

ЗАГАЛЬНА ТА МОРСЬКА ГЕОЛОГІЯ

УДК 553.411.071:553.078.4.001.18 (477)

А. В. Драгомирецький, канд. геол.-мин. наук, доцент
кафедра инженерной геологии и гидрогеологии
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина
avdr@ukr.net

СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ДОКЕМБРИЙСКИХ КОМПЛЕКСАХ УКРАИНСКОГО ЩИТА

На основе системного и модельного подхода дана характеристика и оценка составных частей системы прогнозирования промышленного золотого оруденения в докембрийских комплексах Украинского щита. В качестве базовых категорий прогноза предлагаются “факторы”, “признаки” и “критерии”, которые отображаются в виде двух блоков информации – картографического и прогнозно-поискового.

Ключевые слова: Украинский щит, докембрийские комплексы, золотое оруденение, система прогнозирования.

ВВЕДЕНИЕ

Прогноз золотого оруденения в докембрийских областях является важнейшим разделом металлогении золота. Именно в докембрии в последние годы обнаруживаются крупные золоторудные объекты нетрадиционного генетического типа, пространственно связанные с плутоно-метаморфическими комплексами сложного генезиса. Многие отечественные и зарубежные исследователи относят их к так называемому “метаморфогенно-гидротермальному” или гидротермальному генетическому типу потому, что вмещающими породами, как правило, служат различные метаморфогенные образования, вплоть до гранулитов и гранитоидов, а оруденение чаще всего сосредоточено в кварц-силикатных зонах гидротермального генезиса различной морфологии [2, 21-25]. Другие считают, что в формировании золоторудных объектов УЩ принимают участие метаморфогенно-магматогенные флюиды [10] или более поздние процессы ТМА [9]. Поэтому традиционные методы прогнозной оценки не всегда позволяют однозначно устанавливать генетические особенности таких объектов и проводить их типизацию.

К решению вопросов прогнозирования исследователи подходят по разному. Ранее в качестве критериев прогнозирования месторождений УЩ рассматривались разноуровневые критерии золотоносности, зачастую слишком общего регионального плана [12]. Позднее исследователи все более и более пытались разделять региональные и локальные прогнозные критерии, несущие генети-

ческую нагрузку. Однако для отдельных золоторудных объектов (например, проявлений Побужского района, Сурской и Сорокинской структур в Приднепровье и Приазовье) по-прежнему предлагаются свои прогнозно-поисковые критерии [3], обычно выступающие как прямые признаки оруденения. При этом среднемасштабные закономерности размещения золотого оруденения выпадают из поля зрения.

Львовские исследователи на базе методов прикладной термобарогеохимии [13-15] для разномасштабного прогнозирования предлагают использовать четыре группы критериев – вещественные, пространственные, возрастные и генетические. Многие из них трудно или невозможно оценить количественно (статистически), другие же слишком сложны (например, вещественно-текстурные, геотектонически-позиционные, синрудно-метасоматические и др.). Но в целом для локального (крупномасштабного) прогноза оруденения использование термобарогеохимических критериев представляется методически правильным [3].

Из приведенного анализа видно, что основой прогноза служат критерии, как правило, разного генетического уровня, что не позволяет использовать детерминированный подход в оценке рудоносности тех или иных территорий.

Идея создания системы прогнозирования месторождений золота УЩ относится к началу 90-х годов, когда Кабмином Украины была принята государственная программа “Золото недр Украины” [4,9] и в ее рамках проект “Разработка системы прогнозирования промышленных месторождений золота в докембрии Украинского щита”, ответственным исполнителем которого был автор настоящей статьи. Результатом этого проекта была разработка палеолитогеологического и ультраметаморфогенно-магматогенного факторов прогноза золотого оруденения. К 2005 году обобщение материалов по золоторудным объектам нашло свое воплощение в ряде фундаментальных публикаций [1, 2, 3, 5, 9, 10, 4, 21, 22]. Однако, большая часть информации, касающаяся генетических аспектов образования золотого оруденения, оказалась недостаточно проработанной. Наиболее слабо разработанным вопросом явилось определение и оценка ведущих факторов формирования золотого оруденения УЩ. Основной причиной этого, на наш взгляд, была недостаточная системность подходов при анализе и оценке факторов, критериев и признаков золотого оруденения. Анализ золоторудных объектов, как правило, проводился в одной информационной плоскости, без учета иерархичности геологических процессов и их последовательного наложения в результате геологической эволюции.

Методические приемы и методики прогнозирования золоторудных объектов известны и широко используются [3,11]. Как правило, они базируются на методе аналогий или прямых признаках золотого оруденения (например, наличие в регионе так называемых “малых интрузий”, формаций “зеленокаменного типа”, проявлений сульфидной минерализации, зон вторичных изменений и т. п.) и не всегда дают положительный результат. Наряду с методами рудно-формационного, структурно-формационного анализа, важными для

прогнозирования являются количественные минералого-генетические методы, позволяющие получать количественную минералогическую информацию, интерпретация которой дает возможность осуществить прогноз с высокой степенью достоверности. Такой нетрадиционной методикой является методика количественно-генетической интерпретации информации, полученной при изучении комплексов акцессорных минералов плутоно-метаморфических комплексов докембрия [5, 6, 16-17].

Использование этой методики и ее дальнейшее развитие позволили сформулировать общую теорию формирования рудных концентраций золота в докембрии УЩ и принципы достоверного прогноза рудоносности на основе системного и модельного подхода с выделением простых и сложных геолого-генетических моделей золоторудных систем [8]. На основе такого подхода был разработан новый алгоритм прогнозирования золотого оруденения в докембрии УЩ [9].

Методологический и методический аспекты создания оптимальной системы прогнозирования золоторудных формаций УЩ были рассмотрены в работе [7]. Показано, что при прогнозировании золотого оруденения факторы контроля должны нести количественную генетическую минералогическую нагрузку соответствующего уровня. Для этого предложено использовать палеореконструкцию глубокометаморфизованных рудовмещающих толщ на основе генерационного анализа акцессорного циркона, а также анализ и интерпретацию других количественных генетических признаков акцессорных минералов плутоно-метаморфических комплексов.

Эти теоретические построения и практические рекомендации позволили вплотную приблизиться к созданию системы прогнозирования промышленного золотого оруденения УЩ. Сложность создания такой системы обусловлена тем, что в пределах УЩ обнаружено несколько сотен золотопроявлений, генезис которых в основном носит сложный гидротермально-метасоматический характер. Эти объекты связаны с различными геодинамическими обстановками, обусловленными длительной тектоно-термальной эволюцией геологических структур, и наложением целого ряда более ранних геологических процессов. Кроме того, геодинамика УЩ привела к формированию блоков земной коры с различной глубиной эрозионного среза. Все это позволяет давать прогнозную оценку золотого оруденения на среднемасштабном уровне, т. е. уровне рудных районов и полей, широко используя количественно-генетические акцессорно-минералогические исследования. По мнению исследователей [10, 18], именно среднемасштабное прогнозирование позволяет установить и оценить перспективность рудоносных территорий уровня рудных районов и полей.

Цель работы – дать характеристику и оценку составных частей системы прогнозирования золотого оруденения в докембрийских комплексах Украинского щита на основе системного и модельного подхода.

Объект исследования – докембрийские комплексы Украинского щита.
Предмет исследования – система прогнозирования золотого оруденения и ее составные части.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В основу статьи положены материалы предыдущих прогнозных исследований [3, 4, 10, 22], в том числе и авторских [5-9], а также результаты анализа, интерпретации и оценки основных факторов, признаков и критериев золотого оруденения, выполненных на основе системного и модельного подхода.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Геолого-генетические модели золоторудных систем. Установлено [8], что формирование золоторудных систем УЩ контролируется: происхождением (главными геологическими процессами) – гипергенным, седиментогенным, метаморфогенным и ультраметаморфогенно-магматогенным; генезисом, как конкретными возможностями прохождения химических реакций; парагенезисом в виде широких и узких порообразующих и рудных ассоциаций (парагенезисов), как конкретным минеральным воплощением отдельных стадий генетического процесса с определенными типоморфными признаками.

Для расшифровки формирования золоторудных объектов предлагается метод геолого-генетической интерпретации геологической информации по этим объектам, который предусматривает построение сначала простых геолого-генетических моделей, а потом их суперпозицию относительно возможных комбинаций разных геологических условий.

Простые геолого-генетические модели являются способами решения типичных обратных задач геологии с введением иерархически последовательных граничных условий. Такие условия определяются энергетическими параметрами, происхождением, генезисом, парагенезисом и поведением золота в режимах описанного генезиса. Это позволяет построить 11 вариантов простых теоретически возможных геолого-генетических моделей. При этом априорно приняты условия, что вариант реализуется в чистом виде. Однако известно и неоднократно доказано многими исследователями, что большинство золоторудных объектов имеет полигенный характер. Полигенность определяется уже тем фактом, что все объекты УЩ претерпели метаморфизм различных ступеней, наложенный на ранее сформированные породы. Так, модели, относящиеся к экзогенной серии, не могут быть обнаружены в неизменном виде в пределах щита. Равно как и не могут быть обнаружены в одном объекте продукты, прогрессивно сформировавшихся фаций метаморфизма.

Таким образом, в реальных природных условиях простые модели гипергенных, седиментогенных, метаморфогенных и ультраметаморфогенно-магматогенных золоторудных систем могут последовательно накладываться друг на

друга (принцип суперпозиції) с образованием сложных моделей наложения двух, трех и четырех процессов.

Установлено, что возможное количество сочетаний простых геолого-генетических моделей и их наложений предполагает для докембрийских комплексов УЩ существование 550 модельных вариантов (комбинаций) золоторудных систем. Именно это количество возможных вариантов и приводит к тому, что до сих пор золоторудные объекты не поддаются единой классификации.

Понятие о системе прогнозирования и ее составляющие. Основными базовыми понятиями при прогнозировании любого, в том числе и золотого, оруденения являются такие понятия как “факторы”, “признаки” и “критерии”, т. к. они выступают основными категориями при анализе, оценке и прогнозе рудоносности геологических структур, и являются основой системы их прогнозирования.

Факторы, являясь наиболее общими категориями, должны выступать как системы характеристик происхождения, например, экзогенный (гипергенез в широком понимании, включая процессы выветривания и осадконакопления) или эндогенный (магматогенный, метаморфогенный и др.) факторы. Таким образом, каждый фактор выступает как причина, движущая сила какого-либо процесса, определяющая его характер. Такой подход существует, в частности, в минералогии, в учении о полезных ископаемых и других науках.

Под признаками понимается система конкретных количественных генетических характеристик – минералогических, геохимических или других – позволяющих фиксировать те или иные генетические особенности процесса (или системы), подчеркивающие его характерные черты. В качестве таких признаков могут выступать широкие и узкие минеральные парагенезисы – сульфидные и оксидные, сульфидные и силикатные и другие; морфологические типы отдельных сульфидов (например, наличие игольчатых и призматических кристаллов арсенопирита или пирита с гранями пентагондодекаэдра или икосаэдра), наличие специфических минералов, характеризующих процесс (например, мусковита, ганита, муассанита и др.), конкретные структурно-текстурные особенности.

Критерии являются системой оценочных характеристик, позволяющих на основе отдельных генетических черт (так называемых “рабочих” признаков) характеризовать конкретный геологический процесс (генезис) и, на этой основе, дать оценку рудоносности тех или иных участков земной коры.

Система прогнозирования золотого оруденения в докембрии УЩ должна включать два блока информации – картографический и алгоритм прогнознопойсковой оценки. Сначала формируется картографическая база, состоящая из прогнозных карт среднемасштабного уровня (1:200000 – 1:100000). При этом строятся среднемасштабные палеолитологическая, регионального метаморфизма и магматогенно-ультраметаморфогенная карты, отражающие указанные геологические факторы. На этих картах на основе анализа прогнозных факто-

ров наносятся минералогические, геохимические и структурно-тектонические признаки золотого оруденения. При их построении необходимо использовать программные пакеты ПЭВМ, позволяющие наносить указанную информацию послойно. Затем включается второй блок системы прогнозирования – алгоритм оценки с анализом прогнозных критериев и поисковых признаков на основе наложения построенных карт. При завершении работ проводится топоминералогический анализ с выделением топоминералогических признаков и установлением их соответствия сложным геолого-генетическим моделям [19]. Результатом этих работ является детальная топоминералогическая схема перспективности объекта (масштаб 1:25000 – 1:10000) с выделением важнейших поисковых участков. В каждом участке оценивается последовательность формирования рудных минеральных стадий и выделяются наиболее благоприятные рудные тела.

Алгоритм прогнозно-поисковой оценки. Процесс прогнозирования осуществляется путем оценки геологического строения объекта при введении последовательных граничных условий. В связи с этим, к прогнозным критериям следует отнести такие понятия, как происхождение и генезис. Так на любом выбранном объекте сначала необходимо определить роль экзогенных, метаморфогенных и ультраметаморфогенно-магматогенных факторов в его формировании. Выявив основные (преобладающие) геологические процессы необходимо спрогнозировать возможные условия генезиса на основе привлечения минералого-геохимической информации.

К главным прогнозным критериям золотого оруденения относятся следующие:

- палеолитологический (палеореконструкция разрезов метаморфических пород по реликтовым минералам, позволяющая оценить крупность, степень дезинтеграции и сортированность первичных гипергенных метаморфических образований и расшифровать условия их накопления);
- регионально-метаморфогенный (с зонами гранулитового метаморфизма золото не связано, т. к. на прогрессивном этапе оно мобилизуется вместе с другими металлами в поровых растворах, которые выносятся в зоны последующего ультраметаморфизма);
- ультраметаморфогенно-магматогенный (абиссальные глубины и крупные размеры плутона при кристаллизации гранитной эвтектики не способствуют формированию золотой минерализации. В гипабиссальных условиях при незначительных размерах плутона образуется весьма подвижный газовый флюид, дальнейшее понижение температуры которого приводит к появлению во флюидном остатке больших количеств воды, что способствует кристаллизации различных гидротермальных продуктов с золотом).

В случае наложения гидротермальных процессов на породы амфиболитовой, а еще лучше зеленосланцевой фации, произойдет обогащение этих участ-

ков золотом, которое будет переотлагаться на всех стадиях существования гидротермальных растворов – от высоко–до низкотемпературных. Учитывая тот факт, что самородное золото обычно отлагается в довольно узком интервале температур (300-200 °С), то наиболее богатое оруденение будет связано со среднетемпературными условиями кристаллизации, как на “прогрессивном”, так и на “регрессивном” этапах.

Оптимальные параметры интрузивов, генерирующих значительное количество флюидов, и таким образом, способствующих формированию значительного флюидного остатка и богатого оруденения – небольшие по размеру, локальные тела (до 10 км²), сформированные на относительно малой (3-5 км) глубине в гипабиссальных условиях. В результате анализа прогнозных критериев в пределах УЩ можно считать, что источниками рудообразующих флюидов служили ультраметаморфогенные и интрузивные гранитоиды тетиевского комплекса, небольшие тела гранитоидов кировоградского и житомирского комплексов в центральной и северо-западной частях УЩ, сурского гранитоидного комплекса, получившего развитие во всех зеленокаменных структурах, а также мокромосковского и demuриновского гранитоидных комплексов Приднепровья, шевченковского и частично обиточненского гранитоидных комплексов Приазовья.

В качестве поисковых признаков золотого оруденения выступают минералогические (онтогенические, филогенические и термобарогеохимические), структурно-тектонические, генетические и топоминералогические признаки. Основным поисковым топоминералогическим признаком предлагается принять широкий и узкий минеральные парагенезисы. Учитывая полицикличность и полистадийность объектов необходимо выделить сначала широкие парагенезисы минералов, сформировавшиеся на каждом этапе сложной модели. На основании анализа широких парагенезисов сначала выделяется главный рудный этап, с которым связано максимальное количество золота. Затем, применяя филогенические и онтогенические методы исследования минералов внутри этапа выделяются дорудная, рудная и пострудная стадии процессов. На заключительном этапе поисков проводятся топоминералогические исследования с построением карт распространения золоторудных этапов и стадий и территориально выделяются наиболее перспективные участки.

Анализ известного фактического материала свидетельствует о том, что в реальных геологических обстановках докембрия УЩ чаще всего встречаются геолого-генетические модели с наложением трех и четырех генетических процессов (“тригенные” и “тетрагенные” модели), один из которых формирует золоторудную минерализацию, но возможны и более сложные.

ВЫВОДЫ

Определение генетических особенностей золоторудных объектов докембрия УЩ и их прогнозная оценка часто не позволяют использовать традиционные методы исследований. Для получения достоверной прогнозной информации автор предлагает нетрадиционную методику количественно-генетической

интерпретации информации, полученной при изучении комплексов акцессорных минералов плутоно-метаморфических комплексов докембрия. Она позволяет давать прогнозную оценку среднемасштабного уровня, т. е. на уровне рудных районов и полей.

Для расшифровки формирования докембрийских золоторудных объектов на основе метода геолого-генетической интерпретации геологической информации по этим объектам, предусматривается сначала построение простых геолого-генетических моделей, а затем их суперпозиция относительно возможных комбинаций разных геологических условий. При этом установлено 11 вариантов простых теоретически возможных геолого-генетических моделей.

Однако известно и неоднократно доказано многими исследователями, что большинство золоторудных объектов имеет полигенный характер. То есть, в реальных природных условиях простые модели гипергенных, седиментогенных, метаморфогенных и ультраметаморфогенно-магматогенных золоторудных систем могут последовательно накладываться друг на друга (принцип суперпозиции) с образованием сложных моделей наложения двух, трех и четырех процессов (всего 550 комбинаций).

В основе системы прогнозирования докембрийских золоторудных объектов сложного генезиса лежат базовые категории прогноза, такие как “факторы”, “признаки” и “критерии”, которые являются основными при анализе, оценке и прогнозе рудоносности геологических структур. Факторы выступают как система характеристик происхождения (экзогенного, эндогенного и метаморфогенного), признаки являются системой конкретных количественных генетических характеристик (минералогических, геохимических или других), фиксирующих те или иные характерные генетические особенности процесса (или системы). Критерии служат системой оценочных характеристик, которые на основе отдельных генетических черт (так называемых “рабочих” признаков) позволяют характеризовать конкретный геологический процесс и, на этой основе, давать оценку рудоносности.

Оптимальная система прогнозирования промышленного золотого оруденения в докембрийских комплексах УЩ должна включать два блока информации – картографический и алгоритм прогнозно-поисковой оценки. Сначала строятся среднемасштабные палеолитологическая, регионального метаморфизма и магматогенно-ультраметаморфогенная карты, отражающие указанные геологические факторы. Затем используется алгоритм оценки с анализом прогнозных критериев и поисковых признаков на основе наложения построенных карт. В заключение на основе выделенных топоминералогических признаков модели устанавливается их соответствие сложным геолого-генетическим моделям и строится детальная топоминералогическая схема перспективности объекта (масштаб 1:25000 – 1:10000) с выделением важнейших поисковых участков. На каждом участке оценивается последовательность формирования рудных стадий и выделяются рудные тела.

Таким образом, создание оптимальной системы прогнозирования золоторудных объектов в пределах УЩ и использование ее комплекса методов и приемов при проведении прогнозно-поисковых работ различного масштаба даст возможность решить одну из актуальнейших научно-прикладных проблем геологии золота.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бобров О. Б.* Геологічна будова та золотоносність Сорокинської зеленокам'яної структури (Західне Приазов'я) [Текст] / О. Б. Бобров [та ін.]. – Дніпропетровськ: Арт-прес, 2000. – 148 с.
2. *Бобров О. Б.* Майське золоторудне родовище (Геологія, речовинний склад руд, модель утворення) [Текст] / О. Б. Бобров [та ін.]. – Дніпропетровськ: Арт-прес, 2000. – 166 с.
3. *Белявский В. В.* Геоэлектрические модели золоторудных месторождений Украинского щита и Донбасса [Текст] / Белявский В. В. [и др.]. – Киев.: Логос, 2004. – 247с.
4. *Гурский Д. С.* Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Т.1. Металлические полезные ископаемые [Текст] / Д. С. Гурский [и др.]. – Киев – Львов: “Центр Европы”, 2005. – 785 с.
5. *Драгомирецький А. В.* Золотоносные формации центральной части Украинского щита (закономерности размещения, основы прогноза и поисков, оценка перспектив). [Текст] / А. В. Драгомирецький – Одесса: Астропринт, 2001. – 228с.
6. *Драгомирецький А. В.* Минералогические признаки и методы их оценки при прогнозировании золотоносных формаций докембрия (на примере Украинского щита) [Текст] / А. В. Драгомирецький // Мінеральні ресурси України.-2002.-№ 3.-С.6-11.
7. *Драгомирецький А. В.* К вопросу о создании системы прогнозирования докембрийских золоторудных формаций Украинского щита: методологический и методический аспекты [Текст] / А. В. Драгомирецький // Зб. наук. праць НГУ. -№ 23. – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2005. – С.27-34.
8. *Драгомирецький А. В.* Геолого-генетическіє моделі і принцип суперпозиції золоторудних систем (на прикладі Українського щита) [Текст] / А. В. Драгомирецький // Доповіді НАН України, 2010. – № 8. – С.120-123.
9. Карта золотоносности Украины [Карты]: ред. Л. С. Галецкий, Н. И. Лебедь. – 1:1 500 000. – К.: Геопрогноз, 1997.
10. *Коваль В. Б.* Золоторудные месторождения Украинского щита (Украина) [Текст] / В. Б. Коваль [и др.]. // Геология рудных месторождений. – 1997. – Т.39, № 3. – С.229-246.
11. *Кривцов А. И.* Структуры рудных полей и месторождений, металлогения и прогноз рудоносности. [Текст] / А. И. Кривцов, П. Д. Яковлев – М.: Недра, 1991.-383с.
12. Критерии прогнозирования месторождений Украинского щита и его обрамления [Текст] / Отв. ред. Н. П. Семенов. – Киев: Наук. думка, 1974. – 560с.
13. *Ляхов Ю. В.* Термабарогеохимия золота (прогнозирование, поиски и оценка оруденения) [Текст] / Ю. В. Ляхов [и др.]; под ред. Е. М. Лазько. -Львов: Свит, 1995. – 280с.
14. *Ляхов Ю. В.* Критерії прогнозування золотоносних територій (теоретичні та методологічні засади) [Текст] / Ю. В. Ляхов [та ін.]. // Вісник Львів. ун-ту. Серія геологічна. 2003. Вип.17. – С. 33-42.
15. *Ляхов Ю. В.* Критерії прогнозування золотоносних територій (теоретичні та методологічні засади). Частина 2 [Текст] / Ю. В. Ляхов [та ін.]. // Вісник Львів. ун-ту. Серія геологічна, 2004. – Вип.18. – С. 3-16.
16. *Носырев И. В.* Методические рекомендации по количественно-генетической интерпретации результатов изучения аксессуарных минералов: Препр. Мингео УССР, ЦТЭ, Одесский гос. ун-т им. И. И. Мечникова Минвуза УССР; [Текст] / И. В. Носырев – Киев, 1987. – 81с.
17. *Носырев И. В.* Генерационный анализ аксессуарного циркона [Текст] / И. В. Носырев [и др.]; под ред. В. В. Ляховича.-М.: Наука, 1989. – 203с.
18. *Овчинников Л. Н.* Прогнозирование рудных месторождений [Текст] / Л. Н. Овчинников – М.: Недра, 1992. – 308с.
19. Пат. на корисну модель 60869 Україна, (51) МПК (2011.01), G 01 C 17/00. Спосіб геолого-генетичної інтерпретації геологічної інформації по золоторудних об'єктах докембрійського віку [Текст] / Драгомирецький О. В., Кадурін В. М.; Власник: Одеський нац. ун-т імені І.І. Мечникова. – № у 2011 00174; заяв. 04.01.2011; опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12. – 4с.
20. *Толстой М. І.* Петрографія, аксесорна мінералогія гранітоїдів Українського щита та їх речовинно-петрофізична оцінка [Текст] / М. І. Толстой. [та ін.]. Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2008. – 356с.

21. Ярошук М. А. Савранское золоторудное поле Голованевской гнейсо-гранулитовой зоны Украинского щита [Текст] / М. А. Ярошук, А. В. Вайло; Киев: Государственный научный центр радиогеохимии окружающей среды НАН Украины, 1998. – 65с.
22. Яценко Г. М. Месторождения золота в гнейсовых комплексах докембрия Украинского щита [Текст] / Г. М. Яценко [и др.]. – Киев: Геоинформ, 1998. – 256с.
23. Chown E. N. The geology, geochemistry and genesis of gold deposits [Text] / E. N. Chown, I. Hicks, G. N. Phillips, R. Townend – Rotterdam, 1982. – 305p.
24. Groves D. I. Genetic models for Archean lode-gold deposits in Western Australia [Text] / D. I., Groves, S. E. Ho, N. J. McNaughton, A. G. Mueller, C. S. Perring, M. S. Rock N. and Skwarnecki // *Advances in understanding Precambrian gold deposits.* -1988.-V.2.-№ 12.-P.1-22.
25. Pan Y. Calc-silicate alteration in the Hemlo gold deposit, Ontario: Mineral assemblages, P-T-X constraints and significance [Text] / Y. Pan, M. E. Fleet // *Econ. Geol.* – 1992. – 87, № 4.-P.1104-1120.

REFERENCES

1. Bobrov, O. B., Sivoronov, A. O., Gurskiy, D. S. (2000), *Geological structure and gold content Sorokinska-ya greenstone structure (West Azov region of the Ukrainian Shield) [Geologichna budova ta zolotonosnist Sorokinskoї zelenokam'anoї strukturi (Zakhidne Priazov'ya)]*, Art-pres, Dnepropetrovsk, 148 p.
2. Bobrov O. B. [et al.], (2000), *Mayskoye gold deposit (geology, ore mineral composition, model of formation [Mayske zolotorudne rodovishche (Geologiya, rehovinniy sklad rud, model utvorenniya)]*, Art-pres, Dnepropetrovsk, 166 p.
3. Bielawski V. V. [et al.], (2004), *Geoelectric model of gold deposits of the Ukrainian shield and the Donbass [Geoelektricheskie modeli zolotorudnykh mestorozhdeniy Ukrainського shchita I Donbassa]*, Logos, Kiev, 247p.
4. Gurskiy D. S. [et al.], (2005), *Metallic and nonmetallic minerals of Ukraine. V.1. Metallicminerals [Metallicheskie I nemetallicheskie poleznye iskopaemye Ukrainy. T.1. Metallicheskie poleznye iskopaemye]*, Centre of Europe, Kyiv – Lviv, 2005. 785p.
5. Dragomyretskyy, O. V. (2001), *Gold-bearing formations of the central part of the Ukrainian shield (patterns of distribution, basis of forecasts and searching, evaluation of prospects) [Zolotonosnye formatsii tsentralnoy chasti Ukrainського shchita (zakonomernosti razmeshcheniya, osnovy prognoza i poiskov, otsenka perspektiv)]*, Astroprint, Odessa, 228p.
6. Dragomyretskyy, O. V. (2002), “Mineralogical characteristics and assessment methods in predicting gold Precambrian formations (for example, Ukrainian shield)”, *Mineral resources of Ukraine* [“Mineralogicheskie priznaki i metody ikh otsenki pri prognozirovanii zolotonosnykh formatsiy dokembriya (na primere Ukrainського shchita)”, *Mineralni resursi Ukraini*], № 3, pp.6-11.
7. Dragomyretskyy, O. V. (2005), “On the problem of creation of a system for forecasting the Precambrian gold formations of the Ukrainian shield: methodological and methodical aspects” *Proc. of scientific papers of NMU* [“K voprosu o sozdanii sistemy prognozirovaniya dokembriyskikh zolotorudnykh formatsiy Ukrainського shchita: metodologicheskiy i metodicheskiy aspekty”, *Zb. nauk. prats NGU*], № 23, RVK NGU, Dnipropetrovsk, pp.27-34.
8. Dragomyretskyy, O. V. (2010), “Geological-genetic models and the superposition principle of gold systems (for example, Ukrainian shield)”, *Reports of NAS of Ukraine* [“Geologo-geneticheskie modeli I printsip superpozitsii zolotorudnykh sistem (na primere Ukrainського shchita)”, *Dopovidi NAN Ukraini*], № 8. – pp.120-123.
9. Ukraine Map of gold mineralization (1997), [Karta zolotonosnosti Ukrainy]: Ed. L. S. Galetsky, N. I. Lebed. – 1:1500 000. Geoprognoz, Kiev .
10. Koval, V. B. [et al.], (1997) “Gold deposits of the Ukrainian shield (Ukraine)”, *Geology of Ore Deposits* [“Zolotorudnye mestorozhdeniya Ukrainського shchita (Ukraina)”, *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*], V.39, № 3, pp. 229-246.
11. Kryvtsov, A. I., Yakovlev, P. D., (1991), *Structure of ore fields and deposits, metallogeny and forecast ore content. [Struktury rudnykh poley i mestorozhdeniy, metallogeniya I prognoz rudonosnosti]*, Nedra, Moscow, 383p.
12. *Criteria of forecasting of deposits Ukrainian shield and its surroundings* (1974) [Kriterii prognozirovaniya mestorozhdeniy Ukrainського shchita i ego obramleniya].: Ed. Semenenko N. P., Naukova dumka Kiev., 560p.
13. Lyakhov, Y. V. [et al.], (1995), *Termobarogeochemistry of gold (forecasting, search and evaluation of mineralization) [Termobarogeochemiya zolota (prognozirovanie, poiski i otsenka orudneniya)]*, Sweet, Lviv, 280p.
14. Lyakhov, Y. V. [et al.], (2003), “Criteria of predictive estimate of auriferous territories (theoretical and methodological foundations)”, *Bulletin of Lviv. University, Series Geology* [Kriterii prognoznoi otsinki zolotonosnykh teritoriy (teoretichni ta metodologichni zasadi)”, *Visnik Lviv. un-tu. Seriya geologichna*], V.17, pp.33-42.

15. Lyakhov, Y. V. [et al.], (2004), "Forecast evaluation criteria auriferous territories (theoretical and methodological foundations), Part 2", *Bulletin of Lviv University, Series Geology* ["Kriterii prognoznoi otsinki zolotonosnikh teritoriy (teoretichni ta metodologichni zasadi). Chastina 2", *Visnik Lviv. un-tu. Seriya geologichna*], V.18, pp.3-16.
16. Nosyrev, I. V., (1987), *Methodical recommendations for quantitative-genetic interpretation of the results of the study of accessory minerals*: Prepr. USSR Ministry of Geology, CTE, Mechnikov Odessa State. Univ., USSR, Ministry of Higher Education, [Metodicheskie rekomendatsii po kolichestvenno-geneticheskoy interpretatsii rezultatov izucheniya aktsessornykh mineralov: Prepr. Mingeo USSR, TsTE, Odesskiy gos. un-tim. I. I. Mechnikova Minvuza USSR]; Kiev, 81p.
17. Nosyrev, I. V. [et al.], (1989), *Generational analysis of accessory zircon* [Generatsionnyy analiz aktsessornogo tsirkona], ed. V. V. Lyahovich, Nauka, Moscow, 203 p.
18. Ovchinnikov, L. N., (1992), *Prediction of ore deposits* [Prognozirovaniye rudnykh mestorozhdeniy], Nedra, Moscow, 308p.
19. Patent for useful model 60869 Ukraine (51) IPC (2011.01), G 01 C 17/00. The method of geological-genetic interpretation of geological information on the gold objects Precambrian [Patent nakorisnu model 60869 Ukraïna, (51) MPK (2011.01), G 01 C 17/00. Sposib geologo-genetichnoi interpretatsii geologichnoi informatsii po zolotorudnykh ob'ektakh dokembriyskogo viku]/ Dragomyretsyy O. V., Kadurin V. M; Owner.: MechnikovOdessa National Univ. – № u 2011 00174; stated. 04.01.2011; publ. 25.06.2011, Bull. Number 12. – 4c.
20. Tolstoy, M. I. [et al.], (2008), *Petrography, accessory mineralogy of granitoids of the Ukrainian shield and their material-petrophysical assessment*. [Petrografiya, aktsesorna mineralogiya granitoidiv Ukraïnskogo shchita ta ikh rechovinno-petrofizichna otsinka], PPC "University of Kiev", Kiev, 356p.
21. Yaroshchuk, M. A., (1998), *Savran gold ore field of Golovanevsk gneiss-granulite zone of the Ukrainian shield*, [Savranskoe zolotorudnoe pole Golovanevskoy gneyso-granulitovoy zony Ukraïnskogo shchita], State Research Center of Environmental Radiogeochemistry NAS, Kiev, 65p.
22. Yatsenko, G. M. [et al.], (1998), *Gold deposit in the Precambrian gneiss complexes of the Ukrainian shield* [Mestorozhdeniya zolota v gneysovykh kompleksakh dokembriya Ukraïnskogo shchita], Geoinform, Kiev, 256p.
23. Chown, E. N., [et al.], (1982), *The geology, geochemistry and genesis of gold deposits*, Rotterdam, 305p.
24. Groves, D. I. [et al.], (1988), "Genetic models for Archean lode-gold deposits in Western Australia". *Advances in understanding Precambrian gold deposits*. V.2.-№ 12. pp. 1-22.
25. Pan, Y., Fleet, M. E. (1992), "Calc-silicate alteration in the Hemlo gold deposit, Ontario: Mineral assemblages, P-T-X constraints and significance", *Econ. Geol.*, 87, № 4. pp. 1104-1120.

Надійшла 27.06.2014

О. В. Драгомирецький, канд. геол.-мін. наук, доцент
кафедра інженерної геології і гідрогеології
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна
avdr@ukr.net

СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗОЛОТОГО ЗРУДЕНІННЯ В ДОКЕМБРІЙСЬКИХ КОМПЛЕКСАХ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

Резюме

На основі системного та модельного підходу дана характеристика та оцінка складових частин системи прогнозування промислового золотого зруденіння в докембрійських комплексах Українського щита. Як базові категорії прогнозу пропонуються "чинники", "ознаки" і "критерії", які відображаються у вигляді двох блоків інформації – картографічного і прогнозно-пошукового.

Ключові слова: Український щит, докембрійські комплекси, золоте зруденіння, система прогнозування.

O. V. Dragomyretskyy, Phd geology, associate professor
Odessa I. I. Mechnikov National University,
Dvorianskaya St., 2, Odessa, 65082, Ukraine
avdr@ukr.net

THE FORECASTING SYSTEM OF GOLD MINERALIZATION IN PRECAMBRIAN COMPLEXES OF UKRAINIAN SHIELD

Abstract

Purpose. The goal of this paper is to characterize and evaluate the components of the forecasting system of gold mineralization in Precambrian complexes of the Ukrainian shield based on the systemic and the model approach.

Methodology. This paper is based on the materials of the previous forecast studies, including the work of the author, and the results of analysis, interpretation and quantification of the main factors, signs and criteria for gold mineralization.

Finding. As the basis of an optimal system of forecasting industrial of gold mineralization in the Precambrian Ukrainian Shield “factors”, “signs” and “criteria” are proposed as the basic categories of the forecast of ore-bearing geological structures. The middle-scale level of prognosis is offered for this purpose, ie at the level of ore districts and fields.

To decipher the formation of gold objects we propose a method of geological-genetic interpretation of geological information on these ones. At first it involves the construction of simple geological and genetic models, and then their superposition to form complex models of gold-ore systems as a basis for forecasting real gold objects.

The prognosis system involves first creation of middle-scale maps displaying paleolithologic, regional-metamorphic and magmatogenic-ultrametamorphogenous geological factors. Then on the basis of forecast maps performed retrieval evaluation with an analysis of prognosis criteria and search features with distinguishing perspective areas.

Results. On the basis of the system and the characteristic of the model approach and evaluation components of the prognosis industrial gold mineralization system in Precambrian complexes of the Ukrainian Shield, which are displayed in the form of two pieces of information – mapping and prognosis-search.