

## О МЕТОДИЧЕСКОМ ПРИЕМЕ В ОЦЕНКЕ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА

Сунцев А.С.<sup>1</sup>, Даровских Н.А.<sup>2</sup>, Петухов С.Н.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; [poisk@psu.ru](mailto:poisk@psu.ru)

<sup>2</sup>Управление по недропользованию по Пермскому краю, 614016, Пермь, ул. Камчатовская, 5; [perm@rosnedra.com](mailto:perm@rosnedra.com)

<sup>3</sup>Пермский научно-исследовательский институт «Пермгеология», 614090, г. Пермь, ул. Гайдара, 8б; [poisk@psu.ru](mailto:poisk@psu.ru)

---

Рассматривается методика оценки прогнозных ресурсов россыпного золота на Кусьинской площади в Горнозаводском районе Пермского края. Оценка ресурсов произведена в двух вариантах. В первом случае использованы средние показатели только одного объекта-аналога. Во втором варианте подсчет прогнозных ресурсов был осуществлен на основе методической разработки авторов: 1) оценка произведена по качественным показателям не одной россыпи, а путем образования условного площадного объекта-аналога; 2) коэффициент достоверности подсчета определен через соотношения площадей сравниваемых участков. В условный объект объединены промышленные россыпи, расположенные вблизи рассматриваемой площади и приуроченные к подобной же эрозионно-структурной депрессии. Ресурсы золота подсчитаны с использованием усредненной площадной продуктивности отложений.

---

Ключевые слова: золото, прогнозные ресурсы, методическая разработка, Пермский край.

## ABOUT THE METHODOICAL ADMISSION TO THE EVALUATION OF PROGNOSTIC RESOURCES OF PLACER GOLD

Suntsev A.S.<sup>1</sup>, Darovskih N.A.<sup>2</sup>, Petuhov S.N.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>«Perm State University, National research», 614990, Perm, Bukireva str., 15; [poisk@psu.ru](mailto:poisk@psu.ru)

<sup>2</sup>Management of Natural Resources for Perm Region, 614016, Perm, Kamchatovskaya str., 5; [perm@rosnedra.com](mailto:perm@rosnedra.com)

<sup>3</sup>Perm scientific-research Institute "Permgology", 614090, Perm, Gaidar str., 8b; [poisk@psu.ru](mailto:poisk@psu.ru)

---

The methodology of evaluation of probable resources of placer gold on Kusinsk area in Gornozavodsk district of Perm region. Evaluation of resource produced in two versions. In the first case used averages only one object-analogue. In the second option the calculation of the prognostic resources was carried out on the basis of methodological developments authors: 1) evaluation made qualitative indicators not one placers, and through the formation of conditional polygon object-analogue 2) the coefficient of reliability of counting defined through the ratio of the area comparable sites. In the conditional object united industrial deposits located near the considered area and is dedicated to similar erosion and structural depression. Gold resources are defined using the average areal productivity deposits.

---

Keywords: gold, prognostic resources, methodical development, Perm region.

Геолого-экономическая оценка результатов поисковых работ проводится на основе прогнозных ресурсов и браковочных кондиций.

Кондиции – совокупность экономически обоснованных требований к количеству и качеству полезного ископаемого, к горнотехническим условиям отработки месторождения.

На поисковой стадии кондиции рассчитываются применительно к конкретному геолого-промышленному типу месторождений для усредненных условий: промышленного содержания полезного компонента, технологических свойств и количества запасов, обеспечивающих средние технико-экономические показатели работы горного производства. Параметры залежи и качественные показатели минерализации принимаются по аналогии с эксплуатируемыми месторождениями данного геолого-промышленного типа. При этом

учитывается также совокупность разнообразных факторов оценки месторождений: физико-географических, регионально-экономических, горнотехнических, социальных и др. Если оцениваемый геологический объект не вполне соответствует усредненным условиям, то вводятся соответствующие поправочные коэффициенты.

На основе выбранных данных прогнозируются вероятные капитальные вложения в строительство горнопромышленного предприятия и показатели экономической эффективности разработки потенциального месторождения. Принятые решения оформляются в виде технико-экономических соображений (ТЭС), которые являются приложением к отчету о поисковых работах.

Все методы оценки прогнозных ресурсов основаны на сопоставлении всей геологической информации оцениваемого и эталонного объектов. В качестве эталонных –принимаются:

а) для ресурсов категории  $P_3$  – изученные металлогенические (минерагенические) зоны, бассейны, рудные районы; б) для ресурсов категории  $P_2$  – рудные районы, узлы, потенциальные; в) для ресурсов категории  $P_1$  – рудные поля и месторождения. Для эталонных объектов должны быть известны геолого-промышленный тип месторождения, величина запасов, состав полезного ископаемого, коэффициент рудоносности и др.

Выбор метода оценки прогнозных ресурсов зависит от стадии геологоразведочных работ, характера и полноты исходных данных, геолого-структурной позиции залежи, вида полезного ископаемого и т.п. Наиболее широко используются: 1) метод экспертных оценок; 2) метод оценки по средней продуктивности; 3) методы оценки по литохимическим ореолам рассеяния.

Метод экспертных оценок. Независимые эксперты (квалифицированные специалисты в области металлогении, поисков и разведки) на основе геологического анализа территории дают свой индивидуальный прогноз оруденения. В дальнейшем частные оценки экспертов обсуждаются, в результате принимается наиболее правдоподобное решение. Недостатком метода являются возможный субъективизм и корпоративность при выборе оценок. Используется на ранних стадиях изучения перспектив рудоносности больших крупных территорий.

Метод оценки по средней продуктивности является наиболее распространенным. Заключается в экстраполяции закономерностей размещения полезного ископаемого, факторов контроля и критериев рудоносности эталонной территории на оцениваемую, определяется степень их сходства. Для оценки прогнозных ресурсов ( $Q_p$ ) категории  $P_3$  в пределах металлогенических зон, областей и рудных районов используется формула Быхова Н.А. [3, 5, 6]:  $Q_p = k \cdot q_s \cdot V_o$ , где  $V_o$  – объем оцениваемого объекта:  $V_o = S_o \cdot M_o$  ( $S_o$ ,  $M_o$  – соответственно площадь и мощность оцениваемого объекта);  $q_s = Q_s / V_s$  – средняя удельная

продуктивность ( $Q_3$  – прогнозные ресурсы эталонной территории;  $V_3$  – объем эталона, в котором оценены ресурсы);  $k$  – коэффициент сходства оцениваемой территории и эталона. Чем ближе значение  $k$  к единице, тем больше степень сходства. При оценке прогнозных ресурсов категории  $P_2$  в пределах потенциальных рудных полей и узлов формула принимает вид:  $Q_p = k \cdot S_o \cdot H_o \cdot C_3 \cdot d$ ,

где  $H_o$  – глубина прогнозирования,  $C_3$  – содержание полезного компонента в руде,  $d$  – средняя плотность пород прогнозируемого объекта [1, 2]. В качестве удельной продуктивности могут выступать: масса полезного ископаемого, полезного компонента, минерала на единицу объема; число рудных пластов, жил, жильных зон на единицу площади и т.п.

В настоящей статье рассматривается методика оценки прогнозных ресурсов россыпного золота на Кусьинской площади в Горнозаводском районе Пермского края. Перспективный на россыпное золото объект «Кусьинская площадь» выделен на левом борту долины р. Койва в контуре олигоценовой палеодолины, вложенной в Пашийско-Кусьинскую депрессию. Участок недр (объект), в свою очередь, включает локальные участки: Ершов лог, Воронковский лог и Тырымов лог. Значительная встречаемость золота в рыхлых отложениях логов (десятки-сотни знаков в 10 литровых пробах) была установлена в процессе поисковых работ, проведенных на левом борту долины р. Койва Н.В. Введенской (1943, 1956), В.О. Ружицким (1942), Г.П. Романовым (1941) и И.Н. Герасимовым (1943). Позднее в обобщающей работе по золоту А.М. Зильберман (1969) указывает, что в пробах в устье Воронковского лога содержания золота составляли 10,3 г/м<sup>3</sup>, а в устье Ершова лога – 0,03 г/м<sup>3</sup>. Проведенные недавно на рассматриваемой площади горные работы вкупе с результатами геоморфологических построений при дешифрировании спектрозональных космоснимков дают основание ожидать в полигенных рыхлых отложениях указанных логов промышленные скопления золота. При оконтуривании перспективной площади использованы также результаты геологических исследований последних лет: ГДП-200 (Суслов С.Б., 2004).

В структурном плане территория Кусьинского участка находится в Безгодовско-Пашийской синклиальной зоне Центрально-Уральского поднятия. Синклиальная зона сложена терригенно-карбонатными породами палеозойского структурно-тектонического этажа, налегающими с угловым несогласием на вендский комплекс. Стратиграфический разрез этажа представлен породами девона и нижнего карбона. Породы синклиальной зоны смяты в линейные складки, с углами падения крыльев 30–50 градусов.

Мезо-кайнозойский структурно-тектонический этаж представлен рыхлыми образованиями мощностью до 8–10 м. Аллювиальные отложения – это галечно-песчано-гравийный материал в глинистом матриксе. Цвет и состав галечников определялись климатическими условиями их формирования. Галечники наурзумской свиты

преимущественно кварцевого состава в белой или желтоватой глине. Для кустанайской террасы миоцена характерны малиново-красные оттенки, плохие окатанность и сортировка псефитового материала. Для современных (четвертичных) образований характерны серые цвета. Склоновые отложения представлены делювиальными и элювиально-карстовыми образованиями различного возраста и глинистым элювием.

По данным поисковых работ Промысловской партии наиболее продуктивными на золото являются депрессионные галечники олигоцена (наурзумская свита) и верхнечетвертичные отложения камышловской террасы, а также русловые и ложковые отложения. Золотоносные рыхлые отложения залегают на закарстованных карбонатных породах, что благоприятно для формирования продуктивных россыпей района.

По Кусьинской площади определены прогнозные ресурсы категории  $P_2$  методом оценки по средней продуктивности. Параметры оцениваемых россыпей: Ершов лог – длина 2400 м, ширина – 100 м, мощность рыхлых отложений 3,0 м; Воронковский лог – соответственно 3800, 120 и 4,0 м; Тырымов лог – 5000, 150 и 5,0 м. Общая площадь Кусьинского объекта – 10,2 км<sup>2</sup>. Оценка прогнозных ресурсов россыпного золота производилась в двух вариантах: в первом случае – по общераспространенной методике, во втором случае применен неординарный методический прием подсчета.

**В первом варианте** использованы средние показатели только *одного объекта-аналога* – россыпи р. Тискос. Россыпь золота р. Тискос находится в 50 км северо-восточнее Кусьинской площади, в пределах Вишерско-Висимской депрессии. Протяженность россыпи составляет 3,1 км, ширина варьирует от 40 до 282 м (средняя – 120 м), подсчетная мощность – 5,7 м, бортовое содержание – 70 мг/м<sup>3</sup>, минимально промышленное – 157 мг/м<sup>3</sup>. Плотик россыпи р. Тискос карбонатный, как и на Кусьинском участке недр. Промышленные концентрации золота приурочены к олигоцен-миоценовому и среднечетвертичному аллювию.

При расчете прогнозных ресурсов россыпного золота категории  $P_2$  на Кусьинской площади были приняты следующие показатели: 1) среднее содержание золота в песках – 160 мг/м<sup>3</sup>, коэффициенты сходства (достоверности) для Ершова лога – 0,9, для Воронковского лога – 0,8, Тырымова лога – 0,7. Прогнозные ресурсы составили по всей площади – 526 кг (по причине конфиденциальности информации цифры ресурсов изменены).

**Во втором варианте** подсчет прогнозных ресурсов был осуществлен на основе новой методической разработки авторов: 1) оценка произведена по качественным показателям не одной россыпи, а путем образования условного *площадного объекта-аналога*; 2) коэффициент достоверности определен через соотношения площадей сравниваемых участков. В условный объект, названный «Промысловская площадь», объединены промышленные россыпи, расположенные вблизи Кусьинской площади и приуроченные к подобной же эрозионно-структурной депрессии: россыпи рек Северная-Тискос, россыпь р. Средняя

Северная Рассоха, россыпь верховьев р. Вильвы, россыпи рек Большая и Малая Шалдинки. По объекту рассчитана *площадная продуктивность* золотой минерализации, которая, по нашему мнению, является для оценки прогнозных ресурсов более объективным показателем концентраций золота.

Россыпи рек Северная-Тискос находятся в 50 км восточнее г. Горнозаводска. Россыпи включают несколько залежей: р. Северная, Петровский лог, Безымянный лог, низовья рек Северной, Прогарочной и Тискос. Основные запасы золота россыпей связаны с аллювиально–делювиальными отложениями миоцена. Длина россыпей колеблется от 0,9 до 3,4 км, средняя – 2,6 км; ширина – от 57 до 157 м (средняя 110 м); площадь всех подсчетных блоков – 203700 м<sup>2</sup>. Мощность полезной толщи (песков) изменяется от 1,8 до 16,6 м, средняя – 6,7 м.

Разведка запасов россыпей проведена Промысловской ГРП в 1974-1978 гг. В основу подсчета запасов положены временные кондиции, разработанные НИП ПГО «Уралгеология» при отработке их гидравлическим способом. Запасы россыпи утверждены Уральской ТКЗ по категории С<sub>1</sub> и по категории С<sub>2</sub> (забалансовые); суммарные запасы золота – 1561 кг. Продуктивность по месторождению составит 7663 кг/км<sup>2</sup>.

Россыпь золота р. Средняя Северная Рассоха находится в 45 км северо-восточнее ст. Пашия Свердловской ж.д. в бассейне верховий р. Вижай, левого притока р. Вильвы. Общая протяженность россыпи в контуре балансовых запасов составляет 3228 м, средняя ширина промышленного контура 60 м, площадь в промышленном контуре 0,195 км<sup>2</sup>. Мощность пласта «песков» по отдельным разведочным пересечениям колеблется от 1 до 7 м при среднем значении по россыпи 3,2 м. Кроме того, ниже по течению участка балансовых запасов расположена забалансовая долинная россыпь этой же реки длиной 1412 м, средней шириной 55 м и площадью 0,078 км<sup>2</sup>. Общая длина промышленной и забалансовой россыпи составляет 4,64 км.

В основу подсчета запасов положены временные районные кондиции, разработанные НИП ПГО «Уралгеология» для плиоцен-четвертичных россыпей Среднего Урала при отработке их экскаваторно-гидравлическим способом. Запасы золота россыпи утверждены ТКЗ при Пермгеолкоме в следующих количествах: по категории С<sub>2</sub> – 65 кг при среднем содержании 124 мг/м<sup>3</sup>; забалансовые запасы категории С<sub>2</sub> – 17 кг при среднем содержании 41 мг/м<sup>3</sup>. Для расчета продуктивности по россыпи принимаются суммарные запасы золота равными 82 кг. Продуктивность по месторождению составит 419 кг/км<sup>2</sup>.

Россыпь верховьев р. Вильвы расположена в Горнозаводском муниципальном районе Пермского края. Россыпь приурочена к аллювиальным отложениям р. Вильвы и её притоков: рек Мутная, Гремячий Ключ, Тюшеватик и 2-й левый приток р. Вильвы. Россыпь имеет лентообразную форму и общую длину с притоками 14,4 км. Средняя ширина россыпи в

балансовом контуре составляет 70 м, в забалансовом 80 м при средней мощности соответственно 3,4 и 3,2 м. Россыпь сложена голоценовыми и верхнечетвертичными аллювиальными отложениями средней мощностью 3,4 м.

Подсчет запасов произведен на основании временных районных кондиций. Суммарная площадь подсчетных блоков россыпи, включая блок прогнозных ресурсов категории  $P_1$ , равна 648 тыс. м<sup>2</sup>. Суммарные запасы золота россыпи утверждены ТКЗ при Пермгеолкоме в количестве 328 кг. Продуктивность по месторождению составит 569 кг/км<sup>2</sup>.

Россыпи рек Большая и Малая Шалдинки расположены в 50–60 км к северо-востоку от г. Горнозаводска. Россыпи золота расположены в пойменной части рек, которые хорошо выражены в рельефе крутым правым бортом и надпойменной террасой левого борта. Длина россыпи Большая Шалдинка – 5,6 км, средняя ширина – 53 м при колебаниях 40–217 м, площадь – 0,297 км<sup>2</sup>. Длина россыпи Малая Шалдинка – 1,1 км, средняя ширина – 44 м, площадь 0,0484 км<sup>2</sup>. Россыпи сложены аллювиальными отложениями четвертичного возраста. Средняя мощность продуктивного пласта (песков) россыпи Большая Шалдинка – 3,4 м при колебаниях 1,0–7,0 м, средняя мощность вскрышных отложений (торфов) – 1,7 м при колебаниях 2–3 м. Средняя мощность продуктивного пласта (песков) россыпи Малая Шалдинка – 2,2 м при колебаниях 1,0–3,0 м.

Подсчет запасов золота производился на основании временных кондиций, утверждённых Министерством цветных металлов СССР. Балансовые и забалансовые запасы золота составляют:

- 1) россыпь р. Большая Шалдинка, балансовые по категории  $C_1$  – 56 кг при среднем содержании 148 мг/м<sup>3</sup>; по категории  $C_2$  – 60 кг при среднем содержании 134 мг/м<sup>3</sup>; забалансовые – 32 кг при среднем содержании 59 мг/м<sup>3</sup>. Для расчета продуктивности по россыпи суммарные запасы золота принимаются равными 148 кг. Продуктивность составит 497 кг/км<sup>2</sup>;
- 2) россыпь р. Малая Шалдинка по категории  $C_1$  – 4 кг при среднем содержании 151 мг/м<sup>3</sup>; по категории  $C_2$  – 9 кг при среднем содержании 152 мг/м<sup>3</sup>. Суммарные запасы золота равны 13 кг, продуктивность – 276 кг/км<sup>2</sup>.

Далее, геологическую модель условного объекта «Промысловская площадь» создаем усреднением основных показателей перечисленных месторождений: ширины, площади, длины, мощности песков и торфов, площадной продуктивности.

1. Средняя ширина условного объекта равна:  $(110+55+70+53+44) / 5 = 66$  м.
2. Средняя площадь:  $(203700+195000+648000+297000+48400) / 5 = 278420$  м<sup>2</sup>.
3. Средняя длина:  $278420 / 66 = 4218$  м.
4. Средняя мощность полезной толщи (песков):  $(6,7+3,2+3,4+3,4+2,2) / 5 = 3,8$  м.
5. Средняя мощность торфов:  $(2,9+3,0+2,6+1,7+1,1) / 5 = 1,9$  м.

6. Средняя площадная продуктивность россыпного золота:

$$(7663+419+569+497+276) / 5 = 1885 \text{ кг/км}^2.$$

Сравнение россыпей участка «Кусьинская площадь» с россыпями условного объекта-аналога «Промысловская площадь» показало, что по основным показателям они имеют схожее геологическое строение. Следовательно, коэффициент достоверности можно определить по соотношению Промысловской ( $S_1$ ) и Кусьинской ( $S_2$ ) площадей [4]:  $K_d = S_1 / S_2 = 0,278 \text{ км}^2 / 10,2 \text{ км}^2 = 0,03$ . Прогнозные ресурсы золота на участке «Кусьинская площадь» тогда будут равны:  $Q_p = K_d \cdot q_s \cdot S_2 = 579 \text{ кг}$ .

Таким образом, по обоим вариантам расчета прогнозных ресурсов золота получены довольно близкие результаты (по первому варианту  $Q_p = 526 \text{ кг}$ ). Однако поскольку в первом варианте при расчете в качестве объекта-аналога принята лишь одна россыпь и нет обоснования величин коэффициентов достоверности по отдельным локальным участкам, более реальным является количество прогнозных ресурсов по второму варианту – 579 кг. Эта цифра и была представлена на апробацию в ФГУП «ЦНИГРИ».

### Список литературы

1. Баранников А.Г. Прогнозирование и поиски полезных ископаемых: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во Уральск. гос. горн. ун-та, 2013. – 240 с.
2. Баранников А.Г., Угрюмов А.Н., Дворник Г.П. Прогнозирование и поиски полезных ископаемых: лабораторный практикум с основами теории. – Екатеринбург: Изд-во Уральск. гос. горн. ун-та, 2004. – 104 с.
3. Каждан А.Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Производство геологоразведочных работ: учебник для вузов. – М.: Недра, 1985. – 288 с.
4. Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых: Ч. 4. Оценка прогнозных ресурсов неметаллических полезных ископаемых. 2-е изд. – М.: ВСЕГЕИ, 1989. – 183 с.
5. Поротов Г.С. Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых: учебное пособие. – СПб.: Изд-во Национального минерально-сырьевого ун-та «Горный», 2012. – 120 с.
6. Принципы, методы и порядок оценки прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых / Б.И. Беневольский, Е.М. Аксенов, Е.В. Блинова и др.; под ред. А.И. Кривцова. – М.: ЦНИГРИ, 2010. – 95 с.

### Рецензенты:

Ибламин Р.Г., д.г.-м.н., зав. кафедрой минералогии и петрографии Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь.

Наумова О.Б., д.г.-м.н., зав. кафедрой поисков и разведки полезных ископаемых Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь.