

обнаруживаются и слои железомарганцевого типа. По химическому составу они близки микро-слоям, слагающим основную массу корок (табл. 1, 4). Возможно, что эпизодически проявившийся механизм автоколебательного накопления марганцовистых и фосфатных слоев действовал на фоне постоянно возобновлявшегося гидрогенного накопления железомарганцевого материала.

### Выводы

Проведенные исследования позволили выявить следующие особенности в строении железомарганцевых корок.

1. В основании корок слоев, преимущественно в реликтовом слое, нередко наблюдаются участки, строение которых обусловлено ритмичным чередованием контрастных по составу слоев марганцовистых и фосфатных. Аналогичные по составу фазы обнаружены в верхних частях субстрата, в «гравийных» прослоях, реже в слоях I-1, I-2.

2. Фосфатные слои, чередующиеся с оксидными, не обладают никакими признаками метасоматического замещения. Такие слои ничего общего не имеют с нередко наблюдаемыми секущими прожилками фосфатного материала, которые представляют собой трещины, заполненные илом [4, 6].

3. Отмеченные неоднократно явления деструкции слоистых и дендритовых образований свидетельствуют о нарастании фосфатных слоев в закономерной последовательности с марганцовистыми.

4. Фосфатные слои, участвующие в строении дендритов или прослоев с волнистослоистой текстурой, развивались в среде фосфатизированного нанофораминиферового осадка, являющегося питательной средой для них. Массы этих осадков в изобилии содержат раковины микроорганизмов, к ним приурочены зерна ТР минералов.

5. Вероятно, наличие скоплений илистого материала, перекрывающего поверхность корки, — необходимое условие образования фосфатных субмикроскопических слоев. Сохранение таких скоплений в процессе роста свидетельствует о господстве в это время застойной гидродинамической обстановки, что и определяло возможность действия автоколебательного механизма накопления микрослоев. Подтверждением этому служит стабильный состав марганцовистых и фосфатных фаз, являющихся продуктом повторяющихся однотипных реакций.

6. Рост корок и накопление фосфатного материала — самостоятельные, независимые один от другого процессы. Фосфатизация корок в разнообразных формах происходит тогда, когда эти процессы совпадают во времени и пространстве.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Батулин Г.Н. Руды океана. М.: Наука, 1993. 303 с.
2. Богданов Ю.А., Сорохтин О.Г., Зоненшайн Л.П., Купцов В.М., Лисицына Н.А., Подражанский А.М. Железомарганцевые корки и конкреции подводных гор Тихого океана. М.: Наука, 1990. 229 с.
3. Гайоты Западной Пацифики и их рудоносность / Ю.Г. Волохин, М.Е. Мельников, Э.Л. Школьник и др. М.: Наука, 1995. 368 с.
4. Мельников М.Е., Пуляева И.А. Железомарганцевые корки поднятия Маркус-Уэйк и Магеллановых гор Тихого океана: строение, состав, возраст // Тихоокеанская геология. 1994. № 4. С. 13—27.
5. Пунин Ю.О., Сметанникова О.Г., Демидова Г.Е., Смольская Л.С. О динамике формирования океанических железомарганцевых конкреций // Литология и полез. ископаемые. 1995. № 1. С. 40—50.
6. Рудные корки подводных поднятий Мирового океана / Кругляков В.В., Мельников М.Е., Голева Р.В. и др. Геленджик, 1993. 128 с.
7. Школьник Э.Л., Тан Тяньфу, Сюэ Яосон, Юй Цунлю. Фосфориты гайотов Западной приэкваториальной области Тихого океана (Магеллановы горы, регион Маркус-Неккер, Императорский хребет) // Природа фосфатных зерен и фосфоритов крупнейших бассейнов мира. Владивосток: Дальнаука, 1999. С. 65—68.

Московский государственный университет  
Рецензент — В.Е.Бойцов

УДК 553.044:622.342.1(571.65)

В.С. ШАПОВАЛОВ

## ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАПАСОВ ЗОЛОТА ТЕХНОГЕННЫХ РОССЫПЕЙ КОЛЫМЫ

Рассмотрен новый подход к укрупненной прогнозной оценке запасов техногенных россыпей золота — через аддитивную оценку общих (эксплуатационных и технологических) потерь при предшествующей разработке с учетом трех основных факторов: первичного богатства россыпи, кратности ее отработки и крупности самородного золота. В зависимости от сочетания этих факторов дана количественная оценка потерь, составляющая суть прогнозного ресурса металла по каждому оцениваемому техногенному объекту. Использование этой зависимости, выраженной в табличном виде, позволяет давать прогноз практически по каждой колымской россыпи: затронутой эксплуатацией или неоднократно отработанной.

При прогнозировании запасов техногенных россыпей (ТР) золота наиболее важна оценка общих потерь металла при первичной (предшествующей) отработке россыпи, которые обусловлены

суммой эксплуатационных и технологических потерь и зависят от ряда геолого-экономических, горно-технических и технологических факторов. К ним относятся: геолого-металлогеническая по-

зация рудно-россыпного узла и самого объекта; уровень промышленных требований (лимитов), существовавший при разведке и первичной обработке объекта; горно-техническая система и способ разработки; горно-геологические условия локализации россыпи; технико-технологические особенности обогащения золота и др. Каждая группа факторов прямо или косвенно влияет на уровень потерь и учитывается обычно при проведении пообъектной оценки техногенных запасов в зависимости от полноты и достоверности данных. При проведении регионального прогнозирования, когда простое суммирование пообъектных оценок по различным причинам (их неполнота и разрозненность, методическая неадекватность, информационная недоступность и т. д.) затруднено, приходится искать и использовать обобщенные методические приемы оценки. Предлагаемый подход к оценке прогнозных запасов ТР на основе имеющихся данных о добыче и паспортной информации об объекте предполагает использование лишь тех факторов, которые поддаются количественной оценке и определяют в комплексе уровень искомых потерь. Среди них: первичная концентрация Au в россыпи, крупность золота, кратность отработки россыпи. В известной мере они соответствуют современному методологическому подходу к прогнозированию техногенных ресурсов россыпей золота, предписывающему комплексный учет геологического, технологического и временного факторов формирования ТР [11, 12, 15].

Полный спектр конкретных оценочных критериев, используемых в прогнозных исследованиях, весьма широк: тип россыпи (насыщения или расчленения), положение и глубина залегания продуктивного пласта, уплощенность и компактность самородного золота, показатели промывистости песков, лимиты оконтуривания запасов, средства промывки и т. д. Однако то, что можно учесть при локальном прогнозе, не всегда удовлетворяет необходимому при укрупненной оценке обобщению. Тем не менее, часть не входящих в анализ факторов косвенно учитывалась при классификации россыпей по богатству и при корректировке эмпирических значений общих потерь.

Таким образом, при использовании описываемой методики оценки потерь для россыпей центрально-колымских районов (ЦКР) учитывались критерии разграничения техногенных и целиковых площадей [11], единая историческая смена кондиций [16] и сложившаяся здесь в 70–80-е гг. XX в. структура парка промывочных приборов [7].

Фактической основой исследований послужили результаты пообъектного (локального [4]) прогнозирования техногенных ресурсов россыпей золота в системе тематических исследований объединения «Северовостокзолото» и ВНИИ-1 в 70–90-х гг. XX в. при непосредственном участии автора, а также известные экспериментальные и литературные сведения о технологических потерях [3, 5, 6, 9].

Положенные в основу эмпирической оценки общих потерь факторы требуют определенного пояснения.

**Богатство Au россыпи.** Под богатством россыпи автор понимает уровень среднего содержания,

глубину вскрыши, характер и мощность продуктивного пласта и, конечно, общие запасы (массив запаса) металла. Для предварительной оценки богатства золотоносных узлов и долин иногда имеет смысл использовать показатели насыщенности или линейной продуктивности [4]. При пообъектной же оценке лучше использовать показатель *удельной площадной продуктивности* (удельный площадной запас,  $г/м^2$ ), который в отличие от среднего вертикального запаса, вычисленного по разведочным данным, дает более полное (объективное) представление о потенциальном богатстве россыпи и позволяет более достоверно оценивать сопоставимые техногенные площади по факту предшествующей добычи.

Для целей прогнозной оценки техногенных ресурсов предоставляется целесообразным предварительно классифицировать россыпи ЦКР по относительному богатству, используя общие запасы золота<sup>1</sup> и удельный площадной запас (при отсутствии данных о добыче — вертикальный запас (ВЗ) и (или) среднее содержание на горную массу (СГМ) следующим образом: *уникальные* с общими запасами более 100 (50) т, ВЗ > 10  $г/м^2$ , СГМ > 1  $г/м^3$ ; *крупные* с запасами 10–50 т, ВЗ 5–10  $г/м^2$ , СГМ 0,5–1  $г/м^3$ ; *средние* с запасами 1 (5)–10 т, ВЗ 2–5  $г/м^2$ , СГМ 0,3–0,5  $г/м^3$ ; *мелкие* с запасами < 1 (5) т, ВЗ < 2  $г/м^2$ , СГМ < 0,3  $г/м^3$ .

Параметры выделенных классов россыпных объектов в известной мере условны, так как для целей повторной добычи необходимо иметь не только богатые по среднему содержанию первичные россыпи, но и достаточно большие объемы первичной переработки. Косвенно учитывалась также зависимость параметров колымских россыпей золота от порядка долин [1, 13].

К числу уникальных россыпных объектов Колымы автор относит хорошо известные россыпи: Чай-Юрюя, Малый Ат-Юрюя, Омчак с добычей более 100 т, а также Хатыннах, Мальдяк, Чек-Чек, Утиная и некоторые другие с добычей более 50 т, обладающие высоким ВЗ или средним содержанием на горную массу.

К классу крупных и даже уникальных иногда причислялись объекты и с меньшей добычей, но соответственно с высокими показателями качества по площадной или линейной продуктивности. Такой же двуединый подход имеет место при отнесении объекта к другим категориям (классам) богатства россыпи. При этом нередко обнаруживалось, что существует немало количество весьма крупных (по ВЗ или СГМ) объектов с относительно небольшой пока добычей, оценку которых в принятой классификации можно давать по более высокому рангу общих потерь. Таких объектов, где добыча находится на уровне средних (от 1–10 до 15 т), достаточно много: в бассейнах рек Дебин (Джелгала, Сатис, Укразия, Чикай), Оротукан (Ясная, Нечаянный, Скрытый), Берелех (Мальдяк, Стахановец, Беличан, Нексикан, Куранах), Детрин (Омчуг, Эльгенья), на левобережье р. Колыма (Бюченнах, Хатыннах-Колымский) и ряд других в базовых россыпных бассей-

<sup>1</sup> Под общими подразумеваются добытые (погашенные) + разведанные (учтенные) запасы.

нах долин VI—VII (IX) порядков. Как правило, эти россыпи в той или иной мере уже затронуты повторной обработкой, иногда даже по третьему «заходу».

Такие крупные россыпные объекты, как Берелех, Дебин, Оротукан, Среднекан и некоторые другие, весьма неоднородны по уровню богатства площадей, хотя по суммарному показателю добычи и запасов могли относиться к крупным и даже уникальным. На отдельных участках этих золотоносных «супердолин» есть уникальные площади (обычно на выносах богатых россыпных притоков), но есть и рядовые (средние), чередующиеся с бедными (фоновыми [14]) площадями. Поэтому в контексте техногенного прогноза они оценивались в целом как среднебогатые, а составляющие их участки — по возможности персонафицированно, с учетом конкретных параметров.

Многочисленные россыпи среднего класса с добычей до 10 т и относительно бедные (до 1 т) представляют сегодня основное количество лицензированных объектов деятельности средних и мелких предприятий, которые усиленно вовлекают техногенное золото из неучтенных запасов, обычно на площадях, смежных с обработанными участками или балансовыми контурами. Прогнозная оценка таких ТР требовала обязательного учета параметров первичного качества запасов, фактора крупности металла и технико-технологических особенностей разработки. Там, где это не удалось в полной мере, оценка, как правило, минимальна.

Объекты с первичной добычей до 50 (100) кг редко представляют интерес для повторной обработки. Они локализованы в долинах I, II порядков и вовлекаются попутно при разработке смежных балансовых площадей. Тем не менее в пределах достаточно богатых рудно-россыпных узлов с развитой инфраструктурой повторная обработка таких объектов может быть рентабельна. Определенное количество подобных объектов прямо не вошло в банк оценки; их запасы учтены вкуче с россыпями основных водотоков в соответствии с суммарными показателями предшествующей добычи.

Объекты подземной добычи глубиной более 15—20 м можно считать недооцененными, так как они оценивались почти всегда исключительно по уровню технологических потерь в отвальном комплексе.

**Размерность частиц золота (крупность).** Этот показатель при существующем сегодня технико-технологическом обеспечении обогащения в наибольшей степени влияет на технологические потери. Поэтому в зависимости от этого фактора

определялся соответственно больший или меньший прогнозируемый уровень (в %) общих потерь металла при первичной обработке. Приводимые ниже градации средней крупности определены анализом формальных (паспортных) данных по материалам разведки и обработки с учетом некоторых статистических критериев [2]; они достаточно условны, хотя и отслеживают общую тенденцию преимущественного извлечения средних и крупных фракций: I — очень крупное золото > 4 мм, обычно за счет самородков; II — крупное 2—4 мм; III — среднее 1—2 мм; IV — мелкое и тонкое золото (МТЗ) < 1 мм.

Причем категорию средней крупности для целей оценки ТР не следует путать с градациями золота по крупности при ситовом анализе [8].

Весьма важный показатель, влияющий на оценку вероятных технологических потерь — относительное содержание или доля в первичном золоте фракций мелкого и тонкого золота (МТЗ) размером до 1 мм. В формальных учетных материалах она, как правило, занижена, но в меньшей степени, чем для фракций -0,5 мм и особенно -0,25 мм, с которой обычно связаны основные технологические потери в хвостах промывки [10]. Принимая для оценки критерий содержания (доли) фракции МТЗ (-1 мм) как наиболее достоверный в учетных данных, мы подразумеваем содержание в ней других фракций МТЗ в следующих усредненных соотношениях: -0,25 50%, +0,25—0,5 30—35%, +0,5—1 15—20%, т.е. в соотношении 3:2:1.

Таким образом, именно доля фракции -1 мм учитывалась при корректировке уровня общих потерь на + (5—10—15)% для объектов, содержащих ее соответственно 40, 60, 80%. При отсутствии полных данных ситового анализа или сомнения в их достоверности учитывался фактор средней крупности по паспорту-кадастру. Другие granulометрические характеристики золота учитывались лишь по отдельным объектам при наличии соответствующих фактических сведений.

**Кратность обработки россыпи.** Известно, что большинство россыпных месторождений золота в ЦКР эксплуатируется многократно. Приведенные в таблице значения общих потерь металла (в %) отражают статистику добычи преимущественно для однократной и повторной обработок; трехкратная добыча анализировалась по единичным объектам. Поскольку фактор кратности обработки снижает прогнозную оценку, проводился учет усредненных показателей динамики вовлечения техногенных запасов в общую золотодобычу из россыпей. При каждой повторной обработке

Эмпирическая оценка общих потерь золота (в %) при разработке россыпей золота в ЦКР

Кратность обработки россыпи	Классы россыпей по богатству и средней крупности золота															
	уникальные				крупные				средние				мелкие			
	классы средней крупности золота															
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	50—60	40—50	30—40	50—60	40—50	30—40	20—30	40—50	30—40	20—40	20—30	30—40	20—30	10—20	10—20	20—30
2	30—40	20—30	10—20	30—40	20—30	10—20	10—20	20—30	10—20	5—10	5—10	10—20	5—10	1—5	1—5	5—10
3	10—20	5—10	5—10	10—20	5—10	5—10	1—5	5—10	1—10	1—5	1—5	5—10	1—5	—	—	1—5

Примечание. Прочерк — нет данных.

(ТР-I, ТР-II, ТР-III) прогнозные ресурсы оставленных запасов на оцениваемых площадях снижаются почти в 2 раза, точнее в 1,5—2 раза, так как остаточного-целиковый комплекс ТР, особенно в недоработках плотика, за редким исключением реализуется слабо, даже при повторной зачистке. Чисто отвальный комплекс на площадях, затронутых повторной эксплуатацией, представляет интерес для 3-го «захода» лишь в уникальных и крупных месторождениях с широким фракционным составом золота и иногда в рядовых (средних) с большой мощностью песков, глубокой просадкой золота в коренные породы плотика и

резким преобладанием фракций -0,5 (-1) мм. Такие площади имеются, например, на многих объектах Омчакского, Нерегинского и некоторых других узлов.

В соответствии с рассмотренной классифицированной оценкой общих потерь (таблица) на основе сводных параметров добычи из россыпей и их паспортных геолого-минералогических характеристик проведена прогнозная оценка техногенных ресурсов по всем (более 900) зарегистрированным месторождениям россыпного золота в пределах известных металлогенических узлов старых приисковых районов Колымы [12].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Генкин П.О. Особенности строения и формирования золота в долинах разных порядков на Северо-Востоке СССР // Колыма. 1972. № 2. С. 39—42.
2. Желнин С.Г., Ким И.А., Фридланд Б.А. Теоретическое обоснование объема проб при поисках и разведке россыпных месторождений золота // Колыма. 1979. № 9. С. 29—34.
3. Зенков В.Г., Клепиков В.Н. Использование анализа потерь при разработке россыпей для прогнозирования дражных запасов // Колыма. 1982. № 7. С. 28—32.
4. Зенков В.Г., Шахтыров В.Г. К методике локального прогнозирования россыпной золотонности на длительно эксплуатирующихся месторождениях // Колыма. 1972. № 12. С. 39—40.
5. Кокташев А.Е. Технология обогащения золотонных песков на обогатительных установках и драгах // Тр. ВНИИ-1. Магадан. 1974. Т.34. С. 122—132.
6. Лавров Н.П., Милентьев В.В. Оценка золотонных хвостов промывочных приборов и шлихообогатительных фабрик // Колыма. 1997. №1. С. 34—37.
7. Милентьев В.В., Васягин А.И. Освоение рациональной структуры парка промывочных установок в объединении «Северовостокзолото» // Колыма. 1987. № 3. С. 34—35.
8. Полеванов В.П., Шаповалов В.С. О некоторых понятиях, терминах и градациях, применяемых при гранулометрическом анализе россыпного золота // Колыма. 1987. №10. С. 30—31.
9. Практическое руководство по эксплуатации промывочных установок и шлихообогатительных фабрик / Сост. Н.К. Бажбуек-Меликов, А.Е. Кокташев, Л.П. Мацуев. Магадан: ВНИИ-1, 1975. 60 с.
10. Прогнозно-поисковые комплексы: Комплексование работ по прогнозу и поискам золотороссыпных месторождений: Методические рекомендации / Сост. И.Б. Флеров и др. В.ХI. М.: ЦНИГРИ, 1986. 76 с.
11. Прусс Ю.В., Палымский Б.Ф., Шаповалов В.С. Техногенные россыпи золота Северо-Востока: особенности формирования, строения и состава // Колыма. 1999. № 2. С. 25—34.
12. Прусс Ю.В., Шаповалов В.С. К методологии прогнозирования техногенных ресурсов россыпного золота на Северо-Востоке. // Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока: Материалы XI сессии СВО ВМО (К 100-летию Ю.А. Билибина). Магадан, 2001. С. 102—103.
13. Травин Ю.А. Зависимость продуктивности золотонных долин от их порядка в некоторых районах Яно-Колымского пояса // Колыма. 1966. № 4. С. 26—29.
14. Федоров С.Г., Шаповалов В.С. О фоновой продуктивности россыпей золота одного из районов Берележской золотонной зоны // Колыма. 1987. № 7. С. 28—30.
15. Флеров И.Б. Проблемы оценки техногенных россыпей золота // Тр. 1-й междунар. науч.-практ. конф.: «Техногенные россыпи. Проблемы. Решения.» Крым. отд. Укр. гос. геол.-разв. ин-та. Симферополь, 2002. С. 127—132.
16. Шаповалов В.С., Мамаев Ю.А., Полеванов В.П., Федоров С.Г. Периодизация освоения золотонных россыпей Северо-Востока // Колыма. 1990. № 12. С. 2—6.

Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН  
Рецензент — В.Е. Бойцов

УДК 546.59+546.57(571.651)

В.И. ГОРЮНОВ

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЗОЛОТОСЕРЕБРЯНОГО ОРУДЕНЕНИЯ УЛЬИНСКОГО ПРОГИБА ОХОТСКО-ЧУКОТСКОГО ВУЛКАНОГЕННОГО ПОЯСА

В Ульяновском прогибе Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП) перспектива на выявление коренных золоторудных месторождений с промышленными запасами оценивается положительно, а обнаружение россыпей с промышленными запасами золота — отрицательно.

Исследуемая территория охватывает западную половину Ульяновского прогиба Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (рисунок) [7]. Золотосеребряная минерализация приурочена к отло-

жениям верхнего структурного этажа, сложенного вулканогенными толщами мела—нижнего палеогена, формирование которого происходило в два этапа: первый охватывал время образования уль-