Геоэкология

DOI: 10.35634/UdSU.2026.62.13.006

УДК 631.4:574

Ш.Ш. Хушвактов, С.С. Тимофеева

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ НЕФТЕГАЗОВЫХ РЕГИОНОВ УЗБЕКИСТАНА

Аннотация. В работе представлены результаты исследования содержания тяжелых металлов в почвах Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областей по рекам Амударья и Сырдарья. Установлено количественное содержание таких элементов, как мышьяк, серебро, никель, вольфрам, свинец, цинк, медь, висмут, кобальт, хром, молибден, селен, литий, галлий и марганец в почвах богарных и орошаемых зон. Главная идея заключается в создании негосударственного механизма управления экологическими рисками и их минимизации в нефтегазовых регионах Узбекистана.
***Ключевые слова*:** микроэлементы, почва, тяжелые металлы, кларк.

Для цитирования: Хушвактов Ш.Ш., Тимофеева С.С. Исследование содержания тяжёлых металлов в почвах нефтегазовых регионов Узбекистана // Управление техносферой: электрон. журнал, 2026. Т.9. Вып.1. С. 86–100. DOI: 10.35634/UdSU.2026.62.13.006

Введение

Нефтегазовая промышленность, несмотря на её экономическую значимость, может негативно влиять на экосистему, включая загрязнение почвы тяжёлыми металлами, такими как свинец, кадмий, ртуть и другие.

Экологическая оценка почв в Узбекистане, особенно в районах с крупными месторождениями нефти и газа, таких как Каракалпакстан и шесть областей (Кашкадарьинская, Бухарская, Сурхандарьинская, Наманганская, Андижанская и Ферганская), включает в себя несколько важных аспектов, которые имеют критическое значение для понимания состояния окружающей среды и здоровья населения. [1]

Республика Узбекистан, занимающая центральное положение в Центральной Азии и имеющая площадь около 449 тыс. кв. км, действительно является одной из наиболее динамично развивающихся стран на постсоветском пространстве. Её положение придаёт ей стратегическую важность, как с политической, так и с экономической точки зрения.

Однако быстрое экономическое развитие также сопряжено с рядом экологических вызовов. Одним из таких является загрязнение почв и воды, вызванное интенсивным сельским хозяйством и добычей полезных ископаемых. Узбекистан активно работает над улучшением своей экологической ситуации, включая программы по восстановлению Аральского моря и управление водными ресурсами.

Важные аспекты экологической оценки почв в нефтегазовых регионах Узбекистана включают оценку загрязнения тяжелыми металлами. Развитие нефтегазовой промышленности может способствовать накоплению таких веществ в почве. Экологическая оценка почв в этих областях имеет решающее значение для понимания состояния окружающей среды и потенциальных рисков для здоровья человека.

В Узбекистане предпринимаются меры по экологическому контролю и защите окружающей среды. В регионах с активной нефтегазовой деятельностью, таких как Каракалпакстан, Кашкадарьинская и Бухарская области, ведется работа по оценке и снижению воздействия на окружающую среду.

Каракалпакстан: ведется активное освоение газовых месторождений на плато Устюрт и в бывшем Аральском море. В связи с этим особое значение приобретает мониторинг загрязнения почв в регионе, уже пострадавшем от экологической катастрофы Аральского моря.

Кашкадарьинская область: этот регион является одним из лидеров по запасам нефти и газа в стране. Ведется работа по внедрению новых технологий и инвестиций для обеспечения экологической безопасности.

Бухарская область: здесь также расположены крупные газовые месторождения, в том числе, однако быстрое экономическое развитие также сопряжено с рядом экологических вызовов. Одним из таких является загрязнение почв и воды, вызванное интенсивным сельским хозяйством и добычей полезных ископаемых. Узбекистан активно работает над улучшением своей экологической ситуации, включая программы по восстановлению Аральского моря и управление водными ресурсами, газохимические комплексы. Проекты по развитию отрасли должны сопровождаться оценкой и минимизацией экологических рисков.

Сурхандарьинская область: здесь также строятся крупные газохимические комплексы, в которых применяются современные технологии для нейтрализации сероводорода и отходов производства.

Ферганская долина (Наманганская, Андижанская и Ферганская области): Эти регионы обладают собственными нефтяными и газовыми месторождениями. Экологическая оценка почв в густонаселенных областях особенно важна, поскольку загрязнение может повлиять на сельскохозяйственное производство и здоровье населения.

Экологическая оценка почв, особенно в нефтегазовых регионах Узбекистана, имеет первостепенное значение для контроля содержания тяжелых металлов и снижения антропогенного воздействия. Она необходима для защиты окружающей среды, обеспечения продовольственной безопасности и сохранения здоровья населения. [2, 3]



Рис. 1. Географическая карта Узбекистана

Объекты и методы исследования

Исследование биогеохимической миграции химических элементов в долине рек Амударьи и Сырдарьи является крайне важным направлением экологических и геохимических исследований, особенно в контексте уникальных природных условий и соответствующих антропогенных влияний, которые существенным образом сказываются на качестве вод и почв в данном регионе.

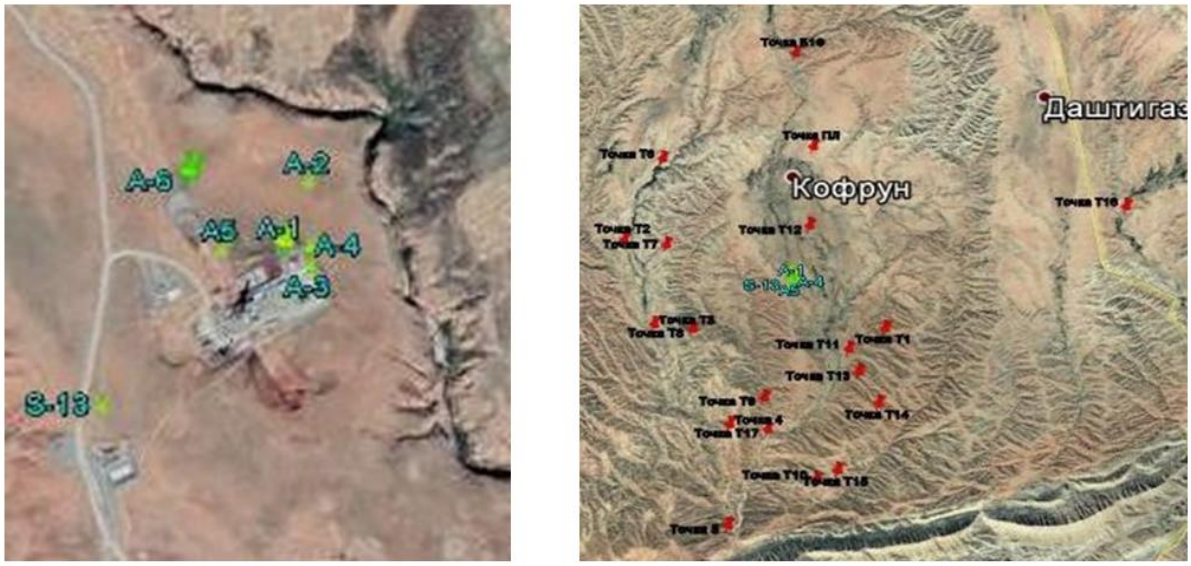
Поступление тяжелых и токсичных элементов с загрязненными оросительными водами в почвы и сельскохозяйственные продукты является серьезной проблемой, особенно в аграрных регионах, где использование орошения является распространенной практикой. Эта проблема затрагивает как экологические, так и социально-экономические аспекты, которые следует учитывать в исследованиях и при разработке стратегий управления.

В районе бурения скважины 1-О семь точек наблюдения (S-13, А-1, А-2, А-3, А- 4, А-5, А-6).

В районе проведения сейсмических работ выделено 21 пунктов наблюдения в рамках полевого выезда, в том числе 1 фоновая, то есть 10 точек

наблюдения до взрывных работ (Т6, Т7, Т8, Т10, Т11, Т12, Т13, Т14, Т15 и Т16) и 8 точек наблюдения после взрывных работ (ГрТ1, Т1, Т2, Т3, Т4, Т5, Т9 и Т17).

Карта пробоотбора почвы на исследуемом месторождении приведена на рис.1.



a) b)

Рис.1. a), b) Карта -схема отбора проб почв на исследуемой территории СКС на Кофруне и на месторождении «Мустакилликнинг-25 йиллиги» Сурхандарьинской области республики Узбекистан

Результаты и их обсуждение

Оценка загрязнений атмосферного воздуха на участке скважины № 1-О показала, что наиболее высокие показатели загрязняющих веществ в воздухе определены в пунктах, расположенных вблизи и по ветру от ДВС. Содержание метана в атмосферном воздухе находится ниже предела чувствительности прибора и ниже ПДК, и сероводорода ниже ПДК (0,004 мг/м^3). Содержания взвешенных веществ в некоторых точках превышают нормы до 2,5ПДК. Содержание оксида азота в одной из точек достигает 2ПДК. Содержание

диоксида азота не превышает ПДК. Содержание оксида углерода, диоксида углерода и диоксида серы в атмосферном воздухе не превышает ПДК.

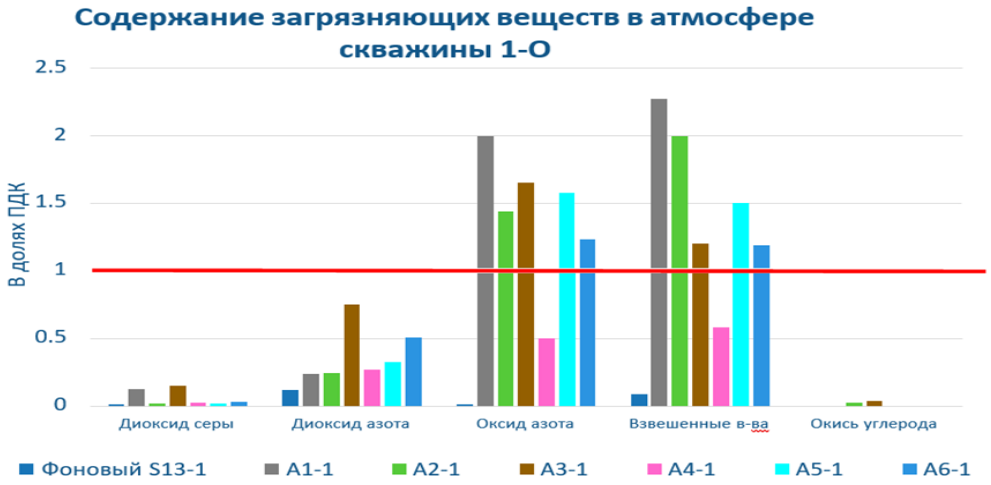


Рис.2. Результаты мониторинга содержания загрязняющих веществ на территории СКС Алан

Мониторинг тяжелых металлов позволяет выявить потенциальные источники загрязнения, оценить риск для здоровья людей и экосистем, а также разработать стратегии по восстановлению и улучшению качества почвы. Это может включать в себя как профилактические меры, так и технологии очистки загрязненных территорий. [4]

Исследования, направленные на анализ содержания тяжелых металлов, должны быть регулярными и систематическими, чтобы обеспечить актуальные данные для принятия обоснованных решений на уровне государственных органов и местных сообществ.

Использование методов озарения и экстракционного концентрирования позволяет эффективно подготовить образцы почвы для дальнейшего анализа.

Пропускание подготовленных образцов через прибор «ШИРОК» с использованием атомно-адсорбционного метода (ААС) является стандартной практикой для определения содержания металлов в различных матрицах, включая почву. Этот метод характеризуется высокой чувствительностью и

специфичностью, что позволяет точно измерять низкие концентрации металлов.

В сравнительном анализе почв богарных и орошаемых зон Кашкадарьинском и Сурхандарьинском области имеют важное значение для понимания геохимического состояния этих экосистем. Вот несколько ключевых моментов, которые можно выделить из представленных данных:

1. Содержание мышьяка: содержание мышьяка в пределах 20-30 мг/кг почвы без существенных различий между богарными и орошаемыми зонами говорит о том, что факторы, влияющие на концентрацию этого элемента, могут быть более связаны с естественными геохимическими условиями региона, чем с типом земледелия. Повышенное содержание мышьяка в Гузарском и Байсунском районах, где расположены крупные газовые месторождения, [5-7].

Содержании свинца, кобальта и марганца в почвах Кашкадарьинском и Сурхандарьинской областей предоставляют ценную информацию для анализа геохимического состояния этих почв. Рассмотрим основные моменты:

1. Содержание свинца: колебания содержания свинца от 15 до 30 мг/кг в почвах показывают, что, несмотря на наличие свинца в почвах, уровень остается относительно низким по сравнению с опасными значениями. Однако повышенное содержание свинца в Миришкорском и Кагнисайском районах (в 1,5-2 раза выше по сравнению с кобальтом) может указывать на возможные источники загрязнения, включая антропогенные факторы, такие как транспорт, сельское хозяйство или промышленность. Однако в Миришкорском районе находится более 10 газовых заводов.



Рис.3. Газоконденсатное месторождение «Алан» расположено в Миришкорском районе АО «Узбекнефтегаз».

2. Содержание кобальта: снижение содержания кобальта в орошаемых зонах по сравнению с богарными почвами (почти в 1,5-2 раза ниже) может указывать на его более активное вымывание при орошении или на отличительные геохимические свойства почв этих зон. Это может быть важным для понимания питания растений, так как кобальт, хоть и нужен в небольших количествах, играет важную роль в физиологии растений.

Сравнения результатов анализа почвы с кларковыми значениями содержат важную информацию для оценки уровня загрязнения и состояния почвы в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях.

1. Мышьяк: увеличение содержания мышьяка в 4-6 раз по сравнению с кларковым значением (5 мг/кг) указывает на серьезное загрязнение почвы этим элементом.

2. Свинец: повышенные уровни свинца в 1,53-3 раза (за исключением почв Миришкорского района) также говорят о наличии загрязнения. Свинец

может поступать в почву в результате автомобильного транспорта, промышленности и сельского хозяйства.

3. Медь: содержание меди в 1,5-2 раза выше кларкового (20 мг/кг) также может свидетельствовать о повышенной нагрузке на почву, что может быть связано с использованием удобрений или воздействием других факторов.

4. Молибден: увеличение содержания молибдена в 1,5 раза, а в Гузарском районе в 2,5.

6. Никель и цинк: уровни никеля и цинка, находящиеся почти на уровне кларка с небольшим повышением, показывают, что их содержание не вызывает беспокойства, но также требует дальнейшего мониторинга.

Сравнении результатов анализа почвы с государственными стандартными образцами представляют интерес и подчеркивают важные аспекты геохимического состояния почв в исследуемых регионах.

Повышенное содержание мышьяка, серебра, никеля, молибдена и вольфрама по сравнению с государственными стандартными образцами может указывать на антропогенные источники загрязнения или специфические геохимические условия исследуемых регионов.

Повышенное содержание таких микроэлементов как мышьяк, серебро, никель и вольфрам в пахотном горизонте типичных сероземов может оказать значительное влияние на агрономическую практику. Эти металлы, особенно при высоких уровнях, могут негативно влиять на рост и развитие сельскохозяйственных культур, а также на качество получаемой сельскохозяйственной продукции. На основе полученных данных, возможно, стоит рассмотреть необходимость разработки рекомендаций по внесению микроудобрений и корректировке агротехнических мероприятий, направленных на улучшение почвенных характеристик и снижение рисков, связанных с токсичными элементами.

Таблица 1.

Содержание микроэлементов в типичных сероземах (мг/кг сухой почвы), результаты почвенных анализов в богарных и орошаемых зонах Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях по реки Амударья и Сырдарья

Богарная почва

Место отбора	As	Ag	Pb	Zn	Cu	Bi	V	Ni	Ce	Cr	Me	Sn	W	Li	Ga	Mn
Гузарский район	20	0,3	15	70	30	10,5	80	50	10	80	3	3	15	20	10	700
Нишонский район	20	0,2	20	70	40	10,5	80	50	15	70	3	5	15	40	10	600
Миришкорский район	30	—	30	100	30	—	70	40	10	80	5	—	—	—	10	500
Орашаемая почва																
Байсунский район	20	0,15	10	60	30	10,5	70	40	6	70	3	4	15	30	8	600
Кагнисайкий район	30	0,2	15	60	40	10,5	70	50	8	80	3	6	15	30	8	500
Средний по карбонатному с серозему	3±5	1	17±2	70±2	34±4	—	90±10	15±4	12±1	85±7	1,4±0,3	4±1	2±1	32±7	13±2	500±50

Заключение

Результаты почвенных анализов в богарных и орошаемых зонах Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областей подчеркивают важные аспекты для агрономии и экологии.

Результаты исследований подчеркивают необходимость в регулярном мониторинге содержания металлов и микроэлементов в почвах, а также разработки стратегий устойчивого управления. Это может включать:

- разработку рекомендаций по внесению удобрений для компенсирования дефицита микроэлементов;

- реализацию мероприятий по очистке загрязненных территорий;

- внедрение технологий, способствующих уменьшению загрязнения при ведении металлургической деятельности.

Для Узбекистана целесообразно рекомендовать создание национального рейтинга нефтегазодобывающих компаний, основываясь на российском опыте. В России ежегодно публикуется рейтинг компаний по экологической составляющей их деятельности, и эти компании становятся открытыми для мирового сообщества.

Позиция компании в списке определяется на основе оценки уровня воздействия на окружающую среду, степени открытости и доступности экологически значимой информации, качества экологического менеджмента с учетом лучших мировых практик, а также эффективности использования полезных ископаемых.

Первый раздел — экологический менеджмент — оценивает эффективность корпоративного управления вопросами защиты природы. Критерии, используемые в этом разделе, строже российских законодательных норм, но при этом согласуются с международными стандартами нефтегазового сектора.

Во втором разделе определяется масштаб негативного влияния нефтяных и газовых предприятий на природу. Рассматриваются такие аспекты, как загрязнение воздуха, водных ресурсов и почвы в процессе разработки месторождений, а также общий уровень экологичности производственных процессов. Большинство оценочных критериев основывается на официальной статистике природоохранной деятельности. Количественные оценки переводятся в качественные путем сравнения с отраслевыми средними значениями по каждому критерию. Если официальные данные отсутствуют, расчет производится на основании средних величин, полученных от компаний-участниц рейтинга. Для проведения сопоставимого анализа между предприятиями применяются относительные индикаторы, рассчитываемые путем деления абсолютных показателей на объемы добычи и переработки нефти и газа.

Третий раздел посвящен оценке уровня открытости компаний в отношении информирования общественности о своем влиянии на состояние экологии в процессе производства.

Подводя итог, важно отметить, что необходимо создавать эффективные системы управления экологической безопасностью на предприятиях нефтегазовой промышленности. При этом геоэкологический мониторинг, осуществляемый предприятием, эффективно встраивается в эту систему.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Круглова Е.К., Алиева М.М., Кобзева Г.И., Попова Т.Г. Микроэлементы в орошаемых, почвах Узбекской ССР и применение микроудобрений // Вестник ИГРНИГМ Ташкент Т.3. №.2. С. 23 – 26.
2. Юлдашева Н. З., Бахтиёрова М. А. Экологическая статистика: влияние климата на Узбекистан //Международный журнал теории новейших научных исследований. 2024. 2(11). С.70 – 74.

3. Федорко В.Н. Территориальная структура природопользования в Узбекистане: теоретико-методологические и практические аспекты исследования: монография / отв. редактор А.Г. Дружинин. Ташкент: «ZEBO PRINT», 2022. 288 с.
4. Гайрабеков У.Т. Геоэкологические аспекты освоения нефтегазовых месторождений в горных и предгорных районах (на примере Чеченской республики) // Устойчивое развитие горных территорий. 2016. 8(2), 312−322. URL: https://doi.org/10.21177/1998–4502–2016-8-2-127-134. (Дата обращения: 15.06.2025).
5. Московченко Д. В., Бабушкин А. Г. Фоновое содержание подвижных форм металлов в почвах севера Западной Сибири // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2015. Т. 1. №. 3. С. 163 – 174.
6. Сарапулова Г.И. Геохимический подход в оценке воздействия техногенных объектов на почвы// Записки Горного института. 2020. Т.243. С.388–392 DOI:10.31897/PMI.2020.3.388.
7. Рейтинг открытости экологической информации нефтегазовых компаний [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://zs-rating.ru/wp-content/uploads/2022/12/rating_2022_katalog_web-links_pgs.pdf (дата обращения: 15.06.2025).

Поступила в редакцию: 12.11.2025

Сведения об авторах

Хушвактов Шахбоз Шерали угли
аспирант, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.83, Россия.
E-mail: shakhboz22021991@gmail.com

Тимофеева Светлана Семёновна
д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83, Россия,
E-mail: timofeeva@istu.edu

Sh.Sh. Khushvakt, S.S.Timofeeva

STUDY OF THE CONTENT OF HEAVY METALS IN SOILS OF OIL AND GAS REGIONS OF UZBEKISTAN

Annotation. The paper presents the results of a study of the content of heavy metals in soils of the Kashkadarya and Surkhandarya regions along the Amu Darya and Syr Darya rivers. The quantitative content of elements such as arsenic, silver, nickel, tungsten, lead, zinc, copper, bismuth, cobalt, chromium, molybdenum, selenium, lithium, gallium, and manganese in soils of rainfed and irrigated zones has been established. The main idea is to create a non-governmental mechanism for managing environmental risks and minimizing them in the oil and gas regions of Uzbekistan.
Key words: trace elements, soil, heavy metals, clarke.

For citation: Nikitina E.L., Kryga T. A. [Study of the content of heavy metals in soils of oil and gas regions of Uzbekistan] *Upravlenie tekhnosferoi*, 2026, vol. 9, issue 1, pp. 86–100. DOI: 10.35634/UdSU.2026.62.13.006. (In Russ.).

REFERENCES

1. Kruglova E.K., Alieva M.M., Kobzeva G.I., Popova T.G. Mikroehlementy v oroshaemykh, pochvakh Uzbekskoi SSR i primenenie mikroudobrenii [Microelements in irrigated soils of the Uzbek SSR and the use of micro fertilizers]. Vestnik IGRNIGM Tashkent [Bulletin of IGRNIGM Tashkent]. vol. 3, no. 2, pp. 23 – 26. (In Russ.).
2. Yuldasheva, N. Z., Bakhtierova, M. A. Ehkologicheskaya statistika: vliyanie klimata na Uzbekistan [Environmental statistics: climate impact on Uzbekistan]. *Mezhdunarodnyi zhurnal teorii noveishikh nauchnykh issledovanii*. [*International Journal of the Theory of the Latest Scientific Research*]. 2024, 2(11), pp.70 – 74. (In Russ.).
3. Fedorko V.N. Territorial'naya struktura prirodopol'zovaniya v Uzbekistane: teoretiko-metodologicheskie i prakticheskie aspekty issledovaniya: monografiya [Territorial structure of nature management in Uzbekistan: theoretical, methodological and practical aspects of the study. Monograph]. In Druzhinin A.G. (ed). Tashkent: ‘‘ZEBO PRINT’’, 2022, 288 p.(In Russ.).
4. Gairabekov U.T. Geoehkologicheskie aspekty osvoeniya neftegazovykh mestorozhdenii v gornykh i predgornykh raionakh (na primere Chechenskoi respubliki) [Geoecological aspects of oil and gas field development in mountainous and foothill areas (using the Chechen Republic as an example)]. *Ustoichivoe razvitie gornykh territorii*. [*Sustainable Development of*

Mountainous Territories]. 2016, 8(2), 312−322. URL: https://doi.org/10.21177/1998–4502–2016-8-2-127-134. (accessed: 15.06.2025). (In Russ.).

5. Moskovchenko D. V., Babushkin A. G. Fonovoe soderzhanie podvizhnykh form metallov v pochvakh severa Zapadnoi Sibiri [Background content of mobile forms of metals in soils of the north of Western Siberia] *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Ehkologiya i prirodopol'zovanie.* [*Bulletin of the Tyumen State University. Ecology and nature management*]. 2015, vol. 1, no. 3, pp. 163 – 174. (In Russ.).
6. Sarapulova G.I. Geokhimicheskii podkhod v otsenke vozdeistviya tekhnogennykh ob"ektov na pochvy [Geochemical approach in assessing the impact of man-made objects on soils]. *Zapiski Gornogo instituta* [*Notes of the Mining Institute*]. 2020, vol. 243, pp. 388–392 DOI:10.31897/PMI.2020.3.388. (In Russ.).
7. *Reiting otkrytosti ehkologicheskoi informatsii neftegazovykh kompanii* [Ehlektronnyi resurs]. [Rating of openness of environmental information of oil and gas companies] – Rezhim dostupa: https://zs-rating.ru/wp-content/uploads/2022/12/rating_2022_katalog_web-links_pgs.pdf (accessed: 15.06.2025). (In Russ.).

Received: 12.11.2025

About the Authors

Sh.Sh. Khushvaktov
Graduate Student, Irkutsk National Research Technical University, 664074, Irkutsk, Russia, e-mail: shakhboz22021991@gmail.com

Timofeeva Svetlana Semenovna
Dr. Sci. (Eng.), Professor, Irkutsk National Research Technical University, 664074, Irkutsk, Russia, e-mail: timofeeva@istu.edu