

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА № 1 ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛБАЗИНО

Е. В. Канакова¹, А. В. Вдовенко², Л. Н. Липина²

¹ Хабаровский филиал АО «Полиметалл УК», Хабаровск, Россия,
e-mail: KanakovaEV@polymetal.ru,

² Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Россия,
e-mail: 004164@pnu.edu.ru, e-mail: geo-lipina@rambler.ru

Аннотация: Отходы горно-обогатительных комбинатов негативно воздействуют на окружающую среду и обуславливают существенные затраты, связанные в том числе и с содержанием хвостохранилищ. Формированием хвостохранилищ сопровождаются практически все обогатительные процессы на горных предприятиях при освоении коренных месторождений. Расположены они преимущественно в речных долинах, и занимают огромные площади ценных долинных угодий. Объект исследования – горно-обогатительный комбинат по добыче и переработке золоторудного месторождения Албазино. Предмет исследования – процесс восстановления нарушенных земель. Албазинское золоторудное месторождение располагается в Дальневосточном Федеральном округе, в восточной части района им. Полины Осипенко Хабаровского края. Выбрано санитарно-гигиеническое направление рекультивации (консервация хвостохранилища). В статье обоснована и предложена технология рекультивации поверхности хвостохранилища №1. Концептуальная ее основа базируется на принципах учета современного состояния хвостохранилища, его общей и специфической характеристики, особенностей географических и климатических условий, а также возможности выполнения всех видов работ с максимальным использованием местных материалов и с учетом наилучших доступных технологий. Сделаны выводы о целесообразности осуществления горно-экологического мониторинга вплоть до восстановления естественной растительности, близкой к экосистеме зонального типа.

Ключевые слова: горнодобывающие комбинаты, нарушенные земли, отходы горного производства, рекультивация, хвостохранилище, наилучшие доступные технологии, водные объекты, мониторинг.

Для цитирования: Канакова Е. В., Вдовенко А. В., Липина Л. Н. Рекультивация хвостохранилища № 1 обогатительной фабрики месторождения Албазино // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 12-2. – С. 64–74. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_122_0_64.

Reclamation of the tailings pond # 1 of the ore processing plant at the Albazino deposit

E. V. Kanakova¹, A. V. Vdovenko², L. N. Lipina²

¹ Khabarovsk branch of JSC Polymetal UK, Khabarovsk, Russia, e-mail: KanakovaEV@polymetal.ru,

² Pacific State University of Khabarovsk, Russia, e-mail: 004164@pnu.edu.ru,
e-mail: geo-lipina@rambler.ru

Abstract: Waste from mining and beneficiation complexes has a negative impact on the environment and incurs significant costs, including those associated with maintaining tailings storage facilities. The establishment of tailings storage facilities accompanies nearly all beneficiation processes at mining enterprises when developing primary deposits. They are primarily located in river valleys and occupy vast areas of valuable lowland landscapes. The research subject is the mining and beneficiation complex for the extraction and processing of the Albazino gold deposit. The research object is the process of restoring disturbed lands. The Albazino gold deposit is situated in the Far Eastern Federal District, in the eastern part of the Polina Osipenko District of Khabarovsk Krai. The chosen direction for reclamation is the sanitary-hygienic approach (tailings storage preservation). The article justifies and proposes a technology for reclaiming the surface of Tailings Storage Facility No. 1. Its conceptual basis is founded on principles that account for the current state of the tailings storage facility, its general and specific characteristics, geographical and climatic conditions, and the possibility of executing all types of work with maximum use of local materials, considering the best available technologies. Conclusions are drawn regarding the feasibility of conducting mining-ecological monitoring until the restoration of natural vegetation closely resembling a zonal-type ecosystem.

Key words: mining plants, disturbed lands, mining waste, reclamation, tailings storage, the best available technologies, water objects, monitoring.

For citation: Kanakova E. V., Vdovenko A. V., Lipina L. N. Reclamation of the tailings pond # 1 of the ore processing plant at the Albazino deposit. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2023;(12-1):64–74. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_122_0_64.

Введение

Земля и другие природные ресурсы используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории (ч. 1 ст. 9 Конституции РФ). При проведении строительных, мелиоративных, лесозаготовительных, геологоразведочных, проектно-изыскательских и других работ, разработке месторождений полезных ископаемых происходит нарушение земель. Такие земли являются источником отрицательного воздействия на окружающую среду

в связи с нарушением почвенного покрова, изменением гидрологического режима, образованием техногенного рельефа. Научные труды отечественных и зарубежных исследователей [1–3] по вопросам разрушения экосистем, оценки их состояния и качества, а также реабилитации в зоне влияния горно-обогатительных комбинатов свидетельствует о том, что в настоящее время недостаточно применяются меры по их восстановлению. Нарушения земель при добыче полезных ископаемых и строительстве можно избежать при ограничении их масшта-

бов и своевременной рекультивации. Несмотря на пристальное внимание к проведению природоохранных мероприятий, площади нерекультивированных земель с каждым годом увеличиваются. Отходами добычи и переработки минерального сырья являются породы рыхлой и скальной вскрыши, вмещающие породы, хвосты обогащения, каменные отсеивы, карбонатная пыль, золошлакоотвалы, металлургические шлаки, отходы добычи строительных материалов и другие.

Отходы горно-обогатительных комбинатов (ГОКов) крайне отрицательно воздействуют на окружающую среду [4–7] за счет имеющихся хвостохранилищ, формированием которых сопровождаются практически все обогатительные процессы на горных предприятиях при освоении коренных месторождений. Воздействию хвостохранилищ на окружающую среду посвящено большое количество работ [8–10]. В конце XX в. в Дальневосточном регионе функционировали свыше десятка крупных ГОКов, сотни различных предприятий, разрабатывающих золотороссыпные месторождения, месторождения различных видов сырья и строительных материалов [11]. В результате горно-обогатительного производства накоплены огромные объемы отходов в виде отвалов вскрышных пород и некондиционных руд, а главное — обширные поля хвостохранилищ, являющихся источником химического загрязнения окружающей среды.

В связи с этим вопросы, связанные с рекультивацией земель, являются на сегодняшний день актуальными. Основная задача данной статьи — предложить технологию рекультивации земель, нарушенных горными работами, учитывающую географические и климатические особенности объекта исследования.

Объект и методы исследования

Объект исследования — горно-обогатительный комбинат по добыче и переработке золоторудного месторождения Албазино. Предмет исследования — процесс восстановления нарушенных земель в результате эксплуатации хвостохранилища. Албазинское золоторудное месторождение располагается в Дальневосточном Федеральном округе, в восточной части района им. Полины Осипенко Хабаровского края: примерно в 780 км к северо-востоку от Хабаровска; в 440 км от Амурска; ближайший от месторождения населенный пункт в 114 км — п. Херпучи. Климат района характеризуется как влажно-континентальный, согласно классификации климатов по Кеппену. В течение года средняя температура изменяется от минус 29 °С до плюс 24 °С. Район исследования отнесен к местности, приравненной к районам Крайнего Севера.

Обработка золоторудного месторождения проводится комбинированным способом, в результате из биологического круговорота изымаются продуктивные земли, в основном земли лесного фонда. При этом не происходит полного восстановления коренных растительных сообществ, чаще образуются новые экосистемы и ландшафты [12]. В состав Албазинского ГОКа входят: горнодобывающий комплекс (карьеры Анфисинский, Екатерина 1, 2, Фарида, подземный рудник на участке Ольга и Екатерина); промышленная площадка предприятия, включающая обогатительную фабрику и объекты инфраструктуры; хвостохранилища №1 и №2; вахтовый поселок.

Карьеры на участках Ольга и Екатерина 1 отработаны, хвостохранилище №1 остановлено для эксплуатации. Протяженность хвостохранилища №1 с юга на север вдоль ручья состав-

ляет около 2,5 км. Ограждающая дамба высотой 26 м, длиной 600 м пересекает долину ручья Ошибочный с запада на восток в северной части чаши хвостохранилища. По мере заполнения отходами дамба хвостохранилища трижды наращивалась. Гребень дамбы 3-й очереди находится на отметке 276 м. Хвостохранилище № 1 оказывает негативное техногенное воздействие на основные компоненты окружающей среды:

- на атмосферный воздух — загрязнением от неорганизованного выброса пыли (пыль неорганическая: 70–20 % SiO_2) при ветровой нагрузке в тёплое время года с мая по октябрь.

- на почвы прилегающих территорий земельных участков — посредством косвенного загрязнения через атмосферный воздух.

- на водный бассейн.

По классификации техногенных отходов Д. С. Дроздова хвостохранилище относится к классу техногенно-образованных, подобные хвостохранилища сформированы из веществ, не встречающихся в земной коре, либо с примесью таковых. Хвостохранилища являются объектами повышенной опасности. Самая неблагоприятная экологическая обстановка может сложиться при аварии на хвостохранилище, связанной с прорывом ограждающей дамбы, как показали аварии типа Байа Маре (в январе 2000 г.), повреждения и инциденты на хвостохранилищах могут иметь далеко идущие последствия для окружающей среды. Потенциал как хронического загрязнения, так и острого риска, связанного с хвостохранилищами может иметь очень большой срок, поэтому значимость правильного закрытия сегодняшних дамб хвостохранилищ для исключения недопустимых рисков или отрицательных воздействий в будущем имеет важное

значение. Согласно разделу 5 «Наилучшие доступные технологии» (НДТ), п. п. 5.9 НДТ в области рекультивации земель, нарушенных в процессе ведения горнодобывающих работ ИТС 16–2016 «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы» наилучшими доступными технологиями в области рекультивации земель, нарушенных в процессе ведения горнодобывающих работ, являются:

НДТ 5.9.1. Текущая рекультивация нарушенных земель в процессе обработки месторождений полезных ископаемых.

НДТ 5.9.7. Применение современной техники и оборудования при ведении рекультивационных работ, восстановления нарушенной территории при сокращении затрат на проведение рекультивации.

Чем быстрее и качественнее будут восстановлены земли, изъятые из оборота продуктивных земель лесного фонда, тем меньший ущерб понесет общество от их отчуждения под горные работы.

Запасы хвостов обогащения хвостохранилища по современным классификациям можно отнести к техногенным месторождениям, однако в настоящее время нет ни технологических, ни экономических возможностей для переработки. Несмотря на наличие общих принципов рекультивации нарушенных земель, которые должны разрабатываться в соответствии с действующим законодательством об охране и использовании земель, в том числе: Земельный кодекс РФ, Постановление № 800 от 10.07.2018 г. «О проведении рекультивации и консервации земель», ГОСТ Р 57446–2017 Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия. Согласно п. 1.12

ГОСТ 17.5.3.04–83, рекультивируемые земли и прилегающая к ним территория после завершения всего комплекса работ должны представлять собой оптимально организованный и экологически сбалансированный устойчивый ландшафт, однако необходимо признать, что во многих случаях необходимы более эффективные способы рекультивации, особенно для хвостохранилищ, слагающихся из токсичных отходов.

Современное состояние хвостохранилища №1

Территория хвостохранилища № 1 общей площадью 161,13 га представляет собой гидротехническое сооружение (ГТС) для хранения отходов обогатительного производства (так называемых хвостов) обогатительной фабрики Албазинского ГОКа (рис. 1). ГТС хвостохранилища №1 отнесены ко II классу. Класс опасности складироваемых отходов по степени негативного воздействия — V класс опасности (практически неопасные), подтверж-

денный биотестированием отходов хвостохранилища. В таблице приведено содержание химических веществ в отходах (хвостах) первичной переработки руд.

Однако территория хвостохранилища характеризуется почти полным отсутствием растительного покрова и существенным химическим преобразованием среды [13]. В хвостохранилищах при воздействии агентов окисления возникают и интенсивно развиваются химические реакции, под воздействием которых происходит трансформация первичных сульфидов (минералов) во вторичные сульфаты, которые представляют опасность для окружающей среды. Реакции окисления сульфидов в основном происходят в лежалых отходах обогащения (хвостов) под воздействием природных факторов, поэтому важно при консервации хвостохранилищ проведение мероприятий по снижению химического загрязнения окружающей среды.

Кроме того, хранение большого количества хвостов обогащения может

Таблица
Химическая характеристика отходов
Chemical characteristics of waste

Наименование компонентов	Массовая доля, мг/кг	Массовая доля, %
1	2	3
Алюминий	70000	1,31
Калий	13100	1,32
Кальций	13200	1,32
Натрий	6100	0,61
Титан	4500	0,45
Сера	1000	0,1
Кремний диоксид	340000	34
Железо	37000	3,7
Магний	5000	0,5
Марганец	800	0,08
Медь	300	0,03
Углерод	19000	1,9
Вода	490000	49
Всего:	1000000	100,0

привести к вероятности развития чрезвычайных ситуаций техногенного характера (угроза разрушения дамб, ограждающих хвостохранилища, и образование селевых потоков), что особенно свойственно регионам юга Дальнего Востока из-за обилия прохождение муссонных ливней в летний период [11, 13]. На момент остановки эксплуатации в хвостохранилище №1 уложено 8,241 млн м³ хвостов (98% от проектной вместимости). Объем воды, находящейся в емкости хвостохранилища, составляет около 83,0 тыс. м³.

Результаты исследования

Правильно выбранное направление рекультивации предопределил целевое использование и мониторинг нарушенных земель в дальнейшем [14–16]. Так, использование земельных участков в хозяйственных или рекреационных целях не планируется, является экономически и экологически нецелесообразным для исследуемого объекта. На площади, занятой хвостохранилищем №1, предлагается естественное лесовосстановление. По данным инженерно-экологических изысканий плодородный слой почвы, планируемый к использованию, удовлетворяет требованиям ГОСТ 17.5.1.03–86. Дополнительные агротехнические и фитомелиоративные мероприятия по улучшению качества плодородного слоя почвы не потребуются. Подземные воды — гидрокарбонатные кальциевые. Водоносный горизонт современных аллювиально-пролювиальных отложений приурочен к долине руч. Ошибочный и его притоков. В связи с отсутствием глинистого экрана с поверхности долины ручья Ошибочный водоносный горизонт относится к категории незащищенных от неблагоприятных техногенных (химических) воздействий

в случае чрезвычайных ситуаций при эксплуатации хвостохранилища № 2.

По совокупности факторов (географическое положение объекта, климатические условия, опасные условия производства работ) оптимальным и наиболее рациональным направлением рекультивации является санитарно-гигиеническое. Санитарно-гигиеническую рекультивацию (консервация) хвостохранилища предлагается провести в один технический этап. Техническая рекультивация включает следующие мероприятия:

1. Планировка территории с устройством противοfiltrационного элемента;

2. Возвращение ранее снятого плодородного слоя;

3. Уборка мусора, материалов, а также всех загрязнений территории.

Началом рекультивационных работ является остановка сброса пульпы в чашу хвостохранилища. Далее необходимо провести демонтаж пульповодов, водоводов, запорно-распределительной арматуры, линий электропередач, насосной станции оборотного водоснабжения.

В связи с наличием водных объектов в верховьях хвостохранилища требуется решить проблему его осушения и выполнить рекультивацию способами, позволяющими предотвратить загрязнение подземных и поверхностных вод стоками с поверхности хвостохранилища. Техническое решение данной проблемы включает:

- 1) откачку технологической воды в производство на фабрику, осушение ложа хвостохранилища;

- 2) отвод ручьев Ошибочный, Анфисинский и Рябиновый в водоотводной канал по правому борту;

- 3) сбор ручья Безымянный в канал и отвод за пределы хвостохранилища по левому борту;

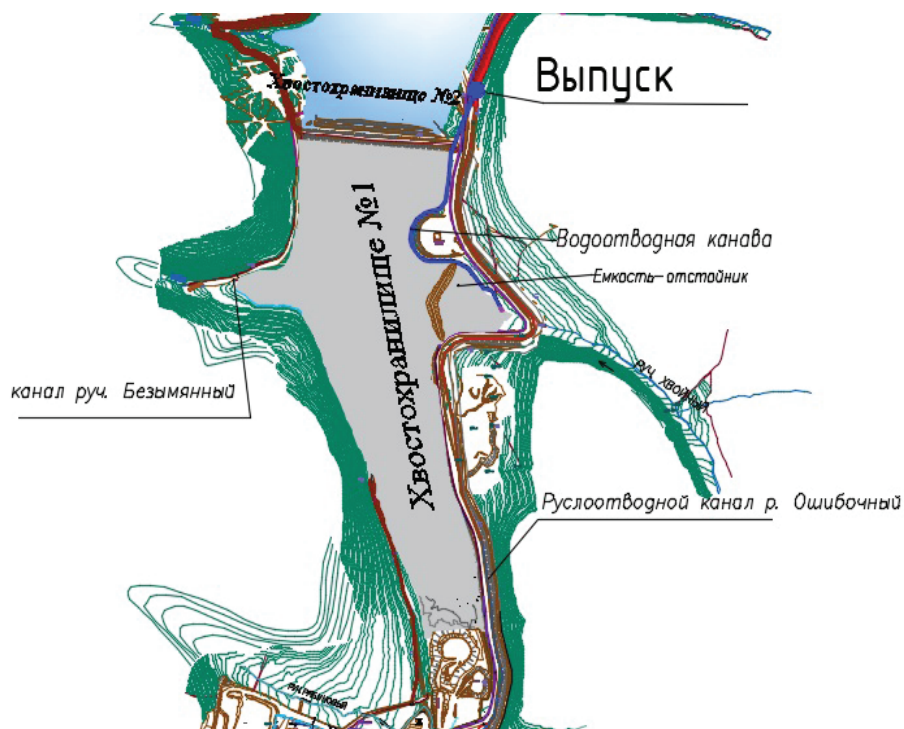


Рис. 1. Схема отвода водных объектов и поверхностных вод на территории хвостохранилища №1
 Fig. 1. Scheme of drainage of water bodies and surface waters in the territory of tailings dump N1

4) обустройство нагорной канавы в верховье хвостохранилища по левому борту для перехвата части бортового стока и ключей;

5) выполнение высотной планировки рекультивированной площади с уклоном в сторону существующей водоотводной канавы, из которой поверхностная вода попадает в действующее хвостохранилище № 2 (рис. 1).

После планировки на поверхность необходимо отсыпать слой плодородного или условно-плодородного грунта толщиной 0,2 м.

Необходимый объем плодородного или условно-плодородного грунта – 160 тыс. м³. Разработанная технология рекультивации поверхности хвостохранилища показана на рис. 2 и включает: выравнивание поверхности уложенных хвостов грунтом из отвалов

вскрышных пород (скальные породы) для стабилизации поверхности с планировкой в сторону водоотводной канавы; отсыпку суглинистого грунта для устройства противофильтрационного элемента с планировкой толщиной 0,5 м; укладку плодородного слоя почвы (ПСП).

Применение обломочных грунтов вскрышных пород карьеров для засыпки хвостохранилища наряду с исполнением решений технического этапа рекультивации снимает вопрос размещения такого материала на территории ГОКа.

Заклучение

Обоснование направления рекультивации и разработка технологии рекультивации поверхности хвостохранилища одновременно требует

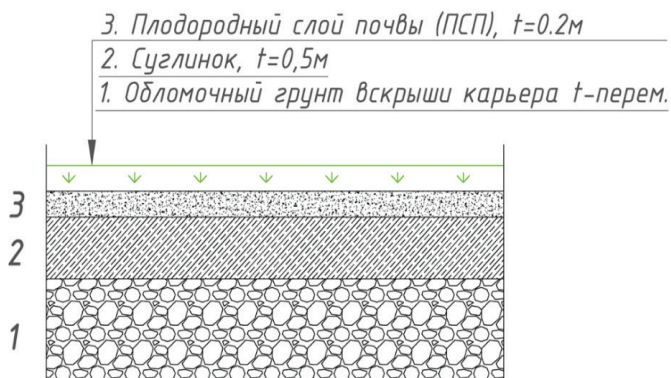


Рис. 2. Технология рекультивации поверхности хвостохранилища
 Fig. 2. Technology for reclamation of the tailings surface

учета современного состояния хвостохранилища №1, общей и специфической характеристики «хвостов», особенностей географических и климатических условий. Концептуальная основа технологии рекультивации базируется на принципах НДТ с учетом уникальных характеристик объекта и экономической целесообразности использования отдельных технологий и материалов. Предлагаемая технология рекультивации поверхности хвостохранилища дает возможность выполнения технического этапа с максимальным использованием обломочных грунтов вскрышных пород карьера и местных материалов (суглинок).

Включение в данную технологию естественного лесовосстановления позволит снизить негативное влияние хвостохранилища на окружающую среду, что, в свою очередь, ускорит процесс восстановления нарушенных земель, прилегающих к хвостохранилищу.

Кроме того, предложенный способ рекультивации хвостохранилища позволит восстановить поверхностный сток в водные объекты, водоохраные функции прилегающей территории к водным объектам. Однако на рекультивированном объекте вплоть до восстановления естественной растительности, близкой к экосистеме зонального типа, следует осуществлять горно-экологический мониторинг, который представляет, собственно, природоохранную деятельность. Понимая это и справедливо ассоциируя решение экологических проблем с социальным и технологическим прогрессом¹ [17], большинство крупнейших предприятий будут стремиться развивать и использовать чистые технологии.

¹ Поворот к природе: новая экологическая политика России в условиях «зеленой» трансформации мировой экономики и политики: доклад по итогам серии ситуационных анализов / Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Факультет мировой экономики и мировой политики.—М.: Международные отношения, 2021. 97 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корнцков С. В., Антонинова Н. Ю., Шубина Л. А., Собенин А. В. К вопросу об экологической реабилитации природной экосистемы, нарушенной при отработке

Кольванского месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2020. — № 3–1. — С. 465–474. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-31-0-465-474.

2. Уланов А. Ю., Бахмин В. И., Коробова О. С. О совершенствовании системы обращения с отходами недропользования // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2020. — № 6. — С. 48–55. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-6-0-48-55.

3. Литвинова Т. Е., Сучков Д. В. Комплексный подход к утилизации техногенных отходов минерально-сырьевого комплекса // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2022. — № 6–1. — С. 331–348. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_61_0_331.

4. Борисова Д. Д. Оценка и снижение негативного воздействия хранилища отходов, содержащих редкоземельные элементы // Технологические и экологические аспекты добычи и переработки природного и техногенного сырья (Леоновские чтения — 2023): материалы I Всероссийской научно-практической конференции. — 2023. — С. 25–28.

5. Ukaogo P. O., Ewuzie U., Onwuka C. V. Environmental pollution: causes, effects, and the remedies // Microorganisms for Sustainable Environment and Health. 2020, pp. 419–429.

6. Майорова Л. П., Черенцова А. А., Крупская Л. Т., Голубев Д. А., Колобанов К. А. Оценка техногенного загрязнения воздушного бассейна при пылении хвостохранилищ // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2021. — № 1. — С. 5–20. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-1-0-5-20.

7. Abruzzi R. C., Bonetti B., Marçal J. R. P., Berenice A. D., Bitencourt A. K. Artifacts in the analysis and assessment of low-cost containers for sampling and storing greenhouse gases // Quimica Nova. 2019, vol. 42, no. 1, pp. 84–94.

8. Salo H., Makinen J. Comparison of traditional moss bags and synthetic fabric bags in magnetic monitoring of urban air pollution // Ecological Indicators. 2019, vol. 104, pp. 559–566.

9. Petlovanyi M., Kuzmenko O., Lozynskiy V., Popovych V., Sai K., Saik P. Overview of man-made mineral formations accumulation and prospects for their development in mining industrial regions of Ukraine // Mining of Mineral Deposits. 2019, vol. 13, pp. 24–38.

10. Пашкевич М. А. Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду, СПб.: СПГГИ (ТУ), 2000, 230 с.

11. Грехнёв Н. И., Липина Л. Н. Консервация как способ рекультивации хвостохранилищ в климатических условиях юга Дальнего Востока // Горный журнал. — 2015. — № 1. — С. 80–84.

12. Евтушкова Е. П. Оценка устойчивого развития природно-территориального комплекса Пуровского района ЯНАО // АгроЭкоИнфо. — 2019. — № 3(37). — С. 16.

13. Липина Л. Н., Вдовенко А. В. К вопросу рекультивации месторождений россыпного золота в Хабаровском крае // Экология промышленного производства. — 2020. — № 2(110). — С. 45–50.

14. Прохоров Д. О., Стась Г. В., Болгова А. И., Шамрин М. Ю. Снижение или исключение негативного воздействия насыпных техногенных минеральных образований на окружающую среду // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. — 2022. — № 1. — С. 125–138.

15. Канакова Е. В., Марков В. А. Актуальные вопросы рекультивации земель, нарушенных при проведении работ, связанных с использованием недрами // Актуальные вопросы землепользования и управления недвижимостью: сборник статей IV Национальной научно-практической конференции. — Екатеринбург, Изд-во УГГУ, 2022. — С. 216–223.

16. Липина Л. Н., Вдовенко А. В. Оценка состояния окружающей среды в районе горнопромышленного освоения с применением ГИС-технологий // Экология промышленного производства. — 2019. — № 3 (107). — С. 51–54. **ПИАБ**

REFERENCES

1. Kornilkov S. V., Antoninova N. Yu., Shubina L. A., Sobenin A. V. On the issue of ecological rehabilitation of the natural ecosystem disturbed during the development of the Kolyvan deposit. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(3-1):465-474. [In Russ]. DOI: 10.25018/02361493-2020-31-0-465-474.
2. Ulanov A. Yu., Bahmin V. I., Korobova O. S. Improvement of subsoil use waste management. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(6):48-55. [In Russ]. DOI: 10.25018/02361493-2020-6-0-48-55.
3. Litvinova T. E., Suchkov D. V. Comprehensive approach to the utilisation of technogenic waste from the mineral resource complex. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2022;(6-1):331-348. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_61_0_331.
4. Borisova D. D. Assessment and reduction of the negative impact of waste storage containing rare earth elements. Technological and environmental aspects of the extraction and processing of natural and man-made raw materials (Leonov Readings 2023): materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference. 2023. pp. 25-28.
5. Ukaogo P. O., Ewuzie U., Onwuka C. V. Environmental pollution: causes, effects, and the remedies. *Microorganisms for Sustainable Environment and Health.* 2020, pp. 419-429.
6. Mayorova L. P., Cherentsova A. A., Krupskaya L. T., Golubev D. A., Kolobanov K. A. Assessment of manmade air pollution due to dusting at mine tailings storage facilities. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021;(1):5-20. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-1-0-5-20.
7. Abruzzi R. C., Bonetti B., Marçal J. R. P., Berenice A. D., Bitencourt A. K. Artifacts in the analysis and assessment of low-cost containers for sampling and storing greenhouse gases. *Quimica Nova.* 2019, vol. 42, no. 1, pp. 84-94.
8. Salo H., Makinen J. Comparison of traditional moss bags and synthetic fabric bags in magnetic monitoring of urban air pollution. *Ecological Indicators.* 2019, vol. 104, pp. 559-566.
9. Petlovanyi M., Kuzmenko O., Lozynskiy V., Popovych V., Sai K., Saik P. Overview of man-made mineral formations accumulation and prospects for their development in mining industrial regions of Ukraine. *Mining of Mineral Deposits.* 2019, vol. 13, pp. 24-38.
10. Pashkevich M. A. Technogenic massifs and their impact on the environment, St. Petersburg: SPGGI (TU), 2000, 230 p.
11. Grekhnev N. I., Lipina L. N. Conservation as a method of reclamation of tailings in the climatic conditions of the south of the Far East. *Gornyi Zhurnal.* 2015. N1. Pp. 80-84.
12. Evtushkova E. P. Assessment of sustainable development of the natural-territorial complex of the Purovsky district of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug / E. P. Evtushkova. *AgroEcolInfo.* 2019. No. 3(37). P. 16.
13. Lipina L. N., Vdovenko A. V. On the issue of reclamation of placer gold deposits in the Khabarovsk Territory. *Ecology of Industrial Production.* 2020. No. 2(110). pp. 45-50.
14. Prokhorov D. O., Stas G. V., Bolgova A. I., Shamrin M. Yu. Reducing or eliminating the negative impact of bulk technogenic mineral formations on the environment. *News of Tula State University. Geosciences.* 2022. No. 1. pp. 125-138.
15. Kanakova E. V., Markov V. A. Current issues of reclamation of lands disturbed during work related to the use of subsoil. Current issues of land use and real estate management: collection of articles of the IV National Scientific and Practical Conference. Ekaterinburg, UGGU Publishing House, 2022. pp. 216-223.
16. Lipina L. N., Vdovenko A. V. Assessment of the state of the environment in the area of mining development using GIS technologies. *Ecology of Industrial Production.* 2019. No. 3 (107). pp. 51-54.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Канакова Елена Владимировна — начальник отдела землеустройства Хабаровского филиала АО «Полиметалл УК», e-mail: KanakovaEV@polymetal.ru, Хабаровск, Россия, 680000 ул. Муравьева-Амурского, дом 18;

Вдовенко Алла Владимировна — канд. техн. наук., доцент, зав. кафедрой Геодезия и землеустройство, Тихоокеанский государственный университет, e-mail: 004164@pnu.edu.ru, Хабаровск, Россия, 680000 ул. Тихоокеанская, 136;

Липина Любовь Николаевна — канд. техн. наук., доцент кафедры Геодезия и землеустройство, Тихоокеанский государственный университет, <https://orcid.org/0000-0003-0725-5017>, e-mail: geo-lipina@rambler.ru, Хабаровск, Россия, 680000 ул. Тихоокеанская, 136.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kanakova E. V., Head of the Land Management Department of the Khabarovsk branch of JSC Polymetal UK, e-mail: KanakovaEV@polymetal.ru, Khabarovsk, Russia, 680000 Muravyov-Amursky str., house 18;

Vdovenko A. V., Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Geodesy and Land Management, Pacific State University, e-mail: 004164@pnu.edu.ru, Khabarovsk, Russia, 680000 Pacific str., 136;

Lipina L. N., Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Geodesy and Land Management, Pacific State University, e-mail: geo-lipina@rambler.ru, Khabarovsk, Russia, 680000 Pacific str., 136.

Получена редакцией 05.10.2023; получена после рецензии 24.10.2023; принята к печати 10.11.2023.

Received by the editors 05.10.2023; received after the review 24.10.2023; accepted for printing 10.11.2023.

