



ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 502.175

EDN: HGQAYH

DOI: 10.21285/2686-9993-2025-48-2-134-145



Изменения эколого-геохимической обстановки в пределах объекта накопленного вреда окружающей среде – промышленной площадки бывшего завода «Востсибэлемент» (2021–2024 гг.)

В.В. Трусова^{a,✉}, А.С. Алексеев^b, О.Л. Качор^c, З.Л. Икрамов^d^{a,c,d}Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия^{a,b}Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, Иркутск, Россия^bИркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов, Иркутск, Россия

Резюме. Важным для экологии Прибайкалья результатом 2024 г. является включение такого объекта накопленного вреда окружающей среде, как промышленная площадка бывшего завода «Востсибэлемент» (г. Свирск), в государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде с оценкой значения общего влияния объекта на состояние экологической безопасности, составляющей 6,35. Такая высокая оценка определяет приоритет в очереди на рекультивацию и в значительной степени базируется на большом объеме комплексных инициативных эколого-геохимических и инженерно-геологических исследований, проведенных на промплощадке в 2021–2022 гг. исследователями и студентами Иркутского национального исследовательского технического университета, которыми и была впервые дана высокая оценка опасности данного объекта. Однако вследствие того, что хозяйственная деятельность на промплощадке, в том числе активная неконтролируемая деятельность по выемке металлоконструкций стен и фундаментов, продуцирующая перераспределение загрязнений на территории, все эти годы не прекращалась, встал вопрос о необходимости актуализации знаний о ситуации на объекте. Целью проведенного исследования являлось изучение современной геоэкологической ситуации на территории промышленной площадки бывшего завода «Востсибэлемент». Для этого в 2024 г. был проведен комплекс полевых и лабораторных исследований: отобрана и проанализирована 81 проба техногенного грунта. По итогу было дано сравнение результатов эколого-геохимических работ, проведенных в 2021 и 2024 гг. Показано, что ореолы рассеяния основных загрязнений мышьяком и тяжелыми металлами заметно изменились, увеличились концентрации мышьяка в поверхностном слое техногенного грунта, что следовало бы учесть при разработке проекта инженерно-геологических работ и ликвидации исследуемого объекта.

Ключевые слова: геоэкологическая оценка, накопленный вред, экологический мониторинг, загрязнение, тяжелые металлы, техногенное воздействие, Прибайкалье

Для цитирования: Трусова В.В., Алексеев А.С., Качор О.Л., Икрамов З.Л. Изменения эколого-геохимической обстановки в пределах объекта накопленного вреда окружающей среде – бывшего завода «Востсибэлемент» (2021–2024 гг.) // Науки о Земле и недропользование. 2025. Т. 48. № 2. С. 134–145. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2025-48-2-134-145>. EDN: HGQAYH.

GEOECOLOGY

Original article

Changes in the ecological and geochemical situation within the object of accumulated environmental damage – the former Vostsibelement plant industrial site (2021–2024)

Valentina V. Trusova^{a,✉}, Ayaal S. Alekseev^b, Olga L. Kachor^c, Ziyoviddin L. Ikramov^d^{a,c,d}Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia^{a,b}A.P. Vinogradov Institute of Geochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia^bIrkutsk Research Institute of Precious and Rare Metals and Diamonds, Irkutsk, Russia

Abstract. Inclusion in 2024 of the former industrial site of the Vostsibelement plant (Svirsk) in the state register of objects of accumulated environmental damage with the assessment of the amount of its general impact on the environmental

© Трусова В.В., Алексеев А.С., Качор О.Л., Икрамов З.Л., 2025



safety state of 6.35 is an important result for the ecology of the Baikal region. Such a high assessment determines the priority in the queue for reclamation and is largely based on a large volume of comprehensive initiative ecological-geochemical and engineering-geological studies carried out at the industrial site in 2021-2022 by researchers and students of the Irkutsk National Research Technical University, who were the first to qualify this object of the accumulated damage as highly dangerous. However, due to the continuous economic activity at the industrial site, including active uncontrolled activity on removing metal structures from walls and foundations, which caused redistribution of pollution on the territory, the question arose about the need to update knowledge about the situation at the site. The purpose of the study was to examine the current geoeological situation on the territory of the industrial site of the former Vostsibelement plant. To accomplish the set goal a set of field and laboratory studies was carried out in 2024: 81 samples of technogenic soil were collected and analyzed. Based on the results of the work performed, a comparison was made of the results of ecological and geochemical works conducted in 2021 and 2024. It was shown that the dispersion halos of the main arsenic and heavy metal contamination have noticeably changed. Arsenic concentrations in the surface layer of technogenic soil have increased, which should be taken into consideration when developing a project for engineering and geological works and the liquidation of the studied object.

Keywords: geoeological assessment, accumulated damage, environmental monitoring, contamination, heavy metals, man-made impact, Baikal region

For citation: Trusova V.V., Alekseev A.S., Kachor O.L., Ikramov Z.L. Changes in the ecological and geochemical situation within the object of accumulated environmental damage – the former Vostsibelement plant industrial site (2021-2024). *Earth sciences and subsoil use*. 2025;48(2):134-145. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2025-48-2-134-145>. EDN: HGQAYH.

Введение

Под накопленным вредом окружающей среде понимается вред окружающей среде, возникший в результате прошлой экономической и иной деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены либо были выполнены не в полном объеме¹. Объекты накопленного вреда окружающей среде не только являются источниками негативного воздействия на окружающую среду, но и негативно влияют на здоровье населения, проживающего на данных территориях [1–15]. По данным на 7 марта 2025 г. государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде включает 1075 объектов, 90 из них расположены на территории Иркутской области.

Четыре новых объекта были включены в реестр в 2024 г.² Одним из них стала промплощадка бывшего завода «Востсибэлемент» (г. Свирск), которая является объектом внимания различных исследовательских коллективов Иркутского национального исследовательского университета с 2021 г. На объекте, который изначально не считался сколько-нибудь существенным, был проведен значительный объем инженерно-экологических, инженерно-геофизических, геодезических, эколого-геохимических работ [16, 17], были обнаружены

отходы вплоть до второго класса опасности и обоснована необходимость включения объекта в реестр объектов накопленного вреда окружающей среде [16]. Приказом от 19.12.2024 № 742 промышленная площадка бывшего завода «Востсибэлемент» («Оставшиеся цеха бывшего Востсибэлемент в г. Свирск (Иркутская область)») была внесена в государственный реестр со значением общего влияния объекта накопленного вреда окружающей среде на состояние экологической безопасности 6,35². Для сравнения: значение общего влияния объекта накопленного вреда окружающей среде на состояние экологической безопасности таких общеизвестных и рекультивируемых в настоящее время объектов, как Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат и «Усольехимпром», согласно этому же реестру, составляет 2,25 и 3,25 соответственно. Таким образом, необходимость скорейшей рекультивации данного объекта была признана официально.

На протяжении всего указанного времени промышленная площадка оставалась не просто общедоступной – на ней продолжали работать несколько действующих предприятий, помимо этого, производился нелегальный разбор конструкций, зданий и сооружений. Влияние ветрового переноса образующейся вследствие данного факта пыли на эколого-геохимическую

¹ Об охране окружающей среды: федер. закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ // КонсультантПлюс. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/?ysclid=m6r7foam27754083617 (дата обращения: 20.02.2025).

² Направления работы Минприроды России. Ликвидация накопленного вреда окружающей среде // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации: официальный сайт. Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/activity/directions/likvidatsiya_nakoplennoego_vreda_okruzhayushchey_srede/. (дата обращения: 05.04.2025).



обстановку окружающих объектов было отмечено на заметном расстоянии от промплощадки [18]. Безусловно, это не могло не привести к изменению геохимической ситуации и на самом объекте. Изучение степени этих изменений с соответствующей переоценкой текущего состояния территории промплощадки бывшего завода «Востсибэлемент» являлось целью проведенного исследования.

Завод по производству аккумуляторов ОАО «Востсибэлемент» был основан в 1939 г. и просуществовал до 1999 г., после чего на небольшом участке основной территории закрытого завода на базе бывшего цеха серебряно-цинковых батарей создана компания «Аккумуляторные технологии», которая по настоящее время занимается выпуском химических источников тока. Также часть площадей бывшей промплощадки занимают действующие малые предприятия, чья деятельность не связана с деятельностью бывшего завода «Востсибэлемент» [16].

На сегодняшний день заброшенная промплощадка представляет собой разрушенные в разной степени цеха и производственные помещения (рис. 1), отходы неустановленного происхождения и техногенный грунт, который в силу своего высокого загрязнения правильнее было бы характеризовать как техногенные поверхностные образования [19].

В последние два года на заброшенной промплощадке бывшего завода «Востсибэлемент» ведется активная неконтролируемая деятельность по выемке металлоконструкций, в том числе с глубины фундаментов, с соответствующим разбором имеющихся зданий и сооружений, что ведет к значительному повышению пылепереноса. Ранее было показано, что на глубине от 1,5 м залегает глиняный слой, способствующий накоплению и закреплению на нем значительного количества токсикантов. Так, содержание свинца на отдельных шурфах оказалось сопоставимым с его содержанием на поверхности и ниже, а содержание



Рис. 1. Разрушенные цеха на промплощадке бывшего завода «Востсибэлемент», октябрь 2024 г. (фото авторов)

Fig. 1. Workshop debris at the industrial site of the former Vostsibelement plant, October 2024 (authors' image)



мышьяка превысило приповерхностные значения [16]. В результате исследования была выдвинута гипотеза о том, что в связи с повышенной активностью на территории бывшей промплощадки «Востсибэлемента» большое количество загрязняющих веществ вместе с изымаемыми с глубин металлоконструкциями снова оказалось на поверхности, изменив ореолы локализации токсикантов и увеличив их содержание в поверхностном слое.

Материалы и методы исследования

Осенью 2024 г. на территории промплощадки бывшего завода «Востсибэлемент» в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-2017³ был проведен очередной отбор проб техногенного грунта. Составление схемы пробных площадок основывалось на результатах ранее проведенных исследований и корректировалось уже на самой территории объекта (не все места на мо-

мент проведения исследований были проходимыми) [16]. Общее количество отобранных образцов техногенного грунта составило 81 шт. После отбора и доставки в лабораторию пробы прошли пробоподготовку в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-2017⁴ и были проанализированы с помощью портативного рентгенофлуоресцентного анализатора SciAps серии X в режиме «Почва». Данный метод обладает рядом преимуществ, среди которых можно выделить экономическую целесообразность, а также быстрое и точное определение содержания химических элементов [20].

В ходе отбора проб было отмечено, что на территории промплощадки появилось большое количество отходов от разбора зданий и сооружений, строительного мусора, а также располагаются места несанкционированного размещения твердых коммунальных отходов (в 2021 г. в таком масштабе подобное не отмечалось) (рис. 2).



Рис. 2. Отходы производства и потребления на промплощадке бывшего завода «Востсибэлемент» (фото авторов)

Fig. 2. Production and consumption waste at the former Vostsibelemt plant industrial site (authors' image)

³ ГОСТ 17.4.3.01-2017. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб // Tunadzor.ru. Режим доступа: http://tunadzor.ru/upload/doc/departments/298/gost_17.4.3.01-2017.pdf (дата обращения: 25.03.2025).

⁴ ГОСТ 17.4.4.02-2017. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа // Россельхознадзор. Режим доступа: <https://fsvps.gov.ru/files/gost-17-4-4-02-2017-mezhgosudarstvennyj-standart/> (дата обращения: 25.03.2025).



Для визуальной оценки изменения территории в связи с несанкционированными работами по разборке зданий и сооружений были изучены снимки со спутника (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что с 2021 г. большая часть заброшенных цехов в центральной, юго-западной и юго-восточной частях промплощадки была разобрана. Полностью разрушены склад готовой продукции, котельная, подстанция, угольно-прессовый цех, мешально-мельничное отделение, заготовительный участок по прессованию агломератов для гальванических элементов из агломератной массы, сборочный цех по изготовлению различных марок гальванических элементов, прессово-паяльный участок, участок элементного производства, цех по переработке свинца и др. То есть это специализированные цеха, строительные элементы которых (кирпич, бетонные перекрытия и т. д.) за десятилетия работы завода были способны адсорбировать в себя массу загрязняющих веществ.

Разбор зданий происходит в основном бесконтрольно и без разрешительной документации, соответственно, и без проведения мероприятий по пылеподавлению. Мусор от разбора зданий и сооружений остается на ме-

сте и также может являться серьезным источником вторичного загрязнения объектов окружающей среды.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам проведенных исследований были построены карты распределения тяжелых металлов и мышьяка в техногенных грунтах промплощадки. На рис. 4, 5 в качестве примера приведены карты распределения концентраций свинца и мышьяка в верхнем горизонте промплощадки, выделены 4 зоны (полигоны А, Б, В, Г). Разбивка на данные участки производилась с учетом распределения концентраций металлов в техногенном грунте по данным 2021 г. (участки с относительно невысоким содержанием и с наибольшим содержанием металлов) [16] для опробования технологии извлечения металлов и мышьяка на участках с разной степенью загрязнения. Полигон А характеризовался как участок с невысокими относительно остальной территории концентрациями свинца (до 2000 мг/кг) и мышьяка (до 70 мг/кг). Полигон Б – со средним содержанием свинца (8000–10000 мг/кг) и сред-

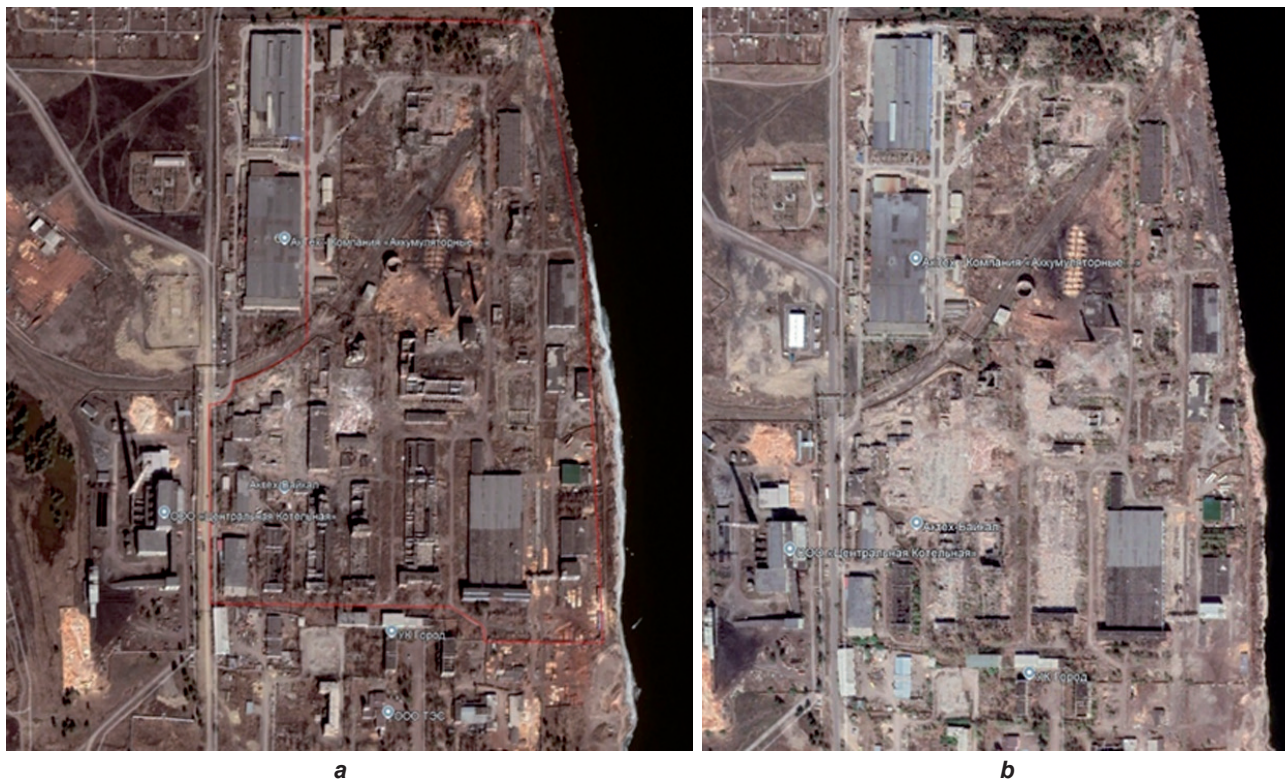


Рис. 3. Космоснимки территории промплощадки бывшего завода «Востсибэлемент»: а – 2021 г.; б – 2024 г.

Fig. 3. Satellite images of the industrial site of the former Vostsibelement plant: а – 2021; б – 2024



ним содержанием мышьяка (100–200 мг/кг). Полигон В характеризовался как участок с высокой усредненной концентрацией свинца (около 20000 мг/кг) и низкой концентрацией мышьяка (усредненно до 70 мг/кг). Полигон Г был отмечен очень высоким содержанием свинца (30000 мг/кг) и высоким усредненным значением по содержанию мышьяка (около 400 мг/кг). Если отбор проб к западу от полигона В был затруднен в связи с плохой проходимость участка из-за развалин зданий и металлоконструкций в 2021 г., то в 2024 г. безопасно провести его вообще не представлялось возможным. Также из-за малого объема проб (около 2 кг), достаточного только для проведения химического анализа, но не для исследования на обогатимость, этот западный участок не вошел в полигон Г. Кроме того, из исследований, проведенных в 2024 г., а также из контуров полигонов был исключен участок, расположенный ближе к

центру площадки, который включает в себя угольную яму, где сейчас ведется активная деятельность по производству угольных брикетов (к этому участку в 2024 г. не было доступа). Из исследований на обогатимость этот участок убрали на основании результатов, полученных в 2021 г., так как уже в то время деятельность по производству угольных брикетов набирала обороты, хотя и с открытым доступом на территорию, но пробы техногенного грунта уже были крайне загрязнены углем.

На рис. 4 видно, что отсутствие какого-либо рода деятельности в северной части промплощадки (полигоны А и Б) способствовало сохранению практически первоначальной (на 2021 г.) картины загрязнения. Ни ореолы распространения, ни концентрации свинца существенно не изменились. Чего нельзя сказать о южной части промплощадки. На полигонах В и Г усредненные концентрации заметно по-

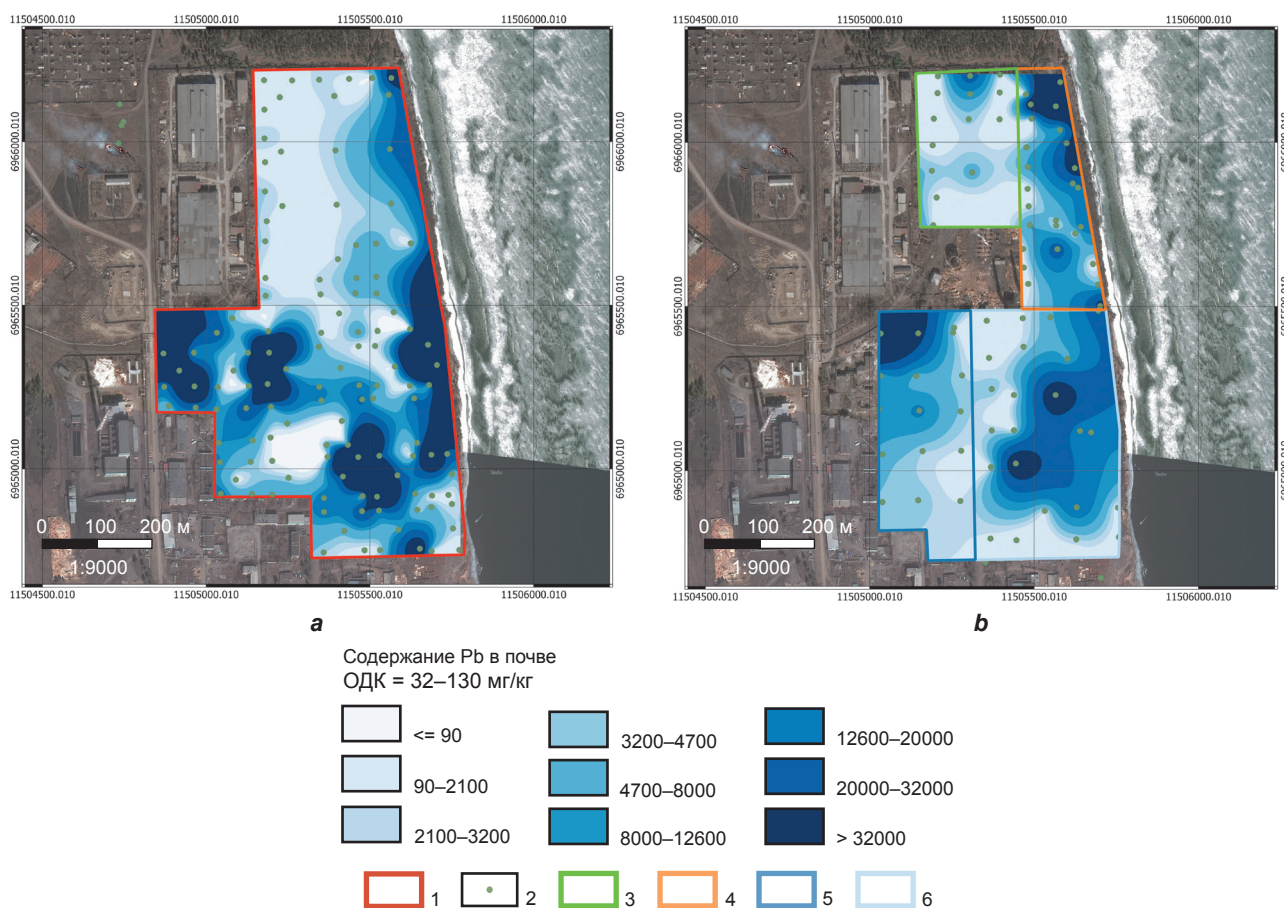


Рис. 4. Карта распределения содержания свинца в техногенном грунте промплощадки бывшего завода «Востсибэлемент» в 2021 (а) и 2024 (б) гг.:

1 – граница промплощадки; 2 – точки пробоотбора; 3 – полигон А; 4 – полигон Б; 5 – полигон В; 6 – полигон Г

Fig. 4. Map of lead content distribution in the technogenic soil of the industrial site of the former Vostsibelement plant in 2021 (a) and 2024 (b):

1 – boundary of the industrial site; 2 – sampling points; 3 – polygon A; 4 – polygon B; 5 – polygon B; 6 – polygon Г



низились (до 10000–20000 мг/кг), а ореолы их локализации сместились.

Изменение характера загрязнения мышьяком поверхностных техногенных образований имеет совершенную другую картину (см. рис. 5). Изменения коснулись всех полигонов, то есть даже тех, на которых масштабная деятельность по разбору зданий и сооружений не проводилась. На полигоне А средняя концентрация мышьяка увеличилась с 70 до 130 мг/кг, на полигоне Б со 100–200 до 400–500 мг/кг. Вероятно, на такое изменение могло оказать влияние пыление с южных полигонов промплощадки, а также с соседних территорий [18]. На полигонах В и Г ореолы высоких концентраций мышьяка повсеместно заметно увеличились. На полигоне В обнаружилась новая, ранее не фиксируемая аномалия с содержанием более 880 мг/кг.

Прослеживая динамику изменения характера загрязнения на промплощадке, можно

отметить следующее: ореолы распространения обоих приоритетных загрязнителей изменились и, что крайне важно, в результате новых исследований было выявлено, что участки с наибольшими концентрациями свинца и мышьяка совпадают и практически повторяют друг друга, чего не отмечалось ранее. С учетом того, что на глубине около 1,5 м содержание свинца было ниже приповерхностных концентраций, а мышьяка, наоборот, больше [16], был сделан следующий вывод: при проведении несанкционированных работ по выемке металлоконструкций и коммуникаций с глубины со значительным перемещением земляных масс (на некоторых участках и с глубины около 1,5 м) (рис. 6) слои техногенного грунта перераспределились, частично перекрыв нижним слоем грунта с более низким содержанием свинца, но большим содержанием мышьяка грунт, обследованный в 2021 г.

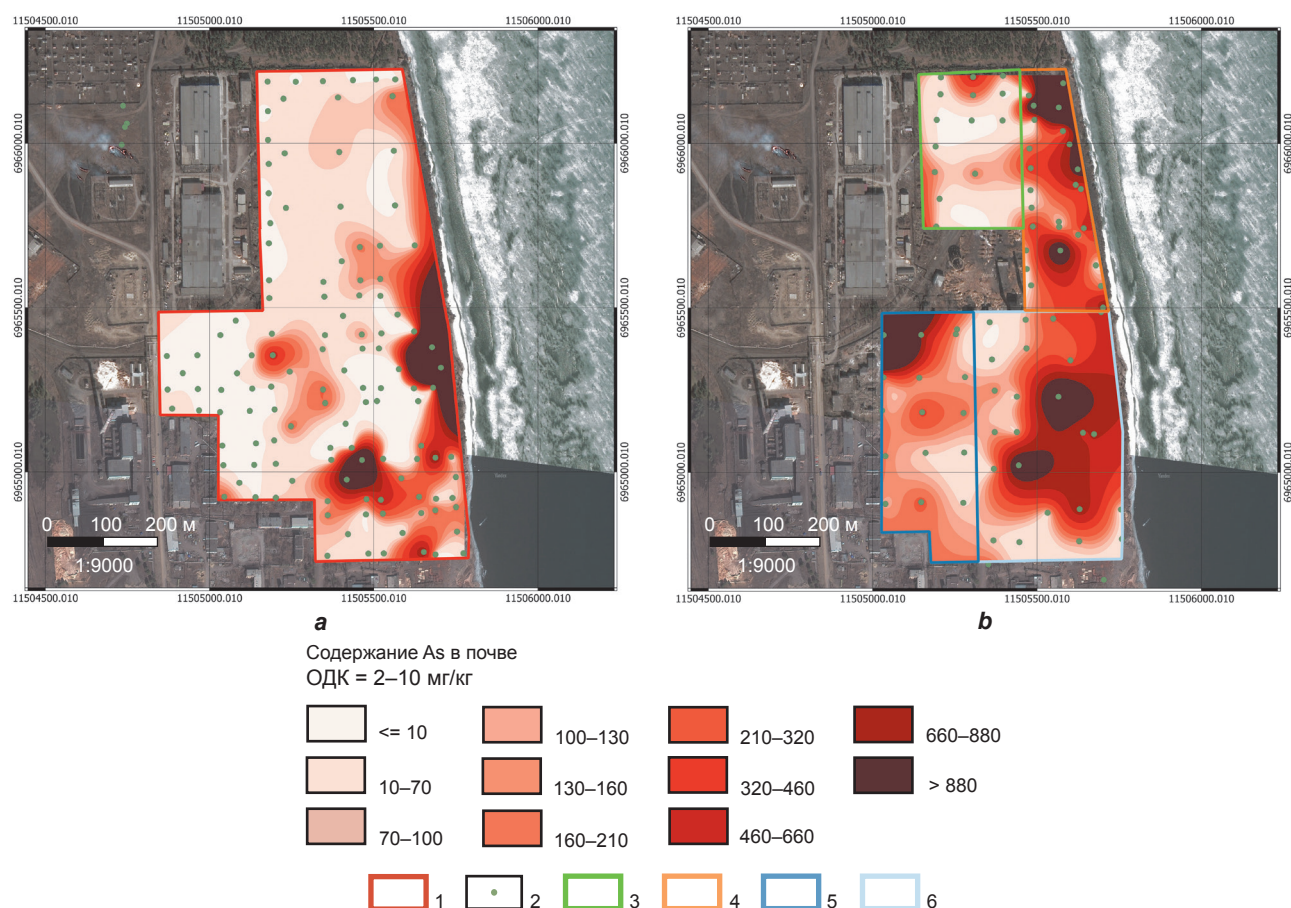


Рис 5. Карта распределения содержания мышьяка в техногенном грунте промплощадки бывшего завода «Востсибэлемент» в 2021 (а) и 2024 (б) гг.

Условные обозначения см. на рис. 4

Fig. 5. Map of arsenic content distribution in the technogenic soil of the industrial site of the former Vostsibelement plant in 2021 (a) and 2024 (b)

The symbols are shown in Fig. 4



Рис. 6. Измерение глубины выкопанной траншеи при несанкционированной выемке коммуникаций (около 1,7 м) (фото авторов)

Fig. 6. Measuring the depth of a trench dug during unauthorized removal of utilities (about 1.7 m) (authors' image)

Заключение

Объекты накопленного вреда окружающей среде представляют серьезную угрозу для здоровья населения и экосистем в целом. Своевременная ликвидация таких объектов является одним из условий улучшения качества окружающей среды и экологического благополучия.

В ходе проведенного исследования было выявлено, что геозкологическое состояние территории промплощадки бывшего завода «Востсибэлемент» подверглось следующим изменениям: были бесконтрольно разобраны многие заброшенные цеха завода, непосред-

ственно связанные с основным производством и загрязненные основными токсикантами аккумуляторного производства, произошла выемка фундаментов с целью изъятия металлоконструкций. Все эти действия привели к значительному перемещению земляных масс на ранее обследованной территории. В ходе работы было выявлено смещение ореолы распространения мышьяка и свинца, увеличились концентрации мышьяка в поверхностном слое техногенного грунта. Установленная ситуация с изменением характера и локализации загрязнения должна быть учтена при разработке проекта по ликвидации объекта.

Список источников

1. Пичугин Е.А., Дьяков М.С. Оценка воздействия несанкционированных свалок твердых коммунальных отходов, расположенных в Арктической зоне Российской Федерации, на компоненты природной среды // Экология и промышленность России. 2024. Т. 28. № 4. С. 40–45. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2024-4-40-45>. EDN: MRMQNQ.
2. Алыкова О.И., Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Накопленный экологический вред: проблемы и последствия. Сообщение 1. Государственный реестр ОНВОС // Астраханский вестник экологического образования. 2021. № 2. С. 88–113. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-2-88-113>. EDN: BJSXVZ.
3. Алыкова О.И., Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Накопленный экологический вред: проблемы и последствия. Сообщение 2. Анализ ситуации // Астраханский вестник экологического образования. 2021. № 2. С. 114–137. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-2-114-137>. EDN: FMUSDM.
4. Май И.В., Максимова Е.В., Термулаева Р.М., Хамидов Р.Х., Сардалова Л.Э., Ирипханов И.И. Нефтешламовые амбары как объекты накопленного вреда окружающей среде и источники риска для здоровья населения // Гигиена и санитария. 2022. Т. 101. № 11. С. 1283–1289. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-11-1283-1289>. EDN: NJCEBY.



5. Кучерская Т.И., Аликбаева Л.А., Якубова И.Ш., Рыжков А.Л., Мощев А.Н., Фомин М.В. [и др.]. Характеристика территорий ртутного загрязнения как объектов накопленного вреда окружающей среде (научный обзор) // Профилактическая и клиническая медицина. 2024. № 4. С. 22–29. EDN: YABLSY.
6. Качор О.Л., Икрамов З.Л., Паршин А.В. Первые результаты переоценки состояния окружающей среды в зоне влияния бывшего мышьякового завода в поселке городского типа Вершино-Дарасунский (Забайкальский край) // Науки о Земле и недропользование. 2024. Т. 47. № 4. С. 453–467. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2024-47-4-453-467>. EDN: OEXJEG.
7. Пичугин Е.А., Шенфельд Б.Е. Здоровье граждан и продолжительность их жизни как критерий при оценке негативного воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде на состояние окружающей среды и человека // Экология урбанизированных территорий. 2021. № 3. С. 62–70. <https://doi.org/10.24412/1816-1863-2021-3-62-70>. EDN: MDYBDH.
8. Панков П.П., Коновалова Н.А., Бесполитов Д.В. Изучение состава и свойств золошлаковых отходов ТЭС Забайкальского края для снижения антропогенного воздействия на окружающую среду // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2020. Т. 28. № 2. С. 131–141. <https://doi.org/10.22363/2313-2310-2020-28-2-131-141>. EDN: QFZDRG.
9. Алыкова О.И., Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Накопленный вред окружающей среде: Астраханская область. Планы // Астраханский вестник экологического образования. 2024. № 6. С. 51–60. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2024-6-51-60>. EDN: HAUADR.
10. Макаров И.Н. Влияние объектов накопленного вреда на окружающую среду в арктической территории Якутии (на примере хвостохранилища Депутатского ГОК) // Проблемы региональной экологии. 2023. № 5. С. 16–20. <https://doi.org/10.24412/1728-323X-2023-5-16-20>. EDN: KNYVSV.
11. Дашкевич А.С., Занько Н.Г., Раковская Е.Г. Накопленный вред окружающей среде как угроза экологической безопасности // Вестник МАНЭБ. 2023. Т. 28. № 4. С. 78–82. EDN: ICRQOZ.
12. Макагонов Р.А., Васильева Д.И. Объекты накопленного вреда окружающей среде в Самарской области: проблема и пути решения // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. (г. Саратов, 16–17 мая 2023 г.). Саратов: Изд-во Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2023. С. 218–222. EDN: YQKYDY.
13. Скрипак Ю.С., Чуйков Ю.С., Чуйкова Л.Ю. Кошкар-Ата – накопленный экологический ущерб и современные экологические проблемы // Астраханский вестник экологического образования. 2018. № 3. С. 84–94. EDN: XQVUVV.
14. Пичугин Е.А., Шенфельд Б.Е., Сомова Т.Н. Оценка воздействия объектов накопленного вреда в Арктике на компоненты природной среды // Арктика: экология и экономика. 2024. Т. 14. № 2. С. 249–260. <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2024-2-249-260>. EDN: ONNRDC.
15. Ашихмина Т.В., Каверина Н.В. Геоэкологический мониторинг накопленного экологического вреда при обращении с отходами животноводства в Воронежской области // Региональные геосистемы. 2022. Т. 46. № 4. С. 596–614. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2022-46-4-596-614>. EDN: JWXKVK.
16. Качор О.Л., Паршин А.В., Трусова В.В. Комплексный подход к геоэкологической оценке объектов накопленного вреда // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 4. С. 65–71. <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-4-065-071>. EDN: ADEBVY.
17. Богданов А.В., Зелинская Е.В., Верховзин И.И., Шкрабо А.И., Шатрова А.С. Мониторинг источников накопленного вреда промплощадки бывшего аккумуляторного завода «Востсибэлемент» // Технологические и экологические аспекты добычи и переработки природного и техногенного сырья (Леоновские чтения – 2023): материалы I Всеросс. науч.-практ. конф. (г. Иркутск, 28 февраля 2023 г.). Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2023. С. 15–18. EDN: FISKBS.
18. Качор О.Л., Трусова В.В., Гантимурова С.А., Горячев И.Н., Икрамов З.Л., Паршин А.В. Территория бывшей промплощадки Ангарского металлургического завода (г. Свирск) 10 лет спустя: современное геохимическое состояние и анализ межгодовых изменений по данным дистанционного зондирования Земли // Науки о Земле и недропользование. 2024. Т. 47. № 1. С. 66–89. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2024-47-1-66-89>. EDN: LPXNLT.
19. Трусова В.В., Качор О.Л., Алексеев А.С., Паршин А.В. Первые результаты применения методов обогащения полезных ископаемых для извлечения металлов из техногенно загрязненных почвогрунтов с существенным содержанием органического вещества // Науки о Земле и недропользование. 2023. Т. 46. № 4. С. 432–444. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2023-46-4-432-444>. EDN: PYLLUR.
20. Кузнецова О.В., Качор О.Л., Матюхин И.А., Икрамов З.Л., Паршин А.В. Экспрессный рентгенофлуоресцентный анализ как современная альтернатива традиционным спектральным методам при решении задач геохимических поисков // Науки о Земле и недропользование. 2023. Т. 46. № 4. С. 390–401. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2023-46-4-390-401>. EDN: XMYIYB.

References

1. Pichughin E.A., Diakov M.S. Assessment of the impact of unauthorized landfills of solid municipal waste located in the Arctic zone of the Russian Federation on the components of the natural environment. *Ecology and Industry of Russia*. 2024;28(4):40-45. (In Russ.). <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2024-4-40-45>. EDN: MRMQNG.
2. Alykova O.I., Chuikova L.Yu., Chuikov Yu.S. Accumulated environmental damage: problems and consequences. Message 1. State register of the objects of accumulated environmental damage. *Astrakhan Bulletin of Ecological Education*. 2021;2:88-113. (In Russ.). <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-2-88-113>. EDN: BJSXVZ.



3. Alykova O.I., Chuikova L.Yu., Chuikov Yu.S. Accumulated environmental damage: problems and consequences. Message 2. Situation analysis. *Astrakhan Bulletin of Ecological Education*. 2021;2:114-137. (In Russ.). <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2021-2-114-137>. EDN: FMUSDM.
4. May I.V., Maksimova E.V., Termulaeva R.M., Khamidov R.H., Sardalova L.E., Iripkhanov I.I. Oil sludge barns as objects of accumulated environmental damage and sources of public health risks. *Hygiene and Sanitation*. 2022;101(11):1283-1289. (In Russ.). <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-11-1283-1289>. EDN: NJCEBY.
5. Kucherskaya T.I., Alikbaeva L.A., Yakubova I.Sh., Ryzhkov A.L., Moshchev A.N., Fomin M.V., et al. Characteristics of mercury contaminated areas as objects of accumulated environmental damage (scientific review). *Preventive and Clinical Medicine*. 2024;4:22-29. (In Russ.). EDN: YABLSY.
6. Kachor O.L., Ikramov Z.L., Parshin A.V. First reassessment results of environment state in former arsenic plant impact zone in Vershino-Darasunsky settlement (Transbaikalian region). *Earth sciences and subsoil use*. 2024;47(4):453-467. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2024-47-4-453-467>. EDN: OEXJEG.
7. Pichugin E.A., Shenfeld B.E. The health of citizens and their life expectancy as a criterion for assessing the negative impact of objects of accumulated environmental damage on the state of the environment and man. *Ecology of Urban Areas*. 2021;3:62-70. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/1816-1863-2021-3-62-70>. EDN: MDYBDH.
8. Pankov P.P., Konovalova N.A., Bespolitov D.V. Research of composition and properties of ash and slag waste from the thermal power plant of Trans-Baikalian region for decrease of anthropogenic impact on environment. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2020;28(2):131-141. (In Russ.). <https://doi.org/10.22363/2313-2310-2020-28-2-131-141>. EDN: QFZDRG.
9. Alykova O., Chuikova L., Chuikov Yu. Accumulated environmental damage: Astrakhan Region. Plans. *Astrakhan Bulletin of Ecological Education*. 2024;6:51-60. (In Russ.). <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2024-6-51-60>. EDN: HAUADR.
10. Makarov I.N. The impact of accumulated damage objects on the environment in the Arctic territory of Yakutia: a case study of the tailing dump of the Deputatsky Mining and Processing Plant. *Regional Environmental Issues*. 2023;5:16-20. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/1728-323X-2023-5-16-20>. EDN: KNYVSV.
11. Dashkevich A.S., Zanko N.G., Rakovskaya E.G. Accumulated harm to the environment as a threat to ecological safety. *Westnik IAELPS*. 2023;28(4):78-82. (In Russ.). EDN: ICRQOZ.
12. Makagonov R.A., Vasilyeva D.I. Objects of accumulated environmental damage in the Samara region: the problem and solutions. In: *Innovatsii v prirodoobustroytve i zashchite v chrezvychaynykh situatsiyakh: materialy X Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. = Innovations in environmental management and protection in emergency situations: Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference*. 16–17 May 2023, Saratov. Saratov: Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov; 2023, p. 218-222. (In Russ.). EDN: YQKYDY.
13. Skripak Y.S., Chuikov Yu.S., Chuikova L.Yu. Koshkar-Ata - accumulated environmental damage and environmental problems of today. *Astrakhan Bulletin of Ecological Education*. 2018;3:84-94. (In Russ.). EDN: XQVUVV.
14. Pichugin E.A., Shenfeld B.E., Somova T.N. Assessment of the impact of accumulated harm objects in the Arctic on the natural environment components. *Arctic: Ecology and Economy*. 2024;14(2):249-260. (In Russ.). <https://doi.org/10.52583/2223-4594-2024-2-249-260>. EDN: ONNRDC.
15. Ashikhmina T.V., Kaverina N.V. Geoecological monitoring of accumulated environmental damage in the handling of livestock waste in the Voronezh Region. *Regional Geosystems*. 2022;46(4):596-614. (In Russ.). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2022-46-4-596-614>. EDN: JWVKVK.
16. Kachor O.L., Parshin A.V., Trusova V.V. An integrated approach to the geoecological assessment of accumulated damage objects. *Theoretical and Applied Ecology*. 2022;4:65-71. (In Russ.). <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-4-065-071>. EDN: ADEBYY.
17. Bogdanov A.V., Zelinskaya E.V., Verkhozin I.I., Shkrabo A.I., Shatrova A.S. Monitoring sources of accumulated damage at the industrial site of the former battery plant "Vostsibelement". In: *Tekhnologicheskie i ekologicheskie aspekty dobychi i pererabotki prirodnogo i tekhnogennogo syr'ya (Leonovskie chteniya – 2023): materialy I Vseross. nauch.-prakt. konf. = Technological and environmental aspects of extraction and processing of natural and man-made raw materials (Leonovskie Readings – 2023): proceedings of the 1st All-Russian Scientific and Practical Conference*. 28 February 2023, Irkutsk. Irkutsk: Irkutsk National Research Technical University; 2023, p. 15-18. (In Russ.). EDN: FISKBS.
18. Kachor O.L., Trusova V.V., Gantimurova S.A., Goryachev I.N., Ikramov Z.L., Parshin A.V. The former industrial site of the Angarsk Metallurgical Plant (Svirsk, Russia) 10 years later: current geochemical state and interannual change analysis based on Earth remote sensing data. *Earth sciences and subsoil use*. 2024;47(1):66-89. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2024-47-1-66-89>. EDN: LPXNLT.
19. Trusova V.V., Kachor O.L., Alekseev A.S., Parshin A.V. First results of using mineral concentration methods for metal recover from technogenically contaminated soils with significant organic concentrations. *Earth sciences and subsoil use*. 2023;46(4):432-444. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2023-46-4-432-444>. EDN: PYLLUR.
20. Kuznetsova O.V., Kachor O.L., Matyuhin I.A., Ikramov Z.L., Parshin A.V. Rapid X-ray fluorescence analysis as a modern alternative to traditional spectral methods in geochemical prospecting. *Earth sciences and subsoil use*. 2023;46(4):390-401. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2023-46-4-390-401>. EDN: XMXIYB.



Информация об авторах / Information about the authors



Трусова Валентина Валерьевна,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник департамента геоэкологии,
институт «Сибирская школа геонаук»,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Россия,
старший научный сотрудник лаборатории геохимии рудообразования
и геохимических методов поисков,
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН,
г. Иркутск, Россия,
✉ vvtrusova@geo.istu.edu
<https://orcid.org/0000-0002-8168-9537>

Valentina V. Trusova,
Cand. Sci. (Eng.),
Senior Researcher of the Geoecology Department,
Siberian School of Geosciences,
Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russia,
Senior Researcher of the Laboratory of Geochemistry of Ore Formation
and Geochemical Prospecting Methods,
A.P. Vinogradov Institute of Geochemistry of the Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences,
Irkutsk, Russia,
✉ vvtrusova@geo.istu.edu
<https://orcid.org/0000-0002-8168-9537>



Алексеев Аяал Семенович,
аспирант,
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН,
г. Иркутск, Россия,
младший научный сотрудник лаборатории обогащения минерального сырья,
Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких
металлов и алмазов,
г. Иркутск, Россия,
✉ jr.alexeev@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0005-8014-9570>

Ayaa S. Alekseev,
Postgraduate Student,
A.P. Vinogradov Institute of Geochemistry of the Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences,
Irkutsk, Russia,
Junior Researcher,
Laboratory of Mineral Raw Materials Concentration,
Irkutsk Research Institute of Precious and Rare Metals and Diamonds,
Irkutsk, Russia,
✉ jr.alexeev@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0005-8014-9570>



Качор Ольга Леонидовна,
доктор технических наук,
руководитель департамента геоэкологии,
институт «Сибирская школа геонаук»,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Россия,
olgakachor@geo.istu.edu
<https://orcid.org/0000-0003-1889-9934>

Olga L. Kachor,
Dr. Sci. (Eng.),
Head of the Geoecology Department,
Siberian School of Geosciences,
Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russia,
olgakachor@geo.istu.edu
<https://orcid.org/0000-0003-1889-9934>



Икрамов Зиёвиддин Лутфиддин угли,
инженер-исследователь,
институт «Сибирская школа геонаук»,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Россия,
ziyoviddin.ikramov1992@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0006-2708-0989>
Ziyoviddin L. Ikramov,
Research Engineer,
Siberian School of Geosciences,
Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russia,
ziyoviddin.ikramov1992@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0006-2708-0989>

Вклад авторов / Contribution of the authors

В.В. Трусова – разработка методологии, проведение исследования, административное руководство исследовательским проектом, написание черновика рукописи.

А.С. Алексеев – проведение исследования, курирование данных, написание черновика рукописи.

О.Л. Качор – валидация результатов, разработка концепции, написание черновика рукописи, редактирование рукописи.

З.Л. Икрамов – курирование данных, проведение исследования, визуализация.

Valentina V. Trusova – methodology, investigation, project administration, writing – original draft.

Ayaal S. Alekseev – investigation, data curation, writing – original draft.

Olga L. Kachor – validation, conceptualization, writing – original draft, writing – editing.

Ziyoviddin L. Ikramov – data curation, investigation, visualization.

Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interests.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

Информация о статье / Information about the article

Статья поступила в редакцию 08.04.2025; одобрена после рецензирования 28.04.2025; принята к публикации 12.05.2025.

The article was submitted 08.04.2025; approved after reviewing 28.04.2025; accepted for publication 12.05.2025.