

УДК 553.411 : 551.26 : 551.14 : 551.24 : 001.891(470.21)

Структурно-формационный аспект прогнозирования эндогенных месторождений золота

А.А. Предовский^{1,2}, И.В. Чикирёв^{1,2}

¹ Геологический институт КНЦ РАН

² Апатитский филиал МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых

Аннотация. В статье рассматриваются эмпирически обоснованные представления об отсутствии прямой генетической связи эндогенных месторождений золота с определенными геологическими формациями и о глубинном мантийном источнике металла. На основе анализа имеющихся данных для эффективного прогноза предлагается комплексный структурно-формационный подход, учитывающий иерархию управляющих факторов и новейшие идеи в области разломной тектоники.

Abstract. The empirically substantiated notions on the absence of gold deposits relation to specific geological formations and on the deep mantle source of the metal have been presented in the paper. The complex structural-formational approach has been suggested for efficient prediction basing on the analysis of the available data. The approach incorporates the hierarchy of controlling factors and the newest ideas from the field of fault tectonics.

Ключевые слова: эндогенные месторождения золота, прогноз, структурно-формационный аспект, иерархия управляющих факторов
Key words: endogenous gold deposits, prediction, structural-formational approach, hierarchy of controlling factors

1. Введение

В настоящее время приходится признать, что представление о так называемых "рудных формациях", которые определяются по минеральным и элементным ассоциациям рудоносных пород, не только некорректно по содержанию, но явно мешает разработке эффективных критериев прогнозирования эндогенных рудных месторождений и в особенности эндогенных месторождений золота. Подобные нашим суждения о непригодности термина "рудные формации" обнаруживаются и в геологической литературе.

По-видимому, назрела необходимость разработки новых подходов к прогнозированию масштабных эндогенных месторождений золота, в том числе и в структурно-формационном аспекте. Названным вопросам и посвящено настоящее сообщение.

2. О формациях и рудоносных формациях

Основой формационного анализа в геологии со времен классических работ Н.С. Шатского является понятие геологических формаций. Это пятый уровень организации геологического вещества, если к первому уровню относятся атомы и ионы химических элементов. Уровни организации геологического вещества (формационный аспект) можно представить в виде определенной последовательности:

- 6 уровень. Ряды и ассоциации геологических формаций;
- 5 уровень. Геологические формации (формационные парагенезисы горных пород);
- 4 уровень. Фациальные ассоциации горных пород;
- 3 уровень. Горные породы;
- 2 уровень. Минералы и молекулы;
- 1 уровень. Атомы и ионы химических элементов.

По существу формационной концепции Н.С. Шатского, *геологические формации – это геологические тела, отражающие в своем составе и строении пространственно-временные закономерности процессов развития структурных зон регионального значения.* По главным особенностям происхождения могут быть выделены следующие укрупненные группы геологических формаций: *супракристалльные*, составляющие основу стратисферы Земли (Предовский, Чикирёв, 2008), включающие осадочные и вулканические образования в различных пропорциях, в том числе неметаморфизованные или метаморфизованные, *магматические интрузивные (плутонические)* и *метасоматические*. Геологические формации – это всегда и обязательно конкретные геологические тела, имеющие геоисторическую и пространственную привязку. Поэтому неправомерно понятие об "абстрактных формациях", чаще встречающееся у исследователей магматизма. В подобных случаях предпочтительнее говорить о прямом или гомологичном сходстве формаций, разделенных во времени и пространстве, т.е. о некоторых обобщенных типах формаций.

Как наверняка заметил читатель, в числе геологических формаций нами не упоминаются метаморфические. Это связано с тем, что понятие "метаморфические формации" столь же некорректно как и "рудные формации", но здесь причины иные. Дело в том, что все **геологические формации как сложные парагенезисы пород разного генезиса в своем происхождении связаны с работой породообразующих систем, которые и генерируют вещество формаций под влиянием соответствующих экзогенных и эндогенных (прежде всего геотектонических) режимов.** Исходное же вещество "метаморфических формаций" (т.е. регионально метаморфизованных геологических формаций) создано не региональным метаморфизмом, а породообразующими системами дометаморфических этапов. Региональный метаморфизм, как показали многочисленные исследования, не меняет главных черт химического состава исходных пород, а активно преобразует их фазовый, т.е. минеральный состав и в той или иной мере их строение. Все это указывает на надформационное значение регионального метаморфизма. Подчеркнем еще, что в общем случае структура зон метаморфизма накладывается на структуру геологических формаций и нередко имеет секущий и прерывистый характер. **В свете изложенного правомерно говорить не о "метаморфических формациях", а о метаморфизованных геологических формациях.** Это важно и в теоретическом, т.е. методологическом плане, поскольку изучение дометаморфических процессов седиментогенеза и вулканизма существенно отличается от исследования собственно метаморфических процессов, и в прикладном, т.к. дометаморфические и метаморфогенные факторы различно и независимо друг от друга влияют на формирование полезных ископаемых в пределах тех или иных геологических формаций. Первые принципиальные сомнения в целесообразности выделения "метаморфических формаций" были обоснованы Ю.И. Половинкиной (1968), но не нашли должного признания в среде исследователей метаморфических комплексов докембрия, включающих главный объем метаморфизованных геологических, и прежде всего супракрустальных, формаций Земли. Позже к этой проблеме обращался один из авторов настоящего сообщения (Предовский, 1980; 1986; 2005) в связи с разработкой методов распознавания первичной природы и первичных условий формирования регионально метаморфизованных горных пород. Можно с достаточной долей уверенности утверждать, что накопленные к настоящему времени фактические материалы и выводы свидетельствуют в пользу отказа от понятия "метаморфических формаций". Стоит лишь обратиться к большому числу публикаций, вызванных бумом в области экзогенной геологии докембрия в связи с активными исследованиями школы академика А.В. Сидоренко в 60-80-х годах XX века.

Возвращаясь к вопросу о "рудных формациях", необходимо отметить, что принцип, принятый для их выделения на основе минеральных и элементных ассоциаций рудоносных пород, нарушает важный закон уровней организации, или иерархии, геологических объектов и процессов, отраженный выше. Из всего изложенного видно, что "рудные формации" соответствуют не формационному, а более низкому уровню организации, неким фаціальным условиям рудоотложения. Специфика известных, в том числе крупных и особо крупных эндогенных золотых месторождений мира свидетельствует о высокой вариабельности этих фаціальных показателей даже в однотипных толщах пород. Поэтому классификация золотых месторождений по принципу "рудных формаций", принятая в некоторых весьма серьезных сводных работах (*Золоторудные гиганты...*, 2000), приводит к неэффективным для прогноза выводам и неопределенности намечаемых общих закономерностей.

Предпринятый нами анализ относящихся к обсуждаемому вопросу терминов и понятий приводит к выводу о предпочтительности применения понятия **рудноносных и нерудоносных геологических формаций**, т.к. одни и те же геологические формации в конкретных случаях могут быть рудоносными и безрудными даже в пределах одного региона. Здесь мы встречаемся с еще одним очень важным обстоятельством. Дело в том, что понятие рудоносности (или наличие полезного ископаемого вообще) есть понятие геолого-экономическое, прикладное. Заметим, что только с позиций крайнего антропоцентризма можно ожидать от природы создания полезных ископаемых специально для человека. Таких задач у природы нет по определению. Поэтому появление таких терминов, как "рудно-магматические и рудно-метаморфические системы" методологически не оправдано. Возникновение нужных человеку полезных ископаемых в процессах образования и преобразования геологических формаций, по-видимому, связано с проявлением особых, специфических условий реализации этих процессов, нередко обнаруживающих черты аномальных или случайных (в том числе закономерных) отклонений от обычного их хода, почти всегда сопровождающихся повышенными энергетическими затратами на дифференциацию и концентрацию отдельных компонентов, рудных и нерудных.

3. Формации и источники рудного вещества

Весьма важным представляется вопрос о характере связи полезных компонентов в рудоносных геологических формациях с источниками рудного вещества. Исследования и обобщения последних лет

обнаружили чрезвычайную сложность этой проблемы и значимость ее понимания для выработки новых подходов к прогнозированию эндогенных рудных месторождений.

Так, например, могут быть выделены эндогенные месторождения сульфидных медно-никелевых и хромитовых руд, пространственно и генетически связанные с гипербазит-базитовыми и гипербазитовыми плутоническими и вулкано-плутоническими формациями. Для пород этих формаций обычно характерны повышенные кларки элементов, присутствующих в рудах (никеля, хрома, кобальта, меди). Подобны в этом отношении магматические формации, несущие железо-титановое и медное оруденение. Для упомянутых рудоносных формаций нередко предполагается, что источником рудного вещества явились сами породные комплексы формаций или глубинные очаги формирования исходных магм, что выглядит убедительно. Однако и в этом случае отмечаются определенные сложности. Так, в пределах Печенгско-Варзугского пояса Кольского региона распространены позднекарельские габбро-верлитовые дифференцированные плутониты с возрастом 2.0-1.9 млрд лет, связанные с пикритовым магматизмом (*Предовский и др.*, 1971; 1976; *Hansky, Smolkin*, 1995) и несущие на Печенге промышленное медно-никелевое оруденение. Но даже на Печенге не выявляется прямой связи оруденения с процессами становления дифференцированных интрузивов. К примеру, на участке Западный Ортоайви располагается крупный дифференцированный массив, содержащий все дифференциаты от оливинитов до габбро при отсутствии даже слабого оруденения и при пониженном общем содержании серы. А за пределами Печенги в Печенгско-Варзугском поясе все известные интрузивы того же типа нерудоносны. В свое время Л.Н. Гриненко (*Гриненко и др.*, 1967) на основании изучения изотопии серы в породах и рудах печенгского типа было высказано заслуживающее внимания предположение о роли неравномерно проявленной "сульфуризации" родоначальных расплавов в очагах формирования пикритовых магм. Иначе говоря, предполагалось влияние дополнительного и независимого фактора – глубинного сероводородного флюида, который наиболее интенсивно, но неравномерно, проявился в пределах Печенгского структурного узла. Такой вывод согласуется с данными *В.И. Казанского* (1997) об особой глубинной активности Печенги в раннем протерозое. Накопленные с 1952 г. (*Елисеев и др.*, 1952) и более поздние материалы по рудоносным структурам продуктивной толщи Печенги (*Предовский и др.*, 1969; 1970; 1971) позволяют предполагать, что на Печенге может быть выделен ряд последовательно формировавшихся типов сульфидных медно-никелевых руд от первично-магматических до метаморфогенно-гидротермальных.

Таким образом, можно предполагать сложный характер связи рудных залежей с материнскими комплексами пород даже тогда, когда источник рудного вещества достаточно ясно определяется. Наиболее сложны варианты такой связи, по-видимому, для платиноидных месторождений в гипербазит-базитовых плутонических и вулкано-плутонических комплексах, о чем свидетельствует обширная геологическая литература, анализ которой не входит в нашу задачу в данном случае, но которая несомненно указывает на сложность прогноза платиноидных месторождений этого типа.

Что касается золота, то, опираясь на кольские региональные данные, обобщения и сводки (*Золоторудные гиганты...*, 2000; *Крупные и суперкрупные месторождения...*, 2004; *Щеглов, Говоров*, 1985), можно признать справедливым высказываемое многими авторами минералогически и геохимически обоснованное мнение, что золото в эндогенных рудных и промышленных концентрациях имеет глубинное, по крайней мере – мантийное происхождение. Этот важный для дальнейшего изложения вывод согласуется с обычно четко проявленным наложенным характером несущей золото минерализации. Эта минерализация, если речь идет не о специфически обогащенных золотом мантийных образованиях, накладывается на самые различные по составу и происхождению породы – осадочные, магматические и метаморфические, а золото по отношению к ним имеет ксеногенный характер.

Есть один, особый вариант, когда повышенные рудные концентрации золота в супракрустальных осадочных и вулканогенно-осадочных толщах докембрия и фанерозоя формируются при гидротермально-метасоматических процессах за счет собственного ресурса золота этих толщ. Для ряда подобных случаев новыми и новейшими исследованиями убедительно показано, что исходный ресурс золота формировался в условиях подачи золотоносных флюидов и растворов мантийного происхождения в бассейны седиментации и вулканизма синхронно с осадконакоплением. К числу таких работ в первую очередь относятся прекрасные исследования А.А. Кременецкого и его коллег (*Кременецкий и др.*, 2000; 2005; 2006), в которых описаны особенности этих продуктивных седиментационно-эксталяционных процессов, их стадийность, геохимические и геологические обстановки проявления, роль в формировании крупных месторождений золота, прежде всего так называемых золотоносных конгломератов. Описанные в упомянутых работах закономерности имеют значение не только для древних рудоносных конгломератов, но и более общее – для понимания генезиса значительных ресурсов золота в осадочных толщах, последующие преобразования которых могут приводить к возникновению промышленных, и в том числе крупных месторождений.

Таким образом, если мы признаем главным мантийный, глубинный источник золота и флюидно-гидротермальный механизм его транспорта для возникновения промышленных месторождений этого металла, то даже с учетом возможной описанной выше предподготовки некоторых осадочных толщ конседиментационным гидротермальным привнесом мантийного золота (по А.А. Кременецкому и др.) приходится признать неприемлемым для прогноза принцип прямой генетической связи золоторудного процесса и месторождений золота с определенными геологическими формациями. Здесь связи сложнее, но без формационного подхода и геологических формаций не обойтись, что будет рассмотрено далее.

4. Существенные факторы образования и размещения месторождений золота и критерии прогноза

Для дальнейшего хода рассуждений о формационном аспекте прогноза эндогенных месторождений золота необходимо определиться с главными факторами образования и размещения уже известных рудных регионов и месторождений.

Поскольку в общем случае концепция прямой, то есть генетической связи золотых месторождений с определенными геологическими формациями непригодна *для цели эффективного прогнозирования, необходимо обратиться к факторам более высокого ранга, среди которых несомненно доминирует тектонический, управляющий размещением и образованием как геологических формаций, так и месторождений полезных ископаемых*, в том числе интересующих нас.

В соответствии с описанными в литературе особенностями строения и развития золоторудных регионов и отдельных месторождений, а также со сделанными выше выводами, *тектонический фактор должен анализироваться двояко: во-первых, как решающий и независимый пространственный контроль золотого оруденения со стороны разломной тектоники различных уровней организации и, во-вторых, как общая причина, управляющая геотектоническими (эндогенными по В.В. Белоусову, 1989) режимами, в том числе оптимальными для реализации процессов эндогенного накопления золота.*

Ведущее значение фактора разломной тектоники прежде всего определяется глубиной источников золота и его начальным транспортом с флюидами и растворами, о чем уже говорилось выше. *Особая важность разломной тектоники для обсуждаемой проблемы может быть понята при признании концепции глобальной системы долгоживущих линеаментных зон как одного из главных элементов теплового и тектонического механизма Земли, связанного с внутренним развитием планеты и определяющего ход основных геологических процессов.* Эта концепция, впервые внятно и полно сформулированная У. Хоббсом (Hobbs, 1911), позже возрождалась в виде идеи глубинных разломов (Пейве, 1945), но затем уступила место весьма активно наступавшему неомобилизму. В последние десятилетия сходные с моделью У. Хоббса, но оригинальные идеи по глобальной системе линеаментных зон героически развивала в своих основополагающих работах Г.Ф. Макаренко (1978; 1993; 1997). Недавно на базе собственных построений концепцию единой глобальной системы линеаментных зон поддержали авторы настоящего сообщения (Предовский, 2003; Предовский и др., 2004). Кратко сущность нашей позиции сводится к тому, что долгоживущие линеаментные зоны Земли являются путями вывода глубинной тепловой энергии из области внешнего ядра. Глубинные теплоносители и сопровождающие вещества, проникая в мантию и кору, играют роль возбудителей тектонических, магматических, метаморфических, метасоматических и связанных с ними рудообразующих процессов. Развитие во времени системы линеаментных зон взаимосвязано с общей эволюцией Земли, становлением континентальных и океанических областей. Главные структуры глобальной системы линеаментных зон сопровождаются в иерархическом плане системами и узлами разломных зон подчиненного значения, вплоть до региональных и локальных.

Главная особенность глобальной системы глубинных линеаментных зон, особо подчеркиваемая Г.Ф. Макаренко (1993) и нами, – это огромная, в миллиарды лет длительность ее развития, существования и унаследованность становления составляющих элементов. Эта особенность как нельзя лучше согласуется с такой чертой крупных золоторудных областей и месторождений, как значительная длительность их формирования – до десятков и сотен миллионов лет. Есть и еще одна черта рудоносных по золоту областей. Это многоэтапность образования рудных полей и месторождений, точно фиксируемые множественные импульсы эволюционирующего минералообразования, соответствующие периодически возобновляющейся подаче глубинного рудного вещества и сопровождающих компонентов в связи с реализацией серий последовательных тектонических импульсов в линеаментных системах.

Целесообразно привести здесь некоторые примеры закономерного пространственного соотношения крупнейших золоторудных областей и линеаментных зон высшего ранга, входящих в глобальную систему.

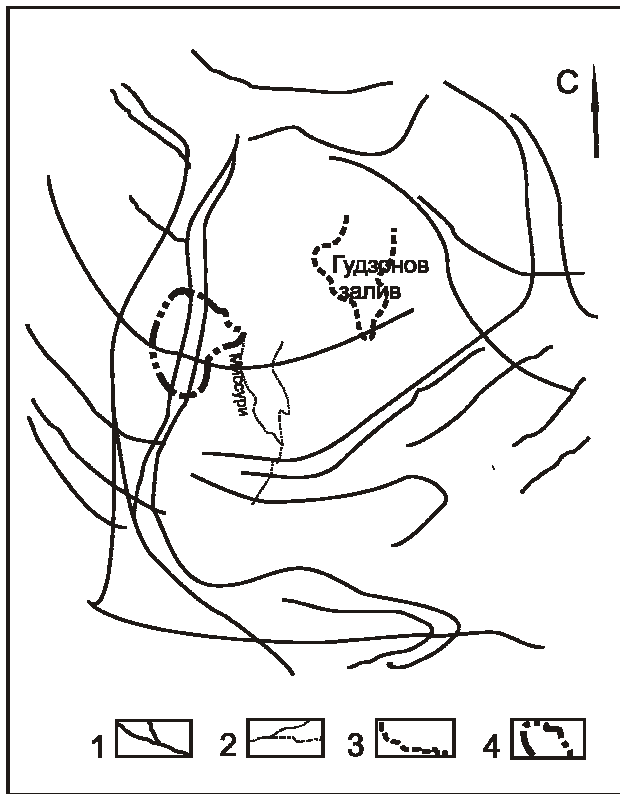


Рис. 1. Положение крупной золоторудной области Запада США на пересечении Скалистых гор и субширотного пояса трансформных разломов 40-ой океанской широты. Рисунок с фотографии детали глобусной модели системы линейментных зон Земли. Схема немасштабная.

- 1 – линейментные зоны глобального уровня,
- 2 – реки,
- 3 – контуры Гудзонова залива,
- 4 – положение золоторудной области.

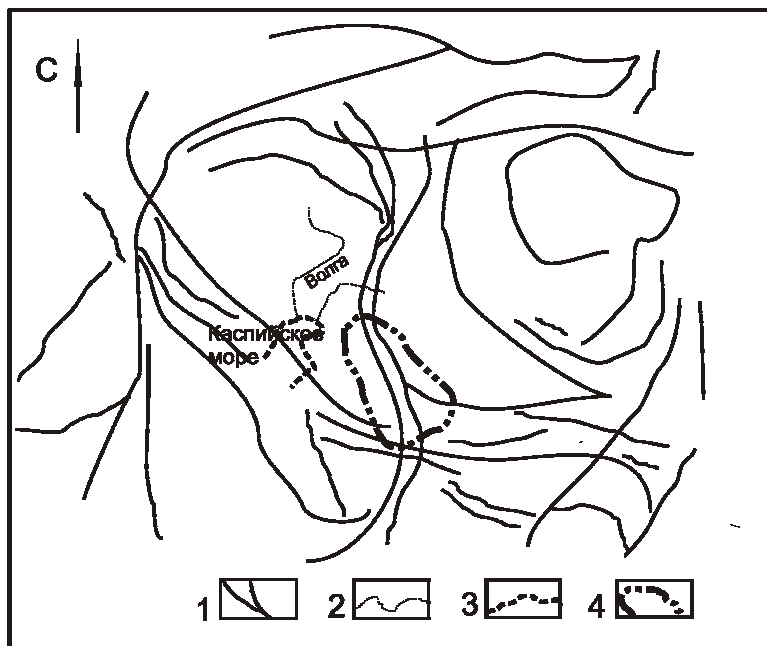


Рис. 2. Крупная золоторудная область в Центральной Азии, в пределах узла пересечения и сопряжения линейментных зон Уральской складчатой системы и Тянь-Шаньского пояса. Рисунок с фотографии детали глобусной модели системы линейментных зон Земли. Схема немасштабная.

- 1 – линейментные зоны глобального уровня,
- 2 – реки,
- 3 – контуры севера Каспийского моря,
- 4 – положение золоторудной области.

Первым из примеров (рис. 1), который можно назвать "золотым крестом Америки" является область пересечения линейментных зон Скалистых гор и континентального продолжения крупнейшего океанского линеймента – трансформного разлома 40-ой широты (Мендосино), который на суше приобретает северо-восточное направление и из района пересечения (месторождение Карлин и др.) уходит через Блэк Хиллз (месторождение Хоумстейк) в район Великих озер (золотоносный пояс Абитибби).

Второй пример (рис. 2) – золоторудная область Центральной Азии, располагающаяся в пределах крупнейшего линейментного узла, где пересекаются южные ответвления линейментных зон Уральской складчатой системы и линейменты севера субширотной складчатой системы Тянь-Шаня, как части Средиземноморско-Тибетского пояса. Здесь созвездие месторождений, начиная с таких, как Мурунтау и Замиртан.

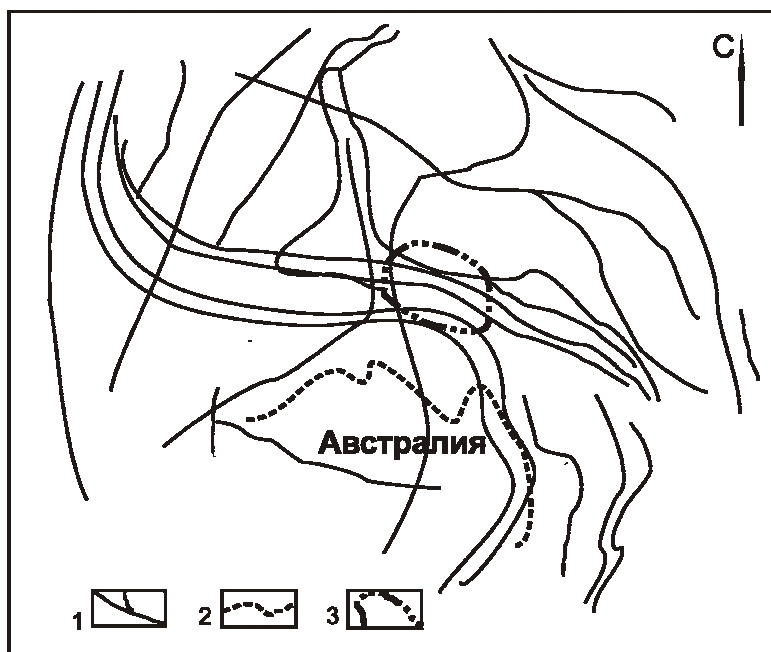


Рис. 3. Положение золоторудной области Новой Гвинеи на пересечении субширотных зон восточного продолжения дуг Индонезии и субмеридиональных Тихоокеанских линейных зон. Рисунок с фотографии детали глобусной модели системы линейных зон Земли. Схема немасштабная.

- 1 – линейные зоны глобального уровня,
- 2 – контур северного побережья Австралии,
- 3 – положение золоторудной области.

Третий пример (рис. 3) – золоторудная область Новой Гвинеи (месторождения Грасберг, Поргера и др.) на пересечении крупнейших линейных зон субширотного направления (продолжение дуг Индонезии) и субмеридиональных структур Тихоокеанской системы.

Подобные приведенным примерам связи обнаруживаются и для золотых месторождений в узлах пересечения линейных зон континентального, регионального и локального значения на северо-востоке России, на востоке Бразилии, в Австралии и на Аляске. За всем этим стоит факт влияния структур пересечения на многократную глубинную подачу золота и локализацию участков его накопления. И эта закономерность может быть основой независимого и первого из критериев прогнозирования.

Второе прогнозное значение тектонического фактора, как отмечено выше, заключается в его влиянии на реализацию эндогенных режимов, информация о которых записана в составе и пространственно-временных закономерностях размещения соответствующих геологических формаций. Следовательно, решаема и обратная задача – распознавание этапов и площадей проявления благоприятных для накопления золота эндогенных режимов по ассоциациям геологических формаций.

Как показывает анализ обширной геологической литературы и выводы многих авторов, *наиболее благоприятными для развития эндогенного золоторудного процесса являются режимы, которые могут быть обозначены как орогенные и рифтогенные, или близкие к ним. Для всех этих режимов характерны такие ассоциации геологических формаций, которые указывают на проявление тенденций воздымания и разрыва исследуемых региональных структур (а значит, и возможность возникновения перерывов и несогласий), признаки активизации вещества верхней мантии (разуплотнение, появление мантийных диапиров) и коры (ремобилизация диорит-гранитоидного фундамента), развитие очагов магмообразования на нескольких уровнях коры и мантии с эволюцией магматизма в сторону повышения щелочности, активизации процессов метаморфизма, метасоматоза и вообще гидротермального минералообразования.*

Подобные названным ассоциации геологических формаций, обладающие перечисленными признаками, отмечаются, к примеру, в пределах Кольского и в целом Карело-Кольского региона. Один из уровней с такими формационными характеристиками – это лопий и поздний лопий. Второй и третий уровни – ятулийский и позднекарельский. Все они отмечены спецификой пороодообразования, характерной для "орогенных окончаний". Заслуживают внимания и некоторые другие уровни – верхнекаратавский позднего протерозоя и палеозойский.

Таким образом, определенные ассоциации геологических формаций не являются изначально источником вещества для золоторудного процесса, но они имеют важное значение как показатели проявления благоприятных для развития золоторудного процесса эндогенных режимов и могут быть использованы в качестве второго по важности критерия регионального прогнозирования и выделения перспективных для прогноза и поисков золота площадей.

5. Заключение

Все изложенное выше кратко можно суммировать в виде иерархии и последовательности применения региональных критериев прогноза эндогенных месторождений золота:

1. **Выявление основных структурных узлов как районов пересечения и сочленения линейно-амонитных зон и крупных разломных структур.**

2. **Выделение площадей распространения геологических формаций и ассоциаций (рядов), указывающих на длительное проявление эндогенных режимов, благоприятных для глубинного транспорта и накопления золота.**

3. **Выделение площадей распространения пород, благоприятных по составу для наложенного накопления золота или обнаруживающих признаки интенсивного воздействия гидротермально-метасоматических процессов.**

4. **Установление в разрезе супракрустальных толщ осадочных пород с признаками синхронных с седиментацией эксгальационно-гидротермальных процессов с формированием разнообразной, в том числе рудной минерализации.**

5. **Определение на основании перечисленных признаков границ первоочередных перспективных площадей и выявление в их пределах участков с проявлением неоднократных специфических деформаций, повторяющихся этапов наложенных гидротермально-метасоматических процессов и развития эндогенной минерализации варьирующего состава с минералогическими и геохимическими признаками глубинного мантийного привноса рудного вещества.**

6. **Применение комплекса горно-буровых, геофизических и ореольно-геохимических работ для обнаружения и изучения золоторудных проявлений и выбора дальнейшего направления действий.**

Как видно из предыдущего текста, такие критерии, как наличие следов специфических, например, сдвиговых и других деформаций и определенных минеральных и элементных парагенезисов, как и ряд других детальных особенностей отдельных участков, несмотря на всю их важность, не являются прогнозными показателями высшего порядка и должны использоваться и исследоваться в иерархической последовательности процедур прогноза и поисков. На этапе их применения в ход может быть запущено все богатство литературных данных по составу и строению уже известных рудных полей и месторождений золота.

Необходимо еще одно заключительное замечание. Все достаточно значимые месторождения золота неповторимы по своим особенностям, и чем они крупнее, тем более уникальны. Поэтому прогноз и поиск прямо по детальным отдельным признакам, т.е. по принципу полной аналогии, хотя бы по причине высокой вариабельности этих признаков, непродуктивен.

Литература

- Hansky E.I., Smolkin. Iron and LREE-enriched source for Early Proterozoic intraplate magmatism as exemplified by the Pechenga ferropicrites, Kola Peninsula, Russia. *Lithos*, v.34, p.107-125, 1995.
- Hobbs W.H. Repeating patterns in the relief and structure of the Earth. *Bull. Geol. Soc. America*, N 2, 22 p., 1911.
- Белоусов В.В. Основы геотектоники. М., Наука, 380 с., 1989.
- Гриненко Л.Н., Гриненко В.А., Ляхницкая И.В. Изотопный состав сульфидов медно-никелевых месторождений Кольского п-ова. *Геология рудных месторождений*, № 4, с.24-28, 1967.
- Елисеев Н.А., Папушис Б.Н., Горбунов Г.И. Ультрасосновые и основные интрузии и сульфидные медно-никелевые месторождения Печенги. М.-Л., АН СССР, 134 с., 1952.
- Золоторудные гиганты России и мира. М., Научный мир, 272 с., 2000.
- Казанский В.И. Мантийно-коровые рудообразующие системы Украинского и Балтийского щитов: Кировоградский и Печенгский рудные районы. *Геология рудных месторождений*, т.39, № 6, с.502-519, 1997.
- Кременецкий А.А., Максимюк Н.Е. Элементы-примеси в кварцах из конгломератов Витватерсранда (ЮАР) и их роль в понимании генезиса месторождения. *Прикладная геохимия*, вып. 7, книга 1, Минералогия и геохимия. М., ИМГРЭ, с.87-100, 2005.
- Кременецкий А.А., Максимюк Н.Е., Юшко Н.А. Минералого-геохимические критерии седиментогенно-эксгальационного генезиса золотоносных конгломератов Витватерсранд (ЮАР). *Разведка и охрана недр*, № 9, с.1-25, 2006.
- Кременецкий А.А., Юшко Н.А., Максимюк Н.Е. Методические рекомендации по выявлению и прогнозной оценке районов на золотоносные конгломераты при ГДП-200. М., МПР России – ИМГРЭ, 36 с., 2000.

- Крупные и суперкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования. М., ИГЕМ РАН, 430 с., 2004.
- Макаренко Г.Ф.** Базальтовые поля Земли. М., Недра, 147 с., 1978.
- Макаренко Г.Ф.** Периодичность базальтов, биокризисы, структурная симметрия Земли. М., Геоинформмарк, 98 с., 1997.
- Макаренко Г.Ф.** Планетарные горные дуги и мифы мобилизма. М., Космоинформ, 280 с., 1993.
- Пейве А.В.** Глубинные разломы в геосинклинальных областях. *Изв. АН СССР*, сер. геол., № 5, с.23-46, 1945.
- Половинкина Ю.И.** О понятии формации и формационного анализа в геологии. *Геологические формации. Л., ВСЕГЕИ*, с.9-11, 1968.
- Предовский А.А.** К проблеме основных элементов тектонического развития Земли: какова альтернатива новой глобальной тектоники литосферных плит. *Межвузовский сборник трудов научно-технической конференции "Наука и образование – 2003"*. Мурманск, МГТУ, с.223-227, 2003.
- Предовский А.А.** Некоторые общие вопросы формационного анализа метаморфизованных супракраустальных толщ докембрия. Формационный анализ метаморфических комплексов докембрия. *Апатиты, КФ АН СССР*, с.4-10, 1986.
- Предовский А.А.** Память горных пород Земли: горные породы как носители информации о режимах и системах породообразования. Горная порода: опыты постижения. *Апатиты, КНЦ РАН*, с.47-62, 2005.
- Предовский А.А.** Реконструкция условий седиментогенеза и вулканизма раннего докембрия. Л., Наука, 152 с., 1980.
- Предовский А.А., Жангуров А.А.** О возможной новой интерпретации структуры рудного поля Печенги. Основной магматизм сев.-вост. части Балтийского щита. Л., Наука, с.39-49, 1969.
- Предовский А.А., Жангуров А.А.** Проблема пикритовых вулкано-плутонических ассоциаций докембрия восточной части Балтийского щита. Вулканизм докембрия. *Петрозаводск, Кар.Ф АН СССР*, с.60-69, 1976.
- Предовский А.А., Жангуров А.А., Федотов Ж.А.** Эволюция состава базит-гипербазитовых пород и её роль в формировании медно-никелевого оруденения Печенги. Проблемы магматизма Балтийского щита. Л., Наука, с.166-176, 1971.
- Предовский А.А., Загородный В.Г., Жангуров А.А.** Методические указания по поискам метаморфогенных медно-никелевых руд в Печенгском районе. *Апатиты, фонды ГИ КФАН СССР*, 66 с., 1970.
- Предовский А.А., Любцов В.В., Чикирёв И.В.** Размещение крупных нефтегазоносных областей Земли в свете концепции глобальной системы глубинных зон нарушения сплошности планеты. *Материалы международной научно-технической конференции "Наука и образование – 2004"*. Мурманск, МГТУ, с.66-69, 2004.
- Предовский А.А., Чикирёв И.В.** Проблема стратисферы Земли: когда началась собственно геологическая история планеты. *Материалы международной научно-технической конференции "Наука и образование – 2008"*. Мурманск, МГТУ, 2008.
- Щеглов А.Д., Говоров И.Н.** Нелинейная металлогения и глубины Земли. М., Наука, 324 с., 1985.