

Проведенные исследования показали следующие количественные значения параметра магнитной восприимчивости различных литотипов: аргиллит  $\sim 380 \cdot 10^{-6}$  ед. СИ, аргиллит с конкрециями  $\sim 1000 \cdot 10^{-6}$  ед. СИ, известняк  $\sim 70 \cdot 10^{-6}$  ед. СИ, песчаник м/з  $\sim 120 \cdot 10^{-6}$  ед. СИ, алевролит  $\sim 250 \cdot 10^{-6}$  ед. СИ, уголь  $\sim 20 \cdot 10^{-6}$  ед. СИ.

Донбасской ОМП проведены работы в 5 угленосных районах Донбасса, методом КМВ исследовано 12 скважин (всего около 2330 п.м.), количество исследованных образцов керна, извлеченного из этих скважин – 440 шт [5].

Проведенные петромагнитные исследования свидетельствуют о том, что метод КМВ (каротажа магнитной восприимчивости) является весьма перспективным для углеразведки и требует дальнейшей более детальной разработки и последующего внедрения в практику геофизических работ на угольных месторождениях.

#### **Библиографический список**

1. **Заболотский А.И., Никитский В.Е.** Справочник геофизика. Магниторазведка. – М.: Недра, 1969 – т.6. – 399 с.
2. **Нагата Т.** Магнетизм горных пород. – М.: Мир, 1965.–347 с.
3. **Ефимов Ф.Н.** Каппаметрическое и магнитно-фракционно-минералогическое изучение осадочных образований. – М.:Недра, 1969. – 169 с.
4. **Дортман Н. Б.** Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). – М.: Недра, 1976. – 526 с.
5. **Воевода Б.И., Иванов Л.А., Мищенко И.В.** Результаты ОПР по изучению петромагнитных закономерностей угленосных отложений Донбасса. – "Днепргеофизика", Донбасская ОМП, Днепропетровск, 1993. – 151 с.
6. **Воевода Б.И., Костенко Д.Т.** Возможности параметра магнитной восприимчивости при расчленении осадочной толщи. – Міністерство екології та природних ресурсів України // Збірник робіт конференції, – Чернігів, 2000. – с. 105–106.
7. **Гречухин В.В.** Петрофизика угленосных отложений. – М.: Недра, 1990. – 472 с.
8. **Гречухин В.В., Воевода Б.И., Климов А.А.** Методические указания по геолого-геофизическому изучению физических свойств пород угольных месторождений. – М.: ВНИИГеофизика, 1989. – 100 с.
9. **Воевода Б.И., Костенко Д.Т., Мигель О.В.** Литология угленосных отложений Донбасса и методология ее детального изучения. – Донецк: ДонГТУ, 2000. – горно-геологическая серия, выпуск 11, – 160 с.

© *Воевода Б.И., Костенко Д.Т., 2001*

УДК 550.4: 51

Канд. геол.-мин. наук **ВОЛКОВА Т.П.**

Донецкий государственный технический университет, г. Донецк, Украина

Инж. **СТРЕКОЗОВ С.Н.**

Приазовская геологоразведочная партия, г. Волноваха, Украина

#### **МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ РЕДКОМЕТАЛЬНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ДОКЕМБРИЙСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПРИАЗОВЬЯ**

Вопросы прогнозирования месторождений являются весьма актуальными в геологии. Систематизация фактов и разработка основ формационного анализа привели к выявлению ряда критериев, определяющих перспективность территорий на выявление месторождений определенных видов полезных ископаемых. Важная роль при этом отводится минералого-геохимическому критерию, способствующему решению вопросов генезиса,

геохимической специализации и оценке потенциальной рудоносности пород.

В Приазовье широко распространены метаморфические, ультраметаморфические и интрузивные комплексы докембрия, характеризующиеся определенным набором и содержаниями акцессорных минералов. Наиболее древние архейские породы представлены переслаивающимися вулканогенными и осадочно-вулканогенными породами западноприазовской и центральноприазовской серий, метаморфизованных в условиях амфиболитовой и гранулитовой фаций регионального метаморфизма. Сюда относятся амфибол-биотитовые, пироксен-амфибол-биотитовые, гранат-амфибол-биотитовые гнейсы, амфиболиты, кристаллические сланцы. Несмотря на крайне пестрый состав пород, подвергавшихся метаморфизму и мигматизации, состав акцессорных минералов достаточно однообразен (табл.1). Во всех разновидностях гнейсов, кристаллических сланцев и мигматитов присутствуют апатит, циркон, магнетит в количестве от единичных знаков до 1–5 г/т [1]. В дупироксеновых кристаллосланцах несколько выше содержание апатита – 19 г/т. Для биотитовых, гранатовых, высокоглиноземистых и графитовых гнейсов, а также полевошпатовых и слюдястых кварцитов в акцессорную ассоциацию дополнительно входят монацит, ильменит, пирит. Обычно содержания этих минералов не превышают 100 г/т. В амфиболсодержащих разновидностях гнейсов и мигматитах дополнительно появляется сфен (1–2 г/т), в пироксенсодержащих – рутил и ортит (до 1 г/т), в биотитовых гнейсах – монацит [2]. Первично-магматические ассоциации акцессорных минералов имеют достаточно равномерный характер распределения. Особенностью древнейших образований архея является широкое распространение процессов гранитизации. Геохимически это выражается привнесением щелочей и кремнезема и выносом *Ca, Mg, Fe, Ti, Mn, Al* и рудных элементов – *Cr, Sc, V, Ni, Co, Cu*. Минералогически это проявляется в том, что в зависимости от интенсивности процесса гранитизации меняются не только содержание акцессорных минералов, но и их парагенезис. Так, например, содержание магнетита, достигающее 9300 кг/т в слабо измененных ультрабазитах, снижается до 280 г/т в актинолит-тремолитовых породах. На некоторых участках отмечено повышение содержания апатита (до 20%), циркона (до 623 г/т), ксенотима (до 109 г/т). Акцессорный парагенезис становится более разнообразным: в незначительных количествах появляются флюорит, корунд, гранат, рутил, галенит. В процессе этих преобразований меняется характер распределения акцессорных минералов, который становится крайне неравномерным.

Широким распространением в докембрии Приазовья пользуются гранитоиды различного состава. Их принято делить на две большие серии, отражающие разные этапы формирования щита и его Приазовского блока. На ранних этапах его развития в результате ультраметаморфизма и гранитизации формировались автохтонные палингено-анатектические и аллохтонные интрузивные, а в платформенный этап – интрузивные гранитоиды. К первой серии гранитоидов в Приазовье относятся токмакский, обиточненский, салтычанский и анадольский комплексы нижнего и среднего протерозоя, а ко второй – хлебодаровский, южнокальчикский, октябрьский и каменноугольский комплексы верхнего протерозоя. Ассоциация акцессорных минералов этих пород отличается как составом, так и содержаниями (табл.1).

Особый интерес в связи с локальным прогнозированием редкометальных месторождений в Приазовье вызывает южнокальчикский комплекс. Он представлен двумя крупными многофазными массивами – Володарским и Кременевским. Породы южнокальчикского комплекса относятся к габбро-сиенит-гранитной формации этапа стабилизации древней платформы и представлены тремя последовательными фазами становления массивов: габбро-сиенитовой, граносиенит-гранитной и жильной. Кременевский массив сложен преимущественно сиенитами оливин-амфибол-пироксеновыми, оливин-пироксеновыми, пироксен-амфиболовыми, и амфиболовыми. Две последние разновидности при увеличении кварца переходят в кварцевые сиениты и граниты.

Таблица 1 – Акцессорные ассоциации докембрийских пород Приазовья

КОМПЛЕКС (ВОЗРАСТ)	ПОРОДЫ	АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ
ЗАПАДНО-ПРИАЗОВСКАЯ СЕРИЯ (AR <sub>1</sub> )	Гнейсы, кристаллосланцы, амфиболиты	Магнетит, апатит, циркон, ильменит 1-5 г/т; сфен 1-2г/т; редко ортит, рутил
КОСИВЦЕВСКАЯ ТОЛЩА (AR <sub>2</sub> )	Ортосланцы, амфиболиты	Сфен, ильменит, апатит, циркон.
ОСИПЕНКОВСКАЯ ТОЛЩА (AR <sub>3</sub> )	Сланцы, мрамора, кальцифиры	Магнетит, апатит, циркон, турмалин, ставролит, андалузит
ЦЕНТРАЛЬНО-ПРИАЗОВСКАЯ СЕРИЯ. Темрюкская свита (AR <sub>3</sub> )	Кристаллосланцы; гнейсы, амфиболиты, мрамора, кальцифиры	Магнетит, апатит, циркон; в карбонатных породах-сфен, графит, шпинель
ТОКМАКСКИЙ (AR <sub>3</sub> )	Эндербиты, чарнокиты, плагиограниты	Магнетит 1-5%, апатит зн.-3%, циркон.
ОБИТОЧНЕНСКИЙ (PR <sub>1</sub> )	Кварцевые диориты и гранодиориты	Магнетит до 6,3 кг/т, апатит до 1кг/т, сфен, циркон, пирит, ильменит - 100 г/т, рутил, ортит
САЛТЫЧАНСКИЙ (PR <sub>1</sub> )	Ортитовые граниты	Сфен до 10 кг/т, ортит до 1,5 кг/т, магнетит до 10 кг/т, циркон, апатит до 0,8 кг/т, ильменит 1,5 кг/т
АНАДОЛЬСКИЙ (PR <sub>1</sub> )	Граниты биотитовые, гранито-гнейсы, мигматиты, жилы гранитов, аплитов и пегматитов	Циркон 100 г/т, магнетит до 7 кг/т, сфен до 1 кг/т, апатит до 1,1 кг/т, монацит, ортит, пирит.
ЧЕРНИГОВСКИЙ (PR <sub>1</sub> )	Пироксенит, мельтейгит, щелочные сиениты, севиты, граниты, карбонатиты	Апатит, магнетит - до 10-15%, сфен, ильменит, топаз, бадделейт, торит, колумбит, флюорит, берилл, пирит, пирохлор, паризит, бастнезит, молибденит
ХЛЕБОДАРОВСКИЙ (PR <sub>1</sub> )	Кварцевые сиениты, граниты, монзониты диориты, габбро-сиениты, жилы кварцевых сиенитов, гранитов и пегматитов.	Апатит, магнетит, ильменит, сфен (от ед.зн. до 5%), циркон, ортит.
ЮЖНО-КАЛЬЧИКСКИЙ (PR <sub>2</sub> )	Монзониты, габбро-сиениты, кварцевые сиениты, граниты; жилы аплитов, пегматитов.	Апатит, рудный, циркон, ортит, флюорит, бастнезит, чевкинит, сфен, магнетит.
ОКТАБРЬСКИЙ (PR <sub>2</sub> )	Габбро; фойяиты, нефелиновые сиениты, пуласкиты; щелочные сиениты; мариуполиты	Сфен, бритолит, циркон, пирохлор, апатит, флюорит магнетит, ильменит.
КАМЕННО-МОГИЛЬСКИЙ (PR <sub>2</sub> )	Лампрофиры, диабазы, диабазовые порфириды, керсантиты, спессартиты, габбродиабазы, мончикиты, камптониты.	Топаз, берилл, циркон, флюорит, бастнезит, апатит, колумбит; сфен, магнетит, монацит, ортит, ксенотим, бритолит, рутил, пирохлор, паризит, касситерит.

В северной и южной частях массива развиты поля, сложенные монцонитами, габбро-сиенитами и сиенитами. В Володарском массиве первая фаза представлена расслоенной габбро-сиенитовой интрузией, занимающей около 60% площади Володарского интрузива в юго-восточном секторе. В ее составе выделяются слои из субщелочных габброидов (ультраосновных, основных и средних пород). Эти породы состоят из одних и тех же лейкократовых и меланократовых минералов. Меняется только их количественное соотношение, которое контролируется процессами кристаллизационной дифференциации.

К перидотитам и щелочным габброидам приурочена акцессорная апатитовая, титаномагнетитовая и ильменитовая минерализация, достигающая на некоторых участках значений близких к промышленным [3]. К монцонитам и сиенитам приурочено также повышенное содержание циркония. Вторая фаза представлена интрузией щелочнополевошпатовых гастингситовых сиенитов. В центре интрузии выделяется округлое в плане тело пегматоидного сиенита, площадью около 4 км<sup>2</sup>, названное Азовской структурой. При детальном картировании установлено, что это интрузивное образование расслоено на лейкократовые и меланократовые слои. В лейкократовых слоях отмечаются, главным образом, кристаллы циркона размером до 0,5 см. В меланократовых слоях локализована циркониевая, бастнезитовая и бритолитовая минерализация. Становление интрузий южнокальчикского комплекса завершилось жильными телами микросиенитов, аплитов, аляскитов и пегматитов, для которых характерно наибольшее содержание акцессориев – циркона, флюорита, бастнезита, ортита, сфена, апатита, магнетита, чевкинита. Выделены также образования гидротермально-метасоматического этапа южнокальчикского комплекса – альбит-микроклиновые метасоматиты и прожилковая карбонатизация. Породы южнокальчикского комплекса неоднократно характеризовались во многих литературных источниках и определялись как неперспективные на редкие металлы [4]. При получении геохимической характеристики этого комплекса для пород Кременевского массива можно отметить, что хорошо выражена специализация (в кларках концентрации) только для *Sc* (7–9,5) и *Mo* (2,48–5); в повышенных количествах содержатся *Nb* (1,5–1,7), *Sn* (1,6–2), *Ce* (2,05–2,65), *Zr* (1,6–2,17), в резко пониженных – *Li* (0,25–0,37) и *La* (0,43–0,49). Кларковые содержания характерны для *P*, *Pb*, *Cu*, *Y*, *La*, *Ag* и др. элементов. Характерна тенденция увеличения концентрации *Mo* и *Ce* от гранитов к монцонитам, параллельно с уменьшением *Zr*. Для пород основного состава *Zr* и *Ce* не характерны, они присутствуют в кларковых концентрациях. Для Володарского массива, где преобладают габбро-сиениты, специализация определяется акцессорной апатитовой, титаномагнетитовой и ильменитовой минерализацией. Для второй фазы пород Володарского массива следует отметить повышенные концентрации (в кларках концентрации) для *Nb* (3,7), *Mo* (2,1), *Zr* (1,8); резко пониженные – *Ti*, *Mn*, *Ni*, *Cr*, *Cu*, *Sc*, а также *Li*, *Be*, *Ce*, *La*. Содержания иттрия близки к кларковым.

Поисковыми работами последних лет в породах южнокальчикского комплекса, слагающего Володарский массив, выявлено крупное Азовское цирконий-редкоземельное месторождение [5]. По данным поисково-оценочных работ на месторождении проведено детальное геолого-геохимическое картирование. К образованиям первой фазы становления массива отнесены щелочноземельные кварцевые, кварцсодержащие пироксен-амфиболовые и амфиболовые сиениты и щелочнополевошпатовые оливин-пироксенные и оливин-пироксен-амфиболовые сиениты. Акцессорные минералы: апатит, ильменит, циркон, ортит, изредка – бритолит. Вторая фаза представлена кварцевыми биотитовыми сиенитами. В качестве акцессорных минералов встречаются ильменит, апатит, циркон, бритолит, ортит. К третьей фазе отнесены породы широкого экзоконтактового ореола вокруг тела кварцевых сиенитов названные такситовыми сиенитами. Акцессорные – апатит, ильменит, циркон, ортит, бритолит, флюорит, графит, реже – бастнезит (табл.2). Необходимо отметить, что именно в такситовых оливин-пироксен-амфиболовых сиенитах распо-

лагаются зоны циркониево-редкоземельных руд, представляющие собой сиениты, в которых содержание циркона, бритолита, ортита достигает 0,6 % и более. Помимо этих основных минералов присутствуют в значительных количествах монацит, чевкинит, бастнезит, иттриалит, флюорит. Процесс замещения одних редкометальных минералов другими также проявлен на Азовском месторождении: бритолит превращается в агрегат из монацита, бастнезита, апатита и флюорита. Выявлено несколько генераций циркона и бритолита, что свидетельствует о многостадийности рудообразования. В цирконах Азовского месторождения установлены примеси цериевых и иттриевых редких земель [6].

Среди редкометальных акцессорных минералов различных комплексов докембрийских пород Приазовья к наиболее распространенным относятся циркон, ортит, в меньшей степени – монацит. Основной особенностью применения минералого-геохимических критериев при локальном прогнозировании является учет того, что акцессорная минерализация определяется не только химизмом и условиями образования отдельных массивов, составляющих стратиграфические комплексы, но и степенью их более поздних преобразований. В этих процессах изменяются главные минералы редких элементов: происходит замещение одних минералов другими, меняется типоморфизм кристаллов, усложняется химический состав этих минералов. Для измененных пород отмечается не только повышение ранних генераций акцессориев, но и появление новых редкометальных минералов, таких как флюорит, топаз, турмалин, бастнезит, колумбит-танталит. Именно с этими генерациями связана концентрация редких элементов в промышленных масштабах. Характер и источник этих преобразований устанавливается по ряду более детальных минералого-геохимических критериев, позволяющих выяснять физико-химические условия кристаллизации отдельных генераций минералов.

Таблица 2 – Средние содержания акцессорных минералов в породах

Минералы	Средние содержания минералов в породах, г/т			
	УЩ, по данным [7]	Приазовье, по данным [1,2]	Южнокальчикский комплекс	Азовское месторождение
Циркон	300	522	1600	19000
Ортит	43,87	141,3	—	6400
Бритолит	—	13	—	8800

Циркон является одним из наиболее широко распространенных редкометальных минералов Украинского щита (табл. 2). Он отмечен во всех стратиграфических и интрузивных комплексах Приазовского блока. Это обеспечивается исключительной стойкостью этого минерала к различным химическим и физическим воздействиям. Известно, что циркон, несмотря на его простую структуру, является мощным концентратом многих редких и рудных элементов: *Hf, U, Th, Nb, Ta, TR, Y, Sc* и др. Содержание циркона в различных разновидностях пород определяется, главным образом, изменением кислотности-щелочности среды минералообразования [2]. К числу наиболее существенных примесей в цирконии относится, в первую очередь, гафний. Соотношение этой пары элементов является одним из индикаторов геохимических процессов. Для большей части цирконов УЩ характерен существенно иттриевый состав [7]. В сиенитах южно-кальчикского комплекса выявлено наиболее высокое содержание циркона, составляющее 330 – 1600 г/т [4]. Химический состав циркона из различных фазовых дифференциатов этого комплекса значительно усложняется при переходе от ранних к более поздним, что проявляется в повышении содержаний *Hf, Nb, Ta, TR* (табл.3). При этом изменяется форма и цвет его кристаллов. Особенно ярко это проявляется на месторождениях редких металлов, где химический состав акцессорных минералов отражает геохимические особенности месторождения. Ортит наиболее широко распространен в гранитоидах Украинского щита, но распределен крайне неравномерно (табл 2). При кристаллизации он выделяется вместе с биоти-

том, одним из первых среди аксессуариев, и характерен для более основных разностей, обогащенных кальцием. Как правило, это роговообманковые, биотитовые граниты, гранодиориты и диориты. Особенно четко это прослеживается в пегматитах, где наибольшие его концентрации приурочены к краевым частям жил, обогащенных темноцветными минералами. Для ортитов УЩ характерен исключительно цериевый состав редких земель (табл 3). Наиболее выдержанно содержание церия [6]. Ортиты Приазовья характеризуются наиболее полным составом редких земель [2]. Однако преобладание цериевых лантаноидов бесспорно. Ортиты из гранитов обогащены лантаном, а из пегматитов – празеодимом, неодимом, гадолинием, частично иттрием. В альбитизированных и грейзенизированных гранитах ортит замещается вторичными фторкарбонатами редких земель [2].

Таблица 3 – Средние содержания редких земель в аксессуарных минералах

Минералы	Средние содержания редких земель в минералах, %							
	УЩ, по данным [7]		Приазовье, по данным [2,6]		Южнокальчикский комплекс		Азовское месторождение	
	$\Sigma TR$	$TR_Y$	$\Sigma TR$	$TR_Y$	$\Sigma TR$	$TR_Y$	$\Sigma TR$	$TR_Y$
Циркон	0,25	0,14	0,7	0,41	0,8	0,52	1,56	0,82
Ортит	23,02	0,34	21,14	0,21	22,8	0,27	28,98	0,83
Бритолит	—	—	59,6	2,39	58,04	2,32	61,65	10,7

Бритолит на Украинском щите установлен только в Приазовье [7]. В качестве аксессуариев в докембрийских комплексах Приазовья встречается весьма редко. Впервые он установлен в мариуполитах Октябрьского массива, содержит включения альбита, эгирина, лепидомелана, флюорита и вместе с цирконом и пирохлором составляет рудную ассоциацию. Для пород южнокальчикского комплекса бритолит встречается в полевошпатовых метасоматитах контактовой зоны граносиенитов, где он формировался в заключительную стадию формирования этих пород. Это подтверждается наличием в нем включений кварца, полевых шпатов, циртолита, тесно ассоциирует с флюоритом, иногда развивается по чевкиниту [4]. По составу редких земель бритолит относится к комплексным минералам (табл.3). В его составе постоянно присутствует торий [2].

Минералого-геохимические критерии потенциальной продуктивности пород на редкие металлы используют прежде всего для оценки суммарного эффекта деятельности кристаллохимического и эманационного факторов рудообразования. Повышение содержания аксессуарных минералов в 5–10 раз выше величины региональных кларков для этих пород может свидетельствовать о накоплении редких элементов в остаточных расплавах и дальнейшей, возможно промышленной, их концентрации в поздне- и постмагматических фазах. Появление новых аксессуарных ассоциаций, нехарактерных для большей части пород данного комплекса, является необходимым условием для начала целенаправленных поисков месторождений редких металлов и требует решения генетических вопросов. Содержание и состав редких земель в различных аксессуарных минералах являются важным признаком генезиса гранитоидов. Аксессуарные минералы, выделяющиеся в позднемагматическую и постмагматическую стадии, а также минералы вторичных образований (псевдоморфозы по бритолиту, монациту, ортиту) обогащены иттрием и  $TR_Y$ , что неоднократно отмечалось многими исследователями [2,6,7]. На Азовском месторождении происходит резкое повышение концентраций редкоземельных минералов в сравнении с материнскими породами. Преобладание иттриевых лантаноидов и уровни содержания редких земель в самих минералах повышаются в среднем в 2 раза. Характерно то, что этими элементами обогащаются не только рудные минералы, но и породообразующие, что свидетельствует о максимальном насыщении ими минералообразующей среды. Максимальная концентрация редких земель в породообразующих минералах отмечается для пироксенов и амфиболов, составляя в рудах около 1000 г/т. Это значительно превышает кларковые уровни их кон-

центраций.

Должна быть проведена также оценка интенсивности действия мобилизационного фактора, связанного с извлечением из минералов примесей редких и рудных элементов. Этот процесс сопровождается уменьшением концентраций этих элементов в породах соседних участков. Именно эта причина объясняет факт в целом пониженного содержания редких земель в породах южнокальчикского комплекса. Неравномерность распределения акцессорных минералов и большие дисперсии концентраций затрудняют достоверную количественную оценку их содержаний. В этом случае целесообразно привлечение, в качестве дополнительного критерия потенциальной рудоносности, разнообразие видового состава акцессорных и вторичных минералов, а также состав редкоземельных элементов в них. Более четко это отражается геохимическими характеристиками фазовых дифференциатов комплекса.

Критерием рудоносности пород магматического генезиса является значительное повышение содержаний акцессориев и уровней концентрации ими редких элементов в ряду последовательно формировавшихся фазовых дифференциатов. Для гранитоидов габбро-сиенитовой формации южнокальчикского комплекса, которые являются материнскими породами для Азовского месторождения, значительного действия фактора дифференциации не наблюдается (табл. 2, 3), что ранее отмечалось и в литературе [4]. При локальном прогнозировании в пределах одного региона, характеризующегося определенной историей геологического развития, толкование минералого-геохимических показателей на более детальных уровнях не всегда однозначно и требует привлечения дополнительных критериев. Положение интрузий этого и многих других комплексов Приазовья характеризуется проиуроченностью к зонам крупных разломов и узлам пересечения разнонаправленных тектонических нарушений, что является дополнительным критерием рудоносности этих комплексов. Именно такое геолого-структурное положение участков повышенных концентраций редкометальных акцессориев может обеспечить возможность их промышленных масштабов, создавая энергетическую обеспеченность дополнительных поставок рудного вещества в породы докембрийских комплексов Приазовья.

#### **Библиографический список**

1. **Полуновский Р.М., Розанов К.И.** Акцессорные минералы докембрия Приазовья // Акцессорные минералы докембрия. – М: Наука, 1986. – С. 88–95.
2. **Юрк Ю.Ю., Марченко Е.Я., Чашка А.И.** Акцессорные минералы и элементы гранитоидов докембрия Приазовья. Киев: Наукова Думка, 1973. – 160 с.
3. **Тарасенко В.С., Кривонос В.П., Жиленко Л.А.** Петрология и рудоносность габброидов Южно-Кальчикского массива (Восточное Приазовье) // Геологический журнал, 1989, №5, с.78–88.
4. **Петрология, геохимия и рудоносность интрузивных гранитоидов Украинского щита.** – Киев: Наукова думка, 1990. – 235 с.
5. **Стрекозов С.Н., Васильченко В.В., Гурский Д.С., Пожарицкая Л.К., Волкова Т.П.** Геологическое строение и характер оруденения Азовского месторождения. // Мінеральні ресурси України, 1998, №3. с.6–9.
6. **Мельников В.С., Д.К.Возняк, Е.Е.Гречановская и др.** Азовское цирконий-редкоземельное месторождение: минералогические и генетические особенности // Минералогический журнал, 2000, №1, с.42–61.
7. **Акцессорные минералы Украинского щита** // Беспалько Н.А., Донской А.Н., Елисеева Г.Д. и др. Киев: Наукова думка, 1976. – 260 с.

© Волкова Т.П., Стрекозов С.Н., 2001