

УДК 551.71/.72: 552.5:552.23 (477.63)

**В.В. Покалюк<sup>1</sup>**, канд. геол.-мин. наук, старш. научн. сотр.,  
**В.В. Сукач<sup>2</sup>**, канд. геол. наук

1 – Государственное учреждение „Институт геохимии окружающей среды НАН Украины“, г.Киев, Украина, e-mail: pvskan@ukr.net  
2 – Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П.Семеновко НАН Украины, г.Киев, Украина, e-mail: svital@ukr.net

## СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ В РАННЕМ ДОКЕМБРИИ КРИВОРОЖСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО БАСЕЙНА: ЛИТОХИМИЧЕСКИЕ ТИПЫ И MINLITH-НОРМАТИВНЫЙ СОСТАВ МЕТАОСАДКОВ

**V.V. Pokalyuk<sup>1</sup>**, Cand. Sci. (Geol.), Senior Research Fellow  
**V.V. Sukach<sup>2</sup>**, Cand. Sci. (Geol.)

1 – State Institution “Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, e-mail: pvskan@ukr.net  
2 – M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, e-mail: svital@ukr.net

## EARLY PRECAMBRIAN SEDIMENTOGENESIS OF KRIVROY ROG IRON-ORE BASIN: LITHOCHEMICAL TYPES AND MINLITH-STANDARD MINERAL COMPOSITION OF METASEDIMENTS

**Цель.** Выяснение палеогеографических и палеогеодинамических особенностей седиментогенеза архей-палеопротерозойских метаморфизованных осадочных породных комплексов Криворожского железорудного бассейна (КЖБ) Украинского щита (УЩ) на основе литохимических данных и пересчетов.

**Методика.** Использован метод иерархического кластерного анализа для типизации и систематизации литохимических данных по метаседиментогенным стратонам КЖБ. Пересчет валового химического состава метаморфизованных осадочных пород на их вероятный исходный минеральный состав выполнен с помощью алгоритма MINLITH (Rosen et al., 2004).

**Результаты.** В результате статистической обработки банка петрохимических данных определены главные литохимические типы (литохемотипы) метаосадочных пород КЖБ, которые систематизированы по конкретным стратонам в метаосадочные петрохимические тренды (серии). Реконструирован исходный минеральный состав метаосадочных пород методом Розена О.М. „MINLITH“. Петрохимические пересчеты позволили уточнить общегеологические представления о типах осадочного литогенеза на протяжении мезоархей-палеопротерозойской истории формирования бассейна.

**Научная новизна.** Определены новые, а также дополнены и детализированы уже известные литохимические типы метаосадков Криворожского бассейна. Получены дополнительные сведения о вероятном исходном минеральном составе метаседиментогенных пород.

**Практическая значимость.** Проведенные исследования способствуют совершенствованию общей систематики метаморфических пород Криворожского железорудного бассейна, что актуально при проведении геолого-съемочных и поисково-разведочных работ, решении вопросов межрегиональной корреляции метаморфизованных стратифицированных комплексов.

**Ключевые слова:** осадочный литогенез, ранний докембрий, Криворожский железорудный бассейн, литохимические типы осадков, MINLITH-нормативный минеральный состав

**Постановка проблемы.** Палеоклиматические, палеофациальные и палеотектонические реконструкции имеют определяющее значение для установления зако-

номерностей образования и размещения разнообразного минерально-сырьевого потенциала в докембрийских комплексах.

Несмотря на многолетний опыт научных исследований и промышленного освоения метаморфизованных

осадочных комплексов Криворожского железорудного бассейна (КЖБ), не достигнуто единого мнения об условиях их седиментогенеза. Предполагаемым геодинамическим режимам (геосинклинальному, платформенному, рифтогенному, орогенному, субдукционному) отводится неоднозначная роль в процессах формирования как конкретных свит КЖБ, так и всего разреза в целом. Это определяет многообразие трактовок палеофациальных условий накопления: континентальных, бассейновых, мелководных, глубоководных и т.п. Совпадение взглядов фиксируется только в отношении значительной роли гумидных условий породообразования в раннем докембрии КЖБ. Вместе с тем, роль других климатических типов литогенеза и палеогеографические особенности формирования конкретных стратонтов остаются дискуссионными. При решении данной проблемы весьма актуальны петрохимические (литохимические) исследования, поскольку наиболее общей категорией петрохимической типизации осадочных пород выступает степень выветривания (гидролиза) материнских пород на водосборах, определяемая, прежде всего, климатическими и тектоническими факторами.

**Объект исследований** – метаосадочные породы и породные комплексы КЖБ, стратиграфический разрез которого складывается следующими стратонами (снизу вверх): 1 – латовская метатерригенная толща (свита) – метагравелиты, метапесчаники (мощность до 100м); 2 – новокриворожская метавулканогенная свита – метавулканиды основного и переходного к среднему составу, редкие прослои метапесчаников и вулканогенных сланцев (мощность до 1500м); 3 – скелеватская метатерригенная свита – метаконгломераты, метагравелиты, метапесчаники, метааллевролиты; в верхах прослои ультраосновных метавулканидов (мощность до 500м); 4 – саксаганская метатерригенно-хемогенная (продуктивная железорудная) свита – железистые кварциты и сланцы (мощность до 1400м); 5 – гданцевская метакхемогенно-терригенная свита – метапесчаники, углистые сланцы, метадоломиты, железистые кварциты (мощность до 1100м); 6 – глееватская метатерригенная свита – метапесчаники, метаконгломераты, метааллевролиты, редкие прослои метадоломитов (мощность до 1700м).

В целом разрез разделяется на два структурно-вещественных комплекса наиболее крупного ранга – нижний, существенно метавулканогенный, датированный мезоархеем (латовская толща и новокриворожская свита) [1], и верхний, существенно метаосадочный (скелеватская, саксаганская, гданцевская, глееватская свиты), относимый большинством исследователей к палеопротерозою. Указанные комплексы разделены крупным перерывом, сопровождаемым структурным несогласием, пенепленизацией, формированием „зрелой“ коры химического выветривания.

**Цель и задачи исследований.** Для получения информации о палеогеографических и палеогеодинамических особенностях седиментогенеза архей-палеопротерозойских метаосадочных породных комплексов КЖБ решались две последовательные задачи: 1 – литохимическая типизация и систематизация метаседиментогенных пород и породных парагенезисов внутри кон-

кретных свит; 2 – реконструкция вероятного исходного минерального состава метаосадков на основе петрохимических пересчетов.

**Методика.** Классификационная задача по типизации и систематизации всей совокупности химических составов пород осуществлялась при помощи иерархического кластерного анализа [2]. Полученные в результате кластеризации литохимические типы метаосадков пересчитывались на нормативный исходный минеральный состав по программе MINLITH [3]. Программа MINLITH позволяет на основе валового химического анализа вычислять в первом приближении минеральный состав осадочных пород и их метаморфизованных разновидностей. Метод применим для большинства типов осадочных отложений: обломочных, глинистых, карбонатных. Программа работает в среде электронных таблиц Excel. Ошибка вычислений по программе MINLITH для большинства случаев находится в пределах 5–15% отн. Особенно важным является учет количества обломочных плагиоклазов и соотношения между нормативными пелитоидными компонентами (иллитом, каолинитом, монтмориллонитом, хлоритом, серпентинитом) метаморфизованной породы для общей оценки интенсивности процессов химического выветривания на водосборах в период седиментации.

**Связь работы с предыдущими исследованиями.** Настоящая статья продолжает серию публикаций [4–9] по систематизации и типизации петрохимических данных по всем метаседиментогенным стратонам КЖБ. Выделенные в этих работах кластеры-литотипы (литохемотипы) метаосадков систематизированы по конкретным стратонам в метаосадочные петрохимические тренды (серии). Такие серии сложены парагенезисами метаосадков, формирующими закономерные ряды различной полноты гранулометрического спектра – от псефитов до пелит-коллоидов. Под понятием „осадочная петрохимическая серия“ рассматривается совокупность генетически связанных осадочных горных пород, образующих закономерный петрохимический тренд, который характеризует определенный тип геодинамической обстановки, климатические и фациальные условия, состав питающих областей сноса. В этом отношении петрогенетическая осадочная серия, как непрерывная последовательность взаимосвязанных осадочных формаций, может включать несколько разнонаправленных петрохимических трендов (кластогенных, кластогенно-хемогенных) и, следовательно, несколько конкретных петрохимических серий. Так, в составе скелеватской, саксаганской и гданцевской свит выделяются по 2–3 конкретных петрохимических серии.

В данной работе представлен усовершенствованный и дополненный перечень главных литохемотипов и петрохимических серий метаосадков КЖБ. Рассматриваются также литохемотипы остаточных профилей метаморфизованных кор выветривания и некоторые отдельные кластеры силикатно-карбонатных пород, пользующихся относительно незначительным распространением в раннедокембрийском разрезе КЖБ, однако важных с точки зрения палеогеографических реконструкций. При этом основное внимание в статье уделено рекон-

струкции исходного минерального состава метаосадков на основе MINLITH-пересчетов и их седиментологической интерпретации.

**Изложение основного материала. Седиментологическая интерпретация MINLITH-пересчетов.** Нормативный минеральный состав мезоархей-палеопротерозойских осадков КЖБ по порядку их стратификации выглядит следующим образом (таблица, рисунок).

Для мезоархейского метаэлювия плагиогранитоидов фундамента КЖБ подтверждается существенно гидрослюдистый (иллитовый), с незначительной примесью хлорита и монтмориллонита, состав глинистых продуктов выветривания нижней зоны и каолинит-иллитовый состав верхней зоны метаэлювия (№ 1 – здесь и далее порядковый номер кластера в таблице). Учитывая полную разложенность калиевых полевых шпатов исходных плагиогранитоидов в верхней зоне метаэлювия, устанавливаемую петрографически, содержание иллита и каолинита составляет, соответственно, 34 и 22%, а для наиболее „зрелых“ образований – 34 и 29%. Таким образом, подтверждается каолинитовый тип разреза в целом метаэлювия плагиогранитоидов.

Для монокварцевых метагравелитов, метапесчаников и кварцито-песчаников латовской толщи (№ 2–5), залегающих непосредственно на метаэлювии плагиогранитоидов, соотношение обломочного кварца к исходно глинистым компонентам колеблется в пределах (83–60%)/(11–32%), что характеризует невысокую степень сортировки (отмытости от цемента) этих псаммитовых пород. Среди нормативных глинистых минералов подавляющее значение имеют иллит и каолинит (каолинита обычно меньше, чем иллита, изредка соотношение между ними почти равное). То есть, наблюдается соотношение между указанными минералами, близкое таковому в верхней зоне метаэлювия плагиогранитоидов. Изредка среди нормативных глинистых минералов латовских метапсефо-псаммитов отмечаются хлорит и монтмориллонит в количествах, резко подчиненных иллиту и каолиниту. В наиболее обогащенных глинистой компонентой породах повышается содержание нормативного гетита (до 3%).

Исходная ассоциация минералов вполне отчетливо соответствует климатическим параметрам гумидного осадконакопления, а пределы соотношений между обломочным кварцем и глинистыми минералами – о близком переотложении материала кор химического выветривания. Литолого-фациальные данные [4] свидетельствуют о мелководно-бассейновых условиях отложения осадков.

Залегающий выше, на латовских метапсефо-псаммитах, мезо-неоархейский комплекс *новокриворожской свиты* фиксирует наступление условий доминирования вулканогенного пороодообразования в режиме внутрикратонного рифтогенеза, когда состав ассоциирующих с вулканидами осадочных пород во многом определялся составом самих вулканидов, подвергавшихся разрушению и переотложению. Климатические факторы оказывали менее заметное влияние на состав осадков, тем не менее, проведенные литохимические пере-

счеты позволили оценить эти факторы в первом приближении. Исходными осадочными отложениями были карбонат-глинистые песчаники (№6), карбонат-песчаные глины (№7), карбонат-железисто-песчаные глины (№8): первые содержат значительные количества обломочного плагиоклаза (до 13%). Глинистые минералы были представлены, главным образом, хлоритом и иллитом (иллит доминирует с небольшим перевесом). Характерно постоянное присутствие в глинисто-песчаных и песчано-глинистых породах карбоната (3–11%), и нередко значительных количеств нормативного гетита (до 22%). Сочетание исходно глинистой компоненты повышенной магнезиальности, значительного содержания плагиоклаза в обломочной части и высокой общей железистости метакластивы указывает на то, что в поставках материала основное значение имели породы базитового состава. Наиболее Al-K и наименее Mg-Na разности метатерригенных осадков, то есть максимально „зрелые“ в химическом отношении, содержат нормативный иллит (53%) и каолинит (6,4%) при отсутствии хлорита, что характеризует их как глиноземистые продукты химического выветривания, формирующиеся в условиях гумидного литогенеза. Все это свидетельствует, что климат в период формирования *новокриворожской свиты* оставался гумидным, однако интенсивный вулканизм и тектоногенез подавляли развитие высокоглиноземистых и монокварцевых терригенных ассоциаций и способствовали развитию вулканических карбонат-железисто-граувакковых ассоциаций. Литологические и петрохимические признаки метаосадков свидетельствуют, скорее всего, об их мелководности [6], что заставляет критично относиться к представлениям о глубоководных условиях рифтогенеза на этапе формирования существенно вулканогенной *новокриворожской свиты*.

Состав *метаморфизованной коры выветривания на вулканидах новокриворожской свиты* также соответствует сиалитному отбеливающему профилю, формирующемуся в гумидных условиях. Верхняя зона метаэлювия, представленная сланцами кварц-серицитового, хлорит-серицитового, кварц-биотит-серицитового состава (№ 9) слагается, главным образом, нормативными иллитом (57%), кремнеземом (16%) и гетитом (10%). Отсутствие каолинита объясняется, вероятно, несохранением наиболее „зрелых“ верхних частей вертикального профиля метаэлювия.

*Склеватская свита* знаменует начало нового палеопротерозойского этапа развития региона после продолжительного перерыва. Начало этапа связано с блоковой активизацией консолидированной вулканической суши, претерпевшей период выветривания и пенепленизации.

Вся совокупность литохемотипов *склеватской свиты*, исходя из оценки степени химической и механической дифференциации исходных пород (широкий диапазон значений алюмо-кремниевого модуля, повышенные значения алюмо-натрового модуля, минеральные парагенезисы), а также сопоставления с метаморфизованными фанерозойскими аналогами, наиболее соответствует платформенным континентальным терриген-

ным сериям, сформированным в условиях гумидного климата с преобладающим каолин-гидрослюдистым профилем выветривания [5].

Свита представляет собой классический пример трансгрессивного ряда терригенных ассоциаций. В начальный период накапливаются полимиктовые грубообломочные продукты разрушения и переотложения вулканитов, залегающих в непосредственной близости к области седиментации. При этом среди галечных обломков метавулканитов встречаются породы различной степени дометаморфического выветривания – от почти

неизменных до интенсивно выветрелых, превращенных при метаморфизме в сланцы кварц-серицитового состава. Затем, по мере стабилизации тектонических движений (на фоне уменьшения их дифференцированности) и вовлечения в разрыв более удаленных территорий, сложенных гранитоидами, полимиктовые псефопсаммиты сменяются олигомиктовыми (калишпат-кварцевыми) песками и далее – мономиктовыми кварцевыми песками. Параллельно идет эволюция глинистых продуктов: от магнезиально-железистых до высокоглиноземистых.

Таблица

Главные литохимические типы (кластеры) метаосадков Криворожского железорудного бассейна и рассчитанный по ним MINLITH-нормативный вероятный минеральный состав исходных пород, % мас.

Компонент	Мезо-неоархей								Палеопротерозой								
	Латовская толща (свита)					Новокриворожская свита			Скелеватская свита								
	I					II			III					IV			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
(6)	(18)	(9)	(13)	(3)	(9)	(8)	(4)	(6)	(24)	(20)	(12)	(17)	(2)	(5)	(3)	(3)	
Химический состав																	
SiO <sub>2</sub>	72,52	91,6	87,23	80,71	72,27	68,62	57,61	44,67	52,73	88,99	78,7	68,14	63,57	52,65	52,4	56,72	30,05
TiO <sub>2</sub>	0,34	0,04	0,07	0,25	0,47	0,49	1	1,2	0,96	0,11	0,32	0,57	0,75	0,77	0,64	0,67	0,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,12	5,32	8,06	12,38	17,3	14,31	16,25	17,49	21,35	5,57	11,09	15,61	20,12	26,35	14,68	20,56	5,31
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0,23	0,32	0,70	2,55	1,19	2,16	4,58	2,29	0,52	1,07	1,92	1,79	2,37	3,86	1,26	1,65
FeO	0,58*	0,59	0,57	0,99	2,21	3,76	6,34	16,52	8,52	0,99	2,08	3,11	1,87	2,8	10,29	7,24	6,37
MnO	0,004	0,01	0,01	0,01	0,03	0,11	0,14	0,22	0,10	0,19	0,1	0,1	0,08	0,01	0,15	0,03	0,3
MgO	0,28	0,23	0,39	0,35	0,9	2,14	3,59	3,99	2,24	0,37	0,58	1,8	1,32	1,56	7,54	3,21	11,41
CaO	<0,1	0,16	0,33	0,20	0,14	2,16	3,76	1,57	0,59	0,23	0,36	0,85	0,33	0,16	0,4	0,62	18,25
Na <sub>2</sub> O	0,46	0,12	0,23	0,42	0,28	1,43	1,14	0,48	0,32	0,17	0,23	0,6	0,51	0,41	0,55	1,34	0,14
K <sub>2</sub> O	4,82	1,02	1,73	2,53	1,76	3,02	3,73	3,26	6,93	1,83	3,57	4,05	6,15	7,74	5,43	3,13	1,08
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	0,03	0,05	0,06	0,05	0,1	0,1	0,23	0,20	0,02	0,03	0,07	0,06	–	0,04	0,06	–
S	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
SO <sub>3</sub>	0,03	0,05	0,03	0,05	0,07	0,36	0,08	0,03	0,01	0,27	0,31	0,23	0,32	–	0,41	0,21	–
CO <sub>2</sub>	–	0,35	0,35	0,34	0,38	0,34	1,28	0,71	0,38	0,35	0,42	0,51	0,21	–	0,76	–	23,68
C-св.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
H <sub>2</sub> O-	–	0,16	0,30	0,08	0,18	0,23	0,38	0,56	–	0,25	0,77	0,34	0,29	–	–	0,14	–
H <sub>2</sub> O+	2,48	0,7	0,98	1,66	1,64	2,28	4,03	5,25	3,48	0,97	1,46	3,08	3,47	3,73	4,62	4,46	1,40
Сумма	99,78	100,6	100,64	100,74	100,22	101,01	101,12	100,77	100,10	100,83	101,09	100,98	100,84	98,55	101,77	99,65	99,95
MINLITH-нормативный минеральный состав																	
Pl	3,85	1,04	2,01	3,86	0	13,19	10,46	4,39	2,97	1,51	2,15	5,6	4,46	3,89	4,96	6,39	1,25
Or	20,57	0	0	5,29	0	3,54	8,86	0	8,79	2,84	5,04	4,04	5,85	4,15	13,2	0	0
Q	38,72	83,31	74,6	59,82	44,96	41,45	26,99	21,58	16,25	78,98	59,71	42,28	30,31	11,65	17,41	17,78	21,17
Mm	0	0,31	0,46	0	9,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,35	0
Ill	13,75	10,84	18,38	17,1	18,27	25,42	23,09	34,1	57,49	14,39	28,9	35,9	55,42	76,43	34,22	33,47	10,97
Chl	0	0	0	0	4,65	11,53	22,37	9,11	0	0	0	8,75	0	0	0	13,4	4,67
Kn	22,49	3,62	3,64	12,19	18,94	0	0	0	0	0	0,42	0	0	0	0	0	0
Cc	0	0	0,1	0	0	2,2	5,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dl	0	0	0	0	0	0	0	3,73	0,85	0	0	0	0	0,24	0	0	44,04
Ank	0	0,25	0,58	0,05	0,09	1,01	1,36	0	0	0	0,24	1,88	0	0,05	0	1,04	15,06
Sd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,18
Srp	0	0	0	0	0	0	0	3,34	1,66	0,15	0	0	0,4	0	12,89	0	0
Ht	0,11	0,4	0	1,21	2,68	0	0	21,72	10,43	1,16	2,38	0,21	1,87	2,8	15,53	3,26	0

Таблица. Продолжение

Компонент	Палеопротерозой																	
	Саксаганская свита						Гданцевская свита						Глеватская свита					
	V			VI			VII			VIII			IX			X		
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
	(5)	(4)	(52)	(57)	(31)	(23)	(7)	(15)	(11)	(13)	(8)	(4)	(7)	(8)	(53)	(54)	(79)	(4)
Химический состав																		
SiO <sub>2</sub>	65,03	48,95	53,76	47,93	43,86	39,73	10,06	45,43	60,6	88,78	56,39	54,68	41,8	8,71	79,37	71,23	58,79	26,52
TiO <sub>2</sub>	0,48	0,65	0,19	0,12	0,07	0,04	0,06	0,19	0,8	0,16	0,77	0,77	0,09	0,07	0,11	0,29	0,53	0,19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,35	26,77	6,68	3,36	2,23	0,77	0,64	6,2	12,63	2,03	24,01	11,52	1,65	0,84	4,69	8,99	13,55	2,61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,14	2,3	7,47	15,47	23,7	34,84	72,86	36,67	15,74	1,75	2,45	3,54	23,1	1,74	1,2	1,99	2,22	1,61
FeO	5,27	7,69	20,39	21,51	21,08	18,19	6,87	5,71	2,09	1,83	2,61	10,57	21,69	1,59	2,99	4,79	6,9	3,25
MnO	0,08	0,05	0,14	0,16	0,12	0,13	0,03	0,2	0,1	0,05	0,04	0,11	0,23	0,18	0,04	0,05	0,1	0,17
MgO	2,14	2,07	3,66	3,55	3,27	2,18	0,65	0,71	1,13	1,47	1,02	5,78	4,92	17,14	2,24	2,52	4,44	14,65
CaO	0,85	0,38	0,87	1,07	1,19	1,29	0,96	0,37	0,28	1,29	0,4	3,01	0,68	28,84	2,61	2,26	3,12	20,87
Na <sub>2</sub> O	0,89	0,21	0,3	0,2	0,26	0,21	0,09	0,08	0,36	0,18	0,82	1,46	0,23	0,14	0,85	1,83	1,81	0,23
K <sub>2</sub> O	4,64	5,07	1,03	0,5	0,2	0,16	0,04	0,32	0,99	0,26	2,8	1,76	0,6	0,48	1,12	1,92	2,95	1,57
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,05	0,16	0,17	0,17	0,18	0,52	0,07	0,07	0,09	0,12	0,24	0,07	0,25	0,05	0,07	0,1	0,17
S	–	0,28	0,29	–	–	–	–	–	0,02	0,02	0,35	0,1	0,2	0,68	–	–	–	–
SO <sub>3</sub>	–	0,08	0,36	0,29	0,26	0,1	0,13	0,1	0,1	0,17	0,33	0,61	–	0,26	0,18	0,23	0,4	0,07
CO <sub>2</sub>	0,72	0,17	2,63	4,07	2,75	2,3	0,43	0,34	0,07	1,2	0,49	2,9	2,38	38,29	–	1,18	2,04	25,00
C-св.	1,06	0,18	0,39	–	–	–	–	–	–	–	0,92	–	0,38	–	–	–	–	–
H <sub>2</sub> O-	0,13	0,21	0,19	0,18	0,19	0,2	–	–	–	0,11	–	0,37	0,08	0,17	0,07	0,09	0,14	0,15
H <sub>2</sub> O+	0,58	5,35	2,5	1,66	1,32	0,8	7,25	3,84	5,19	1,19	7,11	2,58	1,02	0,43	4,04	3,34	3,75	2,79
Сумма	99,39	100,43	101,02	100,24	100,67	101,14	100,56	100,27	100,17	100,61	100,63	100,02	99,12	99,78	99,55	100,87	100,92	99,84
MINLITH-нормативный минеральный состав																		
Pl	8,2	0	2,74	1,83	2,31	1,83	0,82	0,75	0	1,68	4,29	13,51	2,08	1,27	7,94	17,01	16,68	2,05
Or	8,9	0	0	0	0	0,47	0	0	0	0	0	0	2,14	2,64	2,25	3,32	0,95	7,76
Q	36,16	9,06	41,68	39,51	35,74	33,71	5	20,32	40,03	84,71	19,22	30,83	32,13	5,79	68,3	49,44	30,12	17,91
Mm	0	7,37	0	0	0	0	0	0	12,88	0	11,57	0	0	0	0	0	0	0
Ill	32,69	53,57	10,77	5,23	2,03	0,75	0,42	3,41	10,66	2,76	30,15	18,61	2,31	0,2	7,88	14,39	29,34	1,92
Chl	0	21,36	6,19	4,02	4,23	0	11,45	71,69	17,33	3,75	0	11,89	0	0	0	0	0	0
Kp	0	5,77	0	0	0	0	0	2,33	6,73	0	27,18	0	0	0	0	0	0	0
Cc	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	4,5	0	0	0	0
Dl	2,06	0	1,14	1,95	2,3	2,89	0,54	0,62	0	3,34	0	6,51	1,73	75,96	7,43	5,47	7,71	63,53
Ank	0	0,98	0	0	0	0	0	0	0,46	0	0	0	0	6,95	0	0	0	0,85
Sd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Srp	1,88	0	5,28	5,25	4,59	2,6	0,88	0	0	0,32	0	4,37	8,11	0	0,85	1,91	3,94	0
Ht	8,41	0,21	29,81	40,89	47,67	56,97	79,32	0	10,56	2,62	4,18	11,34	50,26	0	4,67	7,45	9,54	5,09

## Примечание.

*I–X* – закономерные петрохимические ряды (тренды, серии) пород: *I* – латовская толща (свита), кластогенный псаммитовый монокварцевый тренд; *II* – новокриворожская свита, кластогенный псаммито-сланцевый вулканомитовый граувакковый тренд; *III–IV* – скелеватская свита, кластогенные тренды: *III* – главный, псефо-

псаммо-алевро-пелитовый кварц-высокоглиноземистый тренд, IV – второстепенный, алевро-пелитовый магнезиально-железисто-глиноземистый тренд; V–VI – саксаганская свита: V – главный, кластогенно-хемогенный пелит-коллоидный железистый тренд, VI – второстепенный, кластогенный алевро-пелитовый высокоглиноземистый тренд; VII–IX – гданцевская свита: VII – железисто-кластогенный псефо-псаммо-алевритовый тренд, VIII – кластогенный псаммо-алевритовый кварц-высокоглиноземистый тренд, IX – кластогенно-хемогенный пелит-коллоидный железистый тренд; X – глееватская свита, псефо-псаммо-алевритовый граувакковый тренд.

В скобках указано количество проб в составе кластеров; \* – сумма Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и FeO.

Обозначения минералов: Q – кварц, кремнезем, Pl – плагиоклаз, Or – ортоклаз, Mm – монтмориллонит, Ill – иллит, Chl – хлорит, Kn – каолинит, Cc – кальцит, Dl – доломит, Ank – анкерит, Sd – сидерит, Srp – серпентин, Ht – гетит.

Литохимические типы: 1 – верхняя зона метаэлювия плагиогранитоидов, сланцы кварц-серицитовые; 2–5 – монокварцевые метагравелиты и метапсаммиты (2 и 3 – высококремнистые, 4 – умереннокремнистые, 5 – глиноземистые); в цементе – серицит, мусковит, андалузит, ставролит; 6 – метапесчаники полимиктовые, плагио-класодержащие, слюдистые (метаграувакки); в цементе – биотит, хлорит, серицит, карбонат, роговая обманка; 7–8 – вулcano-терригенные сланцы псаммо-алевро-пелитовые (7 – карбонатистые, 8 – железистые); 9 – верхняя зона метаэлювия базальтоидов, сланцы кварц-серицитовые, хлорит-серицитовые, кварц-биотит-серицитовые; 10–11 – метагравелиты и метапесчаники существенно кварцевые и олигомиктовые калишпат-кварцевые (10 – малослюдистые, с небольшим количеством (до 5%) обломков сланцев, в цементе – серицит, хлорит, биотит; 11 – на существенно серицитовом и биотит-серицитовом цементе); 12 – метапесчаники слюдистые, песчаные сланцы, метаалевролиты; цемент – серицитовый, биотит-серицитовый; 13 – метаалевропелиты глиноземистые, кварц-серицитовые; 14 – метапелиты высокоглиноземистые, высококальциевые, кварц-серицитовые; 15–16 – метаалевропелиты с повышенным содержанием магния и железа (15 – филлитовидные сланцы кварц-биотитовые, кварц-хлорит-серицитовые; 16 – филлитовидные сланцы кварц-хлоритовые, кварц-серицитовые); 17 – мраморизованные доломиты с примесью силикатов; 18 – сланцы метаалевритовые, кварц-серицитовые (± биотит, хлорит, графитит); 19 – высокоглиноземистые сланцы метаалевро-пелитовые; 20 – бедные яшмо-сланцы магнетит-карбонат-силикатные; 21 – средние и малорудные джесперы и яшмо-сланцы магнетит-силикатные, магнетит-силикат-карбонатные; 22 – богатые и средние джеспилиты и джесперы силикат-магнетитовые, магнетитовые; 23 – богатые джеспилиты и джесперы гематит-магнетитовые, магнетитовые, силикат-магнетитовые; 24 – кластогенные богатые окисленные железные руды (седиментационные брекчии, метапесчаники, песчаные сланцы); 25 – железные руды кластогенные (железистые метапесчаники, песчаные сланцы); 26 – окисно-железистые обохренные песчаные сланцы кварц-серицит-хлоритовые, кварц-хлорит-мартитовые, хлорит-кварцевые; 27 – безрудные кварциты, микрокварциты, метапесчаники; 28 – высокоглиноземистые сланцы кварц-двуслюдяные, кварц-серицитовые (+ ставролит, андалузит, графитит, силлиманит); 29 – сланцы филлитовидные, кварц-биотитовые (± графитит); 30 – существенно хемогенные силикат-магнетитовые кварциты; 31 – мраморизованные доломиты; 32 – метаконгломераты полимиктовые, существенно кварцито-галечные; 33 – метапесчаники биотит-плагиоклаз-кварцевые; 34 – сланцы метаалевритовые биотит-плагиоклаз-кварцевые, биотит-кварц-плагиоклазовые, часто с карбонатом, актинолитом и гранатом; 35 – мраморизованные доломиты с примесью силикатов.

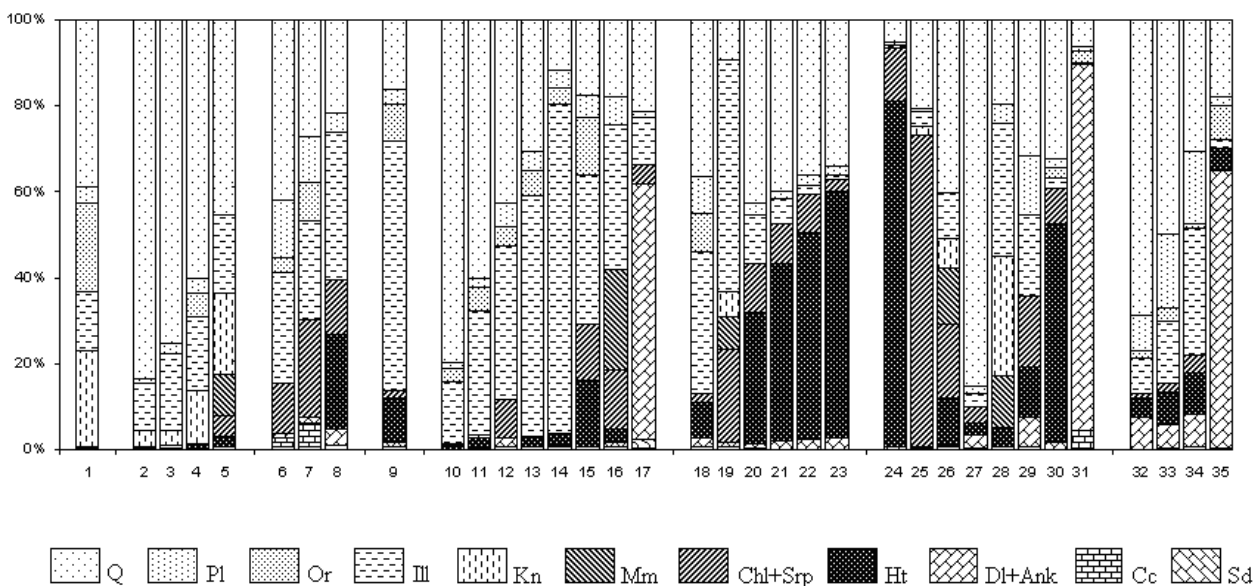


Рис. Диаграмма MINLITH-нормативного минерального состава метаседиментогенных пород Криворозького железорудного бассейна. Условные обозначения – в примечании к таблице

Расчет нормативных MINLITH-минеральных составов подтверждает минералого-петрографические и геологические наблюдения об изменении состава песчаных и глинистых продуктов в сторону „высокозрелых“. Для слюдистого метапесчаника с повышенным содержанием вулканокластического материала в основании скелеватской свиты (близ контакта с подстилающими метабазами) характерен монтмориллонит (5,6%) – хлорит (6%) – иллитовый (41,6%) состав нормативной глинистой составляющей, повышенное количество карбонатов (6%). В составе нормативной кластогенной составляющей присутствуют плагиоклазы (5,6%) и кварц (33%); нормативный калишпат отсутствует. Все это характеризует породу как „незрелый“ и несортированный псаммит с большим содержанием глинистой компоненты; в составе последней значительную часть составляли магнезиально-железистые глинистые минералы. Выше по разрезу указанные глинистые песчаники, вероятно, пролювиального генезиса сменяются аллювиальными песчаниками, а затем и прибрежными мелководно-бассейновыми псефо-псаммитами олигомиктового (калишпат-кварцевого) и мономиктового кварцевого состава. Нормативная глинистая составляющая этих псефо-псаммитов по данным средних составов литохемотипов (№ 10–12) складывается практически полностью иллитом. Наряду с иллитом, в отдельных представительных анализах, фиксируются незначительные примеси каолинита (в более „зрелых“ разновидностях пород), монтмориллонита и хлорита (в менее „зрелых“). Залегающие еще выше по разрезу метаалевро-пелитовые мелководно-бассейновые высокоглиноземистые отложения (№ 13–14) содержат в составе нормативной глинистой компоненты иллит (50–60%) и почти постоянную примесь каолинита, содержание которого доходит в отдельных анализах до 10%. Среднему составу литохемотипов свойственен исключительно иллит.

Постоянство гумидных условий литогенеза на протяжении всего периода накопления скелеватской свиты доказывается постоянством состава глинистой (каолинит-иллитовой) компоненты пород на масштабном уровне средних составов терригенных подсвит и петрохимических групп [5]. Отклонения отдельных литотипов в более или менее „зрелую“ область связаны с влиянием различных источников сноса – вулканогенного (базитового) и гранитоидного. Присутствие маломощных линз метадоломитов (№ 17), залегающих внутри толщи высокоглиноземистых сланцев верхней подсвиты скелеватской свиты, объясняется [7] накоплением их в отшнурованных лагунах при дополнительном привносе ионов кальция и магния, поступавших в бассейн за счет интенсивного выветривания синхронных покровов ультраосновных вулканитов „талькового горизонта“.

*Саксаганская свита*, залегающая без перерыва на высокозрелых терригенных осадках скелеватской свиты, отражает постепенный переход от кластоген-

ной седиментации к кластогенно-хемогенной с накоплением мощной толщи железисто-кремнистых отложений. В целом гумидный литогенез и мелководно-бассейновый характер седиментации во время ее формирования устанавливается многими геологическими наблюдениями: 1 – залеганием свиты в ряде участков непосредственно на сиалитном метаэлювии плагиогранитов; 2 – присутствием в железистых метаилах первого сланцевого горизонта крупных включений-катунов метаэлювия плагиогранитов; 3 – присутствием во всех сланцевых горизонтах свиты прослоев высокоглиноземистых метаалевропелитов кварц-серицитового состава, являющихся индикатором мелководно-континентальных гумидных условий седиментации.

Предполагается некоторая аридизация климата в завершающий период формирования свиты – во время накопления шестого и седьмого железистых горизонтов. В них установлены прослои, обогащенные Na-содержащими амфиболами. Первичный источник натрия, обычно, связывается с процессом эвапоритизации в области седиментации. Вместе с тем, не исключается привнос натрия с пепловым материалом из удаленных вулканических источников.

Состав нормативной глинистой составляющей алюмосиликатной петрохимической группы (преимущественно кластогенной) метаалевропелитов (№ 18–19) представлен, в основном, иллитом и хлоритом при доминировании иллита. Нередко отмечаются совместные примеси нормативных каолинита и монтмориллонита, что, вероятно, означает присутствие в породах исходных смешанослойных глинистых минералов. Количество нормативного гетита относительно невелико (до 8,4%) по сравнению с магнезиально-железистыми сланцами (до 30%). Наиболее высоко-Al-K и низко-Mg алюмосиликатные метаалевропелиты содержат в качестве нормативных глинистых компонентов иллит (27–53%) и каолинит (9–43%), что определяет принадлежность их к продуктам перетолжения „зрелой“ сиалитной коры выветривания.

Для петрохимической группы магнезиально-железистых метапелитов общая доля нормативных глинистых компонентов снижается до 15–35% параллельно увеличению содержания нормативного гетита до 20–40%, что связано с нарастающим влиянием хемогенной садки железа на общий состав пелитового осадка. Среди глинистых компонентов присутствуют иллит, хлорит и серпентин при полном отсутствии каолинита и монтмориллонита. Соотношение между иллитом, с одной стороны, хлоритом и серпентином с другой – примерно равное с небольшими отклонениями. Нарастание содержаний Mg-Fe-глинистых компонентов (нормативных хлорита и серпентина) по сравнению с алюмосиликатными метаалевропелитами отражает переход от собственно кластогенных алюмосиликатных к кластогенно-хемогенным железистым осадкам.

*Гданцевская свита* залегают с перерывом, небольшим угловым несогласием и корой выветривания на подстилающих отложениях саксаганской свиты. Для кластогенных железных руд, железистых метапесчаников, седиментационных брекчий из основания разреза

(№ 24–26) характерен практически чисто кварцевый (безполевошпатовый) состав нормативных обломочных компонентов, преимущественно хлоритовый состав глинистых продуктов и большое содержание гетита (до 80%). Отсутствие обломочных плагиоклазов и калишпата объясняется составом размываемых протолитов, главным образом, железисто-кремнистых пород саксаганской свиты, в которых, как известно, эти минералы практически не встречаются. Кроме хлорита наблюдается частая примесь иллита, и, что особенно важно, – каолинита, что характеризует высокую степень химического выветривания. Соотношение хлорит / (каолинит + иллит) в исходно глинистых продуктах изменяется в пределах (50–70%)/(5–14%). Преобладание глинистых компонентов над обломочным кварцем характеризует эти породы как песчанистые глины, имеющие, по всей вероятности, пролювиальное происхождение за счет выветривания и ближнего переотложения железисто-кремнистых пород саксаганской свиты.

Высококремнистые белые кварциты (№ 27) содержат в составе нормативной глинистой компоненты иллит и хлорит в примерно равных отношениях (общее содержание их доходит до 9%); породам свойственны повышенные значения нормативного доломита (3–7%) и гетита (2–7%). Полевые шпаты обычно отсутствуют. Наблюдаются переходы к метадоломитам и окисно-железисто-кластогенным метапесчаникам. Источником вещества служили, главным образом, железисто-кремнисто-силикатные отложения саксаганской свиты. Высоким железистым фоном размываемых протолитов можно объяснить иллит-хлоритовый состав глинистой компоненты в гданцевских кварцитах. Достаточно высокая степень „отмытости“ от цемента кварцитов гданцевской свиты предполагает аллювиальный или мелководно-бассейновый генезис.

Высокоглиноземистые метапелиты (№ 28), в которых содержание  $Al_2O_3$  колеблется в пределах 21–28%, по нормативному MINLITH – составу отвечают гидрослюдисто-каолинитовым и каолинит-гидрослюдистым глинам с подчиненной примесью монтмориллонита. Содержание указанных минералов колеблется в следующих пределах: гидрослюда – 20–36%, каолинит – 15–48%, монтмориллонит – 3–16%. Кроме того, этим сланцам свойственно повышенное содержание нормативного гетита (3–7%). Все эти признаки, в особенности высокое содержание каолинита, свидетельствуют о принадлежности пород к осадкам континентальной ступени литогенеза, образованным при размыве зрелых сиалитных кор выветривания в условиях гумидного климата.

Для окисно-железистых кластогенных песчанистых металевропелитов (№ 26) также характерны достаточно значимые содержания нормативного каолинита (4–16%), однако, в отличие от высокоглиноземистых метапелитов, здесь основную роль играют нормативные иллит и хлорит при подчиненных количествах каолинита и монтмориллонита. Эти отличия связаны, прежде всего, с более железистым фо-

ном размываемых пород и меньшей степенью гранулометрической дифференциации при отложении.

В составе алюмосиликатной петрохимической группы металевропелитов важную часть составляет карбонат-магнезиально-железистая подгруппа. Она представлена филлитовидными сланцами кварц-биотитового, биотитового, кварц-серицит-биотитового состава, нередко с графититом (№ 29). Эта подгруппа выделяется наиболее высоким для гданцевской свиты содержанием нормативных плагиоклазов (в среднем 12,5%), достаточно высоким содержанием карбонатов, прежде всего доломита (в среднем 7,2%), высоким содержанием гетита (в среднем 8,6%) и существенно гидрослюдистым и хлорит-гидрослюдистым составом нормативной глинистой компоненты. Каолинит и монтмориллонит отсутствуют, но встречается в небольших количествах нормативный серпентин. Данные породы сходны по петрохимическому и нормативно-минеральному составу с алюмосиликатными метаалевритами глееватской свиты, и, по-видимому, отражают близкие или переходные к ним условия седиментации. Указанное сходство состава, а также нередко и их пространственная близость в разрезе – в зонах перехода между свитами, дают нам основание высказать предположение о непрерывной седиментации на границе указанных свит, по крайней мере, для осевой зоны Криворожской структуры. Это не исключает локального перерыва и размыва в бортовых зонах структуры.

Метакластогенные породы *глееватской свиты*, в отличие от большинства других метакластитов КЖБ, характеризуются низкой степенью как механической, так и химической дифференциации. Среди них отсутствуют, с одной стороны, высококремниевые ( $SiO_2 > 75\%$ ) псаммиты, характерные для аллювиальных и других песков, отмытых от глинистой фракции, с другой стороны – высокоглиноземистые породы с высокими значениями алюмокремниевого модуля ( $Al_2O_3/SiO_2$ ), характерные для застойных мелководных и континентальных глинистых осадков гумидных зон. Высокое содержание  $SiO_2$  (~80%) наблюдается лишь в плотно-сгруппированных разностях метаконгломератов, что связано с их существенно кварцевым составом галек. Псаммитовый матрикс как самих метаконгломератов, так и безгалечных метапесчаников является умеренно-кремниевым ( $SiO_2 \sim 70\%$ ). Общность состава метапсаммитов по щелочным и щелочно-земельным элементам с бассейновыми метаалевролитами, повышенные содержания в них кальция и магния свидетельствуют о бассейновой седиментации псефо-псаммит-алевритовых парагенезисов свиты.

По нормативному минеральному составу все мета-кластогенные петрохимические типы пород глееватской свиты (№ 32–34) характеризуются однородностью, различаясь лишь соотношениями между нормативным кварцем и суммой глинистых компонентов. Среди последних развит почти исключительно иллит. Монтмориллонит и каолинит отсутствуют. В метаалевролитах появляется в небольшом количестве хлорит и серпентин. Для всех пород характерны высокие содержания нормативных плагиоклазов (~8% в метаконгломератах и



~17% в метапесчаниках и метаалевролитах), а также карбонатов, прежде всего доломита (в среднем 5,5–8%) и гетита (в среднем 4,5–9,5%). Высокое содержание нормативных плаггиоклазов, главным образом, кислых, свидетельствует: во-первых, о вовлечении в разрыв гранитоидных пород и, во-вторых, о слабой интенсивности процессов химического выветривания. Последнее, наряду с повышенной карбонатистостью всех гранулометрических классов метакластолитов, их ассоциацией с прослоями доломитов, свидетельствует об аридизации климата и усилении дифференцированности тектонических движений с быстрым захоронением терригенных продуктов. Относительно высокое содержание нормативного гетита для алюмосиликатных кластогенных осадков зон низкой степени химического выветривания объясняется существенным участием в составе размываемых протолитов высокожелезистых осадков подстилающих свит.

**Выводы.** Проведенные реконструкции исходного минерального состава пород по методу MINLITH позволили уточнить представления [4–9] о климате, палеогеографических и палеогеодинамических условиях осадконакопления в раннем докембрии Криворожского железорудного бассейна.

1. В мезо-неоархее и начале палеопротерозоя (накопление латовской толщи, новокриворожской, скелеватской, саксаганской, гданцевской свит) климат был в целом гумидным, с вероятным чередованием влажных и засушливых периодов во время формирования последних двух свит. Присутствие среди гумидных отложений на некоторых стратиграфических уровнях (новокриворожская свита, низы скелеватской свиты) слабо дифференцированных кластогенных осадков с обломочным плаггиоклазом (более 5%) и магнезиально-железистыми глинистыми минералами обусловлено активным вулканизмом и тектоногенезом, не связано с аридизацией.

2. Существенное изменение климатических условий в направлении аридизации, зафиксированное в смене нормативных минеральных парагенезисов глинистых и обломочных компонентов осадочных пород, произошло на границе гданцевского и глееватского времени в конце палеопротерозоя. Формирование глееватской свиты происходило в условиях устойчиво семиаридного климата.

3. Преобладание среди метаосадков КЖБ отложений мелководно-бассейновых и наземно-континентальных фаций, а также широкое развитие продуктов глубокого химического выветривания, определяет принадлежность пород к континентальной ступени литогенеза и доминирование протоплатформенных условий седиментации, в той или иной степени активизированных рифтогенными и блоковыми движениями.

Четкая индивидуализация по петрохимическим параметрам метаосадочных серий и конкретных литохемотипов различных стратонев КЖБ открывает дополнительные возможности межрегиональной стратиграфической корреляции на петрохимической основе.

## Список литературы / References

1. Генезис та вік циркону з амфіболіту новокриворізької світи криворізької структури / Л.М. Степанюк, О.Б. Бобров, І.С. Паранько [та ін.] // Мінералогічн. журнал. – 2011. – № 3. – С. 69–76.

Stepanyuk, L.M., Bobrov, O.B., Paranko, I.S. (2011), “Genesis and age of zircon from amphibolites of Kryvyi Rig suite of the Kryvyi Rig structure”, *Mineralohichnyi Jurnal*, (Ukraine), no. 3, pp. 69–76.

2. Ярошевский А.А. Геохимическая структура магматических комплексов (на примере Кивакского расслоенного оливинит-норит-габброноритового интрузива, Северная Карелия) / А.А. Ярошевский // Геохимия. – 2004. – № 12. – С. 1251–1270.

Yaroshevskiy, A.A. (2004), “Geochemical structure of magmatic complexes: an example of the Kivakka layered olivinite-norite-gabbro intrusion, Northern Karelia”, *Geokhimiya* (Russian Academy of Sciences), Vol. 42, no. 12, pp. 1251–1270.

3. Rosen, O.M., Abbyasov, A.A. and Tipper, J.C. (2004), “MINLITH – an experience-based algorithm for estimating the likely mineralogical compositions of sedimentary rocks from bulk chemical analyses”, *Computers & Geosciences*, Vol. 30, pp. 647–661.

4. Покалюк В.В. Геология и литогенез досаксаганских метаморфических комплексов Криворожского железорудного бассейна / В.В. Покалюк, Е.А. Кулиш. – К.: ЛОГОС, 2004. – 245 с.

Pokalyuk, V.V. and Kulish, Ye.A., (2004), *Geologiya i litogenez dosaksaganskikh metamorficheskikh kompleksov Krivorozhskogo zhelezorudnogo basseina* [Geology and Lithogenesis of the Presaksaganic Metamorphic Complexes of Kriyov Rog Iron-Ore Basin], LOGOS, Kiev, Ukraine.

5. Кулиш Е.А. Петрохимия раннепротерозойских метакластолитов нижней свиты Кривбасса в связи с условиями их седиментации / Кулиш Е.А., Покалюк В.В., Яценко В.Г. – К.: Логос, 2007. – 76 с.

Kulish, Ye.A., Pokalyuk, V.V. and Yatsenko, V.G., (2007), *Petrokhimiya ranneproterozoyskikh metakristallitov nizhney svity Krivbassa v svyazi s usloviyami ikh sedimentatsiyi* [Petrochemistry of Early Proterozoic Metaclastolites of the Lower suite of Kryvbass in Connection With Their Sedimentation Conditions], LOGOS, Kiev, Ukraine.

6. Вулканизм и седиментогенез зеленокаменного этапа раннедокембрийской истории Кривбасса / Кулиш Е.А., Покалюк В.В., Яценко В.Г., Великанова О.Ю. – К.: Салютис, 2008. – 146 с.

Kulish, Ye.A., Pokalyuk, V.V., Yatsenko, V.G. and Velikanjva, O.Yu., (2008), *Vulkanizm i sedimentogenes zelenokamennogo etapa rannedokembriyskoy istorii Krivbassa* [Volcanism and Sedimentogenesis of the Greestone Stage of the Early Precambrian History of the Kryvbass], Salyutis, Kiev, Ukraine.

7. Кулиш Е.А. Петрохимия талькового горизонта Криворожской серии / Е.А. Кулиш, В.В. Покалюк, В.Г. Яценко // Минералогический журнал. – 2009. – Т. 31. – № 3. – С. 39–54.

Kulish, Ye.A., Pokalyuk, V.V. and Yatsenko, V.G. (2009), “Petrochemistry of talk horizon of Kryvyi Rig series”, *Mineralohichnyi Jurnal* (Ukraine), Vol. 31, no. 3, pp. 39–54.

8. Глееватские метаконгломераты Кривбасса – континентальные молассы или мелководно-бассейновые отложения? / Е.А. Кулиш, В.В. Покалюк, Н.С. Курлов, Ю.П. Мечников // Геохимия та екологія. Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища. – К., 2010. – Вып. 18. – С. 7–26.

Kulich, Ye.A., Pokalyuk, V.V., Kurlov, N.S. and Mechnikov, J.P. (2010), “Metaconglomerates of the Gleevatskaya suite of the Kryvbass – continental molasses or near-shore deposits?”, *Geokhimiia ta ekologiia, Collected papers of Institute of Environmental Geochemistry, (Ukraine)*, Issue 18, pp. 7–26.

9. Коржнев М.Н. Метаосадочные петрохимические серии – критерий палеоклиматических реконструкций в раннем докембрии Криворожско-Кременчугской структурно-формационной зоны Украинского щита / М.Н. Коржнев, В.В. Покалюк // Доповіді АН України – 2013. – № 8. – С. 120–127.

Korzhnev, M.N. and Pokaliuk, V.V. (2013), “Metasedimentary petrochemical series as a criterion of paleoclimatic reconstructions in the Early Precambrian of the Kryvorizko-Kremenchutska structural formation zone of the Ukrainian shield”, *Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine*, no. 8, pp. 120–127.

**Мета.** З’ясування палеогеографічних та палеогеодинамічних особливостей седиментогенезу архей-палео-протерозойських метаосадочних комплексів Криворізького залізрудного басейну (КЗБ) Українського щита (УЩ) на підставі літохімічних даних та перерахунків.

**Методика.** Використаний метод ієрархічного кластерного аналізу для типізації та систематизації літохімічних даних по метаседиментогенних стратонах КЗБ. Перерахунок валового хімічного складу метаморфізованих осадочних порід на їх імовірний вихідний мінеральний склад виконаний за допомогою алгоритма MINLITH (Rosen et al., 2004).

**Результати.** У результаті статистичної обробки банку петрохімічних даних визначені еталонні літохімічні типи (літохемоти́пи) метаосадочних порід КЗБ, що систематизовані за конкретними стратонами в метаосадочні петрохімічні тренди (серії). Реконструйований вихідний мінеральний склад метаосадочних порід методом Розена О.М. „MINLITH“. Петрохімічні перерахунки дозволили уточнити загальногеологічні уявлення щодо типів осадочного літогенезу протягом мезоархей-палеопротерозойської історії басейну.

**Наукова новизна.** Визначені нові, а також доповнені й деталізовані вже відомі літохімічні типи (літохемоти́пи) метаосадочних порід Криворізького

басейну. Отримані додаткові відомості щодо ймовірного вихідного мінерального складу метаседиментогенних порід.

**Практична значимість.** Проведені дослідження сприяють удосконаленню загальної систематики метаморфічних порід Криворізького залізрудного басейну, що актуально при проведенні геолого-знімальних, пошуково-розвідувальних робіт, вирішенні питань міжрегіональної кореляції метаморфізованих стратифікованих комплексів.

**Ключові слова:** осадочний літогенез, ранній докембрій, Криворізький залізрудний басейн, літохімічні типи осадочних порід, MINLITH-нормативний мінеральний склад

**Purpose.** Study of paleogeographic and paleogeodynamic features of sedimentogenesis of Archean-Paleoproterozoic metasedimentary complexes of Krivoy Rog iron-ore basin of the Ukrainian Shield based on lythochemical data and calculations.

**Methodology.** Method of hierarchical cluster analysis was employed to classify and systematize the lithochemical data by metasedimentogenic stratigraphic units of Krivoy Rog iron-ore basin. MINLITH algorithm (Rosen et al., 2004) was used to recalculate gross chemical composition of metamorphized sedimentary rock on possible source mineral composition.

**Findings.** Statistical analysis of petrochemical database allowed us to determine the reference lithochemical types of Krivoy Rog iron-ore basin metasedimentogenic rock which were distributed by specific stratigraphic units to metasedimentic petrochemical series. The source mineral composition of metasedimentic rock has been reconstructed by the O.M. Rozen MINLITH method. Petrochemical recalculations allowed to specify general geological knowledge on the types of sedimentary lithogenesis during Mezoarchean-Paleoproterozoic history of the basin.

**Originality.** The authors determined some new and specified the already known lithochemical types of Krivoy Rog iron-ore basin metasedimentogenic rocks.

**Practical value.** The present studies contribute into further development of general classification of Krivoy Rog iron-ore basin metamorphic rocks, which is important for geological survey and prospecting works, solving problems of interregional correlations of metamorphosed stratified complexes.

**Keywords:** *sedimentary lithogenesis, Early Precambrian, Krivoy Rog iron-ore basin, lithochemical types of sediments, MINLITH - standard mineral composition*

*Рекомендовано до публікації докт. геол. наук О.М. Пономаренком. Дата надходження рукопису 25.11.13.*