

## ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННЫХ РЕСУРСОВ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА ОТВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЯКУТИИ

*Касанов И.С.*

*Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения  
Российской академии наук, Якутск*

**Ключевые слова:** Республика Саха (Якутия), россыпное месторождение, техногенное золото, промышленное освоение, методика оценки запасов, расчет потерь, способ обработки, ресурсный потенциал.

**Аннотация.** Проведен анализ тенденций развития подхода к вопросу по оценке ресурсов техногенного золота россыпных объектов дальневосточного региона, приведены сведения перспективности и проблемы широкого вовлечения в промышленное освоение. Приведен литературный обзор авторских методических материалов и исследований по оценке теоретических ресурсов техногенных россыпных месторождений золота при применении различных способах разработки, определяющих полноту и качество извлечения полезного компонента из золотоносных песков, базирующихся на исследовании и сопоставлении как прямой геологической информации, так и на анализе косвенных признаков, позволяющих производить оценку потенциала техногенных россыпей без затрат на их дополнительную разведку. В настоящее время отсутствует общая универсальная методика достоверного прогноза и оценки количества техногенного золота, которая отражала бы все факторы, влияющие на величину ресурсного потенциала техногенных образований для объектов Якутии. Показано, что по отдельным отработанным россыпям Республики Саха (Якутия) прогнозные техногенных ресурсы превышают расчетные проектные технологические потери при промывке и обогащении.

## ON THE PROBLEM OF YAKUT ALLUVIAL OBJECTS MAN-MADE GOLD RESERVES ASSESSMENT

*Kasanov I.S.*

*N.V. Chersky Institute of Mining of the North of Siberian Branch of the Russian Academy of Science,  
Yakutsk*

**Keywords:** Republic of Sakha (Yakutia), placer deposit, man-made gold, industrial development, methodology for estimating reserves, calculation of losses, method of mining, resource potential.

**Abstract.** The analysis of trends in the development of an approach to the issue of assessing the resources of man-made gold placer objects in the Far Eastern region, provides information on the prospects and problems of widespread involvement in industrial development. A literary review of the author's methodological materials and research on the assessment of the theoretical resources of man-made placer gold deposits is presented when using various development methods that determine the completeness and quality of extraction of a useful component from gold-bearing sands, based on the study and comparison of both direct geological information and the analysis of indirect signs that allow assessing the potential of man-made placers without the cost of their additional intelligence. Currently, there is no general universal methodology for reliable forecasting and estimating the amount of man-made gold, which would reflect all the factors affecting the value of the resource potential of man-made formations for the objects of Yakutia. It is shown that for certain spent placers of the Republic of Sakha (Yakutia), the projected man-made resources exceed the estimated design technological losses during washing and enrichment.

### Введение

Горнодобывающая промышленность Республики Саха (Якутия) по добыче золота из россыпных месторождений относится к важнейшим минерально-сырьевым регионам России. Однако, в связи с планомерным истощением «качества» вовлекаемых в разработку россыпей, структура запасов как пространственно, так и количественно претерпевает изменения, что нередко ведет к снижению объёмов добычи золота из россыпей, и расширение вовлечения в разработку месторождений рудного золота. Например, согласно литературных источников, в 1991 г. по стране, в целом, добыча россыпного золота составляла 126 т., в 2014 г. – 51 т., т.е. сократилась в 2,5 раза, но при этом, цена с 2000 года увеличилась с \$250 до \$1250 за унцию, или с 250 руб. до 2500 руб. за грамм [1].

В силу различных, в том числе и технологических причин, полное извлечение металла из извлекаемой и перерабатываемой горной массы невозможно, поэтому часть его теряется в как в недрах, так и в процессах добычи и переработки, т.е. образует новую категорию месторождений – техногенные месторождения. По исторически сложившейся тенденции считалось, что в отвалах теряется только порядка 10-15% добываемого золота, однако, исследования [2] показывают, что реальные цифры потерь сильно занижены, содержание «мелкого» и «тонкого» золота, например, в техногенных отвалах Якутии, может достигать 50% общих утвержденных запасов россыпного объекта. На сегодняшний день в Дальневосточной регионе крупные техногенные месторождения находятся во всех субъектах: в Магаданской, Амурской и Иркутской областях, в Республике Саха (Якутия), Хабаровском крае и их число и размеры только возрастают. Общие прогнозные ресурсы таких техногенных золотосодержащих образований возможно сопоставимы с балансовыми запасами аллювиальных россыпей и поэтому представляют значительный резерв для золотодобывающей промышленности [3]. Даже проведя приблизительные расчеты, опираясь на историю россыпной золотодобычи Магаданской области (отработано более 1500 россыпей, добыто порядка 2600 т. Металла), Якутии (извлечено около 1300 т. золота [4-5]), можно утверждать, что подтвержденные запасы золота в отвалах, согласно расчетов потерь золота, могут составить не менее 130-150 т.

В связи уменьшением количества «благоприятных» первичных (целиковых) россыпей, увеличением товарной стоимости «благородного» металла, все больше возрастает интерес к техногенным отложениям, и известны случаи успешной повторной отработки таких объектов [6-8].

#### **Материалы и методы исследований**

В настоящее время известен ряд методик, позволяющих оценить остаточные ресурсы путем:

- 1) проведения геологоразведочных работ;
- 2) расчетным способом на основе анализа данных первичных геологоразведочных работ и результатов добычи с заверкой подсчитанных запасов ограниченным объемом разведочных работ;
- 3) комбинированием этих двух способов [9].

В работе Костромина М.В. [10] представлена методика расчета эксплуатационных потерь при дражном способе разработки в мезшаговых и межходовых целиках, позволяющих рассчитать объемы потерь, разубоживания и оценить запасы техногенных россыпей.

Объем мезшагового целика:

$$V_{ц} = \frac{2PR}{3} \left[ \left( \arcsin \frac{l}{2R} + \frac{\pi}{2} \right) - \frac{\left( \left( \arcsin \frac{1}{2R} + \frac{\pi}{2} \right) - \varphi \right)^3}{\left( \arcsin \frac{l}{2R} + \frac{\pi}{2} \right)^2} \right], \quad (1)$$

где  $\varphi$  – половина рабочего угла маневрирования драги (радиан);  $R$  – радиус черпания драги по плоту (м);  $P$  – площадь поперечного сечения целика м<sup>2</sup>;  $l$  – величина шага (м).

Методика позволяет определять величину перекрытия смежного хода и объем разубоживания, оптимальные углы поворота отвалообразователей, обеспечивающие отработку заходки без подсыпки борта разреза отвалами, с минимализацией или полным отсутствием потерь полезного компонента.

На основе применения данной методики в старательской артели «Даурия», удалось снизить эксплуатационные потери песков на 9,1%, увеличив экономический эффект на 3700 тыс. руб от доизвлечения металла. Данную методику целесообразно применять при оценке количества возможного остаточного металла в техногенных россыпях без проведения заверочных геологоразведочных работ.

В работе Макарова В.А. [11] показано, что изучение техногенных россыпей, как и других техногенных объектов, должно осуществляться в 2 стадии – стадию ревизионно-оценочных работ и стадию разведки. В зависимости от стадии работ определяется выбор технических средств и густота разведочных пересечений. Выбор первоочередных объектов должен осуществляться на основе прогнозной оценки, которая может быть проведена в форме составления списка техногенных россыпных объектов. Ревизионно-оценочные работы должны ставиться на россыпях, для которых по результатам прогнозной кадастровой оценки показана принципиальная возможность их промышленного освоения. Основной задачей этой стадии должен стать выбор объектов, перспективных для промышленного освоения и, соответственно, постановки разведочных работ. Выполняются эти работы в 2 этапа – камеральный и полевой.

Власовым А.С. [12] предложен аналитический способ геологической оценки запасов. Запас золота в техногенной россыпи ( $Q$ , кг) определяется по формуле:

$$Q = V_1 \cdot C_1 + V_2 \cdot C_2 + V_3 \cdot C_3, \quad (2)$$

где  $V_1$  – объем горной массы отвального комплекса техногенной россыпи, м<sup>3</sup>;  $C_1$  – среднее содержание золота в 1 м<sup>3</sup> отвального комплекса отложений, кг;  $V_2$  – объем горной массы природно-техногенного комплекса отложений, м<sup>3</sup>;  $C_2$  – среднее содержание золота в 1 м<sup>3</sup> природно-техногенного комплекса отложений, кг.;  $V_3$  – объем горной массы участков ненарушенного залегания, м<sup>3</sup>;  $C_3$  – среднее содержание золота в 1 м<sup>3</sup> участков ненарушенного залегания, кг.

Желниным С.Г. [13] предложена методика определения прогнозных запасов в техногенных россыпях, основанная на установлении зависимости между средними содержаниями металла в техногенной и природной россыпях.

Емельяновым В.И. [14] приводится формула статистического подсчета запасов техногенных россыпей:

$$Q = 10^3 \cdot S_{p,p} \cdot P - Q_1 + 10^3 \cdot S_1 \cdot P_1, \quad (3)$$

где  $S_{p,p}$  – общая площадь россыпей, вовлеченных в отработку, м<sup>2</sup>;  $P$  – средняя продуктивность на 1000 м<sup>2</sup> россыпей, вовлеченных в разработку, кг;  $Q_1$  – общая масса золота, добытого с начала разработки, т;  $S_1$  – площадь не затронутая эксплуатацией, м<sup>2</sup>;  $P_1$  – средняя продуктивность на 1000 м<sup>2</sup> россыпи, пока не затронутая эксплуатацией, кг.

Работа Павловой Ю.А. [15] посвящена разработке методики интегральной оценки влияния различных факторов и технологий добычи и обогащения на полноту и качество извлечения запасов золота из техногенных россыпей на основе стоимостной оценки полноты и качества извлечения 1 м<sup>3</sup> запасов золотоносных песков, позволяющей учитывать: геологические особенности россыпи; горно-геологические условия (мощность золотоносного пласта ( $m$ ), коэффициент изменчивости мощности ( $K_{um}$ ) и содержания ( $K_{uCa}$ )); качественные характеристики золотоносных песков (содержание золота в балансовых запасах ( $C_{Au}$ ), коэффициент пробности золота ( $K_{np}$ )), рыночную цену ( $C_{Au}$ ), конъюктуру рынка, затраты и варианты комплексирования технологий добычи и обогащения золотоносных песков при различных вариантах разработки дражным способом (драга ИЗТМ-250, драга ИЗТМ-250+пром. Прибор, модульные промывочные комплексы (мини-драги)).

В работе [16] приведена методика оценки запасов дражных отвалов. Данная методика содержит комплексный подход к определению величины остаточных запасов техногенных россыпей с учетом всех составляющих ее компонентов.

Вероятные запасы металла в россыпи:

$$Q_e = K_n \cdot Q_p, \quad (4)$$

где  $Q_p$  – запасы металла по данным разведки;  $K_n$  – поправочный коэффициент.

Поправочный коэффициент:

$$K_n = \frac{K_{e.n.n.}(1 - K_m)}{1 - K_o}, \quad (5)$$

где  $K_{в.п.н.}$  – вероятный коэффициент полного намыва;  $K_m$  – величина технологических потерь на единицу добытого металла;  $K_o$  – относительная величина потерь металла при разгрузке черпаков в завалочном люке драги и от неполной разгрузки черпаков (в отбитом состоянии).

Остаточные запасы металла в россыпи:

$$Q_o = Q_p - Q_u, \quad (6)$$

где  $Q_u$  – количество добытого из россыпи металла.

Для оценки возможности повторной отработки драгой россыпи определяют остаточные запасы полезного компонента, извлекаемые драгой  $Q_o$

$$Q_o = Q_p \cdot K_{в.п.н.} + Q_u (K_o + K_m K_u K_{u.u} - 1), \quad (7)$$

где  $K_u$  – коэффициент извлечения металла при отработке целиковой части россыпи, полученный при использовании существующей технологической схемы обогащения драги;  $K_{u.u}$  – коэффициент извлечения металла при отработке отвалов, полученный при использовании существующей технологической схемы обогащения драги.

Автором методики оценки техногенных россыпей Чемезовым В.В. [17-19] отмечается, что наибольший промышленный интерес представляет оценка запасов техногенных россыпей без затрат на их разведку. Она возможна на техногенных россыпях, где сохранились материалы разведки и эксплуатации россыпей, а хвосты промывки песков равномерно размещались в выработанном пространстве по мере перемещения добычных работ. В этом случае можно сравнить количество полезного компонента, полученного по намыву, с его запасами по данным разведки в соответствующих контурах россыпи. Наилучшим образом этому условию соответствуют техногенные россыпи, образованные драгами. Недостатком данной работы является недоучет в расчетах параметра, связанного с повышенным содержанием глины в песках и с наличием мелких фракций зерен полезного компонента.

В работе Мирзеханова Г.С. [20] приводится оценка влияния геологических и производственных факторов на величину технологических потерь, при этом отмечается, что: «методические подходы, использованные при полевых исследованиях для выявления степени влияния факторов на потери золота, в большинстве своем имели авторский характер».

Иргиредметом для мелкозалегающих дражных полигонов разработан метод ускоренного подсчета запасов с ограниченным объемом заверочных работ [21], являющийся основой «Временных методических указаний по оценке запасов техногенных россыпей дражных полигонов», прошедших промышленную проверку на 15 отработанных дражных полигонах и утвержденных Главалмаззолотом СССР. Методика предусматривает поблочный подсчет запасов отдельно по всем элементам строения техногенной россыпи (остаточно-отвальным образованиям на отработанной площади, в бортовых и внутрикарьерных целиках). Для оценки достоверности, подсчитанных в соответствии с методикой, запасов проводится ограниченный объем заверочных работ. Заверка, в зависимости от конкретных условий, может осуществляться различными способами: опытной отработкой отдельных участков россыпи драгой; отработкой разведочно-эксплуатационных полигонов или проходкой заверочных сечений по разряженной сети с учетом геологической или горнотехнической однородности участков. При этом, по сравнению с повторной разведкой, предложенный метод позволил сократить сроки оценки запасов в 4-5 раз, трудовые и материальные затраты – в 5-10 раз.

Для экспрессной оценки прогнозных ресурсов техногенных россыпей золота в работе [22] предложен аналитический метод, дающий приближенно-количественные результаты и, позволяющие провести первичную инвентаризацию россыпных объектов, в том числе выделить наиболее перспективные промышленные россыпи с целью подтверждения рассчитанных ресурсов. Следует отметить, что поправочные коэффициенты отражают потери как при разведке, так и при добыче в основном мелкого и пылевидного золота, вследствие чего ресурсы техногенных россыпей обеспечиваются, главным образом, за счет преобладающего содержания в них золота мелких, тонких и сверхтонких фракций.

## Результаты

В таблице 1 обобщены и показаны наиболее часто встречаемые факторы и особенности рассмотренных авторских методических материалов в контексте аналитической оценки и возможности использования их при изучении ресурсов техногенных россыпей Якутии. Как показано в таблице 1, авторами предложено порядка 15 различных факторов, оказывающих влияние на величину технологических потерь, и, следовательно, количество запасов техногенных образований. Как показывает анализ методик, одни факторы (гранулометрия металла, количество тяжелых минералов, литология песков др.) оказывают непосредственное влияние на потери золота при разработке россыпи, другие (гранулометрия песков) – лишь второстепенное.

Табл. 1. Геолого-технологические факторы оценки «запасов» техногенных образований россыпного золота в материалах авторских методик

Автор	Наименование фактора, параметра														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Власов А.С. [12]	+	+													
2. Емельянов В.И. [14]	+		+												
3. Желнин С. Г. [13]		+													+
4. Костромин М.В. [10]					+					+		+			
5. Макаров В.А. [11]	+			+	+	+	+	+	+					+	+
6. Мамаев Ю.А. и др. [16]	+	+	+	+	+	+	+	+			+			+	
7. Мирзаханов Г.С. [20]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
8. Павлова Ю.А. [15]	+	+		+	+					+	+				
9. Чемезов В.В. [19]	+	+	+		+					+	+	+			+
10. Ван-Ван-Е А.П. [22]	+	+	+		+						+	+			+

1 – объём горной массы (пески, ГЭО); 2 – первичное содержание золота; 3 – запасы золота; 4 – грансостав золота и морфология; 5 – потери и разубоживание; 6 – содержание тяжелых минералов в шликере; 7 – грансостав песков (в т.ч. валунистость); 8 – литология песков; 9 – особенности плотика; 10 – оборудование для промывки; 11 – способ разработки; 12 – коэффициент намыва; 13 – оборудование для доводки шлихов; 14 – климатический фактор (мерзлота, температура); 15 – качество разведки

К сожалению, авторами работ не в полной мере показано ранжирование значимости предлагаемых факторов по степени их влияния на величину общих запасов, возможно, наибольшее воздействие оказывают лишь несколько значимых критериев, колебания значений которых составляют, например, 90-95% всех потерь металла, следовательно, и общих запасов техногенных объектов. Или недостаточное изучение отдельных факторов (например, температура пород, мерзлота) и их учет как второстепенных, применительно к регионам с мягким климатом, однако, в природно-климатических условиях криолитозоны, влияние которых носит величину более значимого порядка. Например, одной из особенностей россыпных месторождений Якутии является наличие многолетнемерзлых пород, и как следствие, большое значение имеет качество подготовки исходного сырья к промывке и степень дезинтеграции песков.

Для некоторых критериев (качество и достоверность геологоразведочных работ, гранулометрический состав и морфология золота) в ИГДС СО РАН автором данной работы была проведена аналитическая оценка их влияния на технологический процесс эксплуатации объекта и рассчитана теоретическая величина потерь и извлечения полезного компонента на примере отдельных россыпей [23-24].

Посредством разработанной в ИГДС СО РАН «Методики оценки...» и с учетом корректировочных значений факторных коэффициентов произведен расчет ресурсного потенциала группы однотипных по геолого-технологическим параметрам техногенных объектов Республики Саха (Якутия), и выполнен краткий анализ полученных результатов (табл. 2). За основу аналитической оценки ресурсов техногенных запасов были приняты параметры пополняемой базы данных россыпных месторождений Республики Саха (Якутия), разработанной авторским коллективом ИГДС им. Н.В. Черского СО РАН, в которую из

различных информационных источников собраны фактические данные геолого-технологических параметров разработки. Полученные данные позволяют произвести расчеты техногенных ресурсов наиболее характерных россыпных месторождений золота Якутии, а также получить коэффициенты соотношений объемов добытого золота и соответствующих техногенных ресурсов по конкретным россыпям. В основном оценивались ресурсы техногенных россыпей, в которых объемы добытого золота из природной россыпи превышали 100 кг. По авторскому мнению, этот критерий определяет нижний порог промышленного освоения техногенных россыпей.

Основываясь на результатах расчетов (табл. 2), показано, что количественная величина потерь золота (следовательно, ресурсный потенциал техногенных россыпных образований), не учитывает всех факторов, отвечающих за достоверность количества потерянного металла в отвальном комплексе.

Табл. 2. Оценка ресурсного потенциала группы россыпных техногенных объектов Якутии (в сокращении, приведены данные техногенных ресурсов мелкого золота).

№	Название	Запасы АУ, кг	Технологические потери, %/кг	Крупность (Ме)	Техногенные ресурсы, %/кг
1	Антагачан-Торбыкин (низ)	1486	6,19/92,0	Мелкое	10,6/156,84
2	Безлесый-Голубой	659	7,44/49,0	Мелкое	12,1/79,63
3	Джеконда	8,6	8,97/0,8	Мелкое	26,8/2,30
4	Дэлбэ	140,4	10,4/14,6	Мелкое	17,1/24,01
5	Иенгра, участок Сильдигир	1203,1	9,6/115,5	Мелкое	11,6/138,97
6	Иенгра, участок Сыгынах	1074	7,3/78,4	Мелкое	11,0/118,02
7	Карстовый	275,5	8,11/22,3	Весьма мелкое	19,7/54,30
8	Кенер-Сала	277,1	3,34/9,3	Мелкое	4,5/12,51
9	Левый Кварцевый	23,7	7,74/1,8	Мелкое	7,6/1,8
10	Луха-Юрях	85,9	3,95/3,4	Мелкое	14,3/12,30
11	Мааркой-Юрэгэ	55	12,8/7,0	Мелкое	26,2/14,4
12	М.Неричи и Рочанский	61	10,3/6,3	Мелкое	6,4/3,9
13	Нера-Тегергачи	3356,8	11,4/382,7	Мелкое	11,4/382,67
14	Окрашенный	63,2	6,22/3,9	Мелкое	19,5/12,31
15	Ольчан-Вольник	6561,2	7,88/517,0	Мелкое	8,8/574,26
16	Ольчан-Омега	2300	9,4/216,2	Мелкое	11,3/260,92
17	Ольчан-Талынья	1039,3	4,93/51,2	Мелкое	7,0/73,23
18	Отрадный	426,6	12/51,2	Мелкое	15,2/64,92
19	Средняк правый приток руч. Правый Тирехтях	172,2	6,8/11,7	Мелкое	12,0/20,70
20	Силинский	235,4	11,15/26,2	Мелкое	14,6/34,47
21	Таежный-Дорожный	93,7	10/9,4	Мелкое	21,0/19,7
22	Талая	179,9	2,42/4,4	Мелкое	8,3/14,88
23	Тирехтях	1329	13,2/175,4	Мелкое	15,6/207,28
24	Турах-Юрях	360,5	5,3/19,1	Мелкое	11,0/39,65
25	Турукан	209	6,3/13,2	Мелкое	16,1/33,7
26	Ударник	43,7	11,5/5,0	Весьма мелкое	24,1/10,55
27	Финиш	429,1	14,6/62,6	Весьма мелкое	20,9/89,8
28	Эмись	43,5	3,34/1,5	Мелкое	5,3/2,3
29	Юрский	5777,6	12,5/722,2	Весьма мелкое	23,6/1363,11

### Выводы

В целом показано, что по отдельным россыпям диапазон изменений расчетов вероятностной величины прогнозных техногенных ресурсов может изменяться (превышать) проектные технологические потери при промывке и обогащении на величину 10-30%.

Как показывает современная практика россыпной золотодобычи, большинство техногенных россыпей являются непромышленными или низкорентабельными объектами сложного строения для валовой повторной переработки. Среднее содержание золота в них на массу (без выделения геологических элементов) составляет 100-150 мг/м<sup>3</sup>. В то же время почти

в каждой техногенной россыпи имеются элементы вполне пригодные для выгодной добычи. Необходимо только их выделить и подобрать подходящую технологию извлечения золота.

**Финансирование.** «Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 0297-2021-0020, ЕГИСУ НИОКТР № 122011800086-1) с использованием оборудования ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН».

#### Список литературы

1. Таракановский В.И. Лицензирование отработки техногенных месторождений [Электронный ресурс] // Золотодобыча. – Июль, 2010 – №140. – URL: <https://zolotodb.ru/articles/translations/10257?page=2>.
2. Таракановский В.И. К вопросу сохранения и увеличения россыпной золотодобычи в России // Горный журнал. – 2006. – №10. – С. 35-39.
3. Корнеева С.И. Совершенствование технологии разработки техногенных россыпных месторождений золота на основе применения земснарядов: Дисс. ... канд. техн. наук. – Хабаровск, 2000. – 115 с.
4. Шаповалов В.С. Актуальность исследований техногенных ресурсов россыпного золота Северо-Востока России // Тезисы докладов. Международный горно-геологический форум «Золото северного обрамления Пацифика». – Магадан, 2008. – С. 118-119.
5. Волков А.В. Золотое сердце Сибири // Золото и технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zolteh.ru/spetsproekty/zolotodobyvayushhie-regiony-rossii/yakutiya/zolotoe-serdtse-cibiri/>
6. Кавчик Б.К. Пример успешной отработки техногенной россыпи в современных условиях [Электронный ресурс] // Золотодобыча. – Июнь, 2012. – №163. – URL: <https://zolotodb.ru/news/10677>.
7. Кавчик Б.К. Пример успешной отработки техногенной россыпи в современных условиях (часть 2) [Электронный ресурс] // Золотодобыча. – Июль, 2012. – №164. – URL: <https://zolotodb.ru/news/10676>.
8. Кавчик Б.К. Пример успешной отработки техногенной россыпи в современных условиях (часть 3) [Электронный ресурс] // Золотодобыча. – Август, 2012. – №165. – URL: <https://zolotodb.ru/news/10710>.
9. Пятаков В.Г., Гурулев В.С. Техногенные россыпи – существенный резерв золотодобычи [Электронный ресурс] // Золотодобыча. – 2009. – №130. – URL: <https://zolotodb.ru/articles/geology/mining/10588>.
10. Костромин М.В., Грешилов Д.М. Методика, техника и технология определения снижения и ликвидации эксплуатационных потерь в межшаговых и межходовых целиках при дражной разработке россыпей // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – № 12 – С. 68-75.
11. Макаров В.А. Условия формирования техногенных золотосодержащих объектов и особенности методики их геолого-технологической оценки: Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. – Красноярск, 2001. – 24 с.
12. Власов А.С., Емельянов В.И., Толпегин Ю.Г., Федотов А.И., Балувев А.И. К вопросу повторной переработки многолетнемерзлых россыпных месторождений // Труды ВНИИ-1. – 1984. – Вып. 40. – С. 13-21.
13. Шило Н.А., Травин Ю.А., Желнин С.Г. Горно-геологические особенности россыпей золота Северо-Востока и основные причины их прогнозной оценки // Проблемы развития производительных сил Магаданской области. Материалы к II научному совещанию. – Магадан: АН СССР. Сиб. отд-ние. Сев.-Вост. комплексный науч.-исслед. ин-т, 1968. – С. 109-117.
14. Емельянов В.И. Открытая разработка россыпных месторождений. – М.: Недра, 1985. – 175 с.
15. Павлова Ю.А. Интегральная оценка влияния различных факторов и технологий на полноту и качество извлечения запасов золота из техногенных россыпей: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М., 2008. – 26 с.
16. Мамаев Ю.А., Литвинцев В.С., Пономарчук Г.П. Техногенные россыпи благородных металлов Дальневосточного региона России и их рациональное освоение. – М.: Изд-во «Горная книга», 2010. – 309 с.
17. Чемезов В.В. Рациональная эксплуатация россыпных месторождений. – М.: Недра, 1980. – 223 с.
18. Чемезов В.В. Косвенная оценка запасов полезного компонента в не вынутых драгой песках при вовлечении в эксплуатацию техногенных россыпей // Колыма. – 2001. – №4. – С. 21-24.
19. Чемезов В.В. Оценка остаточных запасов дражных техногенных россыпей // Колыма. – 2001. – №1. – С. 20-24.
20. Мирзеханов Г.С., Мирзеханова З.Г. Ресурсный потенциал техногенных образований отработанных золотоносных россыпей // Горный журнал. – 2005. – № 1. – С. 37-42.
21. Разработка временных методических указаний по переоценке остаточных запасов техногенных россыпей мелкозалегающих дражных полигонов ВПО «Союззолото» (закл.): отчет / Ирриредмет; рук. В.Н. Константинов. – Иркутск, 1985. – 140 с.
22. Ван-Ван-Е А.П. Методика аналитической оценки ресурсной базы техногенных золотороссыпных месторождений Дальнего Востока // Проблемы освоения техногенного комплекса месторождений золота: материалы межрегиональной научной конференции. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2010. – С. 118-120.
23. Касанов И.С. Исследование гранулометрических характеристик металла и оценка представительного объема пробы при разведке россыпных месторождений Якутии // Результаты исследований получателей грантов президента РС (Я) и государственных стипендий РС (Я) за 2011 год. – Якутск, 2012. – С. 18-20.
24. Ермаков С.А., Бураков А. М., Касанов И.С. К вопросу оценки ресурсного потенциала техногенных россыпных месторождений Якутии // Пути решения актуальных проблем добычи и переработки полезных ископаемых добычи золота в условиях Крайнего Севера. Материалы Республиканской научн.-практ. конф., посвященной 90-летию золотодобывающей промышленности Республики Саха (Я). – Якутск. – С. 97-104.

## References

1. Tarakanovsky V.I. Licensing of mining of technogenic deposits [Electronic resource] // Gold mining. July, 2010, no. 140. URL: <https://zolotodb.ru/articles/translations/10257?page=2>.
2. Tarakanovsky V.I. On the issue of preserving and increasing placer gold mining in Russia // Mining Journal. 2006, no. 10, pp. 35-39.
3. Korneeva S.I. Improvement of technology for the development of man-made placer gold deposits based on the use of dredgers: Diss. ... cand. of tech. sc. – Khabarovsk, 2000. – 115 p.
4. Shapovalov V.S. Relevance of research on technogenic resources of placer gold in the North-East of Russia // Abstracts of the reports. International Mining and Geological Forum "The Gold of the Northern Pacific Rim". – Magadan, 2008. – P. 118-119.
5. Volkov A.V. The Golden heart of Siberia // Gold and technologies [Electronic resource]. – Access mode: <https://zoltehr.ru/spetsproekty/zolotodobyvayushhie-regiony-rossii/yakutiya/zolotoe-serdtse-cibiri/>
6. Kavchik B.K. An example of successful mining of a technogenic placer in modern conditions [Electronic resource] // Gold mining. June, 2012, no. 163. URL: <https://zolotodb.ru/news/10677>.
7. Kavchik B.K. An example of successful mining of a technogenic placer in modern conditions (part 2) [Electronic resource] // Gold mining. July, 2012, no. 164. URL: <https://zolotodb.ru/news/10676>.
8. Kavchik B.K. An example of successful mining of a technogenic placer in modern conditions (part 3) // Gold mining. – August, 2012. – No.165. – URL:<https://zolotodb.ru/news/10710>.
9. Pyatakov V.G., Gurulev V.S. Technogenic placers – an essential reserve of gold mining [Electronic resource] // Gold mining. 2009, no. 130. URL: <https://zolotodb.ru/articles/geology/mining/10588>.
10. Kostromin M.V. Methodology, technique and technology for determining the reduction and elimination of operational losses in interstage and inter-pass targets during the dredging of placers / M.V. Kostromin, D.M. Greshilov // Mining information and analytical bulletin. 2014, no. 12, pp. 68-75.
11. Makarov V.A. Conditions for the formation of technogenic gold-bearing objects and features of the methodology of their geological and technological assessment: Abstract. diss... doct. of tech. sc. – Krasnoyarsk, 2001. – 24 p.
12. Vlasov A.S., Yemelyanov V.I., Tolpegin Yu.G., Fedotov A.I., Baluyev A.I. On the issue of re-development of permafrost placer deposits // Proceedings of VNII-1. 1984, iss. 40, pp. 14-21.
13. Shilo N.A., Travin Yu.A., Zhelnin S.G. Mining and geological features of gold placers in the North-East and the main reasons for their predictive assessment // Problems of development of productive forces of the Magadan region. Materials for the II scientific meeting. – Magadan: USSR Academy of Sciences Siberian Branch. North-East comprehensive scientific research. in-t, 1968. – P. 109-117.
14. Yemelyanov V.I. Open development of placer deposits. – M.: Nedra, 1985. – 175 p.
15. Pavlova Yu. A. Integral assessment of the influence of various factors and technologies on the completeness and quality of extraction of gold reserves from man-made placers: Abstract of diss. ... cand. of tech. sc. – M., 2008. – 26 p.
16. Mamaev Yu.A., Litvintsev V.S., Ponomarchuk G.P. Technogenic placers of precious metals in the Far Eastern region of Russia and their rational development. – M.: Publ. house "Mining Book", 2010. – 309 p.
17. Chemezov V.V. Rational exploitation of placer deposits. – M.: Nedra, 1980. – 223 p.
18. Chemezov V.V. Indirect assessment of reserves of a useful component in sands not dredged when man-made placers are involved in operation // Kolyma. 2001, no. 4, pp. 21-24.
19. Chemezov V.V. Assessment of residual reserves of fine technogenic placers // Kolyma. 2001, no. 1, pp. 20-24.
20. Mirzekhanov G.S., Mirzekhanova Z.G. Resource potential of technogenic formations of spent gold-bearing placers // Mining journal. 2005, no. 1, pp. 37-42.
21. Development of temporary methodological guidelines for the reassessment of residual reserves of technogenic placers of shallow-lying drainage polygons of the Soyuzzoloto VPO (zakl.): report / Irgiredmet; hand. V.N. Konstantinov. – Irkutsk, 1985. – 140 p.
22. Wang-Wang-Ye A.P. Methodology of analytical assessment of the resource base of technogenic gold deposits of the Far East // Problems of development of the technogenic complex of gold deposits: materials of the interregional scientific conference. – Magadan: SVKNII FEB RAS, 2010. – P. 118-120.
23. Kasanov I.C. Investigation of the granulometric characteristics of the metal and assessment of the representative sample volume in the exploration of placer deposits of Yakutia // Research results of recipients of grants from the President of the RS (Ya) and state scholarships of the RS (Ya) for 2011. – Yakutsk, 2012. – P. 18-20.
24. Ermakov S.A., Burakov A.M., Kasanov I.S. On the issue of assessing the resource potential of man-made placer deposits in Yakutia. Ways to solve urgent problems of mining and processing of minerals of gold mining in the conditions of the Far North. Materials of the Republican Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the gold mining industry of the Sakha Republic. – Yakutsk. – P. 97-104.

*Сведения об авторах:*

*Information about authors:*

<b>Касанов Иван Сергеевич</b> – младший научный сотрудник	<b>Kasanov Ivan Sergeevich</b> – junior researcher
kasanov8407@rambler.ru	

Получена 08.10.2024