

Усманов М. Л. Гипергенные преобразования отходов обогащения сульфидных руд // Уральский минералогический сборник, 1995. № 4. С. 138–142.

Ball J., Nordstrom D. User's manual for WATERQ4F, with revised thermodynamic database. Geological Survey, USA, 1991.

Tessier A., Cambell P. G. C., Bisson M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals // Analytical Chemistry, 1979. Vol. 51. P. 256–273.

А. В. Масленникова¹, В. Н. Удачин¹, В. В. Дерягин²

¹ – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс

² – Челябинский государственный университет, г. Челябинск

Первые данные о геохимии и палеоэкологии донных отложений озера Иткуль (Южный Урал)

Проблема использования концентраций отдельных химических элементов в донных отложениях озер и их различных соотношений для реконструкции условий палеоклиматов существует как минимум 40 лет. Наиболее весомые результаты в этом направлении получены на примере анализа донных отложений оз. Байкал [Гольдберг и др., 2008]. В данной работе излагаются результаты анализа колонки донных отложений оз. Иткуль длиной 465 см, позволяющие говорить о возрасте выделенных этапов развития бассейна озерного осадконакопления.

Колонка донных отложений отобрана на оз. Иткуль в начале апреля 2008 г. Озеро расположено в подзоне южной тайги, в 20 км к северо-востоку от источника атмосферных выбросов – ЗАО «Уфалейникель» в г. Верхний Уфалей. Неконсолидированные донные отложения верхней части колонки мощностью 30 см отобраны пробоотборником гравитационного типа с закрывающейся диаграммой. Пробы этой части колонки разбиты на интервалы по 2 см. Остальную часть колонки отбирали поршневой трубкой с гидрозатвором и разбивали на пробы с интервалом в 5 см. Анализ микроэлементов в высушенных пробах выполняли после кислотного вскрытия методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS, аналитик Д.В. Киселева, Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург).

Приготовление проб для спорово-пыльцевого анализа осуществлялось методом обработки малой навески материала с использованием фтористоводородной кислоты по генеральной методике В. П. Гричука [Гричук, Заклинская, 1948] с уточнениями по [Хазин, 2006]. Процентное содержание пыльцы и спор подсчитано по отношению к их общей сумме, принимаемой за 100 %. Возрастная модель колонки донных отложений получена корреляцией спорово-пыльцевых диаграмм с близлежащей колонкой озера Увильды [Субетто, 1995]. Согласно обнаруженным закономерностям изменения химизма донных отложений оз. Байкал [Гольдберг и др., 2008] для теплых (и/или влажных) периодов в донных отложениях отмечаются пики U, Sr/Rb(Ba,Cs), Cu/Zn. Периоды похолодания характеризуются уменьшением отношений этих элементов и повышением отношений La(Ce)/Yb(Y).

Нижние 12 см колонки, судя по литологии, положению в разрезе и спорово-пыльцевым спектрам (СПС) можно отнести к триасу (рис.). В СПС пребореального периода высокое содержание пыльцы трав, *Betula sect. Albae*, *Betula sect. Nanae*, указывает на развитие холодной лесостепи на территории водосбора оз. Иткуль. К концу периода облесенность возрастает, появляется пыльца ели, что говорит об увеличении увлажнения территории.

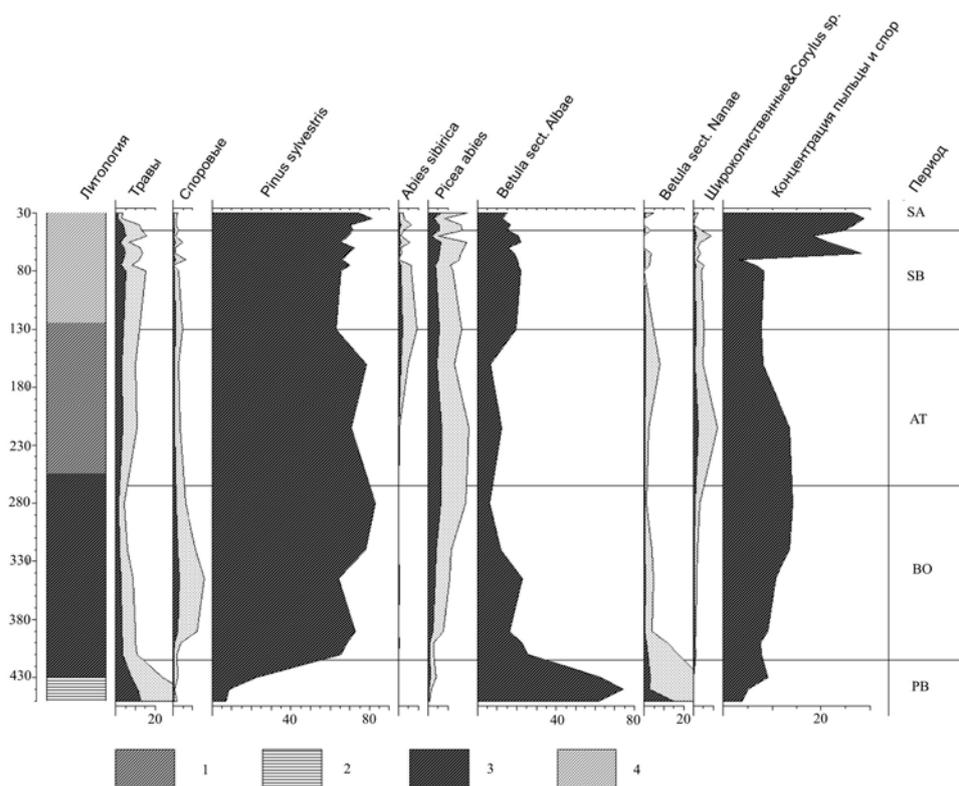


Рис. Спорно-пыльцевая диаграмма донных отложений оз. Иткуль.

1 – темно-бурый консолидированный сапропел, 2 – буро-оливковый пелит-алевритовый слоистый сапропел, 3 – темно-бурый плотный зернистый сапропел, 4 – темно-бурый слабоконсолидированный сапропел.

Согласно составу спорово-пыльцевых спектров в бореале господствовали березово-сосновые леса. С середины периода отмечается практически полное исчезновение пыльцы карликовой березки, появление непрерывной кривой пыльцы широколиственных пород. В течение периода отмечается увеличение роли еловых формаций. Таким образом, в течение бореального периода наблюдается постепенное увлажнение и потепление климата.

Состав и процентные соотношения элементов спектров свидетельствуют о господстве в атлантический период бореальной растительности с примесью широколиственных пород. С начала периода отмечается постепенное потепление и увлажнение климата территории, индицируемое возрастанием содержания пыльцы широколиственных пород, ольхи, увеличением процентного содержания и разнообразия пыльцы трав. В середине периода (глубина колонки 160–200 см) отмечаются максимально теплые и влажные условия. В конце периода широколиственные леса вытесняются пихтовыми и березовыми, вероятно благодаря большей холодостойкости *Abies sibirica* и *Betula sect. Albae*. О похолодании говорит также повышение содержания пыльцы *Betula sect. Nanae* (2.9 %).

Согласно изученным СПС, в составе лесов суббореального периода возрастает роль *Betula sect. Albae*, *Abies sibirica* и *Picea obovata*, существенно уменьшается доля широколиственных лесов. Данные особенности спорово-пыльцевых спектров свидетельствуют о похолодании климата сравнительно с атлантическим периодом.

В СПС субатлантики уменьшается содержание пыльцы *Abies sibirica*, процент пыльцы *Picea obovata* достаточно постоянен. Пыльцевые зерна широколиственных пород немногочисленны (не более 1.74 %). Данные особенности спорово-пыльцевых спектров периода отражают некоторое похолодание климата.

Поиск возможных характерных изменений микроэлементного состава донных отложений, как откликов палеоклиматов голоцена, отразился в данных таблицы. Как следует из этих результатов, хорошее соответствие климатических реконструкций по СПС и микроэлементам на протяжении голоцена достигается только при сравнении отношений La/Yb и Ce/Y. Пики отношений Sr/Rb и сигнал U, которые в донных отложениях оз. Байкал свидетельствуют о потеплении климата, в донных отложениях оз. Иткуль соответствуют периодам похолоданий.

Т а б л и ц а

Результаты расчета показателей для микроэлементного состава донных отложений озера Иткуль

Периоды	Интервал глубин, см	Sr/Rb	Cu/Zn	U	La/Yb	Ce/Y	EF _{Ni}	EF _{Cu}	EF _{Zn}	EF _{Cd}	EF _{Sn}	EF _{Sb}	EF _{Pb}	EF _{Bi}
«Техногенный»	0–20						2.47	1.76	2.31	8.15	3.58	10.02	4.84	4.26
Субатлантический	0–50	2.23	0.47	2.89	11.8	2.42								
Суббореальный	50–130	2.22	0.62	2.42	11.6	2.43								
Атлантический	130–265	2.32	0.47	3.91	12.4	2.70								
Бореальный	265–420	2.54	0.71	4.33	15.1	3.14								
Пребореальный	420–450	3.51	0.43	6.97	15.6	2.99								

Для характеристики уровня техногенной истории осадконакопления были рассчитаны коэффициенты обогащения (EF) для «типоморфных» элементов, как отношения их концентраций в техногенный этап развития к уровню природного состояния ландшафтов водосборной территории. Результаты EF, вынесенные в таблицу, свидетельствуют о максимальном факторе обогащения для Cd и Sb и минимальном для Cu.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта интеграционных исследований УрО–СО–ДВО РАН и проекта поддержки научных исследований ЮУрГУ.

Литература

Гольдберг Е. Л., Федорин М. А., Чебыкин Е. П., Хлыстов О. М., Жученко Н. А. Декадно-разрешенная летопись отклика Восточной Сибири на резкие климатические

изменения в Атлантике за последний ледниково-межледниковый цикл // Доклады академии наук, 2008. Т. 241. № 4. С. 542–545

Гричук В. П., Заклинская Е. Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М: ОГИЗ-Географгиз, 1948. 224 с.

Субетто Д. А. Южный Урал. Озеро Увильды // История озер севера Азии. Л.: Наука, 1995. 288 с.

Хазина И. В. Реконструкция природно-климатических обстановок среднего-позднего голоцена новосибирского Приобья // Геология и геофизика, 2006. Т. 47. № 8. С. 971–978.

В. Н. Огородников¹, В. Н. Сазонов¹, Ю. А. Поленов²

¹ – Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург

² – Уральский государственный горный университет, Екатеринбург

**Пегматиты докембрийских рифтогенных шовных зон
как полигенные и полихронные образования
(на примере Уфалейского метаморфического комплекса)**

Как известно, к пегматитовому генетическому типу относятся редкоземельные, редкометалльные, слюдоносные, керамические и хрусталеносные пегматиты. Общепринята геологическая классификация гранитных пегматитов по глубинности: больших глубин (редкоземельные), глубинные (слюдоносные), умеренных глубин (редкометалльные) и малых глубин (керамические и хрусталеносные). Чаще всего эти пегматиты разобщены в пространстве и во времени и поэтому их описание не вызывает затруднений. Но в Уфалейском метаморфическом комплексе все генотипы пегматитов оказались совмещены в долгоживущей *Слюдяногорской шовной зоне* докембрийского заложения и активно функционировавшей во время коллизионных преобразований.

Формирование Уфалейского гнейсово-амфиболитового комплекса началось с заложения в среднем рифее (1350 млн лет назад) субмеридиональной рифтовой структуры. Его образование сопровождалось развитием метаморфизма, соответствующего гранулитам алданской фации глубинности (парагенезисы включают гиперстен, диопсид, пироповый гранат), завершившегося ультраметаморфизмом [Кейльман, 1974] с образованием в рифтогенно ограничивающей шовной зоне слюдяногорских щелочных биотитовых гнейсо-гранитов, анортоклазовых гранитов (возраст по микроклину и биотиту – 1100–1215 млн лет [Овчинников, 1963]; по цирконам из гнейсов – 990–1180 млн лет [Краснобаев, 1986]; различных мигматитов, анортоклазовых пегматитов и полевошпатовых метасоматитов с *ураново-редкоземельной минерализацией*, представленной иттроэпидотом, с возрастом 1100–1200 млн лет [Минеев, 1959]).

Наиболее яркая особенность таких пегматитов – их приуроченность к глубинным зонам разломов древних щитов и платформ и отсутствие видимой связи с конкретными магматическими телами [Ларин, 1989]. В глубинных зонах рифтовых структур градиент температуры и условий дегазации растворов был незначительным. В результате существенное нарушение физико-химического равновесия достигалось