

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ /
GEOLOGY, PROSPECTING AND EXPLORATION OF SOLID MINERALS, MINERALOGY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.2>

ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ АЙДЫРЛИНСКОГО ТЕХНОГЕННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА

Научная статья

Куделина И.В.^{1,*}

¹ ORCID : 0000-0003-0661-1550;

¹ Оренбургский государственный университет, Оренбург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (kudelina.inna[at]mail.ru)

Аннотация

Техногенные месторождения обладают высоким ресурсным потенциалом. В районах добычи золота и других благородных металлов образовались отвальные комплексы, которые содержат кондиционное количество металла и могут быть использованы для повторной отработки. По результатам поверхностной геохимической съемки в юго-восточной части Айдырлинской площади выявлено техногенное месторождение золота, представленное эфелями бывшей Айдырлинской золотоизвлекательной фабрики. Целью данного исследования является анализ изученности и особенностей техногенного месторождения и определение перспектив его освоения. По гранулометрическому составу выделены алевритистый и песчанистый типы эфелей. Содержание золота в алевритистых эфелях почти в 1,5 раза больше, чем в песчанистой фракции (среднее содержание 1,28 г/т и 0,89 г/т соответственно). Полученные показатели извлечения золота свидетельствуют о достаточно хорошей обогатимости эфелей. Айдырлинское техногенное месторождение золота является весьма перспективным к промышленному освоению в ближайшие годы.

Ключевые слова: техногенное месторождение золота, эфеля, ореолы золота, серебра, мышьяка, вольфрама и висмута.

SPECIFICS AND PROSPECTS OF THE AYDYRLINSKY TECHNOGENIC GOLD DEPOSIT

Research article

Kudelina I.V.^{1,*}

¹ ORCID : 0000-0003-0661-1550;

¹ Orenburg State University, Orenburg, Russian Federation

* Corresponding author (kudelina.inna[at]mail.ru)

Abstract

Technogenic deposits have a high resource potential. In the areas of gold and other noble metals mining, waste dump complexes were formed, which contain a conditioned amount of metal and can be used for re-mining. According to the results of surface geochemical survey in the south-eastern part of the Aydyrlinsky area, a technogenic gold deposit was identified, represented by dredging tailings of the former Aydyrlinsky gold extraction plant. The aim of this research is to analyse the study and specifics of the technogenic deposit and to determine the prospects of its development. According to the granulometric composition, silty and sandy types of dredging tailings were identified. Gold content in silty dredging tailings is almost 1.5 times higher than in sandy fraction (average content of 1.28 g/t and 0.89 g/t respectively). The obtained gold recovery rates indicate a fairly good enrichment of dredging tailings. Aydyrlinsky technogenic gold deposit is very promising for industrial development in the coming years.

Keywords: technogenic deposit gold, dredging tailings, halos of gold, silver, arsenic, tungsten and bismuth.

Введение

Техногенные месторождения обладают достаточно высоким ресурсным потенциалом [1, С. 64]. В районах добычи золота и других благородных металлов образовались отвальные комплексы – эфельных, галечных отвалов, торфов и др. Золотосодержание отвальных комплексов по современным экономическим показателям является сопоставимым с содержанием металла в природных россыпях [2, С. 23]. Техногенные месторождения могут быть использованы для повторной отработки. Для этого необходимо проведение исследований, направленных на изучение свойств отвальных комплексов техногенных месторождений, выявление причин потерь золота при первичной отработке, а также выбор технологии повторного извлечения [3, С. 26], [4, С. 39].

Айдырлинское техногенное месторождение золота расположено в Кваркенском районе Оренбургской области [5, С. 10]. В юго-восточной части золоторудного поля расположены развалины бывшего поселка Айдырлинский (Прииск Айдырля) и золотоизвлекательной фабрики (ЗИФ).

На площади сохранились многочисленные старые горно-разведочные и горно-эксплуатационные выработки (шурфы, канавы, шахты) в виде не засыпанных траншей, провалов и глубоких (до 10-15 м) воронок. В логах и долинах сохранились многочисленные отвалы, мелкие карьеры и закопушки прежних старательских отработок мелких ложковых россыпей золота.

Начало эксплуатации Айдырлинского рудного месторождения относится к 1897 г., когда старателями отрабатывались наиболее богатые верхние части жил («верховики») до глубины 15-25 м, редко – 46 м. В дореволюционный период с 1912 по 1917 гг. наиболее крупные жилы отрабатывались шахтами: до глубины 130 м по вертикали – жила Уклонная, до глубины 148 м на западном фланге – жила Миасская, до 64м – жила Сафоновская.

Восстановление рудников после революции началась в 1933 г. и до 1942 г. отрабатывалась старательскими бригадами, а на 2-х наиболее крупных жилах – Уклонная и Миасская добыча проводилась комбинатом «Чкаловзолото». Вся добытая руда свозилась на Айдырлинскую бегунную фабрику, где дробилась и промывалась. В 1942 г. из-за нехватки топлива, материалов и людских ресурсов рудник был закрыт. В послевоенный период добычные работы на месторождении практически не проводились.

В пределах Айдырлинского участка, западнее Айдырлинского техногенного месторождения, развито частично отработанное Айдырлинское месторождение рудного золота, которое представлено серией золоторудных кварцевых жил, размещенных в массиве гранодиоритов в южном эндоконтакте. В наиболее крупных жилах (Уклонная, Миасская, Сафоновская) содержалось до 75% запасов золота от общих разведанных на месторождении в период его отработки [5, С. 67].

Таким образом, на данный момент Айдырлинское техногенное месторождение является недоизученным и возможно перспективным объектом золотодобывающей промышленности.

Результаты и обсуждения

Айдырлинское техногенное месторождение золота расположено в юго-восточной части Айдырлинской площади на площади развития порфириновой (айдырлинской) толщи (D_{2ZV2}). Представлена толща зеленоватосерыми лавами миндалекаменных уралитовых базальтов, андезитобазальтов и андезитов с прослоями туфов основного состава. Мощность порфириновой толщи 500-800 м [5, С. 74].

Айдырлинское техногенное месторождение золота было искусственно сформировано в процессе длительного периода отработки одноименного месторождения рудного золота. Поэтому минеральный состав руд техногенного месторождения напрямую связан с составом переработанных руд коренного месторождения. Рудные тела на 70% представлены кварцем. Помимо жильного кварца в рудах присутствуют березитированные гранодиориты: из рудных минералов наиболее распространенными являются пирит, галенит и сфалерит, реже встречаются арсенопирит, халькопирит и блеклые руды. Содержание сульфидов в рудах не превышает 2%. Золото в основном свободное, часто ассоциирует с сульфидами [1, С. 80].

По результатам поверхностной литогеохимической съемки масштаба 1:10000 были выявлены высококонтрастные ореолы золота, серебра, мышьяка, вольфрама и висмута, образующие крупную аномальную зону. При маршрутном обследовании аномалии на местности и последующей заверке ее шурфами были выявлены ранее неизвестные золотоносные образования, представленные эфелями переработки рудного золота бывшей Айдырлинской золотоизвлекательной фабрики в периоды 1897-1917 гг. и 1936-1942 гг. Вместе с ранее известным отвалом хвостов переработки они образуют техногенное месторождение золота.

При переработке золотоносной руды крупнозернистый материал гравитационного обогащения складировался в небольшие отвалы вблизи фабрики на повышенных участках рельефа, а более тонкая фракция дробления (т.н. «смывки») концентрировались в пониженных участках рельефа, в прудах отстойниках, где отлагались наиболее богатые руды техногенного месторождения.

Впервые оценка песчаных эфелей бывшей Айдырлинской ЗИФ проведена в 1991 г. Партией массовых поисков Зеленогорской экспедиции ГГП «Зеленогорскгеология» [5, С. 93]. Глазомерной съемкой были определены объемы и запасы руды. В восточной части отвала отобрано 6 проб, в которых пробирным анализом определено среднее содержание золота 1,18 г/т. Недостатком произведенных работ являлось отсутствие конкретной привязки точек отбора проб.

В 1992 году оценку эфельных отвалов провела Восточная ГРЭ ПГО «Оренбурггеология» [5, С. 98]. Опробование отвала эфелей проводилось по 3 профилям с расстоянием между ними 100 м, между точками в профиле – 50 м. Пробы отбирались из закопшек глубиной 0,5 м, вес проб составлял около 20 кг. Пробы сокращались квартованием до 2х навесок по 300 г каждая – основная и контрольная, которые подвергались пробирному анализу. Оставшаяся часть пробы промывалась. Результаты промывки дали отрицательные результаты.

Содержание золота по данным анализа колебалось от 0,2 до 1,4 г/т и составило в среднем 0,3 г/т. Площадь эфельного отвала определялась приблизительно и составила около 58000 м². При объемной массе песков 2,0 т/м³ запасы золота составили 34,8 кг. По результатам оценки автором был сделан вывод, что поскольку золото в эфелях тонкодисперсное и извлекать его придется химическим способом, добыча золота нецелесообразна.

Недостатком работ являлось то, что пробы отбирались из верхней части отвала. Учитывая тот факт, что золото при длительном пребывании в таких рыхлых средах, каковыми являются эфеля, способно под действием природных (вода) и гравитационных факторов мигрировать («проседать») на нижние горизонты, полученные низкие концентрации не характеризуют его истинного содержания. Отрицательным фактом является принятая чисто условно площадь распространения и мощность эфелей, что было подтверждено последующими работами.

Следующая оценка эфелей в отвале, их вещественный состав и степень золотоносности выполнена в 1994 г. Восточной ГРЭ. Для этого по всей площади эфельного отвала по сети 60×60 м пробурены мелкометражные колонковые скважины, определена истинная мощность эфелей, отобраны пробы из керна скважин. По результатам бурения мощность эфелей в отвале варьировала от 0,5 до 5,2 м и, в среднем, составила 2,35 м. По данным пробирного анализа содержания золота в пробах составляло от 0,12 до 1,69 г/т, среднее – 0,50 г/т.

В рамках проведенного исследования техногенное месторождение изучено шурфами и шнековыми скважинами. В начальный период изучения, в северной части площади, проходка шурфов осуществлялась по профилям геохимической съемки СЗ-ЮВ через 100 м, с последующим сгущением профилей до 50 м.

В последующем, при изучении эфелей в южной части участка, профили проходки выработок задавались вкрест простирания распространения эфелей (СЗЗ-ЮЮВ), т.е. поперек долин и балок, где были выявлены эфеля. На последнем этапе изучения эфелей применялась проходка скважин ручного шнекового бурения, что позволило значительно сократить время проходки без ущерба качества.

Глубина шурфов от 0,20 до 3,10 м, сечение 1,0×1,5 м. Глубина шнековых скважин от 0,30 до 2,30 м, диаметр бурения – 100 мм. По результатам исследования выявлено, что мощность эфелей невыдержанная и составляет от 0,1 до 3,0 м.

Визуально эфеля легко диагностируются по их гранулометрическому составу и характерной цветовой окраске – желто-оранжевой, серовато-желтой и светло-серой, резко отличающейся от черной окраски почвенно-растительного слоя, на котором они залегают. Поэтому большинство выработок проходились до вскрытия ими контакта эфелей с почвенно-растительным слоем с заглублением в него на несколько сантиметров.

В результате выполненных работ были установлены площади распространения и геоморфологические условия залегания эфелей различного типа, их мощность, гранулометрический состав и качество (рисунок 1).

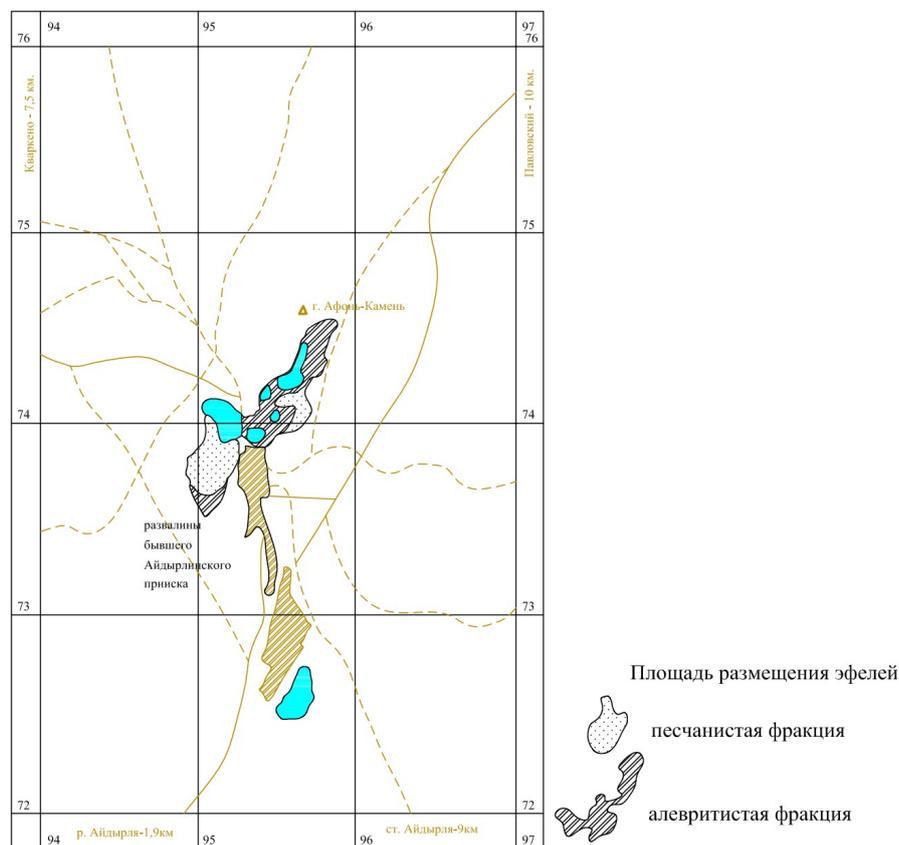


Рисунок 1 - Площади распространения эфелей
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.2.1>

По гранулометрическому составу выделены эфели двух морфологических типов.

1. *Алевритистые эфеля.* Эфеля этого типа, как правило, четко слоистые, желтовато-оранжевого, светлосерого и серовато-жёлтого цветов с прослойками тонких кварцевых песков. Слоистость ровная, волнистая, иногда с завихрениями типа «мутевых потоков» и подчеркивается, главным образом, цветовой гаммой отложений и, в меньшей мере, гранулометрическим составом. Мощность слоев от первых мм до первых см, редко – до 1020 см. Этот тип эфелей ранее был неизвестен и был открыт ООО «ГеоУрал Ресурс» в 2008 году при проверке геохимической аномалии золота, выявленной по результатам геохимической съемки участка по вторичным ореолам рассеяния [5, С. 92].

Эфеля алевритистой фракции приурочены к наиболее пониженным частям рельефа участка – ложбинам и балкам, перегороженным искусственными плотинами. В весенне-летний период места распространения этого типа эфелей обводнены, а на отдельных участках (вблизи дамб) находились полностью под водой. По этой причине они, по-видимому, не были ранее обнаружены. Лишь из-за очень жарких и засушливых летних периодов нескольких последних лет увлажненные участки и искусственные водоемы высохли, в связи с чем эфеля обнажились и стали доступными для изучения;

2. *Песчанистый тип эфелей* представлен тонкоизмельченными (до 0,63 мм) песками желтовато-светло-серого цвета. Пески сложены, главным образом, зернами кварца с небольшим количеством пылевидных глинистых частиц. Эти отложения образуют искусственно созданную маломощную (до 1,0 м) плащеобразную залежь на пологом склоне понижений рельефа в восточной части участка работ. Кроме того, песчанистыми эфелями сложены небольшие отвалы в южной части участка и сравнительно крупный отвал в юго-западной части участка (рисунок 1).

Содержание золота в алевритистых эфелях почти в 1,5 раза больше, чем в песчанистой фракции (среднее содержание 1,28 г/т и 0,89 г/т соответственно) (таблица 1, рисунок 2).

Таблица 1 - Результаты анализов проб алевритистой и песчанистой фракции эфелей

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.2.2>

№ п/п	№ пробы	Название и номер выработки	Мощность продуктивного слоя, м	Содержание золота, г/т
1	2	3	4	5
Алевритистая фракция				
1	220	ш-319	1,6	1,05
2	31П, 32П	ш-320	1,15	1,21
3	36П, 37П	ш-322	1,90	2,27
4	33П, 34П	ш-324	1,30	1,52
5	28П, 29П	ш-325	0,90	1,90
6	30П	ш-326	0,15	1,50
7	46П	ш-329	1,00	0,80
8	35П	ш-330	0,70	2,40
9	48П	ш-333	0,75	1,50
10	47П	ш-334	0,55	0,90
11	40П, 41П	ш-336	2,10	1,10
12	38П, 39П	ш-337	2,50	0,70
13	49П, 70П	ш-338	1,90	1,16
Песчанистая фракция				
1	43/95-1	ш-217	0,50	0,59
2	218	ш-218	0,30	0,57
3	219	ш-219	0,50	0,58
4	229	ш-229	0,20	0,58
5	230	ш-230	0,20	0,58
6	231	ш-231	0,40	0,63
7	234	ш-234	0,55	0,58
8	235	ш-235	0,25	0,68
9	237	ш-237	0,40	0,67
10	238	ш-238	0,20	0,70
11	245	ш-245	0,80	0,74
12	320	с-320	0,45	0,57
13	321	с-321	0,35	0,60
Итого			5,10	0,64

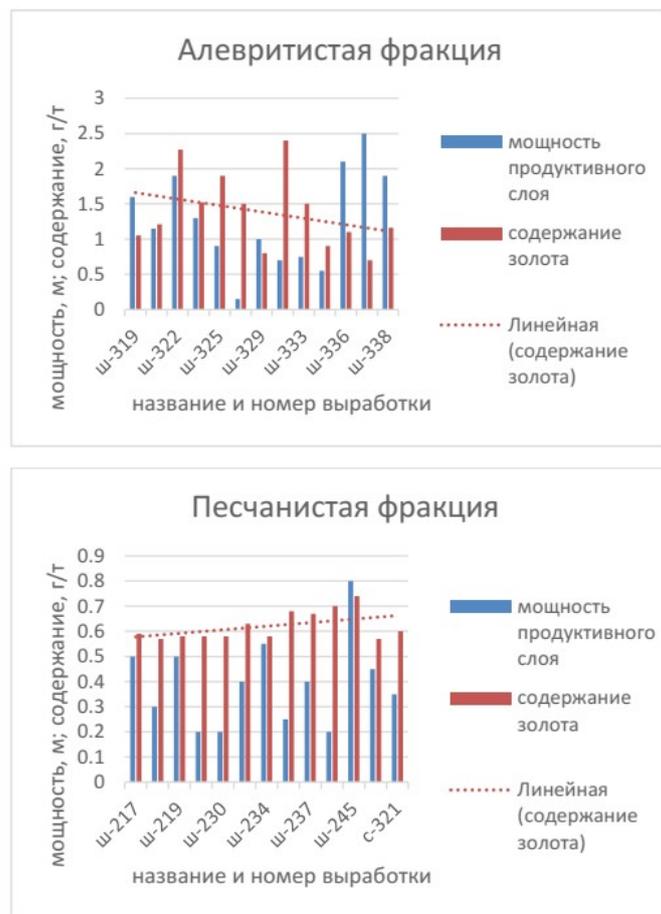


Рисунок 2 - Сопоставления результатов анализов проб алевритистой и песчанистой фракции эфелей
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.2.3>

По результатам исследования и предшествующих работ подсчитаны запасы месторождения. Общие запасы эфелей по категории C_1 составляют 6528,7 тыс.т, золота в них при среднем содержании 1,36 г/т – 718,4 кг, по категории C_2 – 29,3 тыс.т руды (эфелей), золота в них при среднем содержании 0,68 г/т – 17 кг. Всего по C_1+C_2 : 6558,0 тыс. т. эфелей, золота – 735,4 кг.

При освоении техногенных россыпных месторождений необходимо учитывать причины потерь металла при первичной разработке [6, С. 14]. Чаще всего это незначительные размеры и особенности формы золотин, формирование на них гидрофобных пленок. При гравитационном обогащении находящееся в окисленных формах золото плохо улавливается и смывается в хвосты. В течение долгого времени нахождение такого золота в отвалах приводит к физическому и химическому преобразованию, что выражается в уменьшении гидравлической крупности и непригодности для гравитационного обогащения.

Для извлечения россыпного золота разработаны и испытаны инновационные технологии. Это технологии выщелачивания [6, С. 15], отсадочные машины, центробежные концентраторы, винтовые сепараторы, позволяющие повысить извлечение драгоценных металлов, классом крупности менее 0,2 мм. В России и за рубежом основная доля драгоценных металлов извлекается на промывочных приборах, оснащенных шлюзами [7, С. 50]. Шлюзовые установки легко модернизируются под конкретные горногеологические условия и способны извлекать мелкое и тонкое золото.

При обогащении концентратов на шлихообогатительных установках (ШОУ) возможно применение их обработки галогенсодержащим реагентом. Это увеличивает гидрофильные свойства тонкопластинчатого, пористого золота, а также золота с различными пленками и покрытиями, не позволяя металлу быть смытым в хвосты [8, С. 54].

Применение поверхностно активных веществ (ПАВ) в условиях гравитационного обогащения (гравитационный стол, лоток) снижает влияние поверхностного напряжения воды, и частицы золота с высоким коэффициентом уплощения оседают в концентрат [9, С. 144], [10, С. 263].

Заключение

Изучение характеристик Айдырлинского месторождения техногенного золота позволило определить перспективы его добычи. Месторождение золота подготовлено к промышленному освоению с применением инновационных технологий для повторного извлечения золота с учетом определенных его морфотипов и размеров золотин. Для этого необходимы исследования по следующим направлениям: наиболее полное опробование техногенных образований с определением содержаний золота для оценки их продуктивности; определение причин потерь металла при первичной отработке россыпей; применение инновационных технологий для гравитационного обогащения техногенных образований, содержащих золото определенных морфотипов, для которого характерны высокие изменения гидравлической крупности в узком интервале массы золотин. Для этого нужны детальные комплексные геолого-

химические и наноминералогические исследования. Практическим итогом научных исследований будут разработки для создания новых геотехнологических методов формирования и последующего освоения техногенно-минеральных образований, в том числе золотоносных растворов и сорбированного на глинистых частицах благородного металла.

Практические работы по изучению природных и техногенных образований должны способствовать вовлечению золотоносного потенциала Восточного Оренбуржья в промышленную отработку. Это важный шаг в развитии региона, обеспечивающий создание новых производств и рабочих мест.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Алексеев Я.В. Количественные аспекты развития МСБ золота РФ / Я.В. Алексеев, О.М. Конкина, Т.А. Пивоварова // Сборник тезисов докладов IX Межд. научно-практ. конфер. «Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов». — Москва: ЦНИГРИ, 2019. — С. 64.
2. Литвинцев В.С. Ресурсный потенциал техногенных золотороссыпных месторождений и стратегия их масштабного освоения / В.С. Литвинцев, В.С. Алексеев, И.А. Краденных // Маркшейдерия и недропользование. — 2017. — № 5. — С. 21-29.
3. Мирзеханов Г.С. Состояние и проблемы освоения техногенных россыпных месторождений благородных металлов в Дальневосточном регионе / Г.С. Мирзеханов, В.С. Литвинцев // Горный журнал. — 2018. — № 10. — С. 25-30. — DOI: 10.17580/gzh.2018.10.04.
4. Литвинцев В.С. Основные направления стратегии освоения техногенных рудных и россыпных месторождений благородных металлов / В.С. Литвинцев // Горный журнал. — 2013. — № 10. — С. 38-41.
5. Казаков С.В. Отчет по объекту «Поисковые работы на рудное золото в пределах Айдырлинско-Синешиханского рудного района (Оренбургская область) в 2006-2009 гг» / С.В. Казаков. — Оренбург: Оренбургский филиал ФБУ "ТФГИ по Приволжскому федеральному округу", 2009. — 567 с.
6. Алексеев В.С. Повышение извлечения мелкого золота на промывочном приборе шлюзового типа / В.С. Алексеев, Р.С. Серый, А.А. Соболев // Обогащение руд. — 2019. — № 5. — С. 13-18. — DOI: 10.17580/or.2019.05.03.
7. Серый Р.С. Снижение потерь драгоценных металлов на промывочных приборах за счет оптимизации работы шлюзов мелкого наполнения / Р.С. Серый, В.В. Таганов, К.В. Гевало // Горный журнал. — 2018. — № 10. — С. 49-52. — DOI: DOI: 10.17580/gzh.2018.10.09.
8. Алексеев В.С. Применение нетрадиционных технологий для извлечения золота из техногенных образований россыпей Приамурья / В.С. Алексеев, Т.С. Банщикова // Горный журнал. — 2018. — № 10. — С. 52-57. — DOI: 10.17580/gzh.2018.10.10.
9. Алексеев В.С. Особенности техногенного золота отвальных комплексов Соловьевского золотоносного узла / В.С. Алексеев, Т.С. Банщикова, Е.В. Алексеева // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2021. — № 7. — С. 134-145. — DOI: 10.25018/0236_1493_2021_7_0_134.
10. Наумов В.А. Концепция управления формированием месторождений на примере техногенных россыпей золота / В.А. Наумов // Естественные и технические науки. — 2010. — № 2. — С. 262-265.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Alekseev Ja.V. Kolichestvennyye aspekty razvitija MSB zolota RF [Quantitative Aspects of the Development of SME Gold in the Russian Federation] / Ja.V. Alekseev, O.M. Konkina, T.A. Pivovarova // Sbornik tezisev dokladov IX Mezhd. nauchno-prakt. konfer. «Nauchno-metodicheskie osnovy prognoza, poiskov, ocenki mestorozhdenij almazov, blagorodnyh i cvetnyh metallov» [Collection of abstracts of reports IX Int. Scientific and Practical. Conf. "Scientific and Methodological Foundations of Forecasting, Prospecting, Evaluation of Deposits of Diamonds, Precious and Non-ferrous Metals"]. — Moscow: Central Research Geological Prospecting Institute of Non-Ferrous and Precious Metals, 2019. — P. 64. [in Russian]
2. Litvintsev V.S. Resursnyj potentsial tehnogennyh zolotorossypnyh mestorozhdenij i strategija ih masshtabnogo osvoenija [Resource Potential of Technogenic Gold-placer Deposits and Strategy of Their Large-scale Development] / V.S. Litvintsev, V.S. Alekseev, I.A. Kradennyh // Markshejderija i nedropol'zovanie [Mine Surveying and Subsoil Use]. — 2017. — № 5. — P. 21-29. [in Russian]
3. Mirzehanov G.S. Sostojanie i problemy osvoenija tehnogennyh rossypnyh mestorozhdenij blagorodnyh metallov v Dal'nevostochnom regione [Status and Problems of Development of Technogenic Placer Deposits of Precious Metals in the Far East Region] / G.S. Mirzehanov, V.S. Litvintsev // Gornyj zhurnal [Mining Magazine]. — 2018. — № 10. — P. 25-30. — DOI: 10.17580/gzh.2018.10.04. [in Russian]
4. Litvintsev V.S. Osnovnye napravlenija strategii osvoenija tehnogennyh rudnyh i rossypnyh mestorozhdenij blagorodnyh metallov [The Main Directions of the Strategy for the Development of Technogenic Ore and Placer Deposits of Precious Metals] / V.S. Litvintsev // Gornyj zhurnal [Mining Magazine]. — 2013. — № 10. — P. 38-41. [in Russian]

5. Kazakov S.V. Otchet po ob'ektu «Poiskovyje raboty na rudnoe zoloto v predelah Ajdyrlinsko-Sinesihanskogo rudnogo rajona (Orenburgskaja oblast') v 2006-2009 gg» [Report on the object "Prospecting for Ore Gold within the Aidyrlynsko-Sinesikhansky Ore District (Orenburg Region) in 2006-2009"] / S.V. Kazakov. — Orenburg: Orenburg Branch of FBI "TFGI for the Volga Federal District", 2009. — 567 p. [in Russian]
6. Alekseev V.S. Povyshenie izvlechenija melkogo zolota na promyvochnom pribore shljuzovogo tipa [Increasing Recovery of Fine Gold in a Sluice Type Washer] / V.S. Alekseev, R.S. Seryj, A.A. Sobolev // Obogashhenie rud [Ore Beneficiation]. — 2019. — № 5. — P. 13-18. — DOI: 10.17580/or.2019.05.03. [in Russian]
7. Seryj R.S. Snizhenie poter' dragotsennykh metallov na promyvochnykh priborah za schet optimizatsii raboty shljuzov melkogo napolnenija [Reducing the Loss of Precious Metals on Washing Devices by Optimizing the Operation of Fine Filling Sluices] / R.S. Seryj, V.V. Taganov, K.V. Gevalo // Gornyj zhurnal [Mining Magazine]. — 2018. — № 10. — P. 49-52. — DOI: DOI: 10.17580/gzh.2018.10.09. [in Russian]
8. Alekseev V.S. Primenenie netraditsionnykh tehnologij dlja izvlechenija zolota iz tehnogennykh obrazovanij rossypej Priamur'ja [The Use of Non-traditional Technologies for the Extraction of Gold from Technogenic Formations of Placers in the Amur Region] / V.S. Alekseev, T.S. Banshikova // Gornyj zhurnal [Mining Magazine]. — 2018. — № 10. — P. 52-57. — DOI: 10.17580/gzh.2018.10.10. [in Russian]
9. Alekseev V.S. Osobennosti tehnogennogo zolota otval'nykh kompleksov Solov'evskogo zolotonosnogo uzla [Features of Technogenic Gold from Dump Complexes of the Solovyevsky Gold-bearing Cluster] / V.S. Alekseev, T.S. Banshikova, E.V. Alekseeva // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' [Mining Information and Analytical Bulletin]. — 2021. — № 7. — P. 134-145. — DOI: 10.25018/0236_1493_2021_7_0_134. [in Russian]
10. Naumov V.A. Kontseptsija upravlenija formirovaniem mestorozhdenij na primere tehnogennykh rossypej zolota [The Concept of Managing the Formation of Deposits on the Example of Technogenic Gold Placers] / V.A. Naumov // Estestvennye i tehnicheckie nauki [Natural and Technical Sciences]. — 2010. — № 2. — P. 262-265. [in Russian]