

УДК 622.21: 553.411

Г.И. Неронский, С.И. Бородавкин

***МАСШТАБЫ РОССЫПЕЙ С МЕЛКИМ И ТОНКИМ
ЗОЛОТОМ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ОСВОЕНИЯ***

Основным источником золота в России всегда были россыпи. На рубеже веков 67% запасов россыпного золота и 56% прогнозных ресурсов было сосредоточено в Дальневосточном регионе [1]. В последние годы погашение запасов в недрах не компенсируется их приростом, а добыча россыпного золота во всех регионах каждый год уменьшается. В этой ситуации особую актуальность приобретает проблема освоения экзогенных месторождений с мелким, тонким и дисперсным золотом (МТЗ). В соответствии с классификацией Н.В.Петровской [2] к мелкому золоту относятся все его зёрна с размером от 0,9 до 0,1 мм, к очень мелкому - от 0,1 до 0,05 мм, к пылевидному - от 0,05 до 0,001 мм, а всё, что мельче - к дисперсному.

Количество МТЗ определяется формационной принадлежностью золоторудных месторождений, которые явились источником для формирования россыпей. Количество золота с размером зёрен менее 0,1 мм самое низкое (5-40%) - в месторождениях больших глубин, а самое высокое (60-95%) - в близповерхностных. Для формации средних глубин характерно присутствие 25-30% золота мельче 0,1 мм. В колчеданных и существенно сульфидных рудах такого золота - от 90 до 100% [3]. В процессе эрозии коренных источников всё золото, в том числе и МТЗ, переходит в россыпь. Кроме того, в процессе окатывания крупных фракций золота оно истирается и уже при средней степени окатанности оно теряет 10-20%) массы с образованием фракции -0,1 мм. [4].

Процесс формирования МТЗ начинается непосредственно от коренного источника. В связи с высокой подвижностью МТЗ

может переноситься на большие расстояния с образованием повышенных концентраций при определённых условиях.

Несмотря на многолетний интерес к МТЗ в россыпях, все работы посвящены изучению только той его части, которая улавливается при разведке россыпей с гравитационным способом обработки проб [5]. Согласно ситовым анализам разведочного золота, в Приамурье его зёрна с размером меньше 0,25 мм составляют от 10 до 80%. Высокие содержания МТЗ присутствуют и в россыпях других районов [6, 7]. В действительности же мелкого золота гораздо больше, чем зафиксировано разведкой, т.к. используя гравитационные методы при опробовании, потери были неизбежны. Сколько МТЗ в россыпях в действительности — остаётся тайной, но количество его в десятки раз превышает количество добытого металла [8, 9, 10]. В настоящее время большинство россыпей ближнего сноса уже отработано и крупное золото извлечено, а МТЗ осталось в техногенных отвалах. Некоторые из них перерабатываются вторично с применением приборов, основанных на гравитационном способе обогащения с применением различных усовершенствований, в том числе отсадочных машин и концентрационных столов. Это даёт возможность извлекать некоторое количество мелкого золота, но применение дополнительного оборудования и его обслуживание часто не компенсируется стоимостью дополнительно добытого металла и дальнейшее усовершенствование гравитационного способа обогащения теряет смысл. По существу проблема переработки техногенных россыпей связана с проблемой извлечения МТЗ. В головках россыпей в непосредственной близости от коренного источника валуны и галька могут быть важным концентратором золота. Так, содержание золота в гальке из отвалов отработанных россыпей Октябрьского золотоносного узла содержит от 1 до 8,2 г/т [11]. Галька из россыпи р. Куранах (Якутия) содержит от 0,8 до 5,0 г/т (среднее 2,07 г/т) золота [12].

Как показали специальные исследования [13] тяжёлых минералов шлиха, содержание золота в них значительно превышает его содержание в этих же минералах из горных пород. Иловая фракция в отвалах Апрельской россыпи содержит от 0,465 до 2,42 г/т золота, а среднее по 13 отвалам - 0,969 г/т. В гидравлических отвалах р. Джелтулак-1 в иловой фракции содержание золота составляет 2,27 г/т. Суммарное содержание

свободного и связанного золота в минералах-концентратах и коагулированного глинистыми минералами и гидроокислами железа и марганца во фракции меньше 0,5 мм по 13 отвалам Апрельской россыпи составило 1,87 г/т, а в россыпях Октябрьского района -2,0 г/т [11].

Область спада продуктивности в россыпях ближнего сноса является местом зарождения россыпей дальнего сноса. Этот момент наступает, когда уплощённость зёрен золота россыпеобразующих фракций достигает 10-15 единиц, что соответствует гидравлической крупности равной скорости турбулентного потока. Такое золото уже не закрепляется на плотике, а рассредоточено в движущемся слое аллювия и водном потоке и переносится на большие расстояния от коренного источника. Транспортабельность золота ещё более усугубляется высокой гидрофобностью золота, в результате чего тонкие пластинки его способны спокойно держаться на поверхности воды. Такое золото получило название «плавучее». Это золото образует косовые россыпи, в которых максимальная концентрация металла приурочена к верхнему, предпочтительно галечному, горизонту кос. Впервые это убедительно было доказано В.К. Флёровым, в том числе на примере кос р. Зея [14]. Второй особенностью этого типа россыпей является их способность восстанавливаться после очередного паводка. Они широко распространены по крупным рекам: Амур, Зея, Селемджа, Буря, Нюкжа, Уркан и др. Первое упоминание о них мы находим у П.К. Яворовского [15], который опробовал пойменные и террасовые отложения р. Амур на 300 км от г. Благовещенска, а в 1913 г. [16] уже ведётся добыча золота. На всём протяжении золото мелкое, пластинчатое, плавучее, высокой пробы. Только на островах и косах р. Амур от Благовещенска до Толбузино П.К. Яворовский [17] оценил в 100 т.

Нами проведено изучение распределения косового золота по р. Зея на участке от устья р. Селемджа до г. Свободного. В результате установлено, что золотоносными являются русловые отложения, пляжи, косы, намывные острова и аллювий аккумулятивных террас всех уровней. Наиболее высокие концентрации свободного золота установлены в поверхностном слое галечников на косах (среднее 373 мг/м³). Самое крупное золото не превышает размера 0,63 мм (табл. 1), а основная его масса представлена фракцией -0,315+0,2 мм. Форма зёрен - пластинчатая с рваными краями и

коэффициентом износа от 8,37 до 14,4 единицы, а толщина чешуек (меньше 0,05 мм) остаётся неизменной. Цвет золота - густо-жёлтый, проба - высокая.

Таблица 1
Гранулометрический состав золота из аллювиальных отложений
р. Зeya, % (аналитик В.Т. Добрая)

Место и глубина отбора пробы	Вес золота, мг	Фракции крупности, мм							Средний размер зёрен мм	Уплотён-ность золота от – до средняя
		-0,63+0,4	-0,4+0,315	-0,315+0,2	-0,2+0,16	-0,16+0,1	-0,1	Сумма, %		
Коса у с. Никольское. Поверхность	56,6	3,2	5,6	78,1	10,1	3,0		100	0,27	<u>2,69-8,44</u> 4,88
Кучков бугор. 1,0-1,2 м	32,2	0,9	4,7	69,9	15,2	8,4	0,9	100	0,24	<u>1,28-6,5</u> 5,45
Молчановский карьер										
Интервал 0,7-1,7 м	91,7	5,1	3,7	69,9	18,2	3,1	-	100	0,26	<u>2,78 -13,48</u> <u>5,46</u>
Интервал 1,7-2,7 м	40,6	-	0,5	48,1	33,7	17,2	0,5	100	0,21	<u>3,33-8,17</u> 6,46
Интервал 2,7-3,7 м	30,0	0,3	0,7	44,4	29,0	25,3	0,3	100	0,2	<u>3,65-10,75</u> 6,52
Интервал 3,7-4,7 м	11,4	-	1,8	62,3	28,9	6,1	0,9	100	0,23	<u>3,2-14,4</u> 7,15
Интервал 0.7-4,7 м	40,9	-	1,2	51,6	28,4	18,8	-	100	0,21	<u>3,99-11,17</u> 6,29



Рис. 1. «Новое» золото с почковидной структурой из песчаного горизонта первой надпойменной террасы р. Зея. Увел. 200

Вторая разновидность золота представлена «новым золотом», образовавшимся в гипергенных условиях [18]. Оно образует мелкие почковидные зёрна стально-серого цвета без малейших признаков окатывания (рис. 1).

Они хрупкие и легко рассыпаются на пылевидные частички. Наиболее часто оно встречается в галечных отложениях первой надпойменной и песках второй надпойменной террас. В монтированных полировках отчётливо выявляется пористая, ячеистая его структура с реликтами остаточного чешуйчатого золота. В составе «нового» золота, кроме золота и серебра, существенную роль играет ртуть, содержание которой варьирует от 23,48 до 37,48% (табл. 2). Рентгенограмма «нового» золота показала его двухфазное строение: твёрдого AuAg раствора и ртутного золота состава Au₃Hg. Последнее представляет собой (3-фазу ртутного золота с гексагональной решёткой).

Выход тяжёлой фракции шлиха изменяется от 1 до 78 кг/м, причём, он наиболее высок в гравийно-галечных отложениях. Размер минералов в тяжёлом концентрате не превышает 0,5 мм и соизмерим с размером зёрен свободного золота.

После отбора из шлихов свободного золота пробирным анализом в шлихах установлено содержание золота от 1 до

Таблица 2

*Состав «нового» золота по данным микронного анализа
(аналитик П.П. Сафронов)*

Точка замера состава	Содержание, %				Сумма
	Ап	Аg	Си	Нg	
1	56,99	5,05	0,0	37,28	99,32
2	57,99	4,74	0,0	37,01	99,74
3	55,57	3,16	0,01	37,48	96,22
4	53,99	5,46	0,07	24,31	83,83
6	52,01	6,39	0,07	24,74	83,21
7	56,38	6,86	0,01	29,19	92,44
8	58,08	4,62	0,01	23,48	86,19
5 (остаточное золото)	91,95	8,65	0,03	0,01	100,61

29,4 г/т, причём, наиболее высокие содержания характерны для тяжёлой немагнитной фракции (до 147 г/т). Менее золотосодержащими являются магнитная и электромагнитная фракции.

Крупногалечный материал, в основном, представлен интрузивными породами. Галька кварца по пробирному анализу содержит низкие содержания золота.

Из всех аллювиальных отложений р. Зея наиболее интересным представляется горизонт галечников первой надпойменной террасы, который удалось опробовать до глубины 7,7 м (табл. 3). Кроме свободного золота, здесь определён выход шлиха и содержание связанного золота в концентрате тяжёлых минералов. Все тяжёлые минералы и золото не превышают размера 0,5 мм, и поэтому весь шлик и свободное золото фактически заключены во фракции меньше 0,5 мм. Из 4 бороздовых проб фракция - 0,5 мм была отситована, и определено содержание золота, которое изменяется от 0,14 до 12,42 г/т (среднее 4,93 г/т).

Второй разновидностью россыпей дальнего сноса являются россыпи в полигенетических аккумулятивных толщах, выполняющих погребенные долины, долины-грабены, отлагающиеся в дельтах рек, озёр и пляжах континентальных бассейнов и морей. В Приамурье континентальные отложения палеоген-неогенового возраста выполняют Амуро-Зейскую и Верхне-Зейскую депрессии. Накопление осадков происходило в условиях расширяющегося бассейна с небольшими перерывами.

Осадки свит представлены фациями русел, пойм, стариц, дельт и болот [19].

Таблица 3
 Золотоносность галечников первой надпойменной террасы р. Зезя
 (Карьер у с. Молчаново)

№ пробы	Лотковое опробование					Бороздвое опробование		
	Глубина отбора, м	Выход шихта, кг/м ³	Содержание свободного золота,	Проба золота, ‰	Содержание связанного Au в шихте по пробирному анализу, г/т	Глубина отбора бороздовых проб, м	Выход фракции -0,5 мм, ‰	Содержание золота во фракции -0,5 мм по пробирному анализу, г/ч
174/86	0,7-1,1	6,745	162,0	995,3	29,4	0,7-1,7	20	2,85
175/86	1,1-2,5	4,695	185,0	809,9	16,85	1,7-2,7	6	12,42
176/86	2,5-2,7	1,498	50,0	935,8		2,7-3,7	5	0,14
177/86	2,7-3,1	1,770	75,0	902,9	5,84	3,7-4,7	1 1,4	4,29
178/86	3,1-3,2	1,351	25,0	992,1				
179/86	3,2-4,0	1,746	38,0	856,9	23,92			
180/86	4,0-6,3	1,058	25,0	928,0				
111/86	6,3-6,8	0,689	Пусто	-				
112/86	6,8-7,1	0,569	12,5	974,0				
113/86	7,1-7,4	0,523	25,0	-				
114/86	7,4-7,7	0,641	12,5	-				

Областью сноса являлись северные районы, в которых широко проявлена золотая минерализация, что позволяет ожидать на западной, северной и северо-восточной окраине Амуро-Зейской депрессии наличие россыпей золота дальнего сноса.

В поле развития этих пород фиксируются устойчивые шли-ховые ореолы золота в современных аллювиальных отложениях. Имеются и отдельные указания на повышенные содержания металла в отдельных пунктах. Так, в сводке Л.Л. Тове и Д.В. Иванова [20] указывается на наличие заявок на золотоносные площади по левым притокам р. Амур выше г. Благовещенска в бассейнах рек Джелун, Пёра и Бурунда (Ивановка) [21].

Каолинсодержащие пески и глины Чалганского месторождения и несколько карьеров до ст. Тыгда с отложениями сазанковской и белогорской свит по данным лоткового опробования содержат мелкие зёрна свободного золота размером от 0,07 до 0,7 мм. Часть зёрен окатана. Зёрна имеют таблитчатую, пластинчатую, чечевицеобразную формы с обмятыми краями и другими следами механических деформаций. Вторая часть зёрен представлена поликристаллическими агрегатами, чешуйками с острыми краями. Пробирный анализ песков Чалганского месторождения показал постоянное присутствие золота от 0,2-0,8 до 1,2 г/т, а в готовой продукции - 0,4 г/т.

Наиболее благоприятными условиями для накопления золота являются грабен-долины. Примером может служить уникальная Нагиминская россыпь, в которой золото рассредоточено по всему разрезу мощностью более 50 м. В мелких фракциях аллювия (алевриты, мелкозернистые и среднезернистые пески) содержания МТЗ составляют 3,0 до 16,5 г/т [23]. Кроме того, золотоносными являются отложения и приразломных впадин, окаймляющих Амуро-Зейскую депрессию (Пиканская, Уруша-Ольдойская, Депская). Содержание МТЗ в отложениях бузулинской, сазанковской и белогорской свит в этих впадинах по данным пробирного анализа достигает 2-2,4 усл.ед. (вероятно, г/т) [24].

Конечным пунктом миграции золота в Приамурье были заболоченные континентальные бассейны, в которых в палеоцене, олигоцене и миоцене формировались мощные слои торфяников, которые являются геохимическим барьером для растворов золота. В результате мы имеем постоянное присутствие золота в углях. По результатам специального пробирного анализа 120 проб содержание золота в углях меняется от 5 до 100 г/т, а средние содержания для угольных месторождений составило: для Свободненского - 15, Сергеевского - 17, Огоджинского - 30, Райчихинского 53 г/т [25]. В золе углей Ушумунского месторождения среднее содержание золота по 270 пробирным анализам составило 8 г/т и 6 г/т серебра [26].

Приведённые данные убедительно показывают высокий потенциал россыпей с МТЗ. Создание минерально-сырьевой базы россыпей с МТЗ сегодня является первоочередной задачей. В XXI веке они должны стать основным источником металла [8, 9], с чем согласны и авторы статьи.

Для создания минерально-сырьевой базы россыпей с МТЗ необходимо провести разведку с определением содержания не только свободного золота россыпеобразующих фракций, но и МТЗ, связанного в рудной гальке, в минералах-концентраторах и коагулированного из растворов сульфидами, глинистыми минералами, гидроокислами железа, марганца и растительными остатками. Проанализировав имеющиеся материалы о распределении МТЗ в различных россыпях, авторы предложили и запатентовали способ обработки проб при разведке россыпей, который позволяет решить все эти проблемы [27].

Однако применение данного способа обработки проб при разведке россыпей будет иметь смысл только в том случае, когда будет найден способ рентабельного извлечения МТЗ, независимо от формы его нахождения. Для решения этой проблемы для россыпей, разведанных с применением запатентованного способа обработки проб [27], нами предложен комбинированный способ, сочетающий традиционный гравитационный способ извлечения свободного крупного золота, а МТЗ и связанного золота - на обогатительной фабрике по рудной схеме. На этот способ отработки нами подана заявка на изобретение [28].

При отработке россыпей ближнего сноса, в том числе техногенных, по предлагаемому способу есть вероятность получить четыре золотосодержащих продукта. Для россыпей дальнего сноса интерес представляет только фракция меньше 0,5 мм, поэтому схема отработки будет значительно упрощена.

В заключение следует отметить, что извлечение мелкого и связанного золота из россыпей не может осуществляться мелкими старательскими артелями. Они не заинтересованы в сборе даже шлиха тяжёлых минералов, содержащего десятки г/т связанного золота. Зато такая схема отработки россыпей вполне пригодна для рудников с обогатительной фабрикой высокой

производительности, для которых не составит труда на месте организовать извлечение крупного золота по общепринятой гравитационной схеме, одновременно обогатив золотом мелкие фракции аллювия и отделив рудную гальку, которые требуют переработки по рудной схеме. Таким образом, отчётливо проявляется необходимость слияния предприятий с сугубо россыпной золотодобычей и рудной. Освоение техногенных россыпей следует начинать вблизи действующих золото-обогачительных комбинатов в радиусе рентабельности транспортировки материала на обогачительную фабрику, что позволит увеличить производительность фабрики, а также извлекать золото при более низких содержаниях и продлит срок службы фабрики. Только в Приамурье извлечение МТЗ из россыпей возможно организовать на фабриках месторождений Покровское, Пионер и Березитовое, а в ближайшие годы - на месторождениях Маломыр и Бамское. В Районах, удалённых от действующих обогачительных фабрик, возможно строительство фабрик специально для переработки техногенных россыпей, что позволит реанимировать золотодобычу в старых золотоносных районах. Для отработки россыпей дальнего сноса наиболее интересным объектом представляется горизонт русловых галечников р. Зея выше г. Свободный, который распространён по всей ширине долины и перекрыт горизонтом песка мощностью до 10 м. Золотоносность его верхнего горизонта установлена во многих пунктах, а в карьере у пос. Молчаново - до 7,7 м, причём, среднее содержание во фракции меньше 0,5 мм на глубину 4 м составило 4,9 г/т. Это даёт надежду получения объекта с запасами золота, достаточными для строительства специальной обогачительной фабрики.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта 09-11-СУ-08-002 ДВО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Беневольский Б.Н.* Минерально-сырьевая база россыпного золота России: состояние, перспективы использования и воспроизводства в XXI в. / Б.Н. Беневольский, И.Ф. Мигачёв, Т.П. Шевцов // Золотое оруденение и гранитоидный магматизм Северной Пацифики. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1997. С. 259-261.
2. *Петровская Н. В.* Самородное золото. М.: Наука, 1973. 347 с.
3. *Неронский Г.И.* Типоморфизм золота месторождений Приамурья. Благовещенск: АмурНЦ, 1998. 320 с.
4. *Новиков В.А.* Окачивание и износ золота при моделировании его транспортировки в водном потоке / В.А. Новиков, С.В. Яблокова // Труды ЦНИГРИ. Вып. 103. 1972. С. 225-231.
5. *Минко О.О.* Проблема поисков и оценки россыпей с мелким золотом // Обзор ВИЭМС. М., 1985. 42 с.
6. *Нестеренко Г.В.* Мелкое и тонкое золото в аллювиальных автохтонных россыпях юга Западной Сибири / Г.В. Нестеренко, В.В. Колпаков // Геология и геофизика. 2007. Т. 48. № 10. С. 1009-1027.
7. *Амосов Р.А.* Новые данные о минеральном составе и обогатимости песков погребенной россыпи Большого Куранаха / Р.А. Амосов, А.С. Парий, О.В. Долбня // Горный журнал. 2002. № 2. С. 33-37.
8. *Фирсов Л.В.* О некоторых фактических и экстраполированных закономерностях гранулярного состава золота Яно-Кольмского пояса // Геология и геофизика. 1969. №11. С. 44-54.
9. *Риндзюнская Н.М.* Экзогенные месторождения с мелким и тонким золотом - перспективы XXI века / Н.М. Риндзюнская, Е.В. Матвеева // Отечественная геология. 1998. № 3. С. 20-25.
10. *Лунев Б.С.* Мелкое золото - основной источник золота нашей планеты / Б.С. Лунев, В.А. Наумов // Природные и техногенные россыпи и месторождения кор выветривания на рубеже тысячелетий: Тез. докл. XII междунар. совещания, 25-29 сент. 2000 г. М.: ИГЕМ РАН, 2000. С. 218-220.
11. *Моисеенко В.Г.* Особенности формирования полигенных россыпей золота и методы их оценки. Хабаровск: АмурНЦ, 1997. 103 с.
12. *Лифшиц А.И.* К вопросу определения полного содержания золота в пробах при разведке россыпных месторождений / А.И. Лифшиц, А.С. Ильницкий, С.Я. Горюшкина // Труды ЦНИГРИ. Вып. 82. 1969. С. 108-119.
13. *Миронюк А.Ф.* Содержание золота в минералах золотоносных россыпей Приамурья / А.Ф. Миронюк, В.Г. Моисеенко, Е.Н. Воропаева, Н.С. Остапенко, С.М. Радомский // ДАН. 2005. Т. 405. № 5. С. 652-654.
14. *Флёров В.К.* Современные аллювиальные россыпи на косах и намывных островах // Труды треста «Золоторазведка» и ин-та НИИГРИЗОЛОТО. Вып. 5. М.-Л.: Изд-во НКТП, 1937. 99 с.
15. *Яворовский П.К.* О добыче золота в связи с вопросом регулирования рек Амурского бассейна // Известия общества горных инженеров. 1897. № 3. С. 44-48.
16. *Янчевский А.* Разработка золота в руслах рек Амурской области // Поверхность и недра. 1916. № 3. С. 118-120.
17. *Яворовский П.К.* Краткий очерк геологического строения берегов Амура от ст. Черняевой до г. Благовещенска по наблюдениям 1900 г. // Серия «Геологические исследования золотоносных областей Сибири». Вып. III. 1902.
18. *Неронский Г.И.* «Новое» золото в россыпях Приамурья / Г.И. Неронский, П.П. Сафронов, С.И. Бородавкин, П.В. Обухов, А.Б. Попов // Глубинное строение Тихого океана и его континентального обрамления: Тезисы докладов. Часть III. Благовещенск, 1988. С. 55-56.
19. *Бурилина Л.В.* Литологическая характеристика и условия образования кайнозойских отложений Амурской депрессии. - М.: Наука, 1970. 80 с.
20. *Тове Л.Л.* Отчёт по статистическо-экономическому и техническому исследованию золотопромышленности Амуро-Приморского района / Л.Л. Тове, Д.В. Иванов. СПб., 1905. Ч 1. 321 с.

21. *Моисеенко В.Г.* Перспективы увеличения золотодобычи в Амурской области за счёт россыпей с мелким и тонким золотом / В.Г. Моисеенко, Г.И. Неронский // На рубеже веков. Благовещенск, 1999. С. 182-185.
22. *Моисеенко В.Г.* Комплексное использование каолинсодержащих песков Чалганского месторождения / В.Г. Моисеенко, М.Т. Бежинар, А.А. Конюшок, И.А. Загрузина, А.Д. Заковоротный. Благовещенск: АмурКНИИ, 1989. 55 с.
23. *Сорокин А.П.* Ресурсный потенциал россыпный месторождений золота Верхнего Приамурья / А.П. Сорокин, В.И. Белоусов // Горный журнал. 2006. № 4. С. 29-30.
24. *Колесников В.В.* Минерогения приразломных впадин Верхнего Приамурья // Общие проблемы геологии и металлогении юга Дальнего Востока СССР. Благовещенск: АмурКНИИ ДВО РАН, 1991. С. 162-167.
25. *Кузьминых В.М.* Миграция и накопление золота при гепергенных процесса / В.М. Кузьминых, А.П. Сорокин // Вестник ДВО РАН. 2004. № 2. С. 113-119.
26. *Крапивенцева В.В.* Особенности металлоносности бурых углей Средне-Амурского и Буреинского каменно-угольных осадочных бассейнов // Благородные и редкие металлы Сибири и Дальнего Востока. Иркутск: Ин-т географии СО РАН, 2005. Т. 1. С. 252-254.
27. *Пат. 2329103* Способ обработки проб золотоносных россыпей / Неронский Г.И., Бородавкин С.И. Бюл. 2008. № 20.
28. *Заявка 2008146171.* Способ отработки россыпей, преимущественно золотосодержащих / Неронский Г.И., Бородавкин С.И. Приоритет от 21.11.2008 г. **ПАТ**

Коротко об авторах

Неронский Г.И. - доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией металлогении, neronsky@inbox.ru,
Бородавкин С.И. - младший научный сотрудник,
Институт геологии и прикладного использования ЛВО