

**А. В. Драгомирецкий**, канд. геол.-мин. наук, доцент  
Кафедра инженерной геологии и гидрогеологии,  
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
Шампанский пер., 2, Одесса, 65058, Украина

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ЗОЛОТОНОСНОСТИ И ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ЗОЛОТА ПРИ РЕГИОНАЛЬНОМ МЕТАМОРФИЗМЕ (НА ПРИМЕРЕ УКРАИНСКОГО ЩИТА)

Представлены результаты оценки основных геохимических признаков золотоносности в некоторых регионально-метаморфизованных комплексах мира и УЩ. Они показали, что повышенная золотоносность этих комплексов связана, в первую очередь, с ортопородами основного состава, метаморфизованными в условиях зеленосланцевой и амфиболитовой фации, а также с окварцованными филлитами и породами железисто-кремнистой формации. Факторный анализ по этим признакам позволил установить, что существуют два важнейших фактора формирования метаморфизованных толщ УЩ в связи с их золотоносностью, которые определяются их палеолитологическим составом, сформированным в различных обстановках — в условиях сжатия на коллизиионном этапе и в условиях рифтогенеза. С первым фактором связано перераспределение и локальное накопление золота в кератофирировых и метабазитовых формациях. Со вторым фактором — накопление первичных концентраций золота и когерентных химических элементов при формировании железисто-кремнистых формаций и ультрабазитов.

**Ключевые слова:** золотоносность, геохимические признаки, количественная оценка, регионально-метаморфизованные комплексы.

### Введение

При оценке метаморфогенного фактора исследователи прежде всего сталкиваются с процессами развития регионального метаморфизма, проявившихся в архей-протерозое и имевших «прогрессивную» направленность. Его роль в процессах перераспределения и накопления золота широко известна [2–12].

Архейский цикл регионального метаморфизма УЩ характеризовался широким проявлением гранулитовой фации и связан с неповторимым процессом корообразования на ранних этапах развития Земли. Протерозойский цикл замечателен широким формированием ультраметаморфогенных гранитоидов по метавулканогенно-терригенному субстрату, завершающих его развитие.

Субстратом метаморфических образований высоких фаций являлись существенно базитовая и осадочная архейская кора. В осадочном субстрате присутствовали хемогенные, хемогенно-терригенные и терригенные образования пестрого литологического состава. В результате осадочной дифференциации произошла концентрация и разделение отдельных химических

петрогенных (кремний, кальций, магний, углерод) и рудных (железо, марганец, золото и другие) элементов, минералы которых подверглись метаморфизму с незначительными перемещениями. Таким образом, возникшие проявления золота относятся к метаморфизованному типу.

Прогрессивный метаморфизм охватывал жесткие консолидированные породы архея и новообразованные осадочные толщи раннего протерозоя. В этот период проявилась более активная метаморфогенная миграция компонентов. На периферии фронта метаморфогенных флюидов образовывались зеленосланцевые толщи и параллельно с ними прогрессивные метасоматиты гидротермального типа, формирующие зоны мощных безрудных кварцевых, кварц-эпидотовых и кварц-микроклиновых жил с убогой сульфидной минерализацией. Глубже при более высоких РТ-параметрах происходила перекристаллизация субстрата в условиях амфиболитовой фации с возникновением кристаллосланцев и биотитовых гнейсов и формирование прогрессивных метасоматитов с турмалином, клинопироксеном, шпинелью, особенно на участках пород разного химического состава и различной компетенции. В зоне гранулитовой фации формировались продукты высоких РТ-параметров (существенно пироксеновые, дупироксеновые, магнетит-гранат-пироксеновые, гранатовые и другие гнейсы).

По данным исследователей (Белевцев, 1979; Щека, 1972), содержание большинства рудных компонентов, в том числе и золота, с возрастанием степени метаморфизма существенно понижалось (до 75 % от первоначального), что связано с выносом их из зон высокотемпературного метаморфизма. Это подтверждается и другими авторами [1,3], пришедшими к выводу о том, что часть золота, мышьяка, ртути, серебра и некоторых других компонентов выносятся углекислотно-водными растворами уже на зеленосланцевой стадии регионального метаморфизма.

Цель работы — проанализировать и количественно оценить роль ведущих геохимических признаков (средние содержания золота, отношения некоторых когерентных и некогерентных элементов и их сумм, концентрации серы и метана как важнейших компонентов золоторудного процесса), и связанных с ними особенностей поведения золота при процессах регионального метаморфизма на примере регионально-метаморфизованных формаций мира и УЩ.

### **Фактический материал и методы исследований**

Для оценки и анализа геохимических признаков золотоносности продуктов метаморфизма были оценены и проанализированы средние содержания золота в метаморфических комплексах мира и УЩ. Кроме того, выполнены расчеты соотношений некоторых когерентных и некогерентных элементов Zn/Pb, Cu/Mo, а также соотношений их аддитивных значений для различных метаморфогенных формаций центральной части УЩ (Таблица). Представляется, что их повышенные значения должны быть связаны с метавулканитами основного состава, а более низкие — с парапорадами. В таблице наряду с концентрациями золота приведены некоторые

данные по содержанию серы и метана как одного из важных восстановителей золота. На основе 6 геохимических параметров (концентрации золота, серы, метана и отношения когерентных и некогерентных элементов) по основным метаморфогенным формациям Криворожья и зеленокаменных поясов Среднего Приднепровья автором выполнен факторный анализ с использованием метода главных компонент.

### **Анализ и обсуждение результатов**

Для анализа и оценки геохимических признаков золотоносности продуктов метаморфизма в пределах УЩ, в первую очередь, необходимо проанализировать средние содержания золота в тех или иных метаморфических комплексах. Так, по данным Р.Бойля [13], повышенная золотоносность характерна для пород железисто-кремнистой формации (мартит-магнетитовых руд, железистых кварцитов, джаспероидов) и амфиболитов крупных золоторудных районов мира (Канадский щит, Австралийская и Бразильская платформы, Южная Африка и др.). По его мнению, именно докембрийские и палеозойские толщи железисто-кремнистой формации, подвергшиеся интенсивной переработке гидротермами, явились источниками рудного вещества многих золоторудных месторождений Канады. Содержания золота в зеленых сланцах, амфиболитах и эклогитах также колеблются в высоких пределах — 36–186 мг/т (по данным соответственно 1969, 425 и 103 анализов), а в отдельных образцах достигают 600 мг/т. Именно в зеленосланцевых и амфиболитовых поясах докембрия расположен ряд крупнейших месторождений (пояса Барбертон, Калгурли или Джайнет-Йеллоунайф). И. Я. Некрасов и В. А. Нарсеев считают [14,15], что среди метаморфических пород наибольшие пороговые концентрации золота характерны для зеленосланцевых комплексов — от 0,5 до 89,7 мг/т, а кларк золота для ортоамфиболитов составляет 6,4 мг/т. Таким образом, повышенные кларковые содержания золота в зеленосланцевых толщах сомнений не вызывают. Вместе с тем в указанных провинциях исходные зеленокаменные породы основного состава содержат 6–8 мг/т золота, а в зонах выщелачивания его концентрация в них значительно падает — до 0,2–0,7 мг/т. Таким образом, при интенсивной переработке зеленокаменных пород в зонах циркуляции горячих растворов вполне возможна мобилизация золота для последующего формирования крупных месторождений.

Для метаморфических пород УЩ данные по содержаниям золота весьма ограничены и представлены, в основном, фрагментарно по отдельным районам. Их сопоставление с известными средними значениями по докембрийским регионам мира показало следующее. Во-первых, обращает на себя внимание крайняя неравномерность распределения концентраций золота в разных типах метаморфических пород. Во-вторых, такая неравномерность распределения определяет разные значения средних содержаний золота в близких по составу породах, что свидетельствует о несопоставимости данных даже в пределах одной провинции. Установлено, что для мета-

морфогенных образований в пределах золоторудных проявлений средние концентрации золота всегда выше, чем в безрудных структурах (например, Березковская структура в Побужье). В-третьих, средние содержания золота в ортоамфиболитах и ортосланцах всегда выше, чем в парапородах. В-четвертых, указанная неравномерность распределения средних содержания золота свидетельствует о влиянии еще одного параметра, а именно разной удаленности той или иной точки опробования от источника рудоносных флюидов или источника рудогенерации. При этом повышенные концентрации золота характерны, в основном, для метаморфизованных и метаморфических образований УЩ орторяда (амфиболиты, амфиболовые метасоматиты, окварцованные филлиты и др. зеленосланцевые толщи, редко — парагнейсы — Савранское проявление), расположенных в пределах золоторудных объектов. Для высоко метаморфизованных пород гранулитовой фации эти значения не превышают кларковых концентраций с некоторым их возрастанием в отдельных петротипах орторяда (некоторые эндробиты, кристаллосланцы, амфиболиты Побужского комплекса). Гидротермалиты Капустянского проявления (Побужье) по концентрации золота вполне отвечают практически безрудным «прогрессивным» метасоматитам гидротермального типа.

Для некоторых метаморфогенных формаций отдельных районов центральной части УЩ (кератофировая алюмосиликатная и метабазитовая — Сурский район, терригенная и метабазитовая — Верховцевский район) характерны повышенные средние значения концентраций золота. Ранее разными методами палеолитологических реконструкций нами было установлено [18], что основные супракрустальные толщи УЩ сложены вулканогенно-осадочными слабосортированными породами с большой долей вулканогенного материала существенно основного состава.

Таким образом, повышенная золотоносность метаморфогенных формаций УЩ связана, в первую очередь, с ортопородами основного состава метаморфизованными в условиях зеленосланцевой и амфиболитовой фации, а также с окварцованными филлитами и породами железисто-кремнистой формации.

**Особенности поведения золота.** Геохимические особенности золота свидетельствуют о высокой избирательной способности элемента выноситься или накапливаться при малейшем изменении физико-химических параметров метаморфизма. Так, его летучесть значительно возрастает в восстановительной обстановке в присутствии примесей Cu, Pb, Bi, As, Hg, Sb, Zn, Fe [22]. Уже в условиях зеленосланцевой фации содержание золота в растворах может достигать значительных концентраций (более 20 г.м<sup>3</sup> раствора) [23].

Некоторые исследователи [3] отмечают неодинаковое распределение золота в породах даже одной фации, что обусловлено различной подвижностью разных форм золота в исходных породах и минералах. Более подвижное тонкодисперсное золото уже при средних значениях Р и Т регионального метаморфизма могло активно перераспределяться и отторгаться метаморфогенными растворами. В то же время основная доля металла

в породах в виде малоподвижного атомарно и молекулярно рассеянного золота в структурах минералов с трудом извлекалась или не извлекалась вовсе этими растворами. По мере возрастания P-T параметров увеличение значительных количеств подвижных форм золота в метаморфогенных флюидах приводит к существенному его выносу из метаморфических пород (особенно сульфидизированных), что подтверждают и экспериментальные данные [6]. Таким образом, уже в условиях зеленосланцевой фации регионального метаморфизма подвижное золото может активно перемещаться и концентрироваться в поровых растворах.

В условиях амфиболитовой фации при возрастании P-T параметров и концентрации CO<sub>2</sub> малоподвижное атомарно и молекулярно рассеянное в структурах минералов золото извлекается флюидами и поступает в раствор.

В условиях гранулитовой фации, на фоне выноса многих рудных компонентов, растворимость золота значительно возрастает, при этом выносятся практически все золото, в том числе и малоподвижное. В этих условиях золото в основном находится в атомарном состоянии, оно не концентрируется и уходит с остальными флюидами в ультраметаморфогенный расплав в область низких давлений. Поэтому гранулитовые толщи обеднены золотом.

Для анализа и оценки геохимических особенностей автором были выполнены расчеты соотношений некоторых когерентных и некогерентных элементов Zn/Pb, Cu/Mo, а также соотношений их аддитивных значений для различных метаморфогенных формаций центральной части УЩ (таблица). Представляется, что их повышенные значения должны быть связаны с метавулканитами основного состава, а более низкие — с парапородами. В таблице наряду с концентрациями золота приведены некоторые данные по содержанию серы и метана как одного из важных восстановителей золота.

Отношение Zn/Pb. Концентрации этих элементов в метаморфогенных комплексах УЩ детально изучались Н. П. Семененко [19]. На начальных стадиях метаморфизма цинк остается слабо подвижным компонентом. При переходе от амфиболитовой к гранулитовой фации он становится весьма подвижным и захватывается порообразующими минералами (амфиболами и слюдами) после пикового ультраметаморфизма на регрессивном этапе.

На начальном этапе поведение свинца при кристаллизации метаморфогенных пород близко к поведению цинка. На прогрессивном этапе при переходе амфиболитовой фации в гранулитовую свинец становится весьма подвижным и выносится в зоны более низких P-T-параметров, где может концентрироваться в виде галенита в безрудных прогрессивных метасоматитах.

Анализ Zn/Pb для метаморфогенных формаций показал, что наиболее высокие его значения характерны для железистых роговиков и образований железисто-кремнистой формации, а также для ультрабазитов изученных районов.

Таблица

**Геохимические параметры ведущих метаморфогенных формаций некоторых районов УЩ**

Район (комплекс, петротип)	Концентрации			Zn/Pb****	Cu/Mo****	Ni+Co+Cr+V+ +Mn+Cu/Ti+Pb+ +Zr+TR+Th+U****
	Au, мг/т	S, %	CH <sub>4</sub> , см <sup>3</sup> /г			
1	2	3	4	5	6	7
<b>Различные районы УЩ</b>						
Кварциты, аркозы, кварцито-песчаники	–	–	–	1,9	–	0,58
Сланцы	–	–	–	4,6	–	0,55
Парагнейсы	–	–	–	3,8	–	0,34
Железистые роговики	–	–	–	16,8	–	3,66
Амфиболиты	–	–	–	16,7	–	0,56
Среднее по А. П. Ви- ноградову				8,3		
<b>Кератофировая алюмосиликатная формация (средние и кислые ортопороды отдельных районов центральной части УЩ)***</b>						
Белозерский	3	0,046	0,011	19	40	0,57
Конкский	3	0,194	0,022	9	150	0,63
Верховцевский	–	0,585	–	10	70	0,65
Чертомлыкско-Соле- новский	–	0,095	–	14	37	0,22
Сурский	56	0,54	–	5,5	32	0,48
Среднее по районам		0,392	0,017			
<b>Терригенная формация (отдельные районы центральной части УЩ)***</b>						
Верховцевский	50	1,093	0,027	13	58	0,65
<b>Метабазитовая формация (отдельные районы центральной части УЩ)***</b>						
Белозерский	3	0,22	0,014	13	250	1,23
Конкский	6	0,165	0,014	17	140	0,53
Криворожский	10	0,03	–	8	3,5	0,64
Верховцевский	30	0,23	0,006	27	92	0,46
Чертомлыкско-Соле- новский	–	0,14	–	21	108	0,36
Сурский	62	0,015	0,035	19	88	0,97
Среднее по районам		0,15	0,017			
<b>Ультрабазитовая формация (отдельные районы центральной части УЩ)***</b>						
Белозерский	–	0,105	0,028	200	10	4,06
Конкский	5	0,155	0,057	80	30	2,66
Верховцевский	9	0,13	0,003	42,5	4	6,72
Чертомлыкско-Соле- новский	–	0,12	–	120	70	2,76
Сурский	7	0,45	0,056	10	–	10,72
Среднее по районам		0,19	0,04			
<b>Железисто-кремнистая формация (отдельные районы центральной части УЩ)***</b>						
Белозерский	–	0,209	–	65	10	2,38
Конкский	–	0,567	–	–	210	3,46
Криворожский	10	0,535	0,695	4,2	12,5	3,81
Верховцевский	–	0,11	0,005	125	–	5,83
Сурский	1,4	0,9	0,687	60	377	1,52
Среднее по районам		0,46	0,35			

Окончание табл.

Район (комплекс, петротип)	Концентрации			Zn/Pb****	Cu/Mo****	Ni+Co+Cr+V+ +Mn+Cu/Ti+Pb+ +Zr+TR+Th+U****
	Au, мг/т	S, %	CH <sub>4</sub> , см <sup>3</sup> /г			
1	2	3	4	5	6	7
Среднее для эвгеосинклиналей УЩ (по Н. П. Семененко, 1985)		0,349	0,115	5–11	5–30	

Примечание. По первичным данным: \* — Р. Я. Белевцева и др. [20], \*\* — Б. А. Горлицкого [21], \*\*\* — Н. П. Семененко и др. [16,17], \*\*\*\* — расчеты автора. Для Au приведены средние значения. Прочерк — нет данных.

Отношение Cu/Mo. Впервые это отношение для метаморфизованных осадочно-вулканогенных комплексов УЩ было рассчитано Н. П. Семененко [19]. В процессах формирования метаморфических толщ эти элементы достаточно резко отличаются по своим кристаллохимическим особенностям. Медь относится к халькофильным элементам и по химическим свойствам относится к самородным металлам, как и золото. Об этом также свидетельствует и величина атомного радиуса меди, весьма близкая к атомному радиусу Fe, Ni, Co. На стадии зеленых сланцев медь ведет себя как инертный компонент и переходит в подвижное состояние вместе с кобальтом и никелем на более высокой — амфиболитовой стадии.

Молибден является более инертным компонентом в условиях зеленосланцевой и амфиболитовой фаций на этапе прогрессивного метаморфизма и только при переходе к гранулитовой фации становится вполне подвижным. При этом он может концентрироваться в аксессуарных минералах титана (ильмените, сфене) и более всего молибдена (молибдените). Основная же масса молибдена рассеивается в полевых шпатах.

Высокие значения Cu/Mo (до 377) характерны для пород метабазитовой и железисто-кремнистой формаций ЗКС Приднепровья УЩ. Следует отметить, что значения Cu/Mo в целом для метаморфогенных формаций этих структур значительно превышают их средние значения для эвгеосинклиналей УЩ, полученные Н. П. Семененко (1985).

Анализ отношений сумм когерентных и некогерентных элементов показал, что наиболее высокие значения этого параметра характерны для железисто-кремнистой и ультрабазитовой формации центральной части щита, а наименьшие значения свойственны породам кератофировой алюмосиликатной формации.

Факторный анализ по 6 параметрам (концентрации золота, серы, металла, отношения когерентных и некогерентных элементов и их сумм) по основным метаморфогенным формациям Криворожья и зеленокаменных поясов Среднего Приднепровья показал (рис. 1), что важнейшими факторами формирования и золотоносности метаморфизованных толщ УЩ является их палеолитологический состав, сформированный в различных обстановках. С первым фактором, характеризующим субконтинентальный режим в условиях сжатия на коллизионном этапе, связано формирование керато-

фировой и метабазитовой формаций. В этих формациях при метаморфизме отмечается перераспределение и локальное накопление золота, а также его ассоциированность с формационной серой (коэфф. корреляции +0,42). Со вторым фактором, характеризующим субаквальный режим в условиях рифтогенеза, связано формирование первичных железисто-кремнистых формаций и ультрабазитов с высоким содержанием золота и когерентных химических элементов.

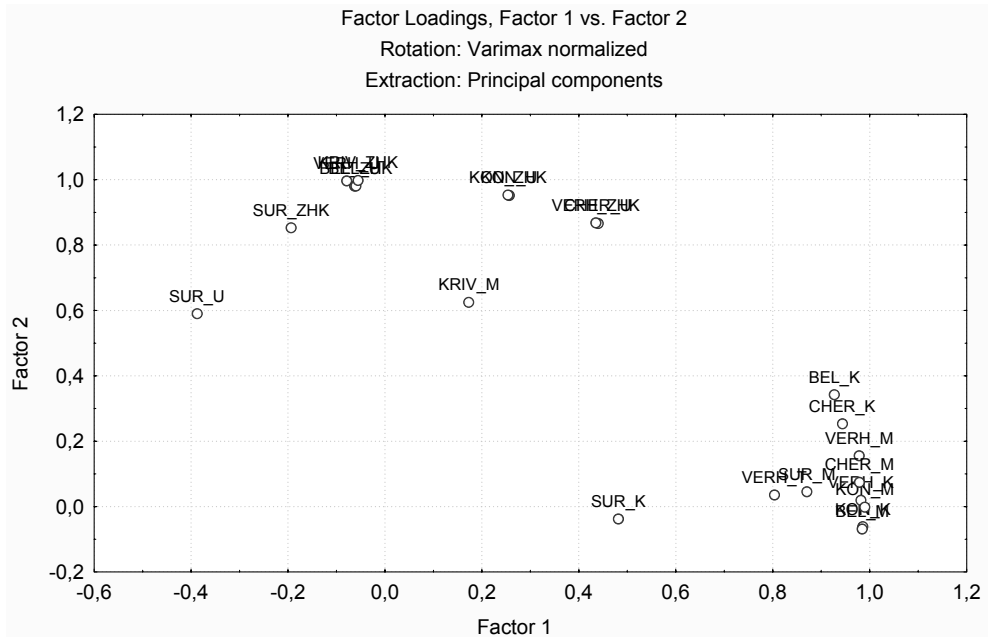


Рис. 1. Результаты факторного анализа (по 6 геохимическим параметрам) для метаморфогенных формаций центральной части УЩ

Таким образом, первичный золоторудный потенциал центральной части УЩ формировался в связи с двумя главными факторами: а) образованием в субаквальных условиях рифтогенеза железисто-кремнистых осадков и ультрабазитов, б) образованием в субконтинентальных коллизионных условиях сжатия кератофировых и метабазитовых толщ. Процессы метаморфизма усилили первоначальные различия и сделали толщи более контрастными в петрохимическом отношении.

## Выводы

Анализ фактического материала показал, что повышенная золотоносность метаморфогенных формаций УЩ связана, в первую очередь, с ортопородами и их продуктами основного состава, метаморфизованными в условиях зеленосланцевой и амфиболитовой фации, а также с окварцованными филлитами и породами железисто-кремнистой формации.



Высокие значения  $Cu/Mo$  и отношений сумм когерентных и некогерентных элементов характерны для пород ультрабазитовой, metabазитовой и железисто-кремнистой формаций ЗКС Приднепровья УЩ.

Процессы регионального метаморфизма существенно не повлияли на изменение фоновых содержаний золота в зонах метаморфизма. В условиях постепенного возрастания  $P-T$  параметров и концентрации  $CO_2$  от зеленосланцевой к амфиболитовой фации, сначала подвижные формы, а затем малоподвижное атомарно и молекулярно рассеянное золото, извлекались флюидами и поступали в поровые растворы, что подтверждается экспериментальными данными.

В условиях гранулитовой фации растворимость золота значительно возрастает. Находясь в атомарном состоянии, оно не концентрируется и уходит с остальными флюидами в ультраметаморфогенный расплав, что приводит к обеднению золотом гранулитовых толщ.

На основе факторного анализа установлено, что важнейшими факторами формирования и золотоносности метаморфизованных толщ УЩ является их палеолитологический состав, сформированный в различных обстановках. Последующие процессы метаморфизма привели к более контрастным петрохимическим отличиям изначально различных толщ. С первым фактором, характеризующим субконтинентальный режим в условиях сжатия на коллизионном этапе, связано формирование кератофировой и metabазитовой формаций, где при метаморфизме отмечается перераспределение, локальное накопление золота и его ассоциированность с формационной серой. Со вторым фактором, характеризующим субаквальный режим в условиях рифтогенеза, связано формирование первичных железисто-кремнистых формаций и ультрабазитов с высоким содержанием золота и когерентных химических элементов.

## Литература

1. Белевцев Я. Н. Метаморфогенное рудообразование. — М.: Недра, 1979. — 275 с.
2. Белевцев Я. Н. Природа концентраций золота в метаморфических породах докембрия Украинского щита // Геол. журн. — 1992. — № 4. — С. 22–24.
3. Бурак В. А. Метаморфизм и рудообразование. — М.: Недра, 1982. — 256 с.
4. Кулиш Е. А. Главные черты эволюции метаморфогенного золотого оруденения // Геол. журн. — 1993. — № 5. — С. 16–26.
5. Блюман Б. А. Геохимия регионального метаморфизма и гидротермально-метасоматических изменений черносланцевых толщ (юго-восточная Тува, Сангилен) // Геохимия. — 1983. — № 1. — С. 140–146.
6. Бовин Ю. П., Сазонов А. М. Особенности геохимии золота при полиметаморфизме архейского гранулитового комплекса // ДАН СССР. — 1988. — Т. 299. — № 2. — С. 445–448.
7. Гельман М. Л. О роли регионального метаморфизма в золотом оруденении северо-востока СССР // ДАН СССР. — 1976. — Т. 230, № 6. — С. 1406–1409.
8. Жданов В. В., Малкова Т. П. Железорудные месторождения зон региональной базификации (петрология и вопросы генезиса). — Л.: Недра, 1974. — 198 с.
9. Забияка И. Д., Забияка А. И., Верниковский В. А., Коробейников А. Ф. Роль регионального метаморфизма в концентрации золота в докембрийских породах Таймыра // ДАН СССР. — 1983. — Т. 269, № 6. — С. 1430–1433.

10. Комаров А. Н., Вербицкий В. Н. Металлогения регрессивного этапа процессов ультраметаморфизма // Металлогения докембрия и метаморфогенное рудообразование. — К.: Наук. думка. — 1993. — С. 158–164.
11. *Миграция вещества в зонах метаморфизма.* — М.: Недра, 1983. — 123 с.
12. Хорева Б. Я. Критерии расчленения и генезис метаморфических и гранитоидных ультраметаморфических комплексов. — Л.: Недра, 1978. — 214 с.
13. Boyle R. W. Geochemistry of gold and its deposition. — Ottawa. — 1979. — 584p.
14. Некрасов И. Я. Геохимия, минералогия и генезис золоторудных месторождений. — М.: Наука, 1991. — 302 с.
15. Нарсеев В. А. Промышленная геология золота. — М.: Научный мир, 1996. — 243 с.
16. *Железисто-кремнистые формации Украинского щита.* Т. I. Докембрий I, II / Под ред. Н. П. Семененко. — К.: Наук. Думка, 1978. — 328 с.
17. *Железисто-кремнистые формации Украинского щита.* Т. II. Докембрий III / Под. ред. Н. П. Семененко. — К.: Наук. Думка, 1978. — 367 с.
18. Драгомирецкий А. В. Литологические особенности золотосодержащих отложений докембрия (на примере Украинского щита) // Литология и полезн. ископ. — 2004. — № 2. — С. 173–184.
19. Семененко Н. П. Геохимия осадочно-вулканогенных формаций Украинского щита (центральная часть). — К.: Наук. думка, 1985. — 144 с.
20. *Гранулитовая фация Украинского щита* / Белевцев Р. Я., Яковлев Б. Г. и др. — К.: Наук. думка, 1985. — 220 с.
21. Горлицкий Б. А. Распределение малых элементов и проблемы металлогении осадочно-вулканогенных формаций докембрия Украинского щита. — К.: Наук. думка, 1970. — 163 с.
22. Петровская Н. В. Самородное золото. Общая характеристика, типоморфизм, вопросы генезиса. — М.: Наука, 1973. — 347 с.
23. Коптев-Дворников В. С., Руб М. Г. Проблема металлогенической специализации магматических комплексов // Металлогения и магматизм Тянь-Шаня. — Фрунзе: Илим, 1967. — С. 77–79.

**О. В. Драгомирецький**

Кафедра інженерної геології і гідрогеології,  
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
Шампанський пров., 2, Одеса, 65058, Україна

**ГЕОХІМІЧНІ ОЗНАКИ ЗОЛОТОНОСНОСТІ ТА ОСОБЛИВОСТІ  
ПОВЕДІНКИ ЗОЛОТА ЗА УМОВ РЕГІОНАЛЬНОГО МЕТАМОРФІЗМУ  
(НА ПРИКЛАДІ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА)**

**Резюме**

Наведені результати оцінки основних геохімічних ознак золотоносності у деяких регіонально-метаморфізованих комплексах світу та УЩ. Вони показали, що підвищена золотоносність цих комплексів пов'язана, в першу чергу, з ортопородами основного складу, метаморфізованими в умовах зеленосланцьової та амфіболітової фацій, а також з окварцьованими філітами і породами залізисто-кременистої формації. Факторний аналіз за цими ознаками дозволив встановити, що існують два найважливіших фактори формування метаморфізованих верств УЩ у зв'язку з їх золотоносністю, які визначаються їхнім палеолітологічним складом, сформованим у різних генетичних умовах — в умовах на колізійному етапі і в умовах рифтогенезу. З першим фактором пов'язані перерозподіл і локальне накопичення золота у кератофіровій і метабазитовій формаціях. З другим фактором — накопичення первинних концентрацій золота і когерентних хімічних елементів під час формування залізисто-кременистих формацій та ультрабазитів.

**Ключові слова:** золотоносність, геохімічні ознаки, кількісна оцінка, регіонально-метаморфізовані комплекси.

**O. V. Dragomyretsky**

Department of Engineering geology and Hydrogeology,  
Mechnikov Odessa National University,  
Shampansky per., 2, Odessa, 65058, Ukraine

**GEOCHEMICAL SIGNS OF CONCENTRATION AND FEATURES  
BEHAVIOUR OF GOLD AT REGIONAL METAMORPHISM  
(ON THE EXAMPLE OF THE UKRAINIAN SHIELD)**

**Summary**

The paper contains the results of valuation of the basic geochemical characteristics of gold concentration in some regional-metamorphogenic complexes of the world and Ukrainian shield. According to these results it turns out that an increased concentration of gold in that places first of all depends on orthorocks of basic composition, which had been metamorphic in conditions of greenschist and amphibolitic facies, as well as with quartz phyllites and breccias of an iron-siliceous formation. The factor analysis that is based on geochemical characteristics has helped to find that there are two major factors of metamorphic thicknesses formation on Ukrainian shield and due to their gold concentration, which are defined by their paleolithologic composition that has been formed in different conditions — such as in conditions of compression at a collision stage and in conditions of rift-valley zone. With the first factor are connected redistribution and local accumulation of gold in keratophyres and metabasic formations. With the second factor is connected shows a high accumulation of initial concentration of gold and coherent chemical elements at forming primary iron-siliceous formations and ultrabasic rocks.

**Key words:** concentration of gold, geochemical signs, a quantitative assessment, regional-metamorphic complexes.