

**МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ  
ЮЖНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КAVKAZA**

**Ф.М.БАБАЕВ, С.А.ИСАЕВ, Г.М.ГАМБАРОВА, А.И.РАГИМЗАДЕ**  
*Бакинский Государственный Университет*  
*sokrat-paleo@rambler.ru*

*Исследования проводились на территории, значительно отдаленной к востоку от полиметаллических месторождений (Кацдаг, Филизчай, Катех и др.). Определен и обоснован естественный региональный (местный) геохимический фон тяжелых металлов (Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Pb) для разновозрастных и, в совокупности, для всех литологических разновидностей пород юры, что является необходимым этапом проведения эколого-биогеохимических исследований. Геохимической специализацией этих отложений (за исключением титонских) является вышекларковые (относительно литосферы) содержания ванадия. Отдельные разновозрастные породы периода выделяются также специализацией Zn, Ni, Pb. Результаты анализов обработаны методом математической статистики, выявлены законы распределения, вариабильность и др.. Полученные данные могут быть использованы в целях применения биогеохимического метода поисков и оценки эколого-геохимического состояния ландшафтных компонентов Белокано-Закатальской металлогенической зоны и всего региона в целом.*

Из юрских отложений, развитых на южном склоне, изучены ааленские, байосские, батские, кимериджские и титонские отложения.

Ааленские отложения представлены глинистыми сланцами, песчаниками и алевролитами. Отличительной чертой этих отложений является преобладание в их разрезе глинистых сланцев (до 75%). Содержание песчаников – не более 12%, алевролитов – 2%, известняков – 0,7%. Нерастворимый осадок составляет 51,12%, содержание CaCO<sub>3</sub> – 42,81%, MgCO<sub>3</sub> – 1,51%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 3,26%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 2,42%. Величина pH колеблется в пределах 7,0-7,5. Характеризуются ааленские отложения повсеместным отсутствием гуминовых кислот. Постоянными компонентами органического вещества являются битум (0,04-0,036% к породе) и органический углерод (0,27% к породе). Наибольшее количество органического углерода отмечается в глинистых породах, битумы же сконцентрированы в песчаниках [2, 6]. Характерными минералами ааленских отложений являются бурые гидрослюды железа, лейкосен, циркон, пирит, мусковит, эпидот, цоизит, хлорит, биотит, амфиболы. Часто встречаются магнетит, ильменит, турмалин, рутил, пироксены. Редко обнаружены гранат, анатаз, брукит, титанит, гематит, ставролит, апатит, дистен, андалузит, барит, глауконит.

Отличительной особенностью байосских отложений (свита хиналугских песчаников) является преобладание в их составе тонкослоистых, мелко- и гру-

бозернистых часто косослоистых, не вскипающих от соляной кислоты, песчаников. Между слоями песчаников залегают некарбонатные глинистые сланцы, в которых встречаются конкреции сульфидов и сидеритов. Нерастворимый осадок колеблется в пределах 17,1-32,4%. рН – 7,0-7,5. Байосские отложения, как и ааленские, характеризуются отсутствием гуминовых кислот. Постоянными компонентами органического вещества являются битум (0,01-0,03% к породе) и органический углерод (0,1% к породе). В байосских отложениях обнаружены пирит, лейкоксен, циркон, эпидот, цоизит, мусковит, хлорит, а также биотит, роговая обманка, пироксены.

Отложения бата представлены чередованием темных плотных глинистых сланцев, темносерых алевролитов и прослоев песчаников. В этих отложениях отсутствуют биотит, роговая обманка, пироксены, уменьшаются количества мусковита и хлорита. Широко распространены пирит, лейкоксен, циркон, эпидот. Наблюдаются зерна плагиоклаза и магнетита. Содержание битума в среднем не превышает 0,035% к породе. Гуминовые кислоты отсутствуют.

Кимериджские отложения представлены чередованием зеленоватых, более или менее кремнистых глинистых сланцев с косослоистыми песчаниками. Глинистые сланцы в большинстве случаев некарбонатные, песчаники же вскипают от действия соляной кислоты. Характерной особенностью кимериджских отложений является «кремнистость пород, светлая окраска глинистых сланцев, наличие маломощных прослоев пелитоморфных известняков и конгломератов». Характерными минералами являются лейкоксен, циркон, эпидот, цоизит и шамозит. Органическое вещество представлено битумом, содержание которого в среднем не превышает 0,005% к породе.

Отложения титона (илисуйская свита) представлена темнокрасновато-лиловыми сланцами, иногда переходящими в мергельные сланцы. Верхняя часть свиты состоит из пластов мелкозернистых известковистых песчаников, которые переслаиваются с глинистыми сланцами и рассланцованными мергелями и известняками. Для илисуйской свиты характерным является отсутствие шамозита, наличие высоких концентраций гетита и гидрогетита, в меньших количествах обнаружены лейкоксен, циркон и турмалин. Основными компонентами органического вещества являются битум и органический углерод. Содержание битума колеблется в пределах 0,005-0,02% к породе, содержание органического углерода достигает 0,85% к породе. Гуминовые кислоты отсутствуют.

Целью изучения содержания и распределения микроэлементов в юрских отложениях является определения влияния микроэлементного состава всех литологических разновидностей коренных пород в целом на содержание их в почвах, водах и растительности ландшафта (в последующих биогеохимических и эколого-геохимических исследованиях) [4, 5].

Результаты приближенно-количественного спектрального анализа титана, ванадия, хрома, марганца, кобальта, никеля, меди, цинка, свинца, обработанные методами математической статистики, представлены в таблице.

Несмотря на значительную схожесть литогического и минералогического состава юрских отложений, наблюдаются различия в содержаниях и распределении микроэлементов. Распределение содержаний хрома, марганца, никеля и меди в большинстве случаев подчинены нормальной функции, свинца – лог-

нормальной. Содержания кобальта в одних случаях (байосские батские отложения) подчиняются нормальному закону распределения, в других (ааленские, титонские отложения) – логнормальному закону. Закон распределения цинка в юрских отложениях не выявлен. Закон распределения содержаний титана и ванадия в большинстве случаев не выявлен. Только в титонских отложениях распределение содержаний этих элементов подчинены логнормальной функции, а содержания ванадия в батских отложениях распределяются по нормальному закону.

Среднеюрские отложения характеризуются более плотным распределением содержаний ванадия (V=52-59%), хрома (V=35-45%), никеля (V=37-44%). Наибольшим рассеиванием выделяются титан (V=92-159%), ванадий (V=85-157%), хром (V=55-69%), никель (V=51-78%) в верхнеюрских отложениях. В целом для юрских отложений характерным является вариабельность содержаний для юрских отложений характерным является вариабельность содержаний Ti – 37-159%, V – 52-157%, Cr – 35-69%, Mn – 78-91%, Co – 39-53%, Ni – 37-78%, Cu – 64-86%, Zn – 45-49%, Pb – 45-100%. При этом наименьшей вариабельностью содержаний титана, ванадия, хрома, никеля характеризуются батские отложения, марганца, кобальта, меди, цинка – кимериджские отложения, свинца – ааленские отложения. Максимальная вариабельность содержаний титана, ванадия, хрома, кобальта, никеля наблюдается в титонских отложениях, марганца, меди, цинка – в ааленских, свинца – в батских отложениях.

Региональной особенностью юрских отложений южного склона Б.Кавказа (за исключением титонских отложений) является вышекларковые содержания ванадия (1,44-1,8ККл) и нижекларковые содержания титана (0,15-0,44ККл). Разновозрастные отложения юры различаются по специализации отдельных микроэлементов. Например, байосские и титонские отложения характеризуются вышекларковыми содержаниями цинка (1,2-2,2ККл). Геохимической специализацией байосских и кимериджских отложений является вышекларковые содержания никеля (1,2-1,43ККл). Батские отложения, наряду с геохимической специализацией ванадия, характеризуются также специализацией свинца (1,38 ККл).

По А.И.Перельману, Н.С.Касимову [1, 7], различия в концентрациях и миграции химических элементов выясняются путем сравнения отношений кларков концентрации (ККл) элементов. Вычисленные отношения ККл элементов в юрских отложениях выявили максимальную концентрацию ванадия в ааленских, байосских, батских отложениях, никеля – в кимериджских, цинка – в титонских, свинца – в батских отложениях. В байосских батских и кимериджских отложениях наблюдаются равные околоскларковые содержания кобальта, превышающие содержания в ааленских и титонских отложениях в 1,4 и 1,6 раз, соответственно. Околоскларковые концентрации марганца в титонских отложениях превышают концентрацию в ааленских, байосских, батских и кимериджских отложениях в 2,3-3,7 раз.

Статистические параметры распределения содержаний микроэлементов в юрских отложениях южного склона Большого Кавказа

Параметры	Ti	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Pb	Геохимический индекс
Ааленские отложения (N=79)										
$\cdot 10^{-3}\% \bar{X}$	159.7	16.2	6.3	31.3	1.3	5.5	2.9	8.5	0.9	$Zn, Ni \frac{V}{Cr, Co, Cu, Pb, Ti, Mn}$
V, %	67	59	45	91	46	44	86	49	45	
ККл	0.36	1.8	0.76	0.31	0.72	0.95	0.62	1.0	0.56	
Байосские отложения (N=15)										
$\cdot 10^{-3}\% \bar{X}$	160.0	15.9	5.9	38.0	1.8	6.7	4.4	10.0	1.1	$Co, Cu \frac{V, Ni, Zn}{Cr, Pb, Ti, Mn}$
V, %	74	55	42	87	44	40	73	-	62	
ККл	0.36	1.77	0.71	0.38	1.0	1.2	0.94	1.2	0.70	
Батские отложения (N=48)										
$\cdot 10^{-3}\% \bar{X}$	100.0	15.7	5.3	31.6	1.7	6.2	3.8	6.3	2.2	$Zn, Ni \frac{V, Pb}{Cu, Zn, Cr, Mn, Ti}$
V, %	37	52	35	84	44	37	78	-	100.0	
ККл	0.22	1.74	0.64	0.32	0.94	1.07	0.81	0.74	1.38	
Кимериджские отложения (N=9)										
$\cdot 10^{-3}\% \bar{X}$	200.0	13.0	7.7	50.0	1.7	8.3	3.2	6.7	1.1	$Co, Cr \frac{V, Ni}{Zn, Pb, Cu, Mn, Ti}$
V, %	92	85	55	78	39	51	64	45	65	
ККл	0.44	1.44	0.93	0.50	0.94	1.43	0.68	0.79	0.70	
Титонские отложения (N=29)										
$\cdot 10^{-3}\% \bar{X}$	65.6	5.5	4.3	113.5	1.1	4.2	2.0	18.6	1.5	$Mn, Pb \frac{Zn}{Ni, V, Co, Cr, Cu, Ti}$
V, %	159	157	69	85	53	78	73	-	69	
ККл	0.15	0.61	0.52	1.14	0.61	0.72	0.43	2.2	0.94	

Показателем общей концентрации группы химических элементов в отложениях является «коэффициент накопления микроэлементов или более кратко коэффициент накопления R». Этот коэффициент представляет собой отношение суммы ККл элементов к количеству изученных элементов. Вычисленные R микроэлементов в юрских отложениях равны: в ааленских – 0,79, в байосских – 0,92, в батских – 0,72, в кимериджских – 0,87, титонских – 0,81. Как следует из этих данных, существенной разности в накоплении изученных элементов в разновозрастных отложениях юры не наблюдается. Однако относительно ааленских и батских отложений более обогащенными являются байосские отложения.

Представляет интерес выявление интенсивности концентрации катионогенных (Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Pb) и анионогенных (Ti, V, Cr) элементов в юрских отложениях [3]. Показатели концентрации вычисляются как отношение суммы ККл катионогенных (анионогенных) элементов к их количеству [7]. Вычисленные аддитивные (суммарные) показатели характеризуют юрские отложения следующим образом: ааленские отложения –  $K=0,69$ ,  $A=0,97$ ,  $A/K=1,4$ , байосские отложения –  $K=0,90$ ,  $A=0,95$ ,  $A/K=1,1$ , батские отложения –  $K=0,88$ ,  $A=0,87$ ,  $K/A=1,04$ , кимериджские отложения –  $K=0,84$ ,  $A=0,94$ ,  $A/K=1,1$ , титонские отложения –  $K=1,01$ ,  $A=0,43$ ,  $K/A=2,3$ . Таким образом, ааленские отложения характеризуются преимущественно анионогенным, титонские отложения – преимущественно – катионогенным составом. Байосские, батские и кимериджские отложения характеризуются равнозначной концентрацией катионогенных и анионогенных элементов.

Изучение коррелятивных зависимостей содержаний элементов в юрских отложениях выявили значительные различия во взаимоотношениях элементов. Так, в кимериджских отложениях не были выявлены значимые прямые зависимости содержаний элементов. В этих отложениях в отличие от других изученных юрских отложений наблюдается обратная значимая связь между содержаниями никеля и свинца. Для отложений средней юры характерным являются прямые значимые зависимости содержаний Pb-Zn; Cu-Ni; Cu-V; Ni-V и обратная значимая зависимость содержаний Mn-Cr. В титонских отложениях, как в среднеюрских, наблюдается прямая значимая зависимость содержаний Ni-Cu, V и обратная значимая зависимость содержаний Mn-Cr. Отличительной особенностью юрских отложений является обратные зависимости содержаний марганца (среднеюрские отложения) и цинка (титонские отложения) с содержаниями остальных элементов в одних случаях значимых, в других ниже 5% уровня значимости.

Изложенный материал позволяет выявить некоторые особенности распределения титана, ванадия, хрома, марганца, кобальта, никеля, меди, цинка, цинка и свинца в юрских отложениях региона.

Геохимической специализацией юрских отложений (за исключением титонских) является вышекларковые содержания ванадия (1,4-1,9ККл). Разновозрастные отложения юры выделяются также специализацией никеля (байосские, кимериджские), цинка (байосские, титонские) и свинца (батские отложения). Наиболее обогащенными, изученным комплексом элементов, являются байосские отложения, минимальной концентрацией выделяются ааленские отложе-

ния. Ааленские отложения характеризуются преимущественно анионогенным составом, катионогенные элементы в основном сконцентрированы в титонских отложениях. Равнозначные концентрации катионогенных и анионогенных элементов обнаружены в байосских, батских и кимериджских отложениях.

В изученных образцах отложений юры, наряду с разнообразием корреляционных связей содержаний микроэлементов, наблюдаются и аналогичные связи. Например, для отложений средней юры характерны прямые значимые связи содержаний Pb-Zn; Cu-V, Ni; V-Ni и обратная значимая связь между Mn-Cr. Отличительной особенностью юрских отложений является обратные зависимости содержаний марганца (среднеюрские отложения) и цинка (титонские отложения) с содержаниями остальных элементов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Авессаломова И.А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов. М.: Москв. Ун-т, 1987, 108 с.
2. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. М.: Логос, 2000, 627 с.
3. Бабаев Ф.М. Геохимия высокогорных ландшафтов южного склона Большого Кавказа. Баку: Элм, 2003, 132 с.
4. Беус А.А., Грабовская А.И., Тихонова Н.В. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1976, 248 с.
5. Биогеохимические методы поисков. В кн.: Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. Мин-во Геологии СССР. М.: Недра, 1991, 191 с.
6. Войткевич Г.В. Справочник по геохимии. М.: Недра, 1990, 480 с.
7. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрей-2000, 1999, 763 с.

#### **BÖYÜK QAFQAZIN CƏNUB YAMACININ YURA ÇÖKÜNTÜLƏRİNDƏ MİKROELEMENTLƏRİN YAYILMASI**

**F.M.BABAYEV, S.A.İSAYEV, G.M.QƏMBƏROVA, A.İ.RƏHİMZADƏ**

#### **XÜLASƏ**

Tədqiqatlar polimetal yataqlardan (Kasdağ, Filizçay, Katex və b.) şərqə doğru xeyli aralı ərazidə aparılmışdır. Yura dövrünün müxtəlif yaşlı və məcmu halda olaraq bütün litoloji növ süxurları üçün ağır metalların (Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Pb) təbii regional (yerli) geokimyəvi fonu təyin edilmiş və əsaslandırılmışdır ki, bu ekoloji-biogeokimyəvi tədqiqatların yerinə yetirilməsinin ilkin vacib mərhələsidir. Çöküntülərin (titondan başqa) geokimyəvi ixtisaslaşması vanadiumun miqdarının litosferə münasibətdə klarkdan yüksək qiymətləridir. Yuranın ayrı-ayrı müxtəlif yaşlı süxurları eyni zamanda, həmçinin Zn, Ni, Pb ixtisaslaşması ilə miqdarı fərqlənir. Analizlər riyazi-statik metodu ilə işlənmiş, elementlərin yayılma qanunları, variabilliyi və s. aşkar olunmuşdur. Alınan nəticələr biogeokimyəvi axtarış metodunun tətbiq edilməsi və Balakən-Zaqatala metallogenik zonasının, eləcə də bütövlükdə bütün regionun landşaft komponentlərinin ekoloji-geokimyəvi vəziyyətinin qiymətləndirilməsi məqsədilə istifadə edilə bilər.

# **TRACE ELEMENTS IN JURASSIC DEPOSITS IN THE SOUTH SLOPE OF THE GREATER CAUCASUS**

**F.M.BABAYEV, S.A.ISAYEV, G.M.GAMBAROVA, A.I.RAHIMZADEH**

## **SUMMARY**

The studies were conducted in the territory far distant to the east of the polymetallic deposits (Katsdag, Filizchay, Katekh, etc.). Natural regional (local) heavy metal geochemical background (Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Pb) was defined and justified for different ages and, in aggregate, for all lithologic types of rocks of the Jurassic, which is a necessary step for ecological and biogeochemical studies. The geochemical specialization of these deposits (except titonian) is up to the vanadium content (relative to the lithosphere). Different rocks of the period are also distinguished by the specialization of Zn, Ni, Pb. The results of the analyses were processed by the method of mathematical statistics and the laws of distribution, variability, etc. were revealed. The received data can be used for the application of biogeochemical methods for prospect and evaluation of ecological and geochemical states of landscape components of Balakan-Zagatala metallogenic zone and the region on the whole.