
МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРОЕКТЫ

Проект «Исследование глобальных изменений природной среды и климата Центральной Азии на основе комплексного изучения осадков озер Байкал и Хубсугул (Монголия)».

Институт геохимии СО РАН, Институт геологии и минеральных ресурсов АН МНР, Университеты г. Нагойя и г. Конодзавы (Япония); Корейский институт по геонаукам и минеральным ресурсам (Корея)

(координатор академик РАН М.И.Кузьмин)

- Проект «Бурение на озере Хубсугул (НДР)» является продолжением успешно реализованного Международного проекта «Бурение на Байкале».

Озеро Хубсугул – типичное внутреннее горное озеро с самой длинной хронологией в Байкальском водосборном бассейне. Предполагается, что озеро было покрыто льдом в течение всего года во время ледникового периода, потому что оно расположено в высоких широтах, что означает длительное оледенение в течение тысяч лет. Осадочные керны озера Хубсугул могут содержать данные об этих условиях. Как и Байкал, Хубсугул и другие осадочные бассейны этой рифтовой зоны представляют собой перспективные объекты для изучения палеоклимата и геологического развития Центральной Азии. Успешное выполнение программы глубоководного бурения на Байкале показало, что в разрезах гемипелагических осадков Байкала содержатся непрерывные осадочные записи изменений окружающей среды и климата за последние 8 миллионов лет (Спецвыпуск журнала «Геология и геофизика», 2001, т.42, № 1-2). Озеро Хубсугул является вторым по величине осадочным бассейном в Байкальской рифтовой зоне, и его гемипелагические донные осадки также хранят информацию об изменении климата и природной среды в позднем кайнозое Центральной Азии. По сравнению с Байкалом Хубсугул является высокогорным озером, имеющим незначительный водосборный бассейн. Это позволяет получить локализованный региональный палеоклиматический сигнал для Центральной Азии. Кроме того, в осадках Хубсугула достаточно широко представлены, в отличие от Байкала, карбонаты, что делает возможным оценить режим выпадения атмосферных осадков, используя

их в качестве палеоиндикаторов.

Зимой 2003-2004 гг. на озере Хубсугул была проведена первая буровая операция и получен керн длиной около 80 м. Керны осадков оз. Хубсугул были также отобраны в рамках экспедиции, организованной Институтом геохимии СО РАН в ходе подготовительных работ к глубоководному бурению на озере с участием японских исследователей. Исследования осадков проводилось по общепринятым методикам, которые ранее использовались и для изучения осадков оз. Байкал. Это описание керна, определение его физических свойств (влажности, плотности, магнитной восприимчивости) и изучение вещественного состава осадков комплексом методов. Были проведены палеонтологические исследования остатков диатомовых водорослей, определен вещественный состав осадков, включая содержания диатомовых водорослей и биогенного кремнезема, а также содержания элементов-примесей и основных петрохимических компонентов.

Информация из континентальных отложений, особенно из озерных, имеет ряд преимуществ по сравнению с таковой, полученной из глубоководных морских или ледовых кернов. Так, к этим преимуществам относится возможность получения высокоразрешающих по времени записей изменения палеосреды и климата в прошлом, причем, не только по физическим или химическим параметрам, но и по биологическим. С применением соответствующих методов и методик континентальные отложения могут дать ключ к пониманию детальной биологической эволюции окружающей среды дополнительно к данным по истории геологического развития. В Восточной Евразии есть несколько древних озер, которые необходимо изучать для выяснения длительных изменений на Земле, – это озеро Байкал, озеро Хубсугул (Монголия), озеро Бива (Япония). Оз. Бива испытывает влияние континентального климата со стороны Японского моря и влияние океанического климата со стороны Тихого океана. В осадках Бива записана 400-тысячелетняя история климата. А климат оз. Байкал, находящегося в центре огромного континента, очень чувствителен к изменениям солнечной радиации, и его осадки хранят запись

изменения климата как минимум за 10 млн лет. Озеро Хубсугул гипсометрически расположено на 1000 м выше, чем озеро Байкал. Поэтому изучение осадков Хубсугула позволит реконструировать изменения палеоклимата за последние 1,5-1,8 млн лет на большой территории Центральной Азии и построить модели изменения климата (наступление ледниковых и межледниковых периодов) в районах с различными гипсометрическими отметками. Сравнение данных из осадков этих трех озер и может стать ключом к пониманию закономерностей и особенностей изменения климата прошлого и климата будущего. Анализу комплексных данных из отложений этих озер и их использованию для прогноза климата будущего было посвящено рабочее совещание.

Во время работы совещания сделаны следующие устные доклады:

Пленарный доклад М. И. Кузьмин «Сравнение палеоклиматических записей озер Байкал и Хубсугул»

Секционные доклады:

В.А.Бычинский и др. «Пресноводный характер современных гидротерм Байкальской рифтовой зоны»

Ю.Н.Осуховская «Состав донных отложений Селенгино-Бугульдейской перемычки и реконструкция условий осадконакопления в Позднем Ледниковье и Голоцене»

Е.В.Иванов «Осадконакопление на Академическом хребте по изотопно-геохимическим данным»

А.А.Абзаева «Детальные палеогеографические исследования северного Байкала за последние 1600 лет.»

Г.В.Калмычков «Изотопные характеристики метана, выделенного из осадков озер Байкал и Хубсугул»

Рабочее совещание состоялось в п. Хатгал (озеро Хубсугул, Монголия). Анализ и синтез показанных во время рабочего совещания результатов исследований ведущих японских, корейских и китайских ученых в области изменения природной среды и климата Восточной Евразии в прошлом и сравнение с

нашими результатами исследований в этой же области знания показали, что по ряду методических разработок и их применению наши исследования не только не уступают мировому уровню, но и опережают его.

В 2008 г. продолжено исследование метана из осадков Хубсугула и Байкала

Проект «Формы и изотопия ртути в пищевой цепи оз. Байкал и Братского водохранилища» («MERLABA») № 08.0008 ДР 15 ОТ 07.07.2008 Г.

Институт геохимии СО РАН совместно с Междисциплинарным Институтом исследований об окружающей среде и материалам Национального центра научных исследований Франции (IPREM, CNRS, France, Pau)

(Руководитель д.г.-м.н. В.И. Гребенщикова)

- Из оз. Байкал и Братского водохранилища отобраны образцы планктона и мышечной ткани двух видов рыб – плотвы и окуня, принадлежащих к различным трофическим группировкам. Произведен биологический анализ собранного материала – определены линейно-весовые параметры рыб, пол, возраст, объекты питания, стадия зрелости. В пробах планктона из обоих водоемов исследован видовой состав, определена численность и биомасса. Методами DMA и ICP MS проведено параллельное определение общей ртути в образцах мышечной ткани рыб, предварительно обезвоженных леофильной сушкой. Химический анализ показал хорошую сходимость результатов этих двух методов, подтверждающую их достоверность (рис. 49). Полученные данные по содержанию общей ртути в рыбах исследуемых водоемов указывают на существующую серьезную проблему ртутного загрязнения экосистемы Братского водохранилища. Проведенный корреляционный анализ между содержанием ртути в плотве и окуне и их биологическими параметрами выявил значимые зависимости накопления этого поллютанта от веса и линейных размеров особей обоих видов рыб из Братского водохранилища и оз. Байкал. Достоверная корреляционная связь между содержанием ртути в мышечной ткани и возрастом рыб обнаружена только у окуня из Братского водохранилища. К отчетному периоду по проекту (апрель 2009 г.) впервые для Байкальского региона будут получены данные по изотопному составу ртути, а также определены формы нахождения этого металла в биологических объектах оз.

Байкал и Братского водохранилища, в разной степени подверженных техногенной нагрузке.

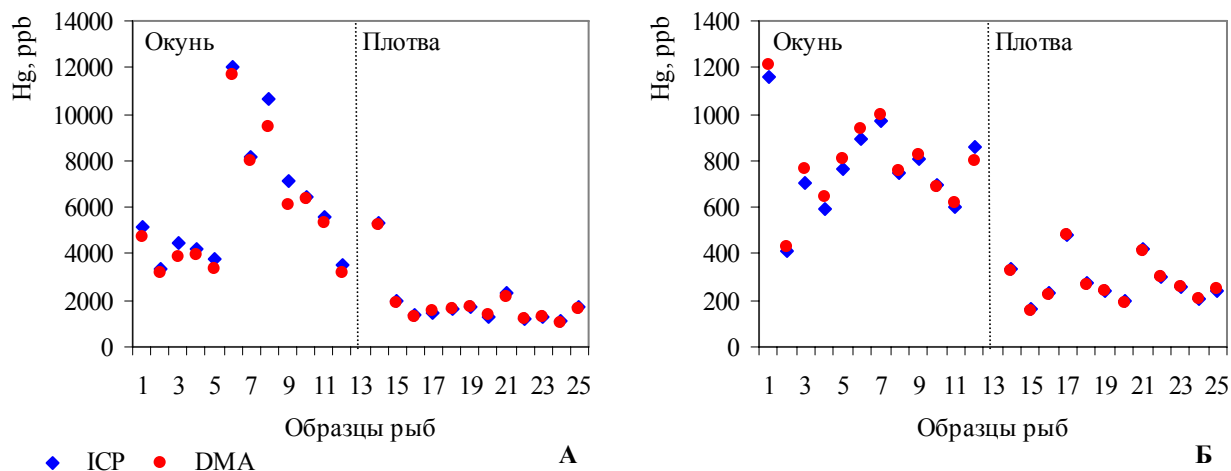


Рис. 49. Содержание общей ртути в окуне и плотве Братского водохранилища (А) и оз. Байкал (Б). Определения концентраций ртути выполнены двумя методами: ICP и DMA.

Проект «Geochemistry, petrology, mineralogy and ore-bearing capacity of K-alkaline complexes, province Tamil-Nadu, India and their practical use»

РАН (России) и Деп. Науки и Техники (правительства Индии) of the Joint Russian-Indian project B-2.32 NP-52

(координатор д.г.-м.н. Н.В.Владыкин)

- Проведены детальные геохимические исследования карбонатитов К-щелочных комплексов Анабарского, Алданского и Индийского щитов. На Анабарском щите – это недавно открытый Мальджангарский массив в ЮВ части щита, в СВ обрамлении щита (в СВ окраине Сибирской платформы) Томторский массив. На Алданском щите – это Мурунский массив и на Индийском щите – это провинция Тамил-Наду с 3 массивами. Внутриплитные К-щелочные комплексы этих главных щитов Азиатского континента в геологическом строении имеют как много общего, так и существенные различия. Индийский комплекс представлен мезоабиссальными массивами, на Алданском и Анабарском щитах – это вулканоплутонические комплексы. На Анабарском щите есть высокорудоносные карбонатитовые взрывчатые туфы, а только в Мурунском и в массиве Салам-Патти есть рудоносные Ва-Sr бенстонитовые карбонатиты. Хотя по химическому составу главная фаза массивов Мурунского и Салам-Патти близки, но из-за разной глубины становления и

кристаллизации массивов на Мурунском массиве много лейцитовых пород, а в Салам-Патти они отсутствуют и вместо них кристаллизуются калишпатовые сиениты. По этой же причине совместно с карбонатитами на Муруне образуются чароитовые породы, а в Индии их нет.

Как видно из графиков спектров TR (рис. 50) карбонатиты всех минеральных разновидностей трех щитов имеют довольно близкий наклон кривых спектра, что подтверждает близость их генетического происхождения как дифференциатов силикатных пород К-щелочных комплексов. Европейская аномалия выражена незначительно, что характерно для карбонатитов. Уровни концентраций TR в карбонатитах различного состава разные и возрастают в более поздних карбонатитах. Наивысшие рудные концентрации TR (до 10%) отмечены в рудных эксплозивных образованиях Томторского массива, где вместе

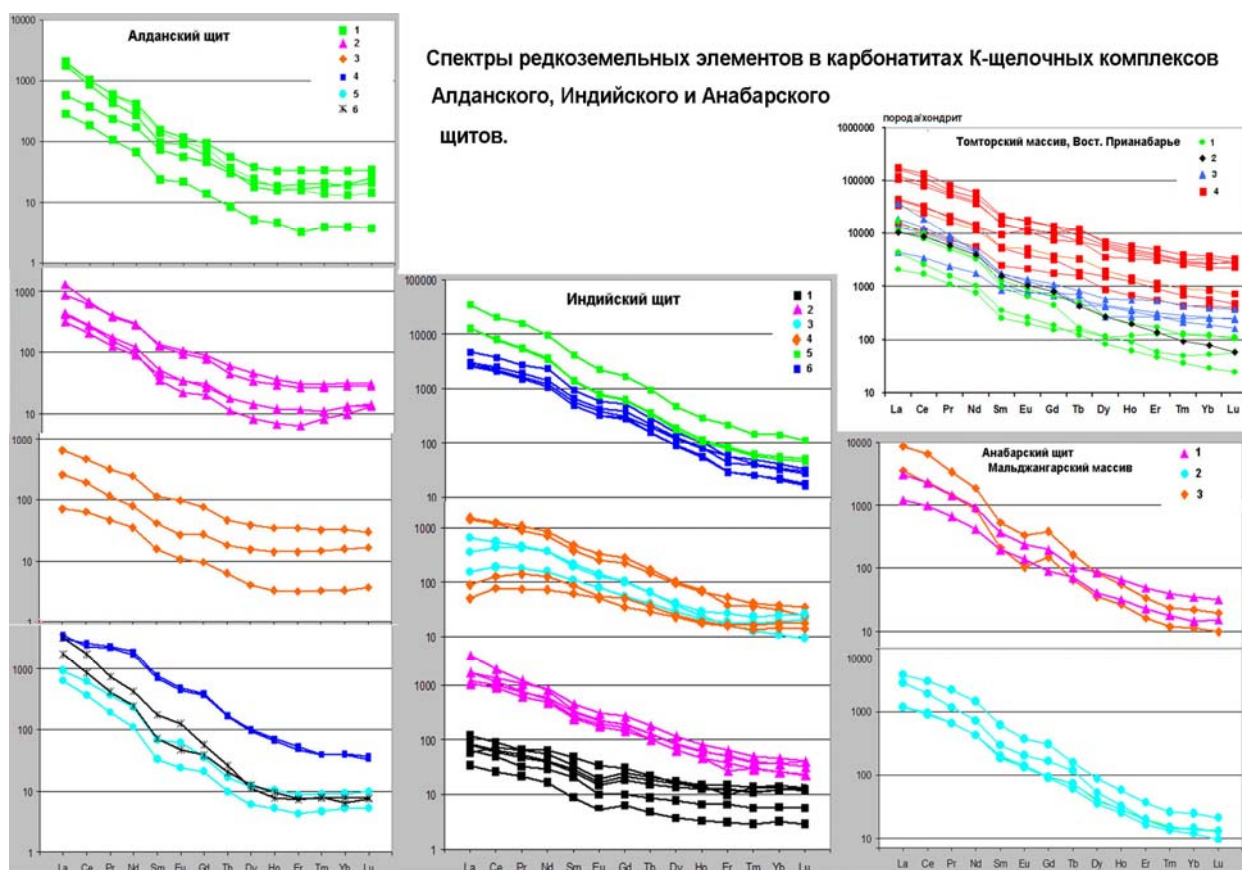


Рис. 50. Спектры TR в карбонатитах щитов Азиатского континента.

Усл. обозначения. **Алданский щит** – карбонатиты: 1 - бенстонитовые, 2 - кальцитовые, 3 - кварц-кальцитовые, 4 - кальцит(Кс)-флогопит(Fl)-пироксеновые(Py), 5- Кс-Fl, 6.- Кс-Fl-Mgt; **Индийский щит** – карбонатиты: 1 - приконтактные (скарны), 2 - Кс, 3 - доломитовые, 4 - анкеритовые, 5 - бенстонитовые, 6 - апатит-Fl-Кс; **Анабарский щит** – Томторский массив: 1 - кальцитовые, доломитовые и анкеритовые, 2 - апатит-Mgt, 3 - сидеритовые, 4 - Nb-TR руды (туфы). Мальджангарский массив: 1 - Кс, 2 - доломитовые, 3 - анкеритовые.

с туфами вылетали из вулканического жерла газы и жидкие флюидные компоненты, обогащенные Nb и TR. В Индийских и Алданских наивысшие концентрации TR отмечены в бенстонитовых карбонатитах. Во всех карбонатитах К-щелочных комплексов этих щитов очень интенсивно проявлены процессы расслоения вещества на силикатную, карбонатную и фосфатную составляющие. Бенстонитовые карбонатиты Индийской и Алданской провинций пригодны в качестве Ba-Sr руд.

ПРОГРАММА «ПРОБЛЕМА ОПУСТЫНИВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ»

Проект 11.5. Реконструкция пространственно-временной последовательности событий аридизации климата Центральной Азии в плейстоцене-голоцене на основе комплексного исследования озерных и торфяных отложений (Руководитель академик РАН М.И. Кузьмин)

Блок 1. Климатические сигналы из крупнейших озер Байкал и Хубсугул.
(Руководители: академик РАН М.И. Кузьмин, к.ф.-м.н. Е.Л. Гольдберг)

Задача 1. Комплексные исследования отложений оз. Байкал
(ответственные исполнитель д.г.н. Е.В. Безрукова, Е. Иванов)

- Доказано, что $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ отношение аутигенного урана в осадках является эффективным трассером палеовод озера (рис. 51 и 52). Это отношение определяется климатом и может быть использовано для корреляции колонок даже при отсутствии в осадках биогенного кремнезема (например, после его растворения). Доказанная инвариантность служит обоснованием предложенной нами в прошлом году модели градиента влажности Монголия-Северный Байкал. Это открывает возможность для осуществления дальнейшей реконструкции в более ранние периоды времени.

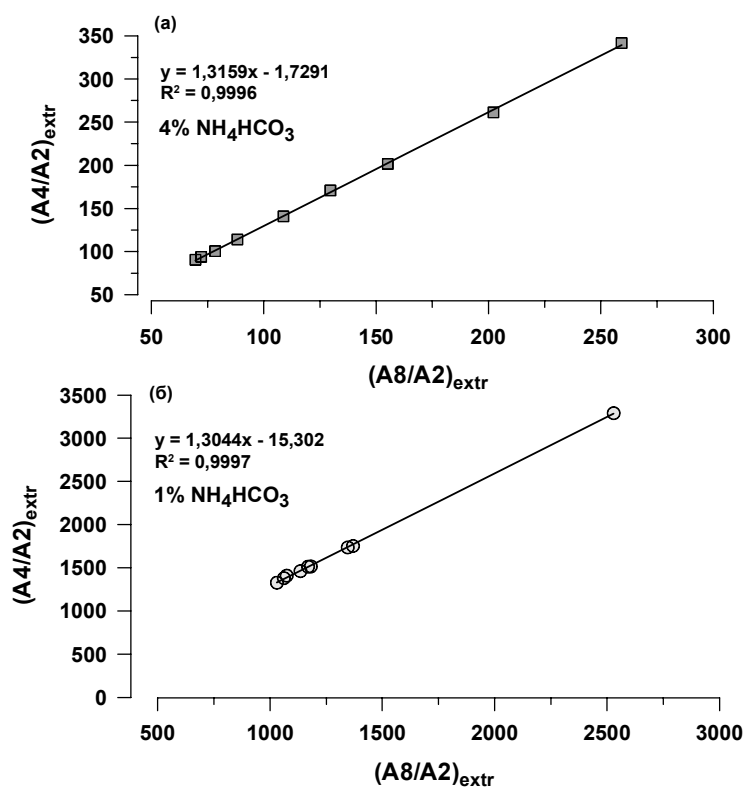


Рис. 51. Изохронны экстракции урана из осадка за разные промежутки времени. В соответствии с теорией получаются прекрасные линейные зависимости. Тангенс угла наклона дает истинное отношение изотопов $A4_{aut}/A8_{aut}$ в аутигенной части осадка. Результат не отличается от аналитической оценки, т.к. загрязнение экстрактов терригенным ураном составляет не более 0.3%

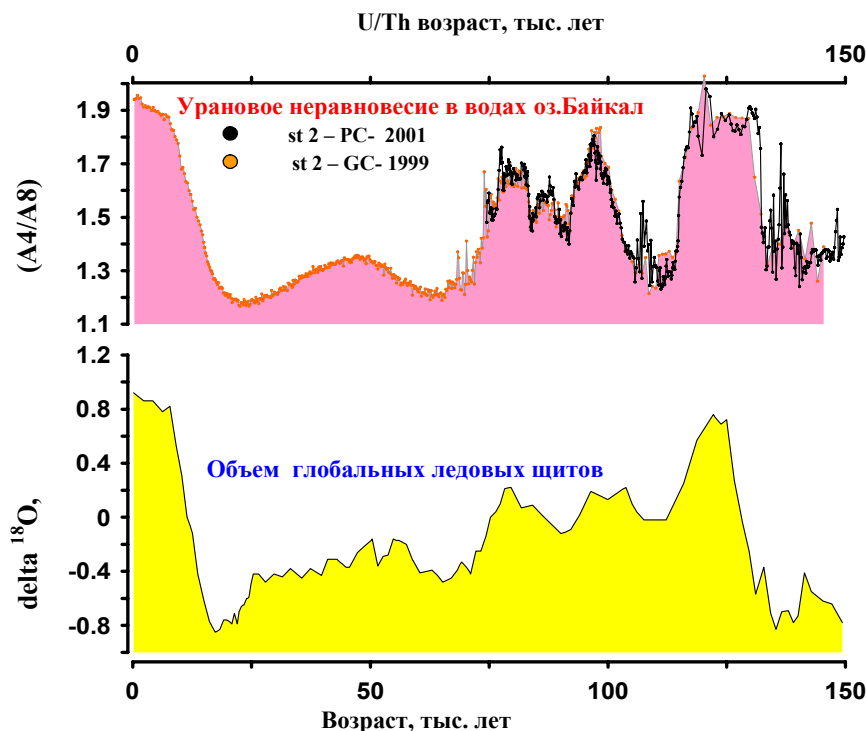


Рис. 52. Профили $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ отношения аутигенного урана в осадках двух колонок. Почти тот же профиль получен и для колонки BDP-96-2 за этот же период и в колонке из Малого моря (до 75 тысяч лет).

Изучена биостратиграфия торфяных отложений с целью реконструкции климата северо-западной части горного обрамления (запись Окунайка) озера Байкал в голоцене. Временная аналогия вариаций климата из записи Окунайка (рис. 53) и последовательность похолоданий в Северной Атлантике подтверждают, что

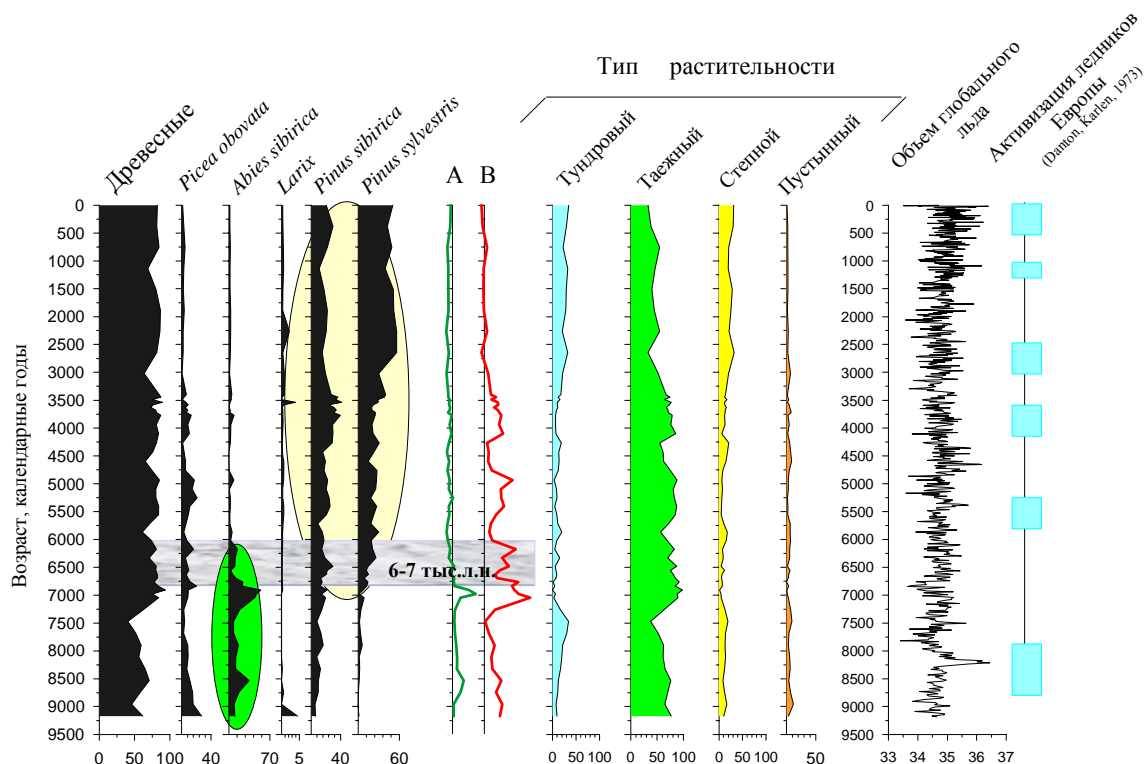


Рис. 53. Последовательность изменения состава растительности и структуры ландшафтов (типов растительности) за последние 9.5 тыс. лет в высокогорной зоне Байкальского хребта в сравнении с изменением доступного растениям тепла и влаги, объемом глобального льда и активизацией ледников Северного полушария. шесть крупномасштабных климатических сдвигов в Северной Атлантике оказали

влияние на региональную растительность бассейна озера Байкал. Полученные результаты способствуют уточнению характера изменений региональной растительности, а надежная возрастная модель обеспечивает как внутрорегиональные, так и межрегиональные корреляции реконструированных изменений природной среды с ее синхронными изменениями повсюду.

Блок 2. «Записи изменений ландшафтов и климата из малых озер Центральной Азии» (руководитель: член-корр. РАН Е.В. Скляр.)

Задача 2. Общий ход изменений природной среды и климата голоцена и второй половины позднего плейстоцена по малым озерам в Восточной Сибири, на юге Западной Сибири и в Монголии
(ответственные исполнители: д.г.н. Е.В. Безрукова)

- Реконструкция послеледниковой растительности свидетельствует о том, что максимальное развитие процессов естественного опустынивания ландшафтов территории оз. Котокель (**рис. 54**) происходило около 13,5 тыс л. н. и в позднем дриасе, около 12,8-11,6 тыс л. н., когда преобладали степные и тундровые группировки. Использование метода лучших современных аналогов показало, что в эти временные интервалы и средние температуры января, и средние температуры июля, и средняя годовая сумма атмосферных осадков были значительно ниже их современных значений. Бореальные леса замещали преимущественно безлесные ландшафты вокруг оз. Котокель 14,8-14,6 тыс л. н. (во время интерстадиального потепления – временного аналога Беллинга в европейской климатостратиграфической шкале), 13,3-12,8 тыс л. н. (во время интерстадиального потепления – временного аналога Аллереда) и с началом собственно голоценового межледникового периода 11,5-10,5 тыс л. н. главным образом в ответ на значительное повышение суммы атмосферных осадков и средних температур самого теплого и самого холодного месяцев. Максимальное распространение бореальных лесов ассоциируется с более влажным и теплым климатом в интервале около 10,6-6,8 тыс л. н. В это время исследуемая территория более, чем на 50%, была покрыта лесными ландшафтами. Снижение уровня лесопокрывности имело место 7,0-6,5 тыс л. н. в ответ на снижение уровня атмосферных осадков и средней температуры июля.

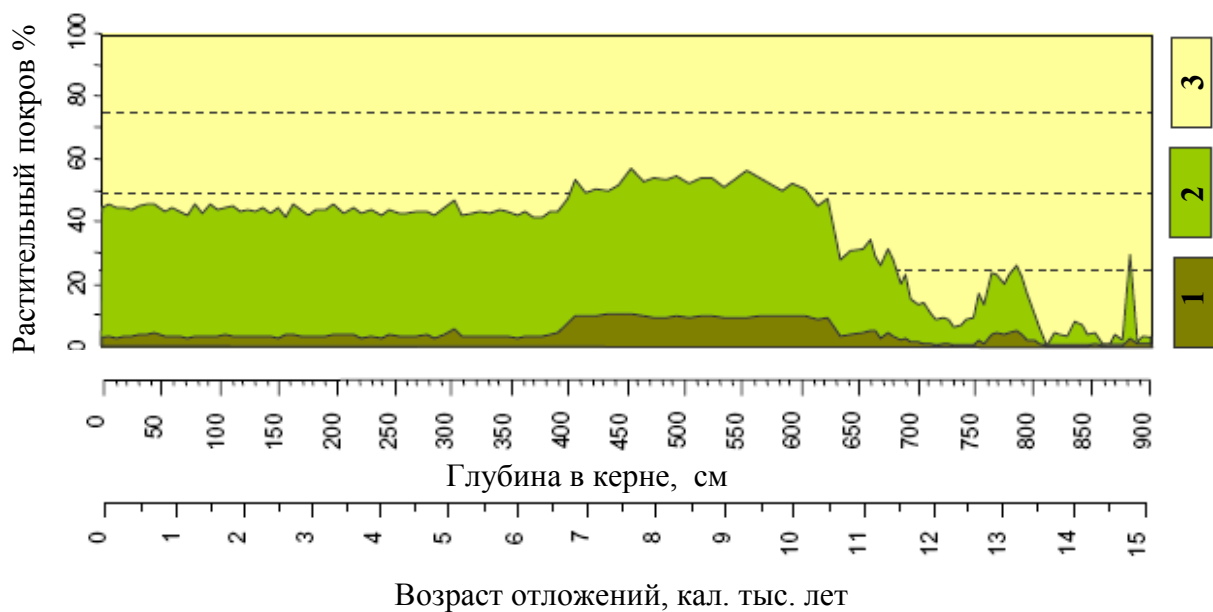


Рис. 54. Динамика лесопокрывности бассейна оз. Котокель (восточный борт оз. Байкал) за последние 15 тысяч лет: 1 – мелколиственные леса и (береза), 2 – хвойные леса, 3 – открытые, преимущественно степные ландшафты. Основные периоды опустынивания региональных ландшафтов характерны для терминации I. Явная тенденция аридизации климата в этом регионе проявилась после завершения влажностного максимума голоцена, имевшего место ~ 10,5-6,8 тыс кал. л.н. [Climate of the Past, представлено к печати].

Грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации

НШ-3047.2008.5 «Химическая геодинамика эндогенных геологических процессов: формирование литосферы и влияние на глобальные экологические и палеоклиматические изменения»
(руководитель академик РАН М.И.Кузьмин)

- В рамках проекта решались следующие задачи:
 1. Установление связей гранитоидного магматизма с мантийными и коровыми внутриплитовыми процессами и реконструкция физико-химических и геодинамических условий формирования известково-щелочных, субщелочных и редкометалльных гранитоидов (объекты исследования – гранитоиды Хамар-Дабанской магматической провинции, гранитоиды пегматитовых полей разных формаций в России и в крупнейших пегматитовых поясах мира).
 2. Геохимическая систематика вмещающих метаморфических комплексов и реконструкция геодинамических обстановок формирования их протолитов как возможных источников вещества при формировании гранитоидных расплавов (объекты исследования – метамагматические породы Присаянья и Прибайкалья, метаосадки Забайкальской части Монголо-Охотского складчатого пояса).
 3. Выявление геохимических и геодинамических особенностей внутриконтинентального рифтогенного магматизма (объекты исследования – Тувинский прогиб и Джидинская рифтовая зона).
 4. Геохимическая систематика и петрология ассоциирующих щелочно-базальтовых комплексов пород (WPB) и островодужных (IAB) магматических серий островодужной системы Камчатки для установления вещественных критериев связи магматического и геодинамического развития структуры.
 5. Выяснение времени существования горячих полей (суперплюмов) в истории Земли (объекты исследования – Сибирский регион)
 6. Выявление связей изменений окружающей среды и климата с геологическими процессами (объекты исследования – озера Байкал, Хубсугул, Котокель и др., высокогорная зона Байкальского хребта и Прихубсугулья).

МОЛОДЕЖНЫЕ ПРОЕКТЫ

ПРОЕКТ «Исследование природы устойчивости поверхностных наноструктур в неорганических и минеральных системах»

(м.н.с. С.В.Липко)

- На примерах пирита, сфалерита и его твердых растворов, самородного золота рассмотрены элементы нанорельефа поверхностей кристаллов, формирующихся в природных и моделирующих их экспериментальных условиях. Использовались методы электронной спектроскопии поверхности (РФЭС, ОЭС), сканирующей зондовой микроскопии (СТМ+АСМ), атомно-абсорбционной спектрометрии термовыхода элемента (ААСТВ). Установлено присутствие в пределах примерно полумикронного поверхностного слоя кристаллов неавтономных фаз (НФ), отличающихся по своему химическому составу, стехиометрии и структуре от объема минерала. Составы и морфология НФ различны для пиритов разного генезиса, что является основой типоморфизма поверхности этого минерала. В случае сфалерита иерархические фрактальные структуры возникают на поверхности кристаллов вследствие образования НФ сульфатного или сульфоксихлоридного состава, регулирующей ростовые микропроцессы. Повышенные содержания примесных элементов (Cd, Hg) фиксируются на поверхности в условиях наибольшего развития НФ. Обнаружена устойчивость сульфидной НФ золота при относительно высокой температуре в гидротермальных условиях. Введение в рассмотрение НФ может кардинально изменить сложившиеся представления о химических и фазовых формах нахождения элементов в реальных минеральных системах.

С.В.Липко подготовил диссертацию на тему «Неавтономные нанофазы на поверхности минеральных и неорганических кристаллов, и их роль в концентрировании элементов-примесей» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности **физическая химия**. В настоящее время ожидает переутверждения диссертационного совета по соответствующей специальности в Иркутском гос. университете, где планируется защита.