

## Палеолитогенез реннедокембрийских железисто-кремнистых формаций Восточно-Европейского кратона

Аксаментова Н.В.

Институт геохимии и геофизики НАН Беларуси, г. Минск, e-mail: [aksam@igig.org.by](mailto:aksam@igig.org.by)

В пределах Восточно-Европейского кратона железисто-кремнистые формации раннего докембрия приурочены к четырем стратиграфическим уровням [1]: нижнеархейскому – > 3200 млн лет (кальцифир-метабазит-гнейсовые), верхнеархейскому (лопийскому) – 3200–2600 млн лет (метаультрабазит-базитовые, метакератофир-туффит-сланцевые и флишоидные вулканотерригенные) и двум нижнепротерозойским, нижнекарельскому – 2600–2300 млн лет (терригенно-сланцевые, хемогенные) и верхнекарельскому – 2300–2100 млн лет (доломит-метапесчаник-сланцевые и кластогенные).

Многолетними детальными исследованиями большого числа геологов [1, 2, 6, 8, 9 и др.] убедительно показано, что: 1) железисто-кремнистые формации докембрия – это формации первично седиментогенные и 2) разновозрастные формации существенно различаются минеральным и химическим составом слагающих их породных ассоциаций, что связывается с разными физико-химическими и палеогеографическими условиями железорудного осадконакопления и необратимой химической эволюцией внешних оболочек Земли.

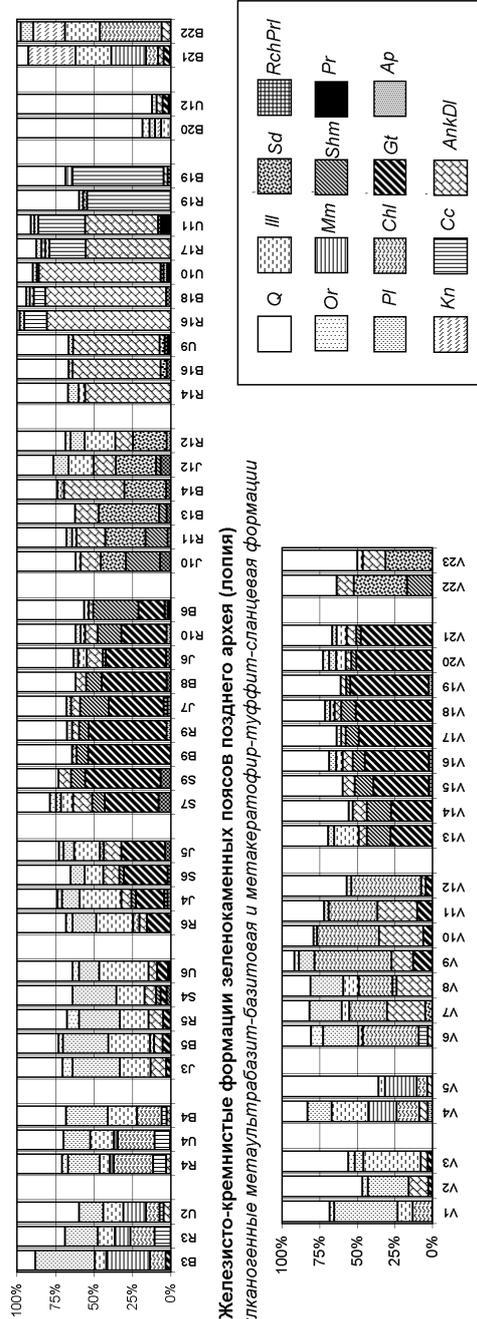
Использование разработанного О.М. Розеном [5] метода пересчетов валовых химических анализов горных пород и их литогенетической интерпретации позволяет представить вероятностную модель первичного состава и условий накопления разновозрастных железисто-кремнистых формаций раннего докембрия.

**Кальцифир-метабазит-гнейсовые железисто-кремнистые формации** нижнего архея являются характерным членом разреза гранулитовых комплексов Украинского щита (бугская серия, >3200 млн лет), Воронежского кристаллического массива (бесединская толща, 3420 и 3180 млн лет) и Белорусско-Прибалтийского региона (рудьянская, стайцельская серии, вайвараская и ульястеская толщи). В их составе наряду с типичными для гранулитовых комплексов основными кристаллическими сланцами и глиноземистыми гнейсами широко представлены железистые (силикатно-магнетитовые и магнетитовые кварциты) и метакарбонатные (эвлизиты, кальцифиры, пироксенолиты, бессиликатные мраморы) породы.

Судя по расчетному количественно-минеральному составу (рисунок) и соотношению главных нормативных минералов (*Q*, *Pl*, *Chl*, *Mm*, *Ill*) исходными осадками глиноземистых гнейсов (B3–U6), по-видимому, являлись отложения сравнительно невысокой степени зрелости типа граувакк–субграувакк преимущественно алевритопелитовой и песчано-алевритовой размерности. Ограниченное распространение разностей с нормативным монтмориллонитом и повышенная железистость хлорита ( $F_{об} = 0,60–0,73$ ) позволяют предполагать, что в первичном составе гнейсов мафический материал или продукты синхронного вулканизма находились в подчиненном количестве. Характерно присутствие в гнейсах графита, сопровождаемого иногда сульфидной минерализацией (“черные гнейсы” ульястеской толщи [4]). Выделяется группа гнейсов, обогащенных гетитом (R6–J5), первичными породами которых могли быть железистые глинистые сланцы и аргиллиты.

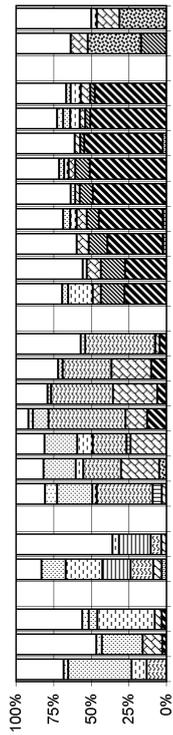
Силикатно-магнетитовые и магнетитовые кварциты (S7–B6) и эвлизиты (J10–R12) интерпретируются соответственно как первичные железистые глинисто-кремнистые и глинисто-кремнисто-карбонатные илистые отложения. Преобладающим глинистым минералом в них был, по-видимому, шамозит ( $F_{об} = 0,84–0,96$ ) – минерал, образующий залежи в некоторых нематаморфизованных осадочных железорудных месторождениях. Метакарбонатные породы (R14–B19) образовались, очевидно, за счет карбонатных и кремнисто-карбонатных осадков. Как железистые, так и карбонатные породы обеднены терригенным материалом и содержат повышенные концентрации марганца (до 8–15% MnO в железистых кварцитах стайцельской серии и вайвараской толщи). Особенностью железистых пород рудьянской серии является повышенное содержание фосфора (до 1,3–2,7% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

## Железисто-кремнистые кальцифир-метабазит-гнейсовые формации гранулитовых комплексов раннего архея

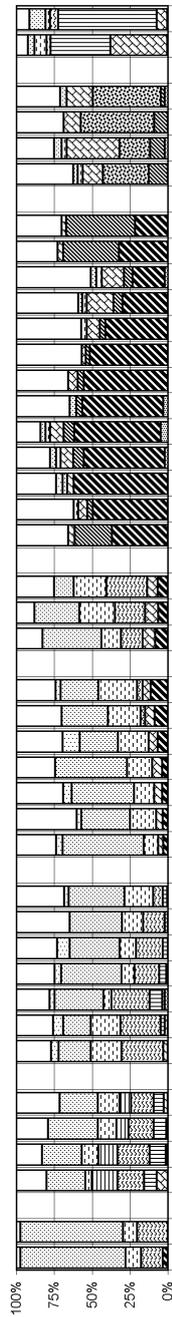


## Железисто-кремнистые формации зеленокаменных поясов позднего архея (лопия)

## Вулканогенные метальфабазит-базитовая и метакратифир-туфзит-сланцевая формации



## Флишоподобные вулканотерригенные ("отдаленные железисто-кремнистые") формации



## Железисто-кремнистые формации раннего протерозоя (карелия)

## Доломит-металпесчанико-сланцевая формация позднего карелия

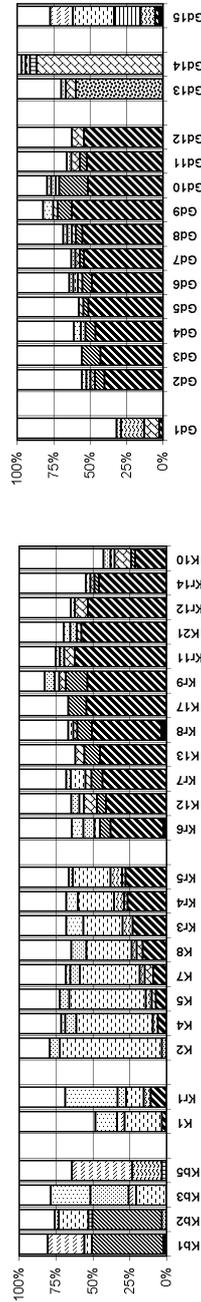


Рис. Литохимические спектры метасидиментогенных пород раннедокембрийских железисто-кремнистых формаций Восточно-Европейского кратона

Нормативные минералы, вычисленные по программе MINLTH по данным химических анализов, заимствованных из [1, 7] и работ В.И. Боголова, В.А. Горькова, В.Н. Гусельникова, Я.Я. Кивисиллы, Н.А. Корнилова, М.С. Точилина, В.М. Чернова, М.А. Ярошук и др.: Q – кварц, Or – ортоклаз, Pl – плагиоклаз, Kl – каолинит, Ilm – иллит, Mm – монтомориленит, Chl – хлорит-серпентин, Cc – кальцит, Sd – сидерит, Shm – шамозит, Gt – гетит, Dlnk – доломит+анкерит, RchPr – родохрозит+пирролизит, Pr – пирит, Ap – апатит. Буквенные обозначения перед цифрами соответствуют названиям стратиграфических подразделений, включающих железисто-кремнистые формации: В – бугская серия, R – рудьянская серия, S – стайцельская серия, J – вайварская толща, U – ульявская толща, V – конско-верховцевская серия, O – оловская серия, T – тундровская серия, G – гимольская серия, Kb – коры выветривания, подстилающие курскую серию, K – курская серия, Kt – криворожская серия, Gd – гданцевская свита.

Подавляющее большинство исследователей считает железистые и карбонатные породы хемогенно-осадочными образованиями, а наиболее вероятными поставщиками Si, Fe, Mn, P – подводные эксгалационно-гидротермальные источники. Региональные литологические различия формаций свидетельствуют о разной удаленности областей седиментации от источников сноса терригенного материала и зон разгрузки подводных гидротерм, а сами формации в современном эрозионном срезе кристаллического фундамента представляют, по-видимому, метаморфизованные фрагменты латерально-фациальной зональности отложений архейских осадочных бассейнов (или единого бассейна) Восточно-Европейского кратона.

**Железисто-кремнистые формации лопия** подразделяются на два типа: вулканогенно-осадочные (метаультрабазит-базитовые, метакератофир-туффиит-сланцевые) и вулканотерригенные флишоидные.

**Вулканогенно-осадочные формации**, входящие в состав центрально-приазовской, конкско-верховцевской (3136 $\pm$ 10, 3168 $\pm$ 8 млн лет) и михайловской (3128 $\pm$ 23, 3264 $\pm$ 54 млн лет) серий, сосредоточены в пределах Карельско-Курско-Криворожского зеленокаменного пояса [3], протягивающегося в меридиональном направлении в центральной части Восточно-Европейского кратона. Среди вмещающих пород этих формаций преобладают метавулканиды основного и ультраосновного (V7–V11), реже кислого состава (V1). Ассоциирующие с ними слюдястые и хлоритовые сланцы по нормативному минеральному составу интерпретируются как алевропелитовые граувакки (V6) и монтмориллонит-гидрослюдистые глинистые и глинисто-кремнистые осадки (V3–V5, V12). Последние могли быть кремнистыми илами, обогащенными глинистыми продуктами разложения вулканитов или гидрослюдистым материалом, приносимым с суши. Железистые породы, так же как в метабазит-кальцифир-гнейсовых формациях, представлены двумя разновидностями: первичными кремнисто-железистыми шамозитсодержащими (V13–V21) и железисто-карбонатными (V22, V23).

Иной литохимический спектр вмещающих пород характерен для **вулканотерригенных флишоидных формаций** оловской, тундровской и гимольской (> 2700 млн лет) серий, распространенных за пределами пояса или в его краевой части. Здесь преобладающими породами являются разнообразные плагиогнейсы, часто чередующиеся в разрезе. По нормативному минеральному составу (сравнительно невысокое содержание кварца, большое количество и исключительно плагиоклазовый состав полевых шпатов, обогащенность глинистым веществом смешанного состава с существенной долей хлорита) они трактуются как низкозрелые осадки типа известковистых петрокластических и полимиктовых граувакк (T5–G14) алевритовой и псаммитовой размерности. Доля собственно вулканогенного материала в составе этих формаций сравнительно невелика. Это были в основном мелко- и тонкозернистые вулканотерригенные породы основного и среднего состава – туфоалевролиты и туффииты (O7–O4), накапливающиеся обычно вдали от областей активного вулканизма. Весьма ограниченно распространены и карбонатные породы (O28, O29), а железистые (G22–O26), как и в рассмотренных выше формациях, обеднены терригенным материалом (<2–7%).

Структурно-текстурные и литохимические особенности метатерригенных пород позволяют классифицировать их как дистальные фации отложений турбидных потоков. Накопление их происходило, очевидно, в глубоководной части морского бассейна, где осаждение железисто-кремнистых и железисто-карбонатных илов периодически прерывалось отложением приносимого турбидными потоками песчаного и глинистого материала. Этим, очевидно, объясняется частое и незакономерное переслаивание незрелых граувакковых отложений с хемогенными осадками, лишенными терригенной примеси. Источники сноса вулканогенного и терригенного материала находились, по-видимому, в пределах Карельско-Курско-Криворожского пояса, где в то же самое время шло накопление вулканогенно-осадочных железисто-кремнистых и собственно вулканогенных формаций.

**Терригенно-сланцевые, доломит-метапесчаник-сланцевые и кластогенные формации нижнего и верхнего карелия** представлены саксаганской и гданцевской свитами криворожской серии, коробковской свитой курской серии и оскольской серией КМА. Все исследователи отмечают существенные отличия протерозойских железисто-кремнистых формаций от архейских. Это выражается в исключительно высокой (до 80–90%) их продуктивности, выдержанности и большой мощности пластов магнетит-гематитовых, магнетитовых и гематитовых кварцитов, а также кардинальном отличии состава вмещающих пород, среди которых преобладают филлитовидные слюдястые

сланцы, кварцитосланцы, кварцевые метапесчаники. В их нормативном составе преобладают три компонента – кварц, иллит и гетит (K1–Kг5). Содержание иллита иногда достигает 50–70%. Первоначально это были, по-видимому, кремнисто-железисто-гидрослюдистые илы. Причем, как неповторимыми в геологической истории являются мощные железорудные толщи, так же практически не имеют аналогов и исходные осадки филлитовидных слюдястых сланцев. Такого типа отложения сформировались вероятнее всего за счет размыва и переотложения зрелых кор глубокого химического выветривания (Kb1–Kb5). Значительная суммарная мощность сланцевых горизонтов, достигающая многих сотен метров, свидетельствует об огромном объеме образовавшихся на кристаллическом фундаменте кор выветривания, которые были широко распространены на всей территории Восточно-Европейского кратона. Присутствие их указывает на длительный перерыв в осадконакоплении, кратонизацию и пенепленизацию территории, предшествовавшие накоплению железисто-кремнисто-сланцевых формаций.

Реконструированные первичные породные ассоциации (литохимические серии) железисто-кремнистых формаций раннего докембрия Восточно-Европейского кратона различаются составом и количественными соотношениями главных типов первичных седиментогенных пород. При этом железистые породы имеют близкий нормативный состав, что объясняется единым способом отложения железисто-кремнистого вещества в условиях ограниченного поступления терригенного материала [2, 8]. Состав же вмещающих пород, зависящий от многих факторов (тектонический режим, состав пород в областях сноса и степень их выветривания, влияние вулканизма и пр.), различен и может служить индикатором палеогеографических условий и тектонических обстановок железорудного осадконакопления.

#### Литература

1. Железисто-кремнистые формации докембрия Европейской части СССР. Типы формаций / *Плаксенко Н.А., Горьковец В.Я., Ярошук М.А. и др.* Киев: Наук. думка, 1988. 192 с.
2. Железисто-кремнистые формации докембрия Европейской части СССР. Генезис железных руд / *Белевцев Я.Н., Кравченко В.М., Кулик Д.А. и др.* Киев: Наук. думка, 1991. 216 с.
3. *Куликов В.С., Рыбаков С.И., Берковский А.Н., Чекулаев В.П., Крестин Е.М., Сиворонов А.А., Малюк Б.И.* Геология и металлогения архейских зеленокаменных поясов фундамента Восточно-Европейского кратона // 27-й МКГ. Секция 04.05. Т. II. М., 1984. С. 338.
4. *Пуура В.А., Вахер Р.М., Клейн В.М., Коппельмаа Х.Я., Нийн М.И., Ванамб В.В., Кирс Ю.Э.* Кристаллический фундамент Эстонии. М.: Наука, 1983. 208 с.
5. Седиментация в раннем докембрии: типы осадков, метаморфизованные осадочные бассейны, эволюция терригенных отложений / *Розен О.М., Аббясов А.А., Аксаментова Н.В. и др.* М.: Научный мир, 2006. 400 с.
6. *Страхов Н.М.* Железорудные фации и их аналоги в истории Земли // Тр. ИГН АН СССР. Геол. сер. 1947. Вып. 73. № 22. 267 с.
7. Химический состав породообразующих минералов кристаллического фундамента Беларуси. Минск: Институт геологических наук НАН Беларуси, 1997. 168 с.
8. *Холодов В.Н., Бутузова Г.Ю.* Проблемы геохимии железа и фосфора в докембрии // Литология и полез. ископаемые. 2001. № 4. С. 339–352.
9. *Щеголев И.Н.* Железорудные месторождения докембрия и методы их изучения. М.: Недра, 1985. 197 с.

## Минерагения ультрамафических пород кристаллического фундамента Беларуси

**Аксаментова Н.В., Толкачикова А.А.**

Институт геохимии и геофизики НАН Беларуси, г. Минск, e-mail: [aksam@igig.org.by](mailto:aksam@igig.org.by); [tolk@igig.org.by](mailto:tolk@igig.org.by)

В кристаллическом фундаменте Беларуси ультрамафические породы до недавнего времени были известны по данным лишь шести буровых скважин на трех локальных участках. В последние годы при проведении РУП “Белгеология” геолого-поисковых работ в центральной части республики было выявлено несколько интрузивных массивов, приуроченных к протяженной (> 400 км) Старицкой зоне