

## ГЕОТЕХНОЛОГИЯ. ГОРНЫЕ МАШИНЫ

УДК 622.271.1

DOI: 10.21440/0536-1028-2023-5-49-59

### Оценка трудоемкости разработки запасов по плану россыпи

Дорош Е. А.<sup>1\*</sup>, Тальгамер Б. Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «СибЗолото», г. Иркутск, Россия

<sup>2</sup> Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

\*e-mail: egordoros3@gmail.com

#### Реферат

**Введение и цель работы.** Развитие золотодобывающей отрасли связано в первую очередь с наращиванием минерально-сырьевой базы и освоением перспективных месторождений. Вместе с тем на протяжении многих лет специалистами отмечается ухудшение качества запасов россыпного золота. Добыча высококатегорийных запасов существенно опережает их прирост, при этом прирост низкоккатегорийных запасов заметно опережает их добычу. В эксплуатацию вводится все больше месторождений со сложными горно-геологическими и горнотехническими условиями, разработка которых зачастую нерентабельна. В рамках данной работы рассмотрены вопросы, связанные с оценкой трудоемкости вскрышных работ на россыпях. Ввиду интенсивного вовлечения в разработку россыпных месторождений со значительной мощностью торфов в последние годы данная тема особенно актуальна.

**Методика проведения исследования.** Проанализированы существующие положения по оценке затрат на производство вскрышных работ и трудоемкости. Проведено моделирование россыпей с различной конфигурацией блоков запасов в плане и определена проблема. Построены графики зависимости соотношения коэффициентов вскрыши (эксплуатационный/геологический) от отношения периметра к площади запасов при эксплуатации россыпей открытым раздельным способом. Произведен анализ полученных результатов.

**Результаты исследования и их анализ.** В работе выполнен анализ влияния горизонтальных параметров запасов на трудоемкость вскрышных работ, обозначена необходимость достоверной оценки объемов вскрыши при подсчете запасов, предложена методика оперативного учета превышения эксплуатационного коэффициента вскрыши над геологическим.

**Выводы, область применения результатов.** Обозначена проблема, связанная со значительным расхождением эксплуатационного и геологического коэффициентов вскрыши, влияющая на достоверную оценку пригодности запасов для промышленного освоения на месторождениях 3–4-й категории по сложности геологического строения со значительной мощностью торфов и большим количеством обособленных блоков запасов. Представлена методика предварительной оценки трудоемкости вскрышных работ.

**Ключевые слова:** россыпные месторождения; классификация запасов; трудоемкость разработки; горнотехнические параметры; коэффициент вскрыши; золотодобыча.

**Введение.** Механизированная разработка россыпных месторождений золота в России насчитывает не один десяток лет. За этот период различными способами отработаны наиболее богатые и крупные месторождения – гидравлическим, подземным, дражным, открытым раздельным. Сегодня большая часть россыпей в стране разрабатывается открытым раздельным – 60–90 % и дражным – 5–15 % [1–4]

способами, а гидравлический и подземный способы используются в меньшей степени. Большая часть балансовых запасов россыпей приходится на открытый раздельный – 50–70 % и дражный способы разработки – 15–20 % [3, 5–11].

Горнотехнические условия залегания россыпей, разрабатываемых в настоящее время, достаточно сложные [3, 12, 13]. Большая часть месторождений в различной степени поражена мерзлотой, обводнена, некоторые россыпи сильно валунистые, пески труднопромывистые. Значительная доля запасов относится к глубокозалегаящим с большой мощностью вскрышных пород. Несмотря на то что в эксплуатацию все чаще вводятся месторождения со сложными горно-геологическими и горнотехническими условиями залегания [14, 15], в последние годы объемы добычи россыпного золота не снижаются, а в некоторых регионах даже растут [16].

На сегодняшний день имеется достаточно много классификаций горных пород и грунтов по трудности разработки (буримости, взрываемости, экскавации и т. д.), существуют различные классификации запасов, использование которых не всегда позволяет правильно оценить трудность эксплуатации россыпи. Отсутствие критериев влияния некоторых горно-геологических и горнотехнических факторов на эксплуатацию запасов приводит к неточности прогнозирования экономических показателей разработки россыпей.

На практике при оценке россыпей учитывают, как правило, основные горно-геологические и горнотехнические параметры (объем запасов, мощности вскрыши и песков, содержание полезных компонентов, валунистость, глинистость, объем многолетней мерзлоты), при этом параметры месторождения в плане во внимание не принимаются.

В свою очередь ряд горно-геологических и горнотехнических параметров, значительно влияющих на экономические показатели, вообще остается без внимания. Происходит это ввиду специфики разработки россыпных месторождений и индивидуальности их геологического строения.

В рамках данной статьи рассмотрено влияние равномерности распределения запасов в плане на трудоемкость их эксплуатации, что особенно актуально при разработке глубоких россыпей.

**Проблематика оценки трудоемкости вскрышных работ при разработке россыпей.** Подсчет запасов россыпных месторождений золота выполняется по известным методикам [17–19]. Наибольшее распространение получил способ геологических блоков с опорой каждого блока на две соседние линии, а крайнего блока на одну. Оконтуривание россыпи проводится согласно кондиционным показателям, которые определяются технико-экономическим обоснованием. Согласно этой методике минимальное содержание химически чистого (х/ч) золота в выработке рассчитывается следующим образом:

$$C_{\text{мин.ок}} = C_{\text{мин.ок.н.в}} + K_{\text{скв}} G_{\text{ок}},$$

где  $C_{\text{мин.ок.н.в}}$  – минимальное содержание х/ч золота в оконтуривающей выработке при нулевой вскрыше, г/м<sup>3</sup>;  $K_{\text{скв}}$  – геологический коэффициент вскрыши в разведочной оконтуривающей выработке;  $G_{\text{ок}}$  – приращение (градиент) минимального содержания в оконтуривающей выработке на единицу коэффициента вскрыши, г/м<sup>3</sup>.

В формуле определения минимального содержания х/ч золота в выработке технико-экономическим обоснованием определяются параметры минимального содержания х/ч золота в оконтуривающей выработке при нулевой вскрыше  $C_{\text{мин.ок.н.в}}$  и приращения (градиент) минимального содержания в оконтуривающей выработке

на единицу коэффициента вскрыши  $G_{ок}$ . При этом для определения трудоемкости вскрышных работ используется геологический коэффициент вскрыши в разведочной оконтуривающей выработке  $K_{скв}$ .

Минимальное промышленное содержание  $x/c$  золота в блоке определяется по формуле:

$$C_{мин} = C_{мин.н.в} + K_{бл} G_{бл} + D_{ш} G_{ш}, \quad (1)$$

где  $C_{мин.н.в}$  – минимальное промышленное содержание при нулевой вскрыше,  $г/м^3$ ;  $G_{бл}$  – приращение (градиент) минимального промышленного содержания на единицу коэффициента вскрыши,  $г/м^3$ ;  $K_{бл}$  – коэффициент вскрыши по выработкам оцениваемого блока;  $G_{ш}$  – приращение (градиент) минимального промышленного содержания на единицу отклонения ширины россыпи от расчетной величины 50 м,  $г/м^3$ ;  $D_{ш}$  – отклонение ширины россыпи от расчетной величины 50 м,  $м/м$ .

В формуле (1) технико-экономическим обоснованием определяются параметры минимального содержания  $x/c$  золота в блоке при нулевой вскрыше  $C_{мин.н.в}$ , приращения (градиенты) минимального содержания на единицу коэффициента вскрыши торфов  $G_{бл}$  и на единицу отклонения ширины россыпи от расчетной величины 50 м  $G_{ш}$ . При этом для определения трудоемкости вскрышных работ также используется геологический коэффициент вскрыши по выработкам оцениваемого блока  $K_{бл}$ .

Из представленных данных видно, что при подсчете запасов для оценки трудоемкости вскрышных работ используют геологический коэффициент вскрыши, величина которого непосредственно влияет на отнесение блоков к категории балансовых. Понятно, что наиболее представительным показателем для оценки трудоемкости вскрышных работ является эксплуатационный коэффициент вскрыши, однако при подсчете запасов его не используют, так как его значение можно получить только после построения технологических схем и выполнения расчетов параметров вскрышных работ и разубоживания песков. В свою очередь эксплуатационный коэффициент вскрыши может значительно, иногда в разы, отличаться от геологического. В таком случае отнесение блоков к балансовым будет не всегда корректно.

На величину эксплуатационного коэффициента вскрыши влияют объем бортовой прирезки и объем предохранительной «рубашки». Объем предохранительной «рубашки» значительно понижает эксплуатационный коэффициент вскрыши на широких россыпях (где ширина  $B > 70$  м) с неравномерным распределением металла по вертикали. Величина объема бортовой прирезки зависит от расположения контура запасов в плане, мощности торфов и угла откоса бортов карьера. Степень влияния объема бортовой прирезки на эксплуатационный коэффициент вскрыши зависит от ширины россыпи, она наиболее высока на узких россыпях ( $B < 50$  м). Объем бортовой прирезки значительно увеличивает эксплуатационный коэффициент вскрыши на узких ( $B < 50$  м) и глубоких (мощность  $H > 20$  м) россыпях.

**Модели россыпей с различной конфигурацией блоков запасов в плане** представлены на рис. 1. На их основании сделана оценка трудоемкости вскрышных работ, обусловленная расхождением геологического и эксплуатационного коэффициентов вскрыши. У представленных моделей различны ширина и конфигурация блоков в плане, одинаковы мощность торфов и песков, геологические коэффициенты вскрыши, углы откосов вскрышного и добычного уступов. Поперечный разрез с указанием параметров россыпи представлен на рис. 2.

Россыпь, представленная на рис. 1, а, отличается равномерностью своих параметров. Россыпи с подобными параметрами распределения запасов в плане, как правило, относятся к 1–2-й категории по сложности геологического строения. Россыпь, представленная на рис. 1, б, отличается неравномерностью ширины блоков. Россыпи с подобными параметрами распределения запасов в плане, как правило, относятся ко 2–3-й категории по сложности геологического строения. Россыпь, представленная на рис. 1, в, отличается узкими блоками запасов. Россыпи с подобными параметрами распределения запасов в плане, как правило, относятся к 3-й категории по сложности геологического строения. Россыпь, представленная

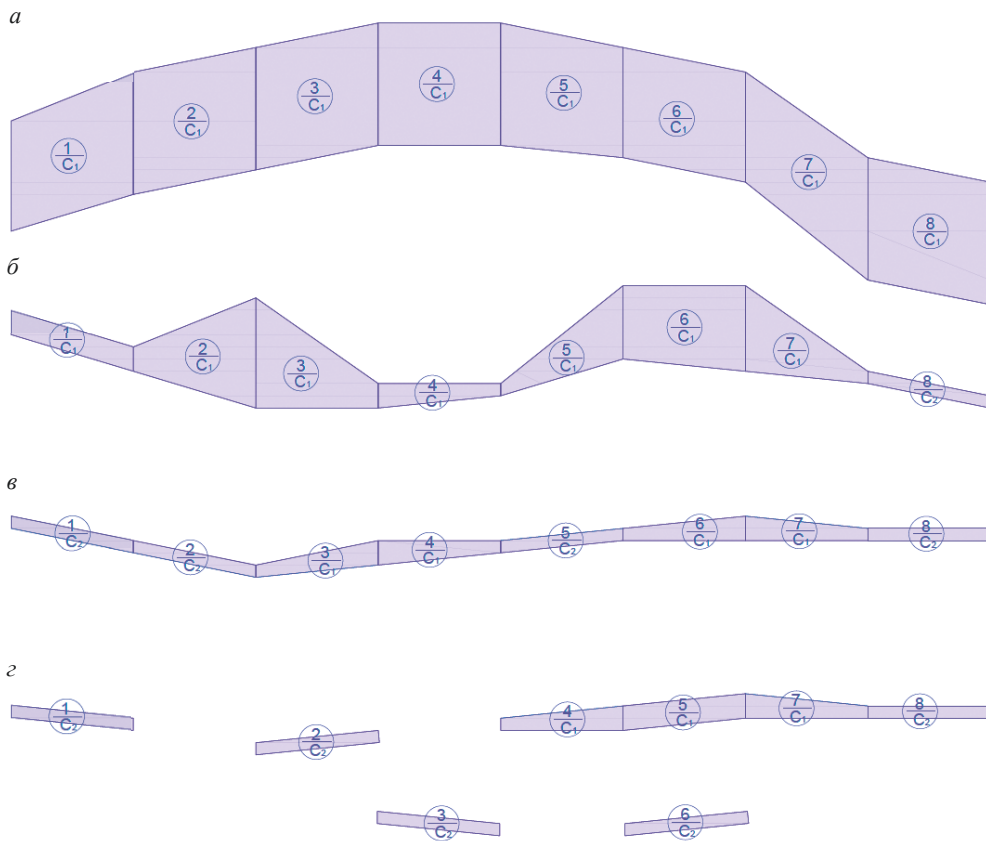


Рисунок 1. Россыпи с различными параметрами распределения запасов в плане: а – широкая россыпь с равномерными параметрами; б – россыпь с неравномерными параметрами; в – узкая россыпь; г – узкая россыпь со значительным количеством обособленных блоков

Figure 1. Placers with different parameters of reserves distribution in the plan: а – wide placer with uniform parameters; б – placer with uneven parameters; в – narrow placer; г – narrow placer with a significant number of isolated blocks

на рис. 1, г, отличается значительным количеством узких обособленных блоков. Россыпи с подобными параметрами распределения запасов в плане, как правило, относятся к 3–4-й категории по сложности геологического строения. Сравнение представленных россыпей с различной конфигурацией блоков запасов в плане приведено в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что у широкой россыпи с равномерной шириной (рис. 1, а) эксплуатационный коэффициент вскрыши может быть даже меньше геологического (в данном случае на 14 %). Для россыпи с неравномерными параметрами (рис. 1, б)

эксплуатационный коэффициент вскрыши больше геологического на 12,4 %. Для узкой россыпи (рис. 1, б) эксплуатационный коэффициент вскрыши больше геологического на 78,2 %. Для узкой россыпи со значительным количеством обособленных блоков (рис. 1, з) эксплуатационный коэффициент вскрыши больше геологического на 86,7 %. Видно, что в последнем случае объем работ по вскрытию россыпи  $V_{\text{вс}}$  составляет больше половины геологического объема вскрыши. Если учитывать этот объем при расчете эксплуатационного коэффициента вскрыши, что в этом случае уместно, то он будет уже на 130 % больше геологического и составит  $K_{\text{в}} = 46$ .

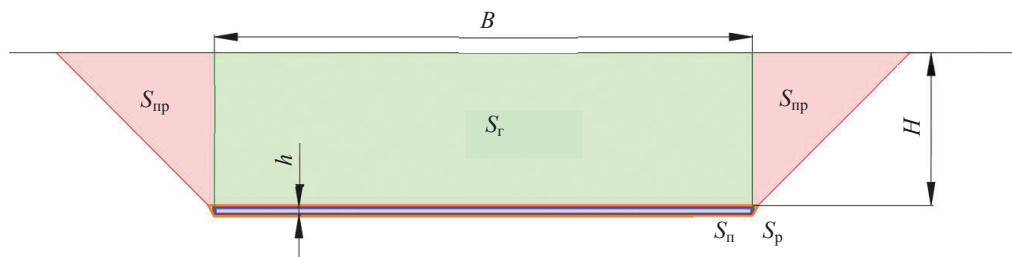


Рисунок 2. Поперечные параметры россыпи:  $B$  – ширина;  $H$  – мощность торфов;  $h$  – мощность песков;  $S_{\text{пр}}$  – площадь бортовой прирезки к торфам;  $S_{\text{г}}$  – площадь торфов геологическая;  $S_{\text{н}}$  – площадь песков геологическая;  $S_{\text{р}}$  – площадь разубоживания (бортовой прирезки, задирки, «рубашки»)

Figure 2. Transverse parameters of the placer:  $B$  is width;  $H$  is the thickness of peat;  $h$  is the thickness of the sands;  $S_{\text{пр}}$  is the area of side slicing to peat;  $S_{\text{г}}$  is the geological area of peat;  $S_{\text{н}}$  is the geological area of sands;  $S_{\text{р}}$  is the dilution area

На основании представленных данных можно сделать вывод, что исходя из отношения периметра россыпи к ее площади возможно предварительно оценить трудоемкость вскрышных работ.

Таблица 1. Параметры россыпей с различной конфигурацией блоков запасов в плане при равном геологическом коэффициенте вскрыши  $K_{\text{г}}$  ( $K_{\text{г}} = 20$ ,  $h = 1$  м,  $H = 20$  м)

Table 1. Parameters of placers with different configuration of reserves blocks in the plan under an equal geological stripping ratio  $K_{\text{г}}$  ( $K_{\text{г}} = 20$ ,  $h = 1$  м,  $H = 20$  м)

Тип россыпи	$L$ , м	$B_{\text{ср}}$ , м	$S_{\text{заот}}/S_{\text{г.вс}}$	$V_{\text{вс}}/V_{\text{г.вс}}$	$K_{\text{в}}$	$P/S$
Широкая россыпь с равномерными параметрами (рис. 1, а)	1047,06	95	0,205	0,033	17,2	0,0229
Россыпь с неравномерными параметрами (рис. 1, б)	1038,72	34	0,568	0,092	22,5	0,0599
Узкая россыпь (рис. 1, в)	1008,18	13	1,508	0,252	35,7	0,1558
Узкая россыпь со значительным количеством обособленных блоков (рис. 1, з)	1004,34	12	1,634	0,639	37,4	0,1687

$L$  – длина, м;  $B_{\text{ср}}$  – средняя ширина, м;  $S_{\text{заот}}/S_{\text{г.вс}}$  – соотношение площадей заоткоски и геологической вскрыши;  $V_{\text{вс}}/V_{\text{г.вс}}$  – соотношение объемов вскрытия и геологической вскрыши;  $K_{\text{в}}$  – эксплуатационный коэффициент вскрыши;  $P/S$  – соотношение периметра и площади россыпи м/м<sup>2</sup>.

**Графики зависимости соотношения коэффициентов вскрыши (эксплуатационный/геологический) от отношения периметра к площади запасов ( $P/S$ ) при эксплуатации россыпей по автотранспортной системе разработки представлены на рис. 3, по комбинированной (автотранспортная плюс бульдозерная) – на рис. 4.**

Благодаря представленным графикам возможно определить расхождение эксплуатационного и геологического коэффициентов вскрыши, опираясь на отношение периметра к площади запасов и за счет этого определяя трудоемкость вскрышных работ и область, в которой эта трудоемкость вскрышных работ при подсчете запасов определена не совсем верно.

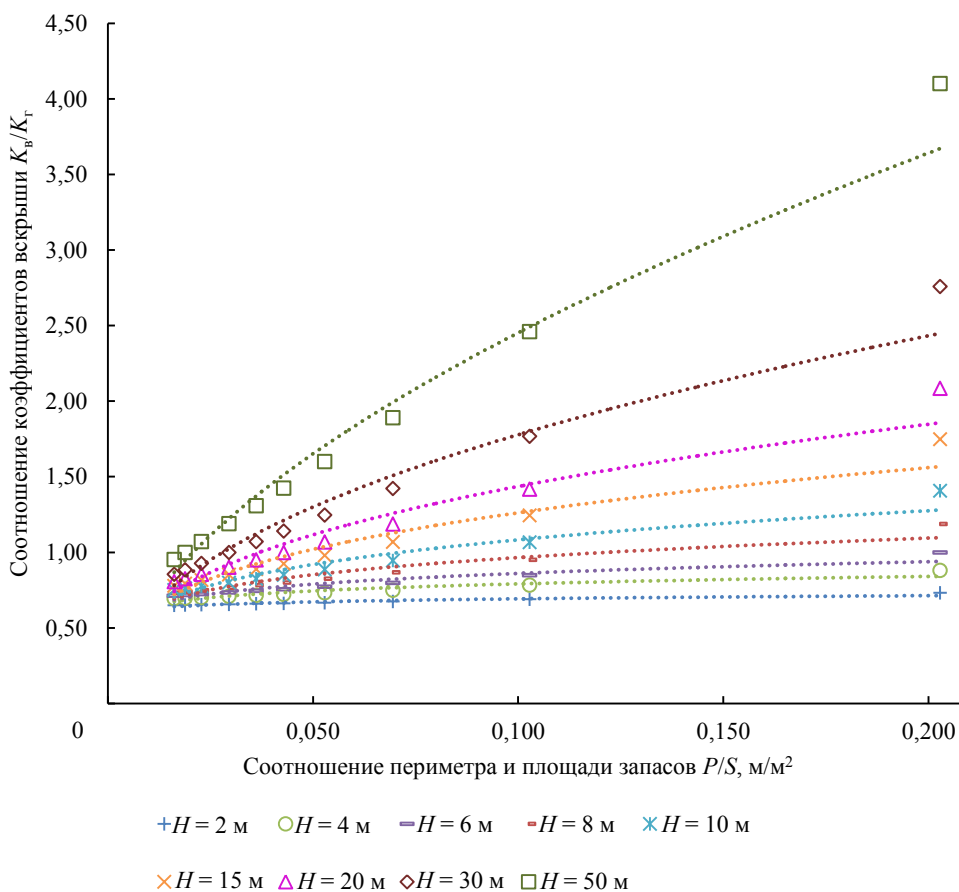


Рисунок 3. Зависимость  $K_{в}/K_{г}$  от  $P/S$  для разной мощности торфов  $H$  при транспортной системе разработки

Figure 3. Dependence of  $K_{в}/K_{г}$  on  $P/S$  for different thicknesses of peat  $H$  under the transport mining method

По графикам рис. 3–4 можно установить область, где  $K_{в}/K_{г}$  превышает 30 %, что существенно увеличивает трудоемкость вскрышных работ (табл. 2).

Для транспортной системы разработки (рис. 3) при мощности торфов до 8 м отношении  $K_{в}/K_{г}$  в основном меньше 1 для всех значений  $P/S$ , что свидетельствует о том, что трудоемкость вскрышных работ будет небольшой независимо от распределения запасов в плане. Значительное возрастание трудоемкости работ происходит при мощности торфов более 20 м при  $P/S \geq 0,086$  (ширина россыпи  $\leq 24$  м, табл. 2). При мощности торфов 30 м значительное увеличение трудоемкости работ будет при  $P/S \geq 0,058$  (ширина россыпи  $\leq 36$  м, табл. 2). При мощности торфов 50 м значительное повышение трудоемкости работ будет отмечаться при  $P/S \geq 0,036$  (ширина россыпи  $\leq 50$  м, табл. 2).



Для комбинированной системы разработки (рис. 4) при мощности торфов до 2 м отношение  $K_B/K_T$  меньше 1 для всех значений  $P/S$ , что свидетельствует о том, что трудоемкость вскрышных работ будет небольшой независимо от распределения запасов в плане. Значительное увеличение трудоемкости работ происходит при мощности торфов более 8 м при  $P/S \geq 0,094$  (ширина россыпи  $\leq 22$  м, табл. 2). При мощности торфов 10 м значительный рост трудоемкости работ будет отмечаться при  $P/S \geq 0,086$  (ширина россыпи  $\leq 24$  м, табл. 2). При мощности торфов 15 м трудоемкость работ будет заметно увеличиваться при  $P/S \geq 0,067$  (ширина россыпи  $\leq 31$  м, табл. 2). При мощности торфов 20 м существенный рост трудоемкости работ будет при  $P/S \geq 0,057$  (ширина россыпи  $\leq 37$  м, табл. 2). При мощности торфов 30 м трудоемкость работ будет резко возрастать при  $P/S \geq 0,043$  (ширина россыпи  $\leq 50$  м, табл. 2). При мощности торфов 50 м трудоемкость работ будет быстро расти при  $P/S \geq 0,030$  (ширина россыпи  $\leq 75$  м, табл. 2).

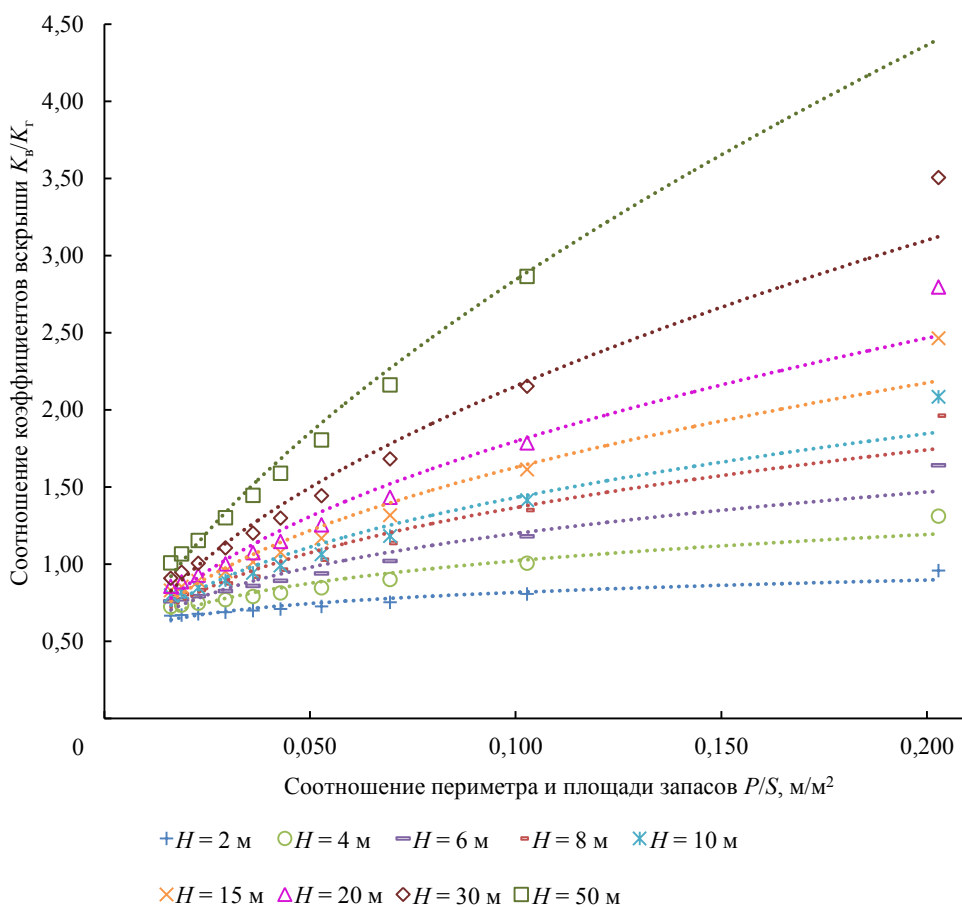


Рисунок 4. Зависимость  $K_B/K_T$  от  $P/S$  для разной мощности торфов  $H$  при комбинированной системе разработки

Figure 4. Dependence of  $K_B/K_T$  on  $P/S$  for different peat thicknesses  $H$  under a combined mining method

**Выводы.** При одинаковом геологическом коэффициенте вскрыши в зависимости от геометрических параметров россыпи и распределения запасов в плане эксплуатационный коэффициент вскрыши может существенно изменяться. Для широких и равномерных россыпей эти показатели сопоставимы, а для узких и глубоких

россыпей они могут значительно отличаться, поэтому в ряде случаев использование геологического коэффициента вскрыши для оценки трудоемкости вскрышных работ некорректно.

Наибольшее влияние на эксплуатационный коэффициент вскрыши оказывает объем бортовой прирезки, который в свою очередь зависит от угла откоса и мощности торфов. В зависимости от ширины россыпи его влияние на эксплуатационный коэффициент вскрыши различно.

**Таблица 2. Параметры россыпей, при которых трудоемкость вскрышных работ существенно возрастает**

**Table 2. Parameters of placers, under which the labor intensity of stripping increases significantly**

Мощность торфов, м	Ширина блока, м		Соотношение периметра и площади запасов	
	Транспортная система	Комбинированная система	Транспортная система	Комбинированная система
2	–	–	–	–
4	–	10	–	0,203
6	–	16	–	0,128
8	–	22	–	0,094
10	12	24	0,170	0,086
15	18	31	0,114	0,067
20	24	37	0,086	0,057
30	36	50	0,058	0,043
50	60	75	0,036	0,030

На россыпях со значительным количеством обособленных блоков объем работ по вскрытию может быть сопоставим с объемом вскрышных работ, что значительно влияет на трудоемкость работ.

У месторождений 1–2-й категории по сложности геологического строения с незначительной мощностью торфов эксплуатационный коэффициент вскрыши сопоставим с геологическим коэффициентом вскрыши, при этом отнесение блоков к категории балансовых в результате подсчета запасов вопросов не вызывает. У месторождений 3–4-й категории по сложности геологического строения с большой мощностью торфов и значительным количеством обособленных блоков запасов эксплуатационный коэффициент вскрыши значительно превышает геологический, и в этом случае отнесение блоков к категории балансовых не всегда оправдано.

При исследованиях установлено, что эксплуатационные объемы вскрыши возрастают пропорционально увеличению соотношения периметра запасов и их площади, что можно учитывать на стадии предварительной оценки трудоемкости освоения россыпей.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ермаков С. А., Потехин А. В. Анализ применяемых способов разработки и оборудования на россыпных месторождениях Якутии // ГИАБ. 2012. № 7. С. 218–224.
2. Волков А. В. Золотые перспективы Иркутской области // Золото и технологии. 2017. № 4(38). С. 118–127.
3. 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. № 3. С. 118–127.
4. Тальгамер Б. Л., Тютрин С. Г., Ершов В. А. Состояние и перспективы дражной золотодобычи в Иркутской области // Золотодобыча. 2016. № 12(217). С. 11–15.



5. Куторгин В. И., Сапрыкин А. А., Джобадзе В. А., Тарасов А. С. Перспективы резервного фонда минерально-сырьевой базы россыпного золота // ЦНИГРИ Роснедра МПР России. 2008. № 4. С. 9–15.
6. Лунышин П. Д. Проблемы российских россыпей и пути их решения // Золото и технологии. 2018. № 2(40). С. 60–65.
7. Talgamer B. L., Dudinskiy F. V., Murzin N. V. Assessment of conditions and experience of technogenic placer dredging // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science – IOP Publishing. 2020. Vol. 408. Art. 012065. DOI: 10.1088/1755-1315/408/1/012065
8. Latysheva M. A. Problems and perspectives of the ineffective goldbearing deposits development // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 629. Art. 012028. DOI: 10.1088/1755-1315/629/1/012028
9. Golovina E., Dykusova A., Zhizhelev M. Innovative methods of extracting the loose gold from technogenic deposits in the Irkutsk region // International Scientific Conference “Investment, Construction, Real Estate: New Technologies and Special-Purpose Development Priorities” – ICRE. 2018. Vol. 212. Art. 01016. DOI: 10.1051/mateconf/201821201016
10. Alexandrova T. N., Alexandrov A. V., Litvinova N. M., Bogomyakov R. V. Basis and development of gold loss reduction methods in processing gold-bearing clays in the Khabarovsk territory // Journal of Mining Science. 2013. Vol. 49. No. 2. P. 319–325.
11. Grayson R. BAT – Best Available Techniques for placer gold miners // The Gold Miner’s Book. 2017. P. 17–28.
12. Бураков А. М., Ермаков С. А., Касанов И. С. Особенности горнотехнических условий разработки россыпных месторождений Якутии // ГИАБ. 2012. № 7. С. 171–179.
13. Дорош Е. А., Тальгамер Б. Л. Оценка перспектив развития россыпной золотодобычи в России // Матер. Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. уч. «Геонауки–2021». Иркутск: ИрННТУ, 2021. С. 58–66.
14. Балашенко В. В., Соколов А. С., Душин А. В., Валиев В. Н. Конкурентоспособность золоторудных месторождений // Известия вузов. Горный журнал. 2020. № 1. С. 89–96.
15. Яковлев В. Л. О методологии комплексного освоения запасов месторождений твердых полезных ископаемых для разработки стратегии развития минерально-сырьевой базы России // Известия вузов. Горный журнал. 2020. № 7. С. 5–20.
16. Лаломов А. В., Владимирцева О. В., Бочнева А. А. Роль россыпных месторождений золота в РФ // Золото и технологии. 2022. № 4(58). С. 36–45.
17. Куторгин В. И., Флерова И. В. Методика разведки россыпей золота и платиноидов. М: ЦНИГРИ, 1992. 142 с.
18. Цопанов О. Х. Методическое руководство по разведке россыпей золота и олова. Магадан: Магаданское книжное издательство, 1982. 110 с.
19. Учитель М. И. Разведка россыпей. Иркутск: Иркутский государственный университет, 1987. 247 с.

Поступила в редакцию 17 апреля 2023 года

#### Сведения об авторах:

**Дорош Егор Алексеевич** – исполнительный директор ООО «СибЗолото». E-mail: egordoros3@gmail.com  
**Тальгамер Борис Леонидович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых Иркутского национального исследовательского технического университета. E-mail: talgamer@istu.edu; <https://orcid.org/0000-0003-1413-0116>

DOI: 10.21440/0536-1028-2023-5-49-59

### Evaluating the labour intensity of development according to the placer plan

**Egor A. Dorosh<sup>1</sup>, Boris L. Talgamer<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> SibZoloto LLC, Irkutsk, Russia.

<sup>2</sup> Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia.

#### Abstract

**Introduction and research objective.** Gold mining industry development is connected, first of all, with the mineral resource base and promising fields development. However, specialists have consistently noted the degradation of placer gold reserves. High-grade reserves production significantly outgrows their increment, while low-grade reserves increment noticeably outstrips their production. More and more fields with complex mining and geological conditions are being put into operation, and their development is often unprofitable. This research considers stripping

labor intensity assessment in placers. This research topic is especially relevant, since in recent years, alluvial deposits with significantly thick peat have increasingly been involved in development.

**Methods of research.** The existing directives on assessing stripping cost and labor intensity were analyzed. Placers with different configuration of reserve blocks in the plan were modeled and the problem was stated. Dependency graphs of the stripping coefficients ratio (operational/geological) against the ratio of the perimeter to the area of reserves are constructed for a placer exploitation in an open pit method. The results obtained were analyzed.

**Research results and analysis.** The paper analyzes the influence of reserves horizontal parameters on stripping labor intensity, indicates the significance of a reliable stripping effort assessment when calculating reserves, and proposes a method for quick record of the stripping operational ratio excess over the geological ratio.

**Conclusions and scope of results.** A problem is identified associated with a significant discrepancy between the operational and geological stripping ratios, which affects the reliable assessment of reserves suitability for industrial development in deposits of categories 3–4 in terms of the geological structure complexity with significantly thick peat and a large number of separate reserve blocks. The technique of preliminary assessment of stripping labor intensity is presented.

**Keywords:** placer deposits; classification of reserves; labor intensity of development; mining parameters; stripping ratios; gold mining.

#### REFERENCES

1. Ermakov S. A., Potekhin A. V. Analysing the applied mining methods and equipment at placer deposit of Yakutia. *Gornyi informatsionno-analiticheskiy biulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) = Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*. 2012; 7: 218–224. (In Russ.)
2. Volkov A. V. Golden prospects of the Irkutsk region. *Zoloto i tekhnologii = Gold and Technologies*. 2017; 4(38): 118–127. (In Russ.)
3. 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. *Nauki o Zemle i nedropolzovanie = Earth Sciences and Subsoil Use*. 2022; 3: 118–127. (In Russ.)
4. Talgamer B. L., Tiutrin S. G., Ershov V. A. State and prospects of dredging in the Irkutsk region. *Zolotodobycha = Gold Mining*. 2016; 12(217): 11–15. (In Russ.)
5. Kutorgin V. I., Saprykin A. A., Dzhobadze V. A., Tarasov A. S. Prospects of the placer gold mineral resource base reserve fund. *TsNIGRI Rosnedra MPR Rossii = TsNIGRI Rosnedra of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation*. 2008; 4: 9–15. (In Russ.)
6. Luniashin P. D. The problems of Russian placers and their solutions. *Zoloto i tekhnologii = Gold and Technologies*. 2018; 2(40): 60–65. (In Russ.)
7. Talgamer B. L., Dudinskii F. V., Murzin N. V. Assessment of conditions and experience of technogenic placer dredging. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science – IOP Publishing*. 2020; 408: 012065. Available from: doi: 10.1088/1755-1315/408/1/012065
8. Latysheva M. A. Problems and perspectives of the ineffective goldbearing deposits development. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 629: 012028. Available from: doi: 10.1088/1755-1315/629/1/012028
9. Golovina E., Dykusova A., Zhizhelev M. Innovative methods of extracting the loose gold from technogenic deposits in the Irkutsk region. In: *International Scientific Conference Investment, Construction, Real Estate: New Technologies and Special-Purpose Development Priorities ICRE*. 2018; 212: 01016. Available from: doi: 10.1051/mateconf/201821201016
10. Alexandrova T. N., Alexandrov A. V., Litvinova N. M., Bogomyakov R. V. Basis and development of gold loss reduction methods in processing gold-bearing clays in the Khabarovsk territory. *Journal of Mining Science*. 2013; 49(2): 319–325.
11. Grayson R. BAT – Best Available Techniques for placer gold miners. *The Gold Miner's Book*. 2017. P. 17–28.
12. Burakov A. M., Ermakov S. A., Kasanov I. S. Mining conditions of placer mining in Yakutia. *Gornyi informatsionno-analiticheskiy biulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) = Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)* 2012; 7: 171–179. (In Russ.)
13. Dorosh E. A., Talgamer B. L. Assessing the growth prospects of placer mining in Russia. In: *Proceedings of the All-Russian science and technical conf. with internat. particip. Geosciences-2021*. Irkutsk: INRTU Publishing; 2021. P. 58–66. (In Russ.)
14. Balashenko V. V., Sokolov A. S., Dushin A. V., Valiev V. N. The competitiveness of gold fields. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal = News of the Higher Institutions. Mining Journal*. 2020; 1: 89–96. (In Eng.)

15. Iakovlev V. L. Solid mineral deposits integrated development methodology for Russian mineral resource base development strategy. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal = News of the Higher Institutions. Mining Journal*. 2020; 7: 5–20. (In Russ.)

16. Lalomov A. V., Vladimirtseva O. V., Bochneva A. A. The role of gold placer deposits in Russian Federation. *Zoloto i tekhnologii = Gold and Technologies*. 2022; 4(58): 36–45. (In Russ.)

17. Kutorgin V. I., Flerova I. V. *Exploration technique for gold and platinoid placers*. Moscow: TsNIGRI Publishing; 1992. (In Russ.)

18. Tsopanov O. Kh. *Guidance on gold and tin placers exploration*. Magadan: Magadanskoe knizhnoe izdatelstvo Publishing; 1982. (In Russ.)

19. Uchitel M. I. *Placer exploration*. Irkutsk: Irkutsk State University Publishing; 1987. (In Russ.)

Received 17 April 2023

#### Information about the authors:

**Egor A. Dorosh** – Executive Director, SibZoloto LLC. E-mail: egordoros3@gmail.com

**Boris L. Talgamer** – DSc (Engineering), Professor, Head of the Department of Mineral Deposits Development, Irkutsk National Research Technical University. E-mail: talgamer@istu.edu; <https://orcid.org/0000-0003-1413-0116>

**Для цитирования:** Дораш Е. А., Тальгамер Б. Л. Оценка трудоемкости разработки запасов по плану россыпи // Известия вузов. Горный журнал. 2023. № 5. С. 49–59. DOI: 10.21440/0536-1028-2023-5-49-59  
**For citation:** Dorosh E. A., Talgamer B. L. Evaluating the labour intensity of development according to the placer plan. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal = Minerals and Mining Engineering*. 2023; 5: 49–59 (In Russ.). DOI: 10.21440/0536-1028-2023-5-49-59