенний периоды содержание кадмия находилось в диапазоне 0,34-0,35 мг/кг, что было меньше значения этого показателя в весенний период на 17,6-14,2% соответственно.

Самая высокая концентрация цинка была установлена в пробах почвы, взятых в весенний и летний периоды, что составило 2% от ПДК. В осенне-зимний период содержание цинка в почве снижалось до 0,43 мг/кг зимой и 0,47 мг/кг осенью. Это связано с тем, что цинк легко адсорбируется минеральными и органическими компонентами, и в большинстве типов почв наблюдается его аккумуляция в поверхностных горизонтах. Максимальное содержание цинка наблюдается в наиболее влажные и тёплые периоды — летом или весной, а минимальное — осенью и зимой, так как происходит вынос подвижной формы цинка из почвы в позднелетне-осенний период.

Содержание меди в пробах почвы на участке АЗС в течение всего года было значительно ниже нормативно установленного уровня с максимальным значением в весенний период, минимальным – в зимний. Концентрация меди в пробах почвы осенью и летом имела промежуточные значения. Различия в сезонной динамике меди, как других тяжелых металлов, были недостоверны.

Как видно из данных, предоставленных в таблице, содержание никеля в пробах почвы не было подвержено изменениям в течение года. Максимальное значение концентрации никеля в почве приходилось на весенний период и составляло 0,36 мг/кг. При этом максимальная фактическая концентрация была в 11 раз меньше, чем ПДК. В остальные периоды года содержание никеля было меньше максимального весеннего значения на 11- 31%.

Исследование сезонных колебаний содержания тяжелых металлов в почве на различных участках автотранспортного предприятия показало следующую закономерность. Зимний период характеризовался минимальным уровнем загрязнения, весенний период демонстрировал максимальные показатели концентрации, в летне-осенний период происходило постепенное снижение содержания тяжелых металлов. Механизм сезон-

ных изменений обусловлен тем, что в зимний период низкая интенсивность миграции веществ, наличие снегового покрова, минимальные температурные показатели, в весенний период происходит активизация обменных процессов, таяние снега и инфильтрация талых вод, массовая адсорбция накопленных за зиму металлов, усиление взаимодействия между средами. Для летнего и осеннего периодов свойственны более активная физико-химическая миграция элементов, переход металлов в подвижную форму, усиление естественных процессов самоочищения почвы. Несмотря на сезонные колебания содержания в почве автотранспортного предприятия тяжелых металлов, почва сохраняет благоприятное экологическое состояние, поскольку концентрации тяжелых металлов не превышают ПДК, наблюдается естественная динамика их содержания, функционируют механизмы самоочищения. Выявленная сезонная динамика отражает естественные процессы миграции тяжелых металлов в экосистеме, при этом, не создавая угрозы экологического характера.

При анализе среднегодовых концентраций тяжелых металлов на территории автотранспортного предприятия установлено, что на участке ТО по сравнению с участком АЗС было обнаружено большее содержание свинца, меди и меньшее кадмия, цинка и никеля. Это объясняется тем, что поступление свинца в почву на участке АЗС связано только с выхлопными газами автотранспорта, а на участке ТО к данному источнику добавляется пайка припоем на медницком участке и обкатка двигателей карбюраторных и дизельных автомашин. Большее содержание меди и никеля на участке ТО обусловлено непосредственной близостью места взятия почвы для анализа к производственным помещениям, где осуществляются технологические процессы, служащие источником загрязнения почвы данными металлами. Присутствие меди и никеля в пробах почвы на участке АЗС связано с атмосферным и водным переносом данных веществ, а также миграцией химических элементов в почвенном профиле. Большее содержание в почве участка АЗС по сравнению с участком ТО кадмия и цинка обусловлено тем, что их источником служат выхлопные газы автотранспорта, которые выделяются в период его заправки на АЗС. Это объясняется тем, что наибольшее количество загрязняющих веществ выделяется в момент движения с малой скоростью и торможении, что собственно и происходит во время заправки. Наличие кадмия и цинка в пробах почв участка ТО связано с атмосферным и водным переносом данных веществ, а так же миграцией химических элементов в почве.

Заключение

Результаты комплексного анализа почвенного покрова территории МУП «Троицкое ПАТП им. Е.М. Мокеева» позволяют сделать следующие заключения. Экологический статус почвы определяется как благоприятный по всем исследуемым показателям. Количественные показатели содержания элементов демонстрируют полное соответствие предельно допустимым концентрациям, отсутствие превышений нормативных значений, стабильно безопасные уровни загрязнения. Результаты исследования подтверждают соответствие почвы экологическим нормативам, отсутствие угрозы для окружающей среды, благоприятную ситуацию по содержанию определяемых элементов. Территория предприятия характеризуется оптимальным состоянием почвенного покрова с точки зрения содержания исследуемых элементов.

Результаты мониторинга на участках АЗС и ТО выявили четкую сезонную зависимость содержания тяжелых металлов в почве. Зимний период характеризовался минимальным уровнем загрязнения, что обусловлено замедлением миграционных процессов, снижением активности химических реакций, стабильным состоянием почвенного покрова. Весенний период демонстрировал значительное увеличение концентрации тяжелых металлов вследствие изменения условий физико-химической миграции, активной инфильтрации талых вод, ускорения процессов перемещения загрязняющих веществ. Механизм сезонных изменений связан с природно-климатическими факторами, влияющими на скорость перемещения загрязняющих веществ, интенсивность химических процессов, проницаемость почвенного слоя. Выявленная сезонная динамика подтверждает влияние природных факторов на распределение тяжелых металлов в почвенном покрове исследуемых территорий.

На исследуемых участках наблюдалось различное соотношение содержания исследуемых элементов. Так на участке АЗС по сравнению с участком ТО преобладает содержание свинца, кадмия и цинка, а на участке ТО - меди и никеля. Это обусловлено тем, что медь и никель выделяются в процессе технического обслуживания автотранспорта, а свинец, кадмий и цинк выделяются с выхлопными газами автотранспорта при заправке на АЗС.

Список литературы:

[1] Владимиров С. Н. Загрязнение окружающей среды при эксплуатации, хранении, техниче-

ском 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 черноземами 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.

