

2. Грязнов О. Н., Чесноков В. И., Макаров А. Б. и др. Вулканизм, метасоматизм и оруденение горной части Полярного Урала // Геология, поиски и разведка рудных месторождений Урала.— Свердловск: Изд. СГИ, 1984.— С. 24—37.
3. Душин В. А., Грязнов О. Н. Вулканизм и металлогения Полярно-Уральского мегантиклинория // Палеовулканологические карты и металлогеническая специализация древнего вулканизма Урала.— Свердловск: Изд. АН СССР, УНЦ, 1985.— С. 41—49.
4. Маренчев А. М., Петров И. А., Львов Б. К. и др. Металлогеническая эволюция и металлогеническое районирование Урала // Эволюция металлогении Урала в процессе формирования земной коры.— Свердловск: УрО АН СССР, 1988.— С. 23—36.
5. Щеглов А. Д. Нелинейная металлогения // ДАН.—1983.— Т. 271, № 6.— С. 1471—1474.

УДК 553.41 + 553.068.5 + 550.8

*А. Г. Баранников*

### **СИСТЕМА «КОРЕННОЙ ИСТОЧНИК — РОССЫПЬ» И ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЙ КОМПЛЕКС**

В условиях истощения россыпей и перехода к освоению рудных объектов в пределах рудно-россыпных узлов актуальным является изучение различных аспектов пространственной и генетической связи между отмеченными типами месторождений золота. Их целесообразно рассматривать в рамках системы «коренной источник — россыпь» (КИР) [3, 4]. Исследования, проводимые в рамках системы КИР, преследуют ряд целей. В их числе:

— определение россыпеобразующих свойств выявленных золотопроявлений на основе изучения особенностей оруденения на уровне современного эрозионного среза;

— обоснование вероятной геологической позиции и формационного типа коренных источников при обобщении материалов по зональности россыпей, их геолого-структурной приуроченности, минералого-геохимическим особенностям самородного золота;

— прогнозирование россыпей, базирующееся на учете всей совокупности эндогенных и экзогенных факторов золотороссыпеобразующего процесса.

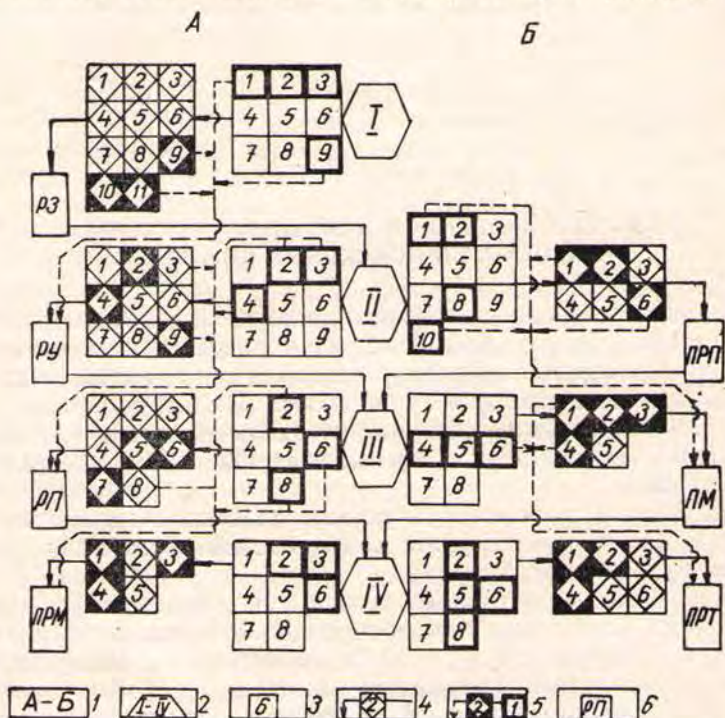
Проведенное автором обобщение материалов многолетних исследований золоторудных объектов и россыпей Южного и Среднего Урала, основывающееся на изучении основных аспектов пространственной и генетической связи между коренными и россыпными месторождениями, позволило теоретически обосновать и разработать ряд критериев и признаков для оценки золото-перспективных площадей. Они отражены в предлагаемом прогнозно-поисковом комплексе (ППК). ППК рассматриваются как высокоэффективные технологические схемы геологоразведочного процесса [1, 2]. Результативность их использования во многом зависит от соблюдения принципа соответствия между стадиями работ и объектами поисков, между объектами и определяющими их признаками, между признаками и выявляющими их методами.

Рекомендуемый ППК имеет «двустороннюю» направленность. С одной стороны, он раскрывает геологические критерии, признаки, виды и методы работ, использование которых целесообразно при прогнозировании и поисках россыпных месторождений; с другой — позволяет опираться на разноплановые сведения по россыпям для прогнозирования эндогенного золотого оруденения, отвечающего рангу россыпеобразующих рудных формаций (РРФ). Последовательность работ по прогнозу и поискам показана на рисунке.

Полная схема, обосновывающая комплексирование работ на стадии I — региональное геологическое изучение и прогнозно-металлоге-

ническая оценка на россыпи золота в масштабе 1 : 500000 — 1 : 200000 отражена в таблице. Для остальных стадий геологоразведочного процесса прогнозирование россыпей предлагается производить с использованием следующих критериев и признаков (КрП), видов и методов работ (ВМР):

II — общие поиски на россыпное золото при геологосъемочных работах М 1 : 50000; объект поисков — золотороссыпной участок; прогноз-



Блок-схема прогнозно-поискового комплекса (ППК), рекомендуемого при исследовании системы «коренной источник — россыпь»:

1 — прогнозирование: А — россыпных, Б — золоторудных объектов (отвечающих РРФ); 2 — стадии работ: I — региональное геологическое изучение и прогнозно-металлогеническая оценка М 1 : 500 000—1 : 200 000; II — общие поиски при геологосъемочных работах М 1 : 50 000; III — поисковые работы и локальное прогнозирование; IV — поисково-оценочные работы и локальный прогноз; 3 — комплекс видов и методов работ (см. таблицу); 4 — критерии прогнозирования, поисковые признаки (см. таблицу); 5 — виды, методы работ и высокоинформативные признаки, позволяющие выполнять прогнозирование по сокращенному варианту; 6 — объекты прогноза: PЗ — золотороссыпная зона (район, узел); PУ — золотороссыпной участок; PП — россыпепроявление; PPM — потенциальное россыпное месторождение; PPP — потенциальное рудное поле; PM — потенциальное месторождение (группа месторождений); PPT — потенциальное месторождение или его рудные тела

ные ресурсы кат. P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>. Критерии и признаки (КрП) : I — участки мезозойских депрессий вблизи областей распространения золотого оруденения, отвечающего РРФ; 2 — участки депрессий, унаследующие зоны рудоконтролирующих разломов (высокинформативный признак — B); 3 — автохтонные шлиховые ореолы и россыпи золота; 4 — зоны развития заполненного карста (B); 5 — линейные коры выветривания в зонах смятия; 6 — линейные локальные аномалии ВЭЗ, СЭП, микрогравитики; 7 — повышенные содержания в шлихах минералов высокой гипергенной устойчивости; 8 — высыпки валунов и окатанной гальки, свидетельствующие о перемыве древнего аллювия; 9 — старательские выработки на россыпное золото (B). Виды и методы работ (ВМР) : 1 — состав-

Комплексирование работ на стадии «Региональное геологическое изучение и прогнозно-металлогенетическая оценка на россыли золота М 1 : 500 000—1 : 200 000»; объект прогноза — золотороссыпные зоны, районы, узлы; прогнозные ресурсы кат. Р<sub>3</sub> и Р<sub>2</sub>

1	2
<p>Критерии прогнозной оценки, поисковые признаки (в скобках — номера методов из предложенного комплекса)</p> <p>А. Основывающиеся на учете эндогенных факторов россыпеобразования:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Зоны образования плутонометаморфических комплексов (1, 2, 4, 5).</li><li>2. Приобортовые части наложенных прогибов вблизи их границ с поднятиями; шовные зоны (1, 2, 4, 5).</li><li>3. Области распространения потенциальных рудогенерирующих формаций (1, 2).</li><li>4. Зоны активизированных продольных и поперечных глубинных разломов (1, 2, 4, 5).</li><li>5. Области, пояса развития даек и малых интрузий, зон надинтрузивного прогресса (1, 2, 4).</li><li>6. Комплексные геохимические ореолы Au, Ag, As, Cu, Pb, Zn, Bi, W и др. (7).</li><li>7. Признаки, определяющие развитие оруденения золото-кварцевых формаций (2, 4, 6).</li></ol> <p>Б. Основывающиеся на учете экзогенных факторов россыпеобразования:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>8. Мезозойские эрозионно-структурные депрессии (2, 3, 4, 5, 6).</li><li>9*. Области распространения мезо-кайнозойских отложений, продуктивных на золото; прямые признаки золотоносности (3, 5, 6, 8, 9).</li><li>10*. Поля развития карстующихся пород (1, 3, 5, 6).</li><li>11*. Старательские выработки на россыпное золото (3, 5, 8, 9).</li></ol>	<p>Комплекс видов и методов работ, обеспечивающих решение поставленной задачи</p> <p><i>Морфоструктурный анализ</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1* Структурно-формационный анализ терригенных, вулканогенных и плутоногенных образований.</li><li>2* Металлогенетический анализ; районирование размещения золоторудения, отвечающего РРФ (провинции — зоны — районы — узлы).</li><li>3* Палеогеоморфологический анализ (россыпное районирование).</li><li>4. Интерпретация данных региональных геофизических работ.</li><li>5. Космо-аэрофотодешифрирование.</li><li>6. Анализ данных по шхам, шлихогеохимии.</li><li>7. Обобщение геохимических материалов М 1 : 200 000.</li><li>8. Обобщение архивных, фондовых материалов по разведке, эксплуатации россыпей.</li><li>9* Региональные маршруты, сопровождаемые опробованием на рудное и россыпное золото.</li></ol>

Примечание. В таблице звездочкой обозначены номера видов, методов работ, а также высоконформативных признаков, позволяющих вести прогнозирование и поиски по сокращенному варианту.  
П. 1\*, 2\*, 3\* рассматриваются в рамках морфоструктурного анализа.

ление палеогеоморфологических карт (схем); 2 — изучение стратиграфии, литологии рыхлых отложений, неотектоники (В); 3 — космо-аэрофотодешифрирование (В); 4 — площадное шлиховое опробование, шлихогеохимия (В); 5 — геофизические исследования (ВЭЗ, СЭП и др.); 6 — минерало-геохимическое изучение известных золотопоявлений; 7 — проходка опорных профилей скважин, их изучение и опробование; 8 — отстройка карт палеорельефа, плотика палеодолин; 9 — изучение шлихового золота.

III — поисковые работы и локальное прогнозирование на россыпное золото; объект поисков — россыпепоявления; прогнозные ресурсы кат. Р<sub>2</sub>, Р<sub>3</sub>, иногда Р<sub>1</sub>. КрП: 1 — фрагменты депрессий, палеодолин, насыщенные коренными источниками, отвечающими РРФ; 2 — геохимические аномалии элементов-спутников золота (Ag, As, Cu, Pb, Zn, Bi, Te и др.); 3 — линейные коры выветривания по оруденелым зонам; 4 — находки в рыхлых отложениях гальки (обломков) минерализованных пород; 5 — присутствие русловых фаций аллювия (В); 6 — участки локального заполненного карста (В); 7 — повышенное содержание шлихового золота в базальных горизонтах рыхлых отложений (В); 8 — присутствие гипергенно-преобразованного и новообразованного золота. ВМР: 1 — геолого-геоморфологическое картирование на инструментальной основе с проходкой горных выработок; 2 — бурение поисковых колонковых скважин, опробование, литолого-стратиграфическое изучение разреза (В); 3 — прослеживание палеотальвегов и иных элементов палеодолин по геофизическим данным; 4 — составление карт палеорельефа плотика; 5 — минерало-геохимическое изучение пород плотика; 6 — детальное исследование шлихового золота, сопровождаемое составлением специализированных карт (В); 7 — изучение минсостава шлихов; 8 — предварительное технологическое изучение золотоносных отложений (В).

IV — поисково-оценочные работы и локальный прогноз на россыпное золото; объект прогноза — потенциальное месторождение; запасы кат. С<sub>2</sub>, прогнозные ресурсы кат. Р<sub>1</sub>. КрП: 1 — выявленные пространственно-прослеженные области устойчивой концентрации шлихового золота в пределах однородных структурно-геоморфологических элементов палеодолин (В); 2 — установленные системы рудомещающих и рудоконтролирующих эндогенное золотое оруденение элементов; 3 — устойчивая приуроченность россыпных концентраций к отдельным литолого-стратиграфическим горизонтам (В); 4 — установленные параметры золотоносности рыхлых толщ, позволяющие произвести предварительную оценку запасов кат. С<sub>2</sub> и прогнозных ресурсов кат. Р<sub>1</sub> (В); 5 — изученные особенности размерности, формы золотинок в разновозрастных отложениях. ВМР: 1 — геолого-геоморфологическое картирование М 1 : 5000 — 1 : 2000 на инструментальной основе; 2 — вскрытие, прослеживание продуктивных горизонтов системой выработок, обеспечивающих обоснование запасов кат. С<sub>2</sub> и прогнозных ресурсов кат. Р<sub>1</sub>; 3 — опробование керна скважин, составление литолого-фациальных карт продуктивных горизонтов (В); 4 — изучение формы, крупности, состава шлихового золота (для отдельных стратиграфических горизонтов); 5 — детализационные работы методами электроразведки; 6 — изучение технологических свойств продуктивных отложений (В); 7 — составление специализированных карт золотоносности (распределение металла по крупности, составу); 8 — оценка формационной природы, протипа выявленных золотопоявлений.

В предложенной блок-схеме ППК (см. рисунок) предусматриваются и сокращенные варианты ведения работ, значительно ускоряющие достижение поставленной цели. Их реализация обеспечивается за счет использования в технологии поисков ряда высокоинформативных поисковых признаков и эффективных методов, позволяющих уже на ран-

них стадиях выявлять объекты более поздних этапов работы. В ППК предложено несколько вариантов.

1 вариант отвечает стадии регионального изучения площадей ( $M 1:500000—1:200000$ ), когда в комплекс рекомендуемых методов входят: структурно-формационный анализ терригенных, вулканогенных и плутогенных образований (№ 1 — соответствует номеру в таблице); металлогенический анализ и районирование золотооруденения (№ 2); палеогеоморфологический анализ и россыпное районирование (№ 3). Используя такие высокоинформативные признаки, как поля развития карстующихся пород (№ 10), выявленные старательские выработки на россыпное золото (№ 11), можно уже на рассматриваемой стадии прогнозировать позиции золотороссыпных участков. 2 вариант предусматривается на стадии общих поисков при геологосъемочных работах  $M 1:50000$ . На основе комплекса методов (№ 2—3—4, см. рисунок) и с учетом ряда критериев и признаков (№ 2—4—9) появляется возможность сразу же перейти к следующей стадии (поисково-оценочным работам). По аналогии с вышеописанным 3 вариант позволяет сразу же перейти, минуя поисково-оценочную стадию, к обоснованию позиции золотороссыпного месторождения. Этот сокращенный вариант должен опираться на комплекс методов (№ 2—6—8) и поисковых признаков (№ 5—6—7).

Всегда при прогнозировании важен также и учет отрицательных критериев. Так, на стадии регионального геологического изучения к такому следует отнести: участки мезозойских депрессий с «амагматической» обстановкой, а также лишенных коренных источников, отвечающих РРФ; зоны масштабного абразионного размыва континентальных отложений; на стадии общих поисков: локальные неотектонические поднятия, вызвавшие размыв древнего аллювия; участки распространения в депрессиях озерно-аллювиальных и дельтовых фаций отложений.

Применение ППК с использованием данных по россыпной золотоносности для прогнозирования эндогенного золотооруденения, отвечающего рангу РРФ, наиболее целесообразно начинать со стадии общих поисков при геологической съемки  $M 1:50000$ . При более мелком масштабе многие особенности и детали строения россыпей исчезают, что приводит к существенной потере информации. Предлагаемые критерии и признаки во многом повторяют уже ранее рассмотренные, что указывает на необходимость их использования в обеих «ветвях» ППК. Некоторые методы упоминаются в комплексах для разных стадий. Однако необходимо учитывать, что их реализация возможна с различной степенью детальности, вскрывающей разнородное строение исследуемых объектов. В то же время ввиду возможной корректировки в будущем использование в составе ППК сокращенных вариантов пока не предусмотрено.

На стадии II — общие поиски при геологосъемочных работах  $M 1:50000$  — объектом прогноза является потенциальное рудное поле с подсчетом прогнозных ресурсов кат.  $P_2$ . КрП: 1 — пространственная совмещенность линейно-вытянутых россыпей с разрывными нарушениями (В); 2 — выявленные «структурно-трассируемые» зоны пространственного размещения самородков золота (В); 3 — кусты распространения россыпей ближнего сноса; 4 — локальные шлиховые ореолы, выделенные на основе рассчитанных граничных значений гидравлической крупности зерен металла; 5 — находки в обломочном материале россыпей жильного кварца с видимым золотом; 6 — локальные участки с аномально высокими значениями удельной россыпной продуктивности (В). ВМР: 1 — структурно-формационный анализ в пределах рудно-россыпных узлов (В); 2 — систематика золотопроявлений, выделение и обоснование

РРФ (В); 3 — исследование уровня денудационного снижения минерализованных пород в отдельных блоках; 4 — интерпретация данных площадных геофизических работ; 5 — космо-аэрофотодешифрирование; 6 — анализ материалов геохимических работ; 7 — опробование выявленных рудных выходов; 8 — площадная шлиховая съемка (В); 9 — шлихогеохимия; 10 — обобщение данных по продуктивности россыпей.

III — поисковые работы и локальное прогнозирование на рудное золото с использованием данных по россыпной золотоносности; объект прогноза — потенциальное месторождение (группа месторождений); прогнозные ресурсы кат.  $P_2$  и  $P_1$ . КрП: 1 — обоснованная зональность в строении россыпей (В); 2 — выявленные участки (зоны) возможного поступления рудного золота в россыпь из коренного источника (В); 3 — обоснованная унаследованность россыпью «азонального» строения линейных минерализованных пород (В); 4 — доказанное присутствие в россыпи шлихового золота различных диапазонов пробности (В); 5 — выявленный эффект многократного перебива и трансформации россыпи. ВМР: 1 — геолого-геоморфологическое картирование на инструментальной основе М 1:25000 — 1:10000; 2 — высокоточные геофизические методы (магнито-, грави-, электроразведка); 3 — литохимические поиски по вторичным, первичным ореолам; 4 — детальная шлиховая съемка, шлихогеохимия (В); 5 — вскрытие, прослеживание потенциальных рудных зон редкой сетью выработок, их опробование (В); 6 — минералого-геохимическое изучение минерализованных пород (В); 7 — оценка россыпеобразующего потенциала вскрытого золотооруденения; 8 — пространственный анализ изменчивости параметров шлихового золота.

IV — поисково-оценочные работы и локальное прогнозирование на рудное золото с использованием данных по россыпной золотоносности; объект прогноза — потенциальное месторождение (или отдельные рудоносные зоны); запасы кат.  $C_2$ , прогнозные ресурсы кат.  $P_1$ . КрП: 1 — выявленные локальные участки механически слабообработанного золота, отвечающие местам «подпитки» (В); 2 — обнаруженные зоны смятия, расщепления, унаследованные линейными корами выветривания (В); 3 — области развития пород, благоприятных для локализации золотооруденения; 4 — обнаруженные окисленные выходы рудных зон (В); 5 — находки обломков рудоносного кварца; 6 — локальные комплексные геохимические аномалии. ВМР: 1 — детальное геолого-геоморфологическое картирование на инструментальной основе в М 1:10000 — 1:25000; 2 — вскрытие, прослеживание выявленных рудоносных зон (рудных тел) горными выработками, единичными скважинами (В); 3 — литохимическое опробование; 4 — высокоточные геофизические методы; 5 — минералого-геохимическое изучение минерализованных пород (В); 6 — составление комплекса специализированных карт, основывающихся на изучении самородного золота россыпей (В); 7 — составление карт россыпной продуктивности; 8 — малообъемное технологическое опробование оруденелых пород (В).

Эффективность предлагаемого ППК апробирована материалами по геолого-геоморфологическому картированию основных золотоносных районов региона, специализированному изучению отдельных рудно-россыпных узлов и нашла отражение в разработке рекомендаций по россыпному и рудному золоту.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кривцов А. И., Нарсеев В. А. Геологоразведочный процесс и прогнозно-поисковые комплексы // Советская геология. — 1983. — № 1. — С. 17—27.
2. Кривцов А. И., Волчков А. Г., Мигачев И. Ф. и др. Система «прогноз — поиски —

3. Трушков Ю. Н. Эволюция и механизм образования россыпей как проекций разрушенных коренных источников на тальвеги долин // Поиски и опыт реконструкции коренных источников золота по разведанным россыпям.— Якутск, изд. ЯФ СО АН СССР, 1975.— С. 11—28.

4. Трушков Ю. Н., Избеков Э. Д. Эволюция россыпей // Минеральные месторождения.— М.: Наука, 1976.— С. 147—155.

УДК 553.43 : 550.84

*Л. М. Петруха*

## РУДНЫЕ СТОЛБЫ МЕДНОКОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Рудное вещество в залежах месторождений распределено неравномерно, о чем отмечали Б. Котта [21], Р. Бек [20], В. Линдгрэн [22], П. К. Каллистов [5] и др. Но кроме периодичности изменения содержания полезных компонентов, В. Ф. Мягковым [7] выявлена урвенность строения геохимических полей. Урвенное строение геохимических полей меди, цинка и серы установлено в рудных телах медноколчеданных месторождений Урала и Кавказа автором [12]. Анализ строения геохимических полей меди, цинка и серы позволил выявить, что медноколчеданные залежи представляют собой совокупность рудных столбов этих полезных компонентов различных порядков и определенных размеров, закономерно расположенных в их пределах.

Полученный результат основан на обобщении и анализе данных разведочных и эксплуатационных работ по рудным телам двадцати промышленных месторождений — Красногвардейского, имени III Интернационала, Левиха XIII, Сафьяновского, Дегтярского, Южного, Учалинского, имени XIX партсъезда, Узельгинского, Талганского, Чебачьего, Молодежного, Сибайского, Октябрьского, Подольского, Юбилейного, Комсомольского, Джусинского, Гайского, Урупского с применением геометростатистического моделирования [7].

Излучение геологического строения медноколчеданных месторождений проводилось многими исследователями [2, 4, 13, 14, 15, 16 и др.]. Изучение урвненного строения геохимических полей меди, цинка и серы и их изменчивости проводилось по профилям — сечениям рудных тел, ориентированным по простиранию и падению залежей. Приведенные результаты исследований основаны на изучении десятков пересечений каждого рудного тела с использованием многих тысяч химических анализов на медь, цинк и серу. Общая длина изученных профилей составила более 150 000 м.

Обработка данных заключалась в построении одномерных графиков изменения содержания меди, цинка и серы в системе координат: содержание полезного компонента — расстояние, в выравнивании исходных данных с помощью интерполяционного полинома, оценке урвненного строения, расчете частотных характеристик — радиусов геометрической автокорреляции, амплитудных характеристик — среднеквадратической амплитуды, а также таких характеристик, как средняя величина, среднеквадратическое отклонение, остаточная дисперсия, погрешность аппроксимации [7]. Вычисления выполнялись на ЭВМ ЕС-1022 в вычислительном центре Уральского горного института по специально разработанной программе.

Урвенное строение определялось в восходящем порядке последовательным осреднением самого высокочастотного уровня изменчивости регулярной компоненты. Уровень среднего принимался за нулевой уро-