

Гаршин М.В., Сулейманов Р.Р., Полякова Н.Г. Оценка содержания тяжелых металлов
в почвах нефтепромысловых районов Республики Башкортостан

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

УДК 631.45

Оценка содержания тяжелых металлов в почвах нефтепромысловых районов Республики Башкортостан

Гаршин М.В.^{1,2}, Сулейманов Р.Р.^{1,3}, Полякова Н.Г.²

¹Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН

²ООО «РН-БашНИПИнефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»)

³Уфимский университет науки и технологий

Аннотация

В данной статье рассматривается проблема сопутствующего загрязнения почв тяжелыми металлами после давних разливов нефти в Республике Башкортостан. Приводятся результаты исследования по изучению изменения валового содержания тяжелых металлов в разных типах почв. Исследования показали, что в ряду изученных валовых форм тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Ni) на участках с давними разливами нефти нет корреляции с содержанием нефтепродуктов. Содержание всех форм изученных металлов не превышало требования санитарно-гигиенических нормативов и геохимического фона, характерного для изученной территории.

Ключевые слова: ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, СЕРАЯ ЛЕСНАЯ ПОЧВА, ЧЕРНОЗЕМ ТИПИЧНЫЙ, АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ЛУГОВЫЕ ПОЧВЫ, НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Введение

В то время как быстрое экономическое развитие способствовало процветанию и прогрессу, оно также создало довольно много экологических угроз. Одной из важнейших и актуальных проблем является загрязнение почвы тяжелыми металлами (ТМ), что создает существенную угрозу продовольственной безопасности и здоровью экосистем в целом, а также связанную со сложным взаимодействием природных и антропогенных факторов. Эти персистентные токсины, накапливаясь в почве даже в незначительных количествах, изменяют ее состав и влияют на ее плодородие и устойчивость. Это в конечном итоге

приводит к снижению урожайности и ухудшению качества продуктов питания. Более того, ТМ из почвы легко проникают в сельскохозяйственные культуры, представляя значительный риск для здоровья, поскольку они попадают в пищевую цепочку для потребления человеком [1-4].

Проблема ТМ остается актуальной во всем мире; например, одни из последних исследований говорят о том, что на сельскохозяйственных землях Китая загрязнение ТМ составляет 15 % от общей площади пахотных земель [4].

В результате антропогенной деятельности загрязнение ТМ значительно усиливается в процессах добычи полезных ископаемых, сжигания ископаемого топлива, промышленных выбросов, при активном применении транспортных средств [4, 5].

Деятельность человека, особенно связанная с разведкой и транспортировкой нефти, приводит к разливам нефти, что вносит значительный вклад в загрязнение почвенных ресурсов [6, 7].

За последние несколько десятилетий из-за возросшей разведки и эксплуатации нефтяных месторождений риск случайных разливов нефти в окружающую среду увеличился во всем мире. Многочисленные районы были загрязнены из-за выброса сырой нефти и ее побочных продуктов. Сырая нефть и связанное с ней химическое загрязнение стали серьезной глобальной проблемой, в первую очередь, из-за их роли в нанесении экологического и общественного ущерба [7, 8].

Нефть состоит из широкого спектра соединений, включая полициклические ароматические углеводороды, асфальтены, алифатические соединения и небольшие количества металлов, таких как никель, свинец, железо, а также медь и цинк. ТМ, такие как никель и железо, в низких концентрациях также выбрасываются в окружающую среду из нефтяных ресурсов и связанных с ними отраслей промышленности. ТМ привлекли к себе значительное внимание из-за экологического риска, социально-экономических последствий и воздействия на здоровье человека. Именно поэтому оценка этих загрязняющих веществ и их негативных последствий для защиты здоровья человека крайне необходима, особенно в районах с развитой сельскохозяйственной деятельностью [9].

Актуальность решения проблемы загрязнения нефтью и сопутствующим спектром загрязнителей подчеркивается недавними экологическими катастрофами, зафиксированными на северо-востоке и юго-востоке Бразилии, где были затронуты

побережье и мангровые заросли [9]. В Иране, стране с обширными нефтяными месторождениями и давней деятельностью по добыче и переработке нефти, различные экологические матрицы были сильно загрязнены стойкими загрязняющими веществами нефтяного происхождения [10]. В Нигерии, в штате Байелса, где добывается нефть, из-за низменных особенностей и происходящих там наводнений, происходит загрязнение разлитой остаточной нефтью [11].

Из-за металлических ионов, входящих в состав сырой нефти, уровни токсичных металлов в окружающей среде часто усугубляются при разливе нефти.

Во всем мире воздействие нефтепроводов на окружающую среду вызывает серьезную озабоченность, особенно из-за возможности утечек и разливов, которые могут привести к загрязнению почвы, воды и воздуха. Многочисленные исследования показали, что регионы, окружающие нефтепроводы, часто испытывают повышенный уровень загрязняющих веществ, особенно ТМ, которые представляют серьезную опасность как для экосистем, так и для здоровья человека [12-14].

Республика Башкортостан является традиционно нефтедобывающим регионом России. Существуют исследования, где рассматриваются концентрации тяжелых металлов в почве, которые связаны с нефтепереработкой и нефтедобычей [6, 8, 15, 16].

В своем же исследовании мы рассматриваем участки с давними разливами нефти и оцениваем сопутствующее загрязнение ТМ, а также их влияние на окружающую среду.

Объекты и методы

Отбор проб проводился в Калтасинском, Бижбулякском и Ермекеевском районах Республики Башкортостан в мае и июле 2022 г. в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01–2017 [17], с соблюдением общих требований к отбору проб. Данные районы являются развитыми по добыче нефти и газа. Отбор проб проводился методом конверта с помощью лопаты и совка из пластмассы, с предварительным снятием дерна. Все пробы почвы отбирались из одного слоя (рис. 1).

Чернозем типичный и серая лесная почвы широко распространены в Башкирском Предуралье. Почвы на участках исследований в Калтасинском районе (рис. 1: А, В) представлены серыми лесными почвами, которые характеризуются слабокислой реакцией, содержание гумуса в гумусово-аккумулятивном горизонте достигает 4 %. Почвы на участке

С представлены черноземом типичным, который характеризуется нейтральной реакцией среды, высоким содержанием гумуса (до 10 %). На участке **Д** почвы представлены аллювиальными луговыми и характеризуются близкими к нейтральной реакцией среды и высоким содержанием гумуса (до 11 %).

Определение валового содержания ТМ проводили методом вольтамперометрии на анализаторе типа ТА (МУ 31-11/05).

Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве в таблицах приводятся согласно Постановлению [18].

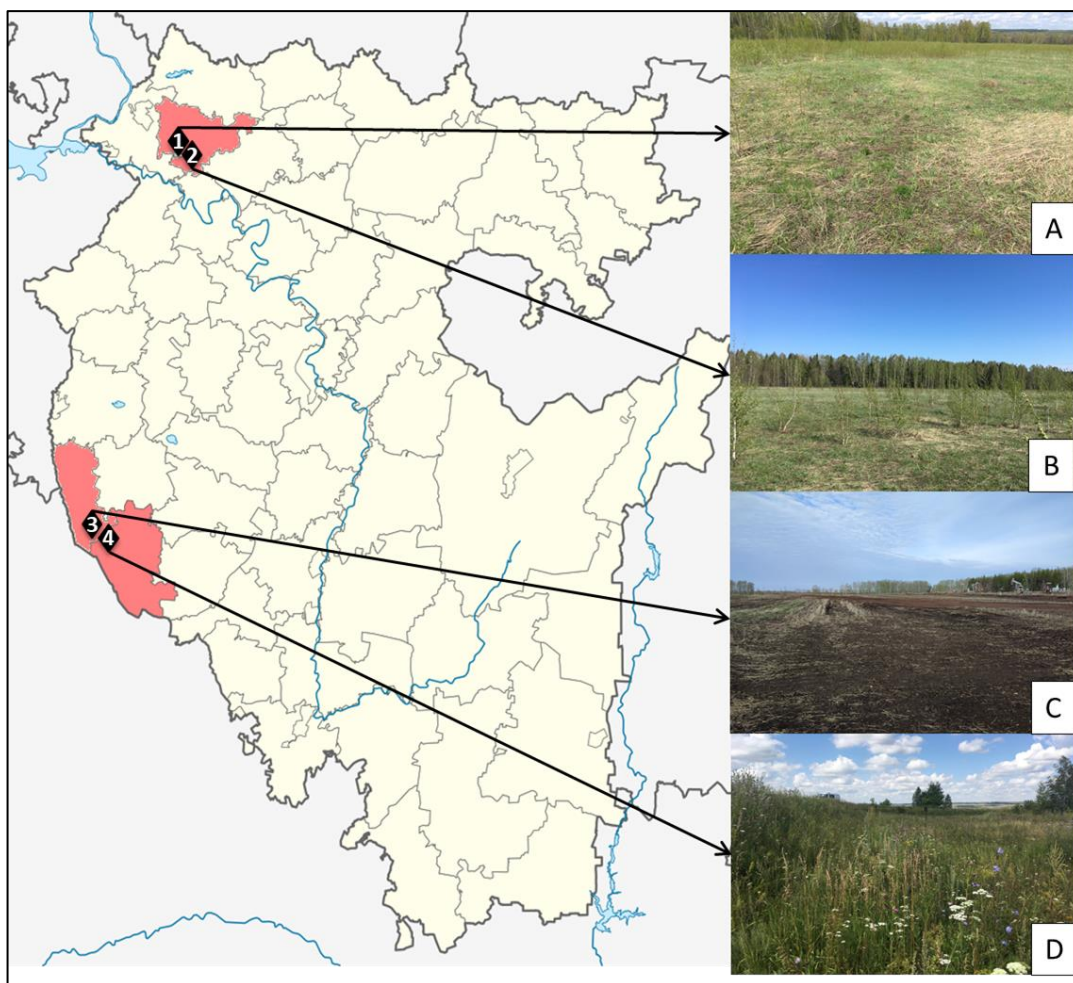


Рис. 1. Местоположения участков исследования с давними разливами нефти
Примечание: А – участок рядом с н.п. Графское (май 2022); В – участок рядом с н.п. Нижняя Татья (май 2022); С – участок рядом с н.п. Знаменка (май 2022); D – участок рядом с н.п. Павловка (июнь 2022).

Результаты и обсуждение

Анализ содержания валовых форм (Zn, Cu, Pb, Ni) ТМ в исследуемых почвах показывает, что концентрация элементов, значения которых регламентируются санитарно-гигиеническими требованиями, не превышает предельно допустимые (ПДК) и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) (рис. 2).

Содержание остальных элементов соответствует природно-геохимическому фону и генетическим особенностям почвообразовательных процессов, характерных для почв изучаемой территории Республики Башкортостан.

Согласно ГОСТ Р 70281–2022 [19], загрязняющие почву ТМ подразделяются на три класса токсичности – к первому классу в нашем случае относятся Zn, Pb, ко второму – Cu, Ni.

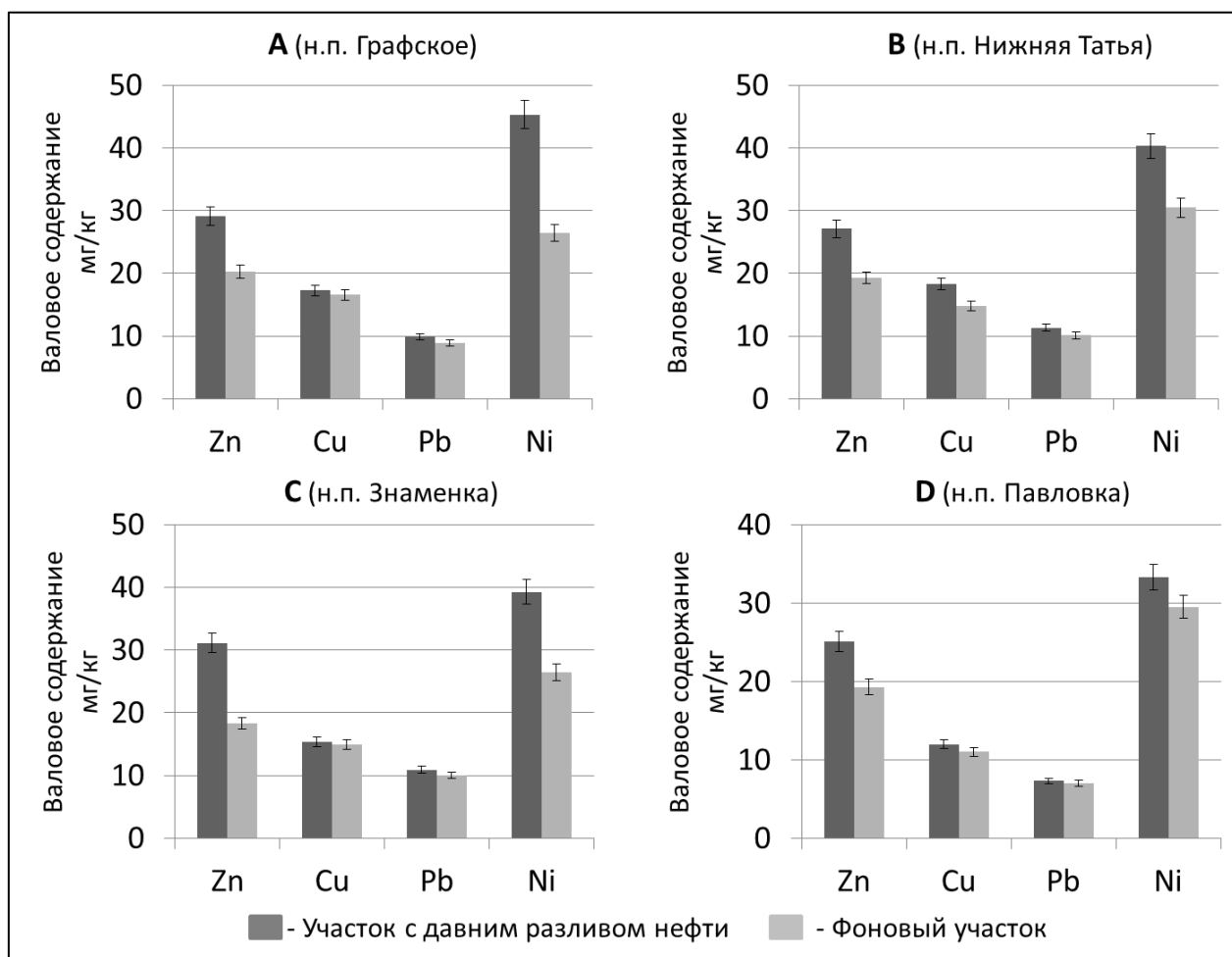


Рис. 2. Валовое содержание некоторых ТМ на участках с давними разливами нефти
Примечание: Вертикальные планки погрешности представляют собой стандартное отклонение

Проанализировано содержание ТМ (Zn, Cu, Pb, Ni) на участках исследования с давними разливами нефти. На всех исследуемых участках нет превышений ПДК, но отмечается повышенное содержание тяжелых металлов относительно фона от 10 до 30 %. На участках с давними разливами нефти присутствует небольшая концентрация нефтепродуктов (НП): участок А – 55 мг/кг; участок В – 33 мг/кг; участок С – 42 мг/кг; участок D – 260 мг/кг. В фоновых образцах концентрация НП не превышает 5 мг/кг. В соответствии с письмом Минприроды России от 27.12.1993 N 04-25 содержание НП – ниже показателей загрязнения и соответствует допустимому уровню (< 1000 мг/кг).

Корреляционной зависимости между содержанием ТМ и НП не наблюдается, при самом низком содержании НП из всех участков, на участке А происходит увеличение содержания никеля на 30 % относительно фона. В то же время на участке D с самым высоким содержанием НП отмечается увеличение содержания никеля на 10 % относительно фона.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования по изучению изменения валового содержания ТМ в почвах (серая лесная почва, чернозем типичный, аллювиальная луговая почва) на участках с давними разливами нефти не показали корреляционной связи между ТМ и НП.

Следует отметить, что содержание всех форм изученных металлов не превышало требования санитарно-гигиенических нормативов и геохимического фона, характерного для почв Республики Башкортостан.

Список использованных источников:

1. Бускунова Г.Г., Хасанова Р.Ф., Семенова И.Н., Ильбулова Г.Р. Тяжелые металлы в системе "почва-дикорастущее лекарственное растение" на примере *Tanacetum vulgare L* // Экология и промышленность России. – 2020. – Т. 24. – № 7. – С. 37–41.
2. Водяницкий Ю.Н. Нормативы содержания тяжелых металлов и металлоидов в почвах // Почвоведение. – 2012. – № 3. – С. 368.
3. Водяницкий Ю.Н., Яковлев А.С. Оценка загрязнения почвы по содержанию тяжелых металлов в профиле // Почвоведение. – 2011. – № 3. – С. 329–335.
4. Bi Z., Sun J., Xie Y., Gu Y., Zhang H., Zheng B., Ou R., Liu G., Li L., Peng X., Gao X.,

Wei N. Machine learning-driven source identification and ecological risk prediction of heavy metal pollution in cultivated soils // *Journal of Hazardous Materials*. – 2024. – Vol. 476. – P. 135109. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.135109>.

5. Воеводина Т.С., Русанов А.М., Сулейманов Р.Р. Оценка фитотоксичности и уровня химического загрязнения почв придорожных территорий г. Оренбурга // *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. – 2015. – № 3. – С. 9–13.

6. Габбасова И.М., Хабиров И.К. Распространение, типология и оценка состояния деградированных почв Республики Башкортостан // *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 2. – С. 3–11.

7. Пырина И.В., Назаров А.В., Плюснин С.Д., Басов В.Н., Горелов В.В., Иларионов С.А. Фиторемедиация нефтезагрязненной почвы с высоким содержанием тяжелых металлов // *Вестник Пермского государственного технического университета. Химическая технология и биотехнология*. – 2009. – Т. 10. – С. 72–77.

8. Тимофеева Е.А., Молодцова А.С. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в черноземе типичном Республики Башкортостан, загрязненном нефтью и хлоридом натрия, в условиях полевого эксперимента // *Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение*. – 2023. – № 3. – С. 93–102.

9. Sharma K., Shah G., Singhal K., Soni V. Comprehensive insights into the impact of oil pollution on the environment // *Regional Studies in Marine Science*. – 2024. – Vol. 74. – P. 103516. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103516>.

10. Hemati S., Heidari M., Momenbeik F., Khodabakhshi A., Fadaei A., Farhadkhani M., Mohammadi-Moghadam F. Co-occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy metals in various environmental matrices of a chronic petroleum polluted region in Iran; Pollution characterization, and assessment of ecological and human health risks // *Journal of Hazardous Materials*. – 2024. – Vol. 478. – P. 135504. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.135504>.

11. Ayobami A.O. An assessment of trace metal pollution indicators in soils around oil well clusters // *Petroleum Research*. – 2022. – Vol. 7. – P. 275–285. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ptlrs.2021.09.001>.

12. Рязанов С.С., Грачев А.Н., Кулагина В.И., Хайруллина А.М. Содержание тяжелых металлов в растениях при внесении различных видов биоуглей в серую лесную почву // *Российский журнал прикладной экологии*. – 2020. – № 3 (23). – С. 29–34.

13. Серебренникова Л.Н., Обухов А.И., Решетников С.И., Горбатов В.С. Содержание и распределение тяжелых металлов в почвах техногенных ландшафтов // *Почвоведение*. – 1982. – № 12. – С. 71–76.

14. Юркевич М.Г., Сулейманов Р.Р., Дорогая Е.С., Курбатов А.А. Изменение содержания тяжелых металлов в почвах при внесении отходов целлюлозно-бумажной промышленности [Электрон. ресурс] // *АгроЭкоИнфо*. – 2021. – № 5. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/5/st_511.pdf DOI: <https://doi.org/10.51419/20215511>.

15. Серeda Н.А., Баязитова Р.И., Нафикова М.В., Баязитова Л.И. Тяжелые металлы в

почвах и сельскохозяйственных культурах лесостепи Башкортостана // Агрохимический вестник. – 2016. – № 4. – С. 2–5.

16. Goncharov G., Soktoev B., Farkhutdinov I., Matveenko I. Heavy metals in urban soil: Contamination levels, spatial distribution and human health risk assessment (the case of Ufa city, Russia) // Environmental Research. – 2024. – Vol. 257. – P. 119216. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119216>.

17. ГОСТ 17.4.3.01–2017 Почвы. Общие требования к отбору проб. – М.: Изд-во стандартов, 2017. – 5 с.

18. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 26.02.2021 N 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Зарегистрировано в Минюсте России 29 января 2021 г. N 62296.

19. ГОСТ Р 70281–2022 Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. – М.: Изд-во стандартов, 2022. – 5 с.

Цитирование:

Гаршин М.В., Сулейманов Р.Р., Полякова Н.Г. Оценка содержания тяжелых металлов в почвах нефтепромысловых районов Республики Башкортостан [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/6/st_601.pdf
DOI: <https://doi.org/10.51419/202146601>.