Оригинальная статья / Original Paper

https://doi.org/10.30686/1609-9192-2026-5-223-228

Вовлечение в дражную разработку мощных продуктивных отложений, превышающих выемочные возможности драги

Н.В. Мурзин ✉, Б.Л. Тальгамер, И.А. Мешков
Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация
✉ murzinnv@istu.edu

Резюме: На фоне сокращения доли россыпного золота в общем объёме его добычи по России в восточных регионах, включая Иркутскую область, сохраняется высокая значимость россыпей. При этом наблюдается ухудшение горно-геологических условий залегания россыпей: увеличивается доля трудноизвлекаемых запасов и количество не выдержанных по мощности и ширине участков. В связи с тем что разработка запасов с непостоянными параметрами вдоль россыпи и участков с большой мощностью продуктивных отложений будет осуществляться существующими драгами, авторы обосновали области применения для двух технологических вариантов подготовки таких месторождений к драгированию с использованием драги типа 250Д. Первый вариант предусматривает перевалку верхней части продуктивного пласта в траншею, пройденную вдоль дражного хода, с использованием экскаватора-драглайна ЭШ 10.70. Второй вариант основан на экскаваторно-автомобильной транспортировке тех же объёмов песков на маломощные или непродуктивные участки россыпи с применением экскаватора ЭКГ-5А, автосамосвалов БелАЗ 7540 и бульдозера Shantui SD-16. Для сравнительного анализа выполнено графоаналитическое моделирование: построено более 200 технологических схем при мощности вскрыши от 2 до 20 м и доле песков выше уровня черпания от 0 до 100% с шагом 5%. На основе вычисленных объёмов работ и удельных затрат получена зависимость общей стоимости подготовки полезного ископаемого к драгированию от доли песков, расположенных за пределами черпающих возможностей драги. Установлено, что эффективность первого варианта существенно зависит от мощности вскрыши и коэффициента переэкскавации. При мощности вскрыши менее 10 м и доле песков выше уровня черпания до 80% перевалка в траншею экономически оправдана. Экономически целесообразная область применения первого варианта ограничена мощностью вскрыши 18–20 м и долей песков, расположенных выше уровня черпания драги, не более 5%. При мощности торфов до 8–10 м подготовка песков драглайном остаётся эффективной даже в случае превышения мощности пласта над глубиной черпания драги до 2,5 раз. Полученные результаты позволяют обоснованно выбирать технологию отработки глубоких россыпей в сложных горно-геологических условиях.

Ключевые слова: россыпные месторождения, дражные работы, глубокие россыпи, подготовка песков, вскрышные работы

Для цитирования: Мурзин Н.В., Тальгамер Б.Л., Мешков И.А. Вовлечение в дражную разработку мощных продуктивных отложений, превышающих выемочные возможности драги. *Горная промышленность*. 2026;(5):*223–228*. https://doi.org/10.30686/1609-9192-2026-5-223-228

Dredging of thick productive placer deposits that exceed the dredger excavation capacity

N.V. Murzin✉, B.L. Talgamer, I.A. Meshkov
Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation
✉ murzinnv@istu.edu

Abstract: In conditions of a decreasing share of the placer gold in the total volume of gold production in the Russian Federation, the importance of placers remains high in the eastern regions, including the Irkutsk Region. At the same time, there is a deterioration in the mining and geological conditions of the placer deposits, i.e. the share of hard-to-recover reserves and the number of sections that are not maintained in terms of their capacity and width is increasing, while construction of new large-capacity dredges in Russia is virtually nonexistent. Bearing in mind the fact that development of reserves with variable parameters along the placer and areas with high productive sediment layer thickness will be carried out using the existing dredges, the authors have justified the scope of application for two technological options for preparing such deposits for dredging using Type 250D dredges. The first option provides for transloading of the upper part of the producing layer into a trench along the dredge cut using an ASH 10.70 dragline excavator. The second option is based on excavator-automobile transportation of the same volumes of sand to the thin or barren placer sites using an EKG-5A excavator, BelAZ 7540 dump trucks and a Shantui SD-16 bulldozer. Tabular-analytical

modeling was performed for comparative analysis, i.e. more than 200 technological schemes were designed with the overburden thickness from 2 to 20 m and the share of sands above the scooping level from 0% to 100% in increments of 5%. Dependences of the total cost of sand preparation on the proportion of sands located above the dredging capabilities were obtained based on the calculated volumes of work and the unit costs. It has been established that the efficiency of the first option significantly depends on the overburden thickness and the rehandling coefficient. With the overburden thickness of less than 10 m and the share of sand above the scooping level of up to 80%, transloading into the trench is economically justified. The economically feasible area of application of the first option is limited by the overburden thickness of 18–20 m and the share of sands located above the dredging depth of no more than 5%. With the peat thickness of up to 8–10 m, sand preparation with a dragline remains efficient even if the producing layer thickness exceeds the dredging depth by up to 2.5 times. The results obtained make it possible to reasonably select a technology for mining deep placers in difficult mining and geological conditions.

Keywords: placer deposits, dredging, deep placers, sand preparation, stripping operations

For citation: Murzin N.V., Talgamer B.L., Meshkov I.A. Dredging of thick productive placer deposits that exceed the dredger excavation capacity. *Russian Mining Industry.* 2026;(5):*223–228*. (In Russ.) https://doi.org/10.30686/1609-9192-2026-5-*223-228*

Введение

Анализ динамики золотодобычи в России указывает на существенную трансформацию сырьевой базы этой подотрасли. В общефедеральном масштабе доля металла, извлекаемого из россыпных месторождений, последовательно сокращается и по актуальным оценкам находится на уровне порядка 20% от общего годового объема его производства [1]. Пространственное распределение россыпной добычи, однако, отличается значительной неоднородностью. В отличие от общероссийской тенденции, в регионах Дальнего Востока и Восточной Сибири количество лицензий, выдаваемых на разработку россыпей, остается практически неизменным, что подчеркивает сохраняющуюся экономическую значимость данного типа объектов для восточных регионов страны.

В контексте регионального распределения минерально-сырьевого потенциала Иркутская область сохраняет статус одного из ключевых субъектов Российской Федерации по величине разведанных и утвержденных запасов россыпного золота [2]. Качественная и технологическая структура этих запасов претерпевает системные изменения. Наблюдается устойчивое сокращение удельного веса запасов, подготовленных для разработки дражным способом: в Иркутской области их доля не превышает 30%, а в среднем по стране оценивается в 15–20% [3], аналогичная ситуация наблюдается и за рубежом [4–6]. Одновременно в балансе нарастает доля ресурсов, характеризующихся пониженной категорией изученности (преимущественно С2), а также запасов, отнесенных к категории «труднодрагируемых» ввиду сложных горно-геологических условий, таких как валунистость, глинистость и льдистость пород. Также растет доля техногенных запасов [7–9], обладающих своими специфическими условиями отработки [10; 11].

Помимо этого, увеличивается доля россыпей с невыдержанными поперечными размерами (ширина, глубина, мощность песков), освоение которых крупными драгами нецелесообразно из-за недостаточного количества запасов, а использование средних и малых драг ограничено их рабочими характеристиками.

Анализ параметров вовлекаемых в разработку россыпей в Восточной Сибири показал, что за последние 20 лет их средняя ширина уменьшилась почти в 2 раза [12], при этом существенно возросло количество запасов, представленных отдельными блоками (прерывистая россыпь), а также увеличилась степень изменчивости основных геометрических размеров продуктивного пласта и торфов (в т.ч. глубина залегания, мощности торфов и песков, ширина). В связи с этим исходя из общепринятых методов проверки соответствия конструктивных размеров драг параметрам россыпи [13] для разных участков россыпи следует принимать разные по типоразмеру драги или же более мощные из них, что сдерживает использование дражного способа разработки.

Ввиду того что перспективы открытия крупных россыпных месторождений малы, а из-за практически полного отсутствия драгостроения в России – строительство уникальных драг в ближайшие годы не предвидится, освоение уже поставленных на баланс запасов может производиться либо существующими драгами, либо новыми драгами серийного производства. Данный факт предопределяет необходимость разработки технических решений по вовлечению в эксплуатацию россыпей с непостоянными горнотехническими параметрами (как по мощности, так и по ширине) небольшими драгами серийного производства.

Результаты

Одним из известных способов подготовки мощных продуктивных пластов к драгированию серийными драгами является перевалка верхней части песков (Vв) в траншею, пройденную вдоль дражного хода [14]. Работы по созданию траншеи, а также по перевалке в нее песков в объеме $V_в$ наиболее целесообразно проводить с использованием экскаватора-драглайна.

С целью установления области применения данного способа подготовки песков к драгированию были проведены изыскания с сопоставлением стоимости реализации этого технического решения с альтернативным, в качестве которого предусматривается отработка верхней части песков ($V_в$) экскаваторно-автомобильным комплексом с их перевозкой на участки россыпи, где мощность пласта меньше допустимой, либо намечен холостой ход драги [15].

К сравнению были приняты следующие технологические схемы:

Вариант 1. Вскрышные породы удаляются экскаватором-драглайном ЭШ 10.70 на борта россыпи, после чего осуществляется проходка траншеи вдоль дражного хода и размещение в ней верхней части продуктивных отложений, расположенных выше уровня черпания драги (рис. 1). Драгирование подготовленных запасов осуществляется драгой 250Д.

При работе по данному варианту при малых значениях $V_в$ (до 10% от объема песков $V_п$) их размещение предполагается осуществлять в пределах разноса бортов дражного разреза [15]. При увеличении $V_в$ и соответственно соотношения $\alpha = V_в / V_п$ предусматривается создание траншеи вдоль контура россыпи, причем на первоначальных эта-



Рис. 1
Технологическая схема отработки мощных продуктивных отложений с предварительной их подготовкой к драгированию экскаватором ЭШ 10.70

Fig. 1
A technological diagram for mining thick productive deposits with preliminary preparation for dredging using an ASH 10.70 excavator

пах траншея создается исходя из условия обеспечения наименьшей ширины по дну с целью снижения объемов вскрышных работ.

Вариант 2. Вскрышные работы осуществляются экскаватором-драглайном с размещением пород на бортах россыпи. Верхняя часть продуктивных отложений разрабатывается с использованием экскаватора типа механическая лопата с погрузкой их в автосамосвалы и транспортировкой на участки дражного хода с меньшей мощностью песков или на непродуктивные участки вдоль хода драги (холостого прохода) и временно размещаются на борту, откуда впоследствии перемещаются на подготовленный полигон (ход драги) с использованием бульдозера (рис. 2).



Рис. 2
Технологическая схема разработки мощных продуктивных отложений с перемещением верхней части песков автотранспортом на маломощный участок полигона

Fig. 2
A technological diagram for mining thick productive deposits with excavator-automobile transportation of a part of sands to a thin placer site

В качестве оборудования, задействованного при реализации данного варианта, принят экскаваторно-автомобильный комплекс, включающий карьерный экскаватор ЭКГ-5А и автосамосвалы БелАЗ 7540. Перевалка перевезенных песков на полигон драги производится бульдозером Shantui SD-16.

Необходимо отметить, что работа по второму варианту имеет ряд ограничений, связанных с размещением перевозимых песков. По второму варианту размещение песков предполагается производить на вскрытых участках россыпи на удалении 1 км от участка подготовки (при этом на практике значительная мощность песков может сохраняться и на более протяженных участках). Существенное опережение вскрышных работ нецелесообразно ввиду промерзания вскрытых песков в холодный период года, тогда как создание выработанного пространства для размещения песков на удаленных участках экскаваторно-автомобильным комплексом приведет к существенному повышению себестоимости данной технологии. Размещение песков на нерудных участках при разработке прерывистых россыпей также будет экономически необоснованным при значительной удаленности таких участков от дражного разреза, поэтому перевалку песков целесообразнее осуществлять в траншею вдоль дражного хода (вариант 1).

Как правило, запасы для дражного способа разработки имеют весьма невысокое содержание ценных компонентов, что связано с низкой себестоимостью добычи металла при данном способе разработки [16–18], в связи с чем проведение работ по пересчету запасов с переводом их в запасы для открытой раздельной разработки чаще всего неосуществимо. Поэтому вариант отработки верхней части песков с использованием промприборов не рассматривается.

В рамках выполнения исследования было отстроено более 200 технологических схем отработки для каждого из рассматриваемых вариантов: для 10 различных мощностей вскрышных пород $H_в$ (от 2 до 20 м с шагом в 2 м) было отстроено по 20 технологических схем с увеличением доли песков, расположенных выше уровня черпания драги α, от 0 до 100% с шагом в 5%.

По отстроенным технологическим схемам определялись объемы работ по удалению торфов, переэкскавации, перевалке (перевозке) песков, а также объем траншеи, для их размещения. Затем были установлены общие затраты по каждому из видов оборудования на основании удельных затрат на разработку 1 м^3 горной массы. Себестоимость работы оборудования принята по данным одного из предприятий Восточной Сибири. По результатам расчета были получены зависимости (рис. 3), по которым определялась область применения способа с предварительной подготовкой песков к выемке путем размещения верхней части продуктивных отложений в траншею, расположенную вдоль дражного хода.

Анализ полученных зависимостей и технологических схем показывает, что эффективность применения данного способа подготовки песков к драгированию в первую очередь определяется мощностью вскрышных пород $H_в$. Зависимость общей стоимости реализации технического решения от объема переэкскавации актуальна при $H_в$ < 10 м. Подготовка песков путем их перевалки в траншею, пройденную вдоль хода драги, становится нецелесообразной при коэффициенте переэкскавации $K_{пэ}$ более 0,7 и $H_в$ = 5 м, при $K_{пэ}$ > 0,4 и $H_в$ = 10 м и не зависит от $K_{пэ}$ при $H_в$ = 15 м, так как стоимость работ по удалению пустых пород, прирастающих на единицу ширины траншеи в последнем случае будет больше, чем затраты на перевозку песков автосамосвалами. При возрастании объема песков выше уровня черпания драги переэкскавация возникает из-за необходимости строительства траншеи большего размера (при доле песков выше уровня черпания драги $\alpha = V_в / V_п \geq 80\%$ объем траншеи соответствует первоначальной ширине дражного разреза) и, как следствие, большему объему работ по перевалке пустых пород. Это отчетливо видно при сравнении стоимости работ между вариантами подготовки для различных мощностей вскрыши (выше горизонтальной оси – положительная разница в стоимости подготовки между первым и вторым вариантами, ниже горизонтальной оси – отрицательная) (рис. 4).

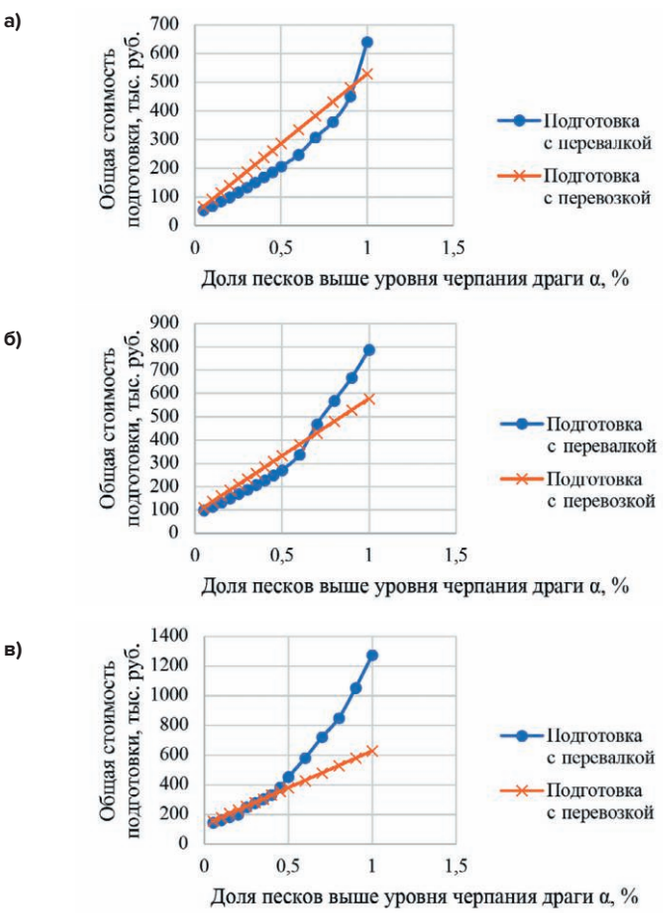


Рис. 3
Зависимость общей стоимости подготовки песков к драгированию от α при мощности вскрыши: а – $H_в$ = 5 м; б – $H_в$ = 10 м; в – $H_в$ = 15 м

Fig. 3
The dependence of the total cost of sand preparation for dredging on α value at the following overburden thickness: а – H_o = 5 m; б – H_o = 10 m; в – H_o = 15 m

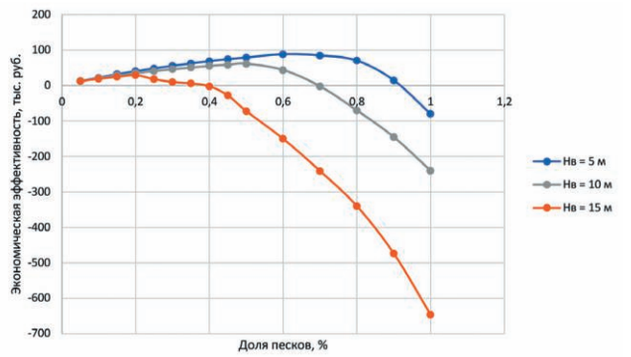


Рис. 4
Экономическая эффективность варианта 1 относительно варианта 2 в зависимости от доли песков выше уровня черпания драги (α) при мощности вскрыши 5, 10 и 15 м

Fig. 4
Economic efficiency of Option 1 relative to Option 2 depending on the share of sand above the dredge scooping level (α) with the overburden thicknesses of 5, 10, and 15 m

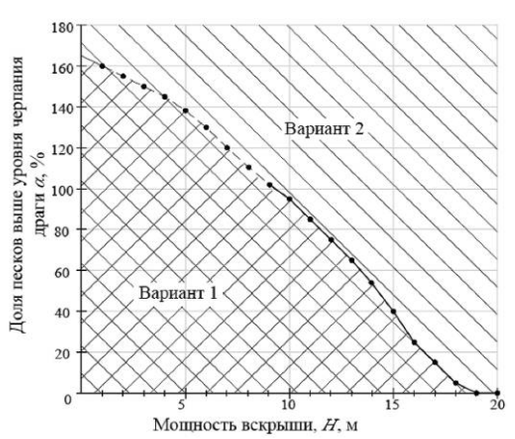


Рис. 5
Области экономически целесообразного применения способов подготовки песков по варианту 1 и варианту 2

Fig. 5
Areas of economically viable application of the sand preparation methods according to Option 1 and Option 2

Анализируя зависимости, приведенные на рис. 4, можно сделать вывод, что с увеличением мощности торфов и соотношения $V_в$ / $V_п$ разница в стоимости работ между первым и вторым вариантом существенно изменяется. При малой мощности торфов (до 10 м) эффективность варианта 1 в зависимости от увеличения α сохраняет положительную динамику до момента появления значительной переэкскавации, в то же время для мощности торфов более 10 м положительная динамика сохраняется лишь до момента, связанного с началом расширения траншеи. Последнее объясняется тем, что при больших значениях мощности торфов возрастает удельный объем работ по перевалке пустых пород на каждый метр расширения траншеи.

При мощности вскрыши 15 м и значениях α = $V_в$ / $V_п$ ≤ 20% размещение песков производится в траншее, развитие которой происходит в глубину. При α ≥ 20% начинается расширение траншеи с постепенным снижением целесообразности перевалки песков и, когда значение α достигает 40%, возникает переэкскавация, которая приводит к резкому сокращению эффективности работы по варианту 1.

Вместе с тем использование более мощного экскаватора-драглайна (например, ЭШ 15.90) позволит повысить экономическую целесообразность варианта 1 с увеличением значений α и мощности вскрыши. Однако применение ЭШ 15.90 не всегда оправдано при эксплуатации россыпей с мощностью торфов до 20 м.

По результатам расчетов была установлена экономически целесообразная область применения способов подготовки песков к выемке драгой 250Д по варианту 1 и варианту 2 для разных мощностей торфов и песков (рис. 5).

Анализ области применения рассмотренных способов подготовки песков показывает, что для условий работы драги 250Д в комплексе с экскаватором ЭШ 10.70 подготовку запасов к драгированию путем размещения верхней части продуктивных отложений в траншею, пройденную вдоль дражного контура, целесообразно осуществлять при мощности вскрыши до 18 м, при этом значение α должно быть не более 5%. Отработка пластов, более чем двукратно превышающих черпающие возможности драги по глубине, может быть экономически оправдана при мощности вскрыши до 9 м. Причем, как указывалось выше, данная граница установлена для экскаватора ЭШ 10.70. При использовании более крупных или мелких экскаваторов данная граница будет смещаться в сторону увеличения/уменьшения соответственно, из-за изменения технических возможностей вскрышного оборудования.

Выводы

1. Отработка россыпей с мощностью продуктивных отложений, превышающей выемочные возможности драг, может эффективно осуществляться с предварительной подготовкой продуктивных отложений путем их частичной перевалки в траншею, пройденную вдоль контура дражного хода.
2. Подготовка песков к выемке для драги 250 Д с использованием траншеи вдоль дражного хода, может быть обеспечена экскаватором ЭШ 10.70 при мощности продуктивного пласта, до 2,5 раз превышающего выемочные возможности драги, и мощности торфов не более 8–10 м.
3. Доля песков, расположенных выше уровня черпания драги, которые могут быть эффективно отработаны с использованием предварительной их подготовки экскаватором ЭШ 10.70, снижается по мере увеличения мощности торфов и при значениях последних 18–20 м составляет не более 5%.

Список литературы / References

1. Лаломов А.В., Владимирцева О.В., Бочнева А.А. Роль россыпных месторождений в золотодобывающей промышленности России. *Золото и технологии*. 2022;(4):36–46. Режим доступа: https://zolteh.ru/regions/rol_rossypnykh_mestorozhdeniy_v_zolotodobyvayushchey_promyshlennosti_rossii_po_materialam_doklada_na/ (дата обращения: 30.01.2026).
Lalomov A. V., Vladimirczeva O. V., Bochneva A. A. The role of alluvial deposits in the Russian gold mining industry. *Zoloto i Tekhnologii*. 2022;(4):36–46. (In Russ.) Available at: https://zolteh.ru/regions/rol_rossypnykh_mestorozhdeniy_v_zolotodobyvayushchey_promyshlennosti_rossii_po_materialam_doklada_na/ (accessed: 30.01.2026).
2. Дорош Е.А., Тальгамер Б.Л. Анализ минерально-сырьевой базы золотодобычи в Ленском золотоносном районе и обоснование направлений развития способов разработки россыпей. *Науки о Земле и недропользование*. 2022;45(3):222–234. https://doi.org/10.21285/2686-9993-2022-45-3-222-234
Dorosh E.A., Talgamer B.L. Analysis of the mineral resource base of gold mining in the Lena gold-bearing district and substantiation of the development directions of placer mining methods. *Earth Sciences and Subsoil Use*. 2022;45(3):222–234. (In Russ.) https://doi.org/10.21285/2686-9993-2022-45-3-222-234
3. Куторгин В.И., Сапрыкин А.А., Джобадзе В.А., Тарасов А.С. Перспективы резервного фонда минерально-сырьевой базы россыпного золота России. *Руды и металлы*. 2008;(4):9–15.
Kutorgin V.I., Saprykin A.A., Dzhobadze V.A., Tara-sov A.S. Future views for the placer gold reserve fund of the Russian mineral base. *Ores and Metals*. 2008;(4):9–15. (In Russ.)
4. Christie A.B. Introduction to the Special Issue on South Island detrital gold, from sources to mines. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*. 2025;68(2):241–244. https://doi.org/10.1080/00288306.2025.2475937
5. Lawrence S., Grove J., Davies P., Turnbull J., Rutherfurd I., Macklin M. Historical dredge mining as a significant anthropomorphic agent in river systems: A case study from south-eastern Australia. *The Holocene*. 2021;31(7):1158–1174. https://doi.org/10.1177/09596836211003272
6. Delgado J.P. The archaeology of the gold dredge: The final phase of placer mining. *Journal of Maritime Archaeology*. 2023;18(2):269–295. https://doi.org/10.1007/s11457-023-09363-6
7. Левченко Е.Н., Григорьева А.В. Типоморфные и технологические особенности попутного золота в комплексных россыпных месторождениях. *Обогащение руд*. 2021;(3):24–32. https://doi.org/10.17580/or.2021.03.05
Levchenko E.N., Grigoreva A.V. Typomorphic and processrelated features of associated gold in complex placer deposits. *Obogashchenie Rud*. 2021;(3):24–32. (In Russ.) https://doi.org/10.17580/or.2021.03.05
8. Hrinchenko O., Yushin O. Potential of mining waste recycling in Ukraine. In: *Monitoring 2019: Conference – monitoring of geological processes and ecological condition of the environment, Kyiv, November 12–15, 2019*. European Association of Geoscientists & Engineers; 2019, pp. 1–5. https://doi.org/10.3997/2214-4609.201903172
9. Литвинцев В.С., Усиков В.И., Озарян Ю.А., Алексеев В.С. Метод дистанционного зондирования Земли в составе работ по оценке объемов техногенного сырья и экологической обстановки при эксплуатации россыпей. Г*еоресурсы*. 2021;*23*(4):116–123. https://doi.org/10.18599/grs.2021.4.13
Litvintsev V.S., Usikov V.I., Ozaryan Yu.A., Alekseev V.S. Remote sensing of the Earth as a part of research of assessing the volume of technogenic raw and the environmental situation during the exploitation of placers. *Georesursy*. 2021;*23*(4):116–123. (In Russ.) https://doi.org/10.18599/grs.2021.4.13
10. Мурзин Н.В., Тальгамер Б.Л. Анализ структуры техногенных россыпей и оценка опыта их разработки. Известия Томского политехнического университета. *Инжиниринг георесурсов*. 2023;334(2):147–153. https://doi.org/10.18799/24131830/2023/2/3829
Murzin N.V., Talgamer B.L. Analysis of the structure of technogenic placers and evaluation of their development experience. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. *Geo Assets Engineering*. 2023;334(2):147–153. (In Russ.) https://doi.org/10.18799/24131830/2023/2/3829
11. Литвинцев В.С. Проблемы рационального освоения техногенных россыпных месторождений благородных металлов в восточных районах России. *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. 2015;(1):97–104. Режим доступа: https://www.sibran.ru/journals/issue.php?ID=163246&ARTICLE_ID=163257 (дата обращения: 30.01.2026).
Litvintsev V.S. Rational development of noble metal placer mining waste in the east of Russia. *Journal of Mining Science*. 2015;51(1):118–123. https://doi.org/10.1134/S1062739115010159

12. Мешков И.А., Лицзюань П., Тальгамер Б.Л. Динамика горнотехнических параметров разрабатываемых россыпей. В кн.: *Перспективы развития горно-металлургической отрасли (Игошинские чтения): материалы Всерос. науч.-практ. конф., г. Иркутск, 26 ноября 2021 г.* Иркутск: Изд-во ИрНИТУ; 2022. Т. 2. С. 27–33.

13. Лешков В.Г. *Разработка россыпных месторождений.* М.: Горная книга; 2007. 906 с.

14. Гуричев А.В., В Кудряшев.А., Тальгамер Б.Л. Способ разработки россыпных месторождений. Патент СССР, SU1802578A1. Опубл. 27.03.1996. Режим доступа: https://patents.google.com/patent/SU1802578A1/ru (дата обращения: 30.01.2026).

15. Тальгамер Б.Л. Способ дражной разработки россыпных месторождений. Патент РФ, RU2629187C1. Опубл. 25.08.2017. Режим доступа: https://patents.google.com/patent/RU2629187C1/ru (дата обращения: 30.01.2026).

16. Talgamer B.L., Dudinskiy F.V., Murzin N.V. Assessment of conditions and experience of technogenic placer dredging. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Scienc*e. 2020;408:12065. https://doi.org/10.1088/1755-1315/408/1/012065

17. Мирзеханов Г.С., Мирзеханова З.Г. Прогнозная оценка ресурсного потенциала гале-эфельных отвалов россыпных месторождений золота Дальнего Востока России. *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых.* 2020;(2):111–120. https://doi.org/10.15372/FTPRPI20200213
Mirzekhanov G.S., Mirzekhanova Z.G. Forward appraisal of potential gold content of dredge and sluice tailings dumps at placers in Russia's Far East. *Journal of Mining Science.* 2020;56(2):259–267. https://doi.org/10.1134/S1062739120026733

18. Helmons R., de Wit L., de Stigter H., Spearman J. Dispersion of benthic plumes in deep-sea mining: What lessons can be learned from dredging? *Frontiers in Earth Science.* 2022;10:868701. https://doi.org/10.3389/feart.2022.868701

Информация об авторах
Мурзин Николай Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация; https://orcid.org/0000-0002-6833-7860; e-mail: murzinnv@istu.edu
Тальгамер Борис Леонидович – доктор технических наук, профессор, кафедра разработки месторождений полезных ископаемых, Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация; https://orcid.org/0000-0003-1201-2693
Мешков Иван Анатольевич – аспирант кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация; https://orcid.org/0009-0006-5298-7929

Информация о статье
Поступила в редакцию: 23.05.2026
Поступила после рецензирования: 22.06.2026
Принята к публикации: 08.07.2026

Information about the authors
Nikolay V. Murzin – Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Department of Mineral Deposits Development, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation; https://orcid.org/0000-0002-6833-7860; e-mail: murzinnv@istu.edu
Boris L. Talgamer – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Department of Mineral Deposits Development, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation; https://orcid.org/0000-0003-1201-2693
Ivan A. Meshkov – Postgraduate Student, Department of Mineral Deposits Development, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation; https://orcid.org/0009-0006-5298-7929

Article info
Received: 23.05.2026
Revised: 22.06.2026
Accepted: 08.07.2026