

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ИНСТИТУТОМ ГЕОХИМИИ СО РАН КОМПЛЕКСНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ РФФИ**

Экспедиционный проект был нацелен на сбор новой фактической информации (полевых геологических наблюдений, коллекций образцов) о разновозрастных геологических образованиях Северо-Азиатского кратона и его складчатого обрамления в рамках двух блоков:

**I - «Химическая геодинамика эндогенных геологических процессов» и**

**II - «Геохимия биосферных процессов».**

### **ЦЕЛИ ЭКСПЕДИЦИИ в 2007 году по I блоку:**

- определение состава, структурных условий проявления и обоснование этапности рифтогенного мезозойского магматизма в пределах Хилокско-Тугнуйского и Цаган-Хуртейского секторов Западно-Забайкальской области.

- геолого-геохимические исследования магматических комплексов пород позднепалеоген-неогенового ареала K-Na щелочно-базальтового магматизма Западной Камчатки.

- сбор представительных эталонных полевых коллекций вулканитов, последующая обработка которых должна обеспечить основу для решения вопросов, связанных с определением состава, источников и геодинамических условий формирования средне-верхнеюрской шшонит-латитовой и верхнеюрско-раннемеловой трахибазальтовой серий Восточного Забайкалья. В качестве объектов исследований выбраны вулканогенно-осадочные толщи Онон-Борзинской, Ундинской и Торейской впадин Восточного Забайкалья.

- реконструкция состава, строения и процессов формирования литосферной мантии под Далдынским и Верхне-Мунским кимберлитовыми полями Сибирского кратона на основе изучения геохимических, в том числе изотопных, особенностей пород и минералов (гранат, пироксен) современными методами исследования и моделирования по редким элементам адекватных моделей образования перидотитовых и эклогитовых ксенолитов.

- получение изотопно-геохимических характеристик образования минералов мегакристной ассоциации из кимберлитов Якутской провинции на основе изучения крупных месторождений алмаза (трубки Интернациональная, Нюрбинская, Удачная, Комсомольская, Юбилейная и Айхал). Особое внимание при полевых работах будет обращено на отбор образцов мегакристов оливина, псевдоморфоз серпентина по оливину в крупнопорфировых разновидностях кимберлита, содержащих кристаллические включения с целью сравнения их составов с составами включений в алмазах.

- определение характера и истории эволюции исходного магматического источника калиевых щелочных вулканоплутонических ассоциаций, лампроитов и карбонатитов в рифтовых зонах Сибирской платформы на основе изучения Томторского (восточное обрамление Анабарского щита) и Мурунского (северо-западное обрамление Алданского щита) породных комплексов. Сопоставление тенденций изменения изотопных и геохимических параметров калиевых щелочных пород двух регионов: Восточно-Европейской платформы и Алданского щита.

- изучение геологических взаимоотношений, отбор геохимических проб и включений основных разновидностей гранитоидов массива хребта Мунку-Сардык с целью определения причин вариации геохимических особенностей гранитоидов Восточного Саяна и сопредельных областей.

- сбор материалов и геолого-геохимическое изучение субщелочных-щелочных сиенитов и лейкогранитов в пределах Монголо-Забайкальского пояса (Верхне-Переемнинский массив, Большой Хамар-Дабан и Хонзуртайский и Таглейский массивы, Малый Хамар-Дабан) для выяснения характера связи процессов смешения верхнемантийных субщелочнобазальтоидных выплавов с нижнекоровыми лейкогранитными расплавами – продуктами частичного плавления низов зрелой континентальной коры.

- отбор проб минералов и изучение типовых минеральных ассоциаций турмалиноносных миароловых пегматитов Малханского поля и редкометальных сподуменовых пегматитов Завитинского поля для выявления особенностей эволюции состава законсервированных в них флюидов.

- изучение геологических взаимоотношений, отбор образцов минералов, геохимических и валовых проб основных разновидностей мезозойских гранитов, хрусталеносных, субредкометалльных и редкометалльных пегматитов в Зачикойской структурно-формационной зоне Центрального Забайкалья (Красно-Чикойский район Читинской области).

- геологическое и геохимическое изучение гранитоидных массивов и пегматитовых полей с крупными месторождениями редких металлов на участках Гольцовый и Вишняковский, а также дайковых тел рапакивиподобных гранитоидов в Тагульской подвижной зоне и Урикско-Ийском грабене Присаянского докембрийского выступа Сибирской платформы для создания петрологической модели их формирования.

- получение новых данных по минералого-геохимическим особенностям богатых литием гранитоидов на примере двух месторождений сподуменовых пегматитов – Тастыг (Тува) и Завитинское (Забайкалье) с целью установления влияния углерод-содержащих сред на процессы их формирования в условиях повышенной восстановленности среды.

- геохимическое опробование углеродистых толщ верхнего рифея Байкало-Патомского нагорья по опорным объектам (претерпевшие катагенез высокоуглеродистые сланцы куонамской, Саха-Якутия, качергатской и улунтуйской свит, Западное Прибайкалье; метаморфизованные сланцы хомолхинской и аунакитской свит, Бодайбинский район;

гидротермально-метасоматические рудоносные зоны в черных сланцах хомолхинской свиты, месторождение Сухой Лог) с целью получения материала для анализа и реконструкции процессов мобилизации, миграции и рудоотложения в среде углеродистых осадочных формаций на стадиях катагенетических и метаморфических преобразований.

### **ЦЕЛИ ЭКСПЕДИЦИИ в 2007 году по II блоку:**

- Целью большинства проектов этого направления является решение фундаментальных задач геохимии биосферных процессов на уникальном природном материале Прибайкалья. Это, в частности, исследование биосферного цикла ртути, подвижности и трансформации ее форм в водных экосистемах, изучение источников компонентов воды озера Байкал и геохимии органического вещества в его седиментогенезе, биогеохимической реакции наземных экосистем на техногенное загрязнение и др. Проведение комплексной экспедиции, объединяющей специалистов различного профиля, будет способствовать выработке согласованного подхода к решению биосферных геохимических задач и получению, таким образом, сопоставимой аналитической информации.

Основные задачи 2007 года: продолжение геохимических исследований по эмиссии и эвазии ртути в Прибайкалье для уточнения ее потоков в региональном биосферном цикле; проведение геохимического мониторинга снегового покрова и влажных осадков на территории Южного Прибайкалья для оценки динамики техногенной нагрузки и потоков тяжелых металлов (Hg, Cd, Co и др.); получение данных о скорости миграции и накоплении химических элементов на геохимических барьерах экосистем; измерение эвазии ртути на водохранилищах ангарского каскада; отбор компонентов окружающей среды с целью определения содержаний тяжелых металлов, в том числе и ртути, в водохранилищах ангарского каскада и р. Ангары в зоне будущего Богучанского водохранилища; сбор мониторинговых данных по изменению содержаний химических элементов в различных компонентах окружающей среды (снег, дождь, речная и озерная вода, термальные источники, почва, донные осадки) на опорных станциях Прибайкалья (включая районы строящихся газо- и нефтепроводов Ковыкта-Жигалово); продолжение мониторинга компонентов трофического статуса в истоке Ангары; определение качественного состава макро- (C, N, P) и микрокомпонентов (СОЗ) органического вещества в почвах прибрежной зоны Байкала на участке м. Святой Нос – порт Байкал и оценить риск здоровью населения от воздействия СОЗ; проведение отбора проб современной биоты озера Байкал для анализа на СОЗ и сравнения их с архивными пробами; изучение закономерностей распределения тяжелых металлов и мышьяка в типичных почвах Южного Приангарья; получение полевых материалов для проведения эксперимента по изучению формы нахождения тяжелых металлов и мышьяка в типичных почвах агроландшафтов; проведение сопряженного отбора проб почв, сельскохозяйственных растений, молока коров, питьевой воды на объектах с различной степенью техногенной нагрузки и природных условий; изучение вариаций состава озерных и подземных вод, как основы для оценки роли различных факторов в формировании гидрогеологических систем Приольхонья, а также линейной системы озер Еравнинские – Гусиное озеро (для сопоставления и выявления региональных различий), провести экспрессное определение содержаний растворенных элементов и определить физические характеристики вод; морфологическое изучение озер с помощью навигатора-эхолота (глубинные профили, мощность рыхлых осадков); радиоэкологические исследования и оценить современную и ретроспективную радиационную обстановку на примере отдельных населенных пунктов разных ландшафтно-геохимических обстановок Прибайкалья; продолжение изучения химического состава водного стока (поверхностные воды, термальные источники) в озеро Байкал с восточной его стороны, занимаемой Ангаро-Витимским

гранитоидным батолитом; полевое изучение и опробование компонентов экосистем (вода, воздух, снег, почва, донные отложения, биота, коренные породы) оз. Байкал, малых озер Приольхонья, водохранилищ Ангарского каскада, природных и техногенно измененных наземных экосистем Прибайкалья, почвообразующих интрузивных пород Прибайкалья, включая круглогодичный и сезонный мониторинг. Особое внимание, как и в предыдущие годы, планировалось уделить согласованию сети наблюдений и методик полевых и лабораторных исследований на основе результатов экспериментальных и теоретических работ, полученных ранее.

- В рамках программы “Глобальные изменения окружающей среды и климата” с помощью стандартной буровой установки типа УРБ-ХА и специально разработанных в России керноприемных устройств планировалось бурение 200-метровой скважины по осадкам крупных озер (Байкал, Хубсугул) с целью получения непрерывного керна по всей длине скважины, геохимических характеристик осадочного разреза и расшифровки осадочной записи.

## **ПОСТАВЛЕННЫЕ ДЛЯ ЭКСПЕДИЦИИ ЗАДАЧИ НА 2007 ГОД ВЫПОЛНЕНЫ В ПОЛНОМ ОБЪЕМЕ.**

Проведение комплексной геологической экспедиции проводилось по тематике инициативных проектов, получивших следующие гранты по конкурсу "а" РФФИ: (05-05-64332 (М.И. Кузьмин), 05-05-64202 (В.С. Антипин), 05-05-64052 (С.В. Ефремов), 05-05-64217 (В.А. Макрыгина), 05-05-64642 (М.А. Горнова), 05-05-64466 (В.К. Немеров), 05-05-64749 (В.А. Верховина), 06-05-64981 (С.И. Костровицкий), 06-05-64416 (Н.В. Владыкин), 06-05-64754 (С.И. Дриль), 06-05-65054 (В.И. Гребенщикова), 06-05-65140 (Н.В. Вилор), 06-05-64931 (В.А. Бычинский), 07-05-00365 (А.А. Воронцов), 07-05-00959 (А.Б. Перепелов), 07-05-00697 (Е.А. Мамонтова).

Для проведения экспедиционных работ было организовано 27 полевых отрядов и экспедиция “Бурение скважин по осадкам озер Байкальского региона” в рамках программы «Глобальные изменения окружающей среды и климата».

## **ПО БЛОКУ I «ХИМИЧЕСКАЯ ГЕОДИНАМИКА ЭНДОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» ПОЛУЧЕНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:**

### **Рифтовый отряд.**

В 2007 году работы проводились в двух направлениях: 1) получение данных о геологическом строении, возрасте и составе базальт-трахириолит-комендит-щелочно-гранит-сиенитовой ассоциации Кропоткинского грабена (Хойто-Окинское междуречье, Восточный Саян) на участках: Сайлагском, Ара-Сайлагском, Мунгоргинском, Дунда-Салаа, Мунгулик, Холбинском и Арыкском и 2) обобщение полученной в ходе предыдущих исследований геологической, геохимической и изотопной информации о позднемезозойских-кайнозойских Тугнуйско-Хилокских и раннемезозойских Цаган-Хуртейских магматических ассоциациях.

Установлено, что породы вулканоплутонического комплекса в пределах Кропоткинского палеограбена формировались на додевонском сводово-глыбовом горном

сооружении, а в размещении вулканических полей главную роль сыграла сеть мелких субширотных разрывных нарушений в зоне сближения Окинского и Главного Саянского разломов. Раннедевонская активизация этой зоны привела к сбросо-сдвиговым перемещениям блоков свода, образованию грабенов и сопровождающих их поднятий и интенсивному трещинному извержению лав и пирокластов. Все это свидетельствует о том, что бимодальные вулканические ассоциации хр. Кропоткина образовались в пределах одноименного палеограбена. На различных гипсометрических уровнях центральной части хр. Кропоткина, на площади более 600 кв. км в виде реликтов лавового плато сохранились потоки и покровы базальтов, флюидальных трахириодацитов-трахириолитов и комендитов, переслаивающихся с горизонтами лавобрекчий, туфобрекчий, туфов и игнимбритов трахириолит-комендитового состава. Общая видимая мощность вулканитов достигает 500-600 м. Вулканические породы ассоциируют с плутоническими и субвулканическими (штоками, куполами и дайками) образованиями, среди которых преимущественным распространением пользуются щелочные (рибекитовые, эгириновые) граниты, сиениты (кварцевые, роговообманковые и биотит-роговообманковые), нордмаркиты, граносиениты, монцониты. С целью определения возраста породных ассоциаций и источников кислых расплавов были выполнены исследования изотопного состава Rb и Sr в трахириолитах и комендитах одного из вулканических полей, расположенного в истоках р. Шахас, притока р. Сайлаг. По результатам этих измерений построена изохрона, которая зафиксировала абсолютный возраст вулканитов  $402,1 \pm 14,9$  млн. лет, СКВО = 2,36 при  $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0 = 0,70964 \pm 0,00172$ . Эта цифра свидетельствует о ранне-девонском возрасте изученных вулканитов, а высокое значение первичного изотопного отношения стронция указывает на коровый источник кислых магматических расплавов.

Показано, что позднемезозойский-кайнозойский вулканизм Тугнуйско-Хилокского сектора этой области связан с развитием Тугнуйского, Цолгинского, Маргентуйского и Хилокского грабенов и характеризуется миграцией центров магматизма с севера на юг. Магматические ассоциации этих грабенов сложены породами повышенной щелочности: щелочными и субщелочными базальтами, тефритами, фонолитами, трахитами, трахириолитами, комендитами и пантеллеритами, щелочными сиенитами и щелочными габброидами. Формирование этих ассоциаций происходило на протяжении 10 этапов в диапазоне 158 – 25 млн. лет. Во времени происходит постепенное сокращение доли участия калийных пород (вплоть до полного исчезновения) в ассоциациях более поздних этапов развития сектора, а также снижение величины  $\text{SiO}_2$  в породах основного состава при обогащении Nb и Ta, обеднении литофильными элементами Rb, K, Ba, Sr, легкими редкими землями относительно тяжелых. Изменение геохимических параметров базальтоидов, очевидно, связано с последовательной сменой мантийных источников магматизма. Если на позднеюрских-раннемеловых этапах состав источников отвечал мантийным источникам типа OIB - EM-II, обогащенных радиогенным стронцием, то со второй половины мела изотопный состав пород стал изменяться в сторону умеренно деплетированных источников типа OIB – PREMA.

Показано, что Цаган-Хуртейский сектор является фрагментом раннемезозойской Северо-Монгольской – Западно-Забайкальской (СМЗЗ) рифтовой зоны. Эта зона имеет протяженность более 1200 км при ширине до 250 км и характеризуется развитием системы впадин, грабенов и разделяющих их поднятий и горстов, с которыми сопряжено образование вулканических толщ, сложенных базальтовыми или бимодальными базальт-комендитовыми ассоциациями и многочисленными массивами щелочных гранитов. В соответствии с возрастом этих образований, оцениваемым Rb-Sr и K-Ar методами в диапазоне 233 – 188 млн. лет, возраст рифтовой зоны принимается как поздне триасовый – раннеюрский. СМЗЗ рифтовая зона отвечает северному флангу Хентей-Даурского зонального магматического ареала. Ее структурное положение определяет протяженный Северо-Монгольский – Забайкальский пояс крупных разломов, который протягивается от предгорий Монгольского Алтая на западе до Витимского плоскогорья на востоке. В соответствии с результатами геохимических и

изотопных (Sr, Nd, Pb) исследований в образовании пород магматических ассоциаций СМЗЗ рифтовой зоны участвовали мантийные и коровые источники расплавов. Установлено, что базальты формировались из обогащенных некогерентными элементами мантийных источников. Показано, что среди ассоциирующих с базальтами щелочно-салических пород (комендитов и щелочных гранитоидов) распространены такие, которые характеризуются геохимическими и изотопно-геохимическими связями с базальтами, что позволяет рассматривать их как результат фракционирования единой исходной магмы. В то же время наряду с такими породами в составе ассоциаций обычно участвуют щелочные гранитоиды и комендиты, диапазоны разброса изотопных составов которых могут быть описаны в рамках модели коровой контаминацией продуктов дифференциации базальтовых расплавов. Формирование рифтовой зоны связывается с образованием Монголо-Забайкальского зонального магматического ареала, возникшего в результате воздействия мантийного плюма на тот участок литосферы Северной Азии, который находился в состоянии коллизионного сжатия. В зоне коллизионного шва под влиянием мантийного плюма протекали процессы рифтогенеза с образованием крупного батолита, а по обрамлению последнего возникли зоны растяжения с рифтогенным магматизмом. Одной из таких зон является Северо-Монгольская – Западно-Забайкальская рифтовая зона. Важную роль в локализации рифтогенных процессов в ее пределах сыграли астеносферные ловушки в основании литосферы под границами сутурного типа.

#### **Геохимический отряд.**

В ходе экспедиционных работ на территории Западно-Камчатской структурно-формационной зоны получен ряд новых данных по К-На щелочно-базальтовым магматическим комплексам пород позднепалеоген-неогенового ареала и ассоциирующим с ними базальтоидам калиевого щелочного типа. В районах верхнего и среднего течения р. Быстрой Хайрюзовской и в районе восточного подножия вулканического массива гор Константиновских обнаружены и исследованы субвулканические тела абсарокитов, калиевых шонкинитов и сиенитов. Эти данные существенно расширяют ареал развития калиевого магматизма на Западной Камчатке и дают основание уточнить его южные границы и структурную позицию. В районе устья реки Хельх, правого притока р. Быстрой, проведено доизучение и новое детальное опробование комплекса параллельных даек верхнепалеогенового возраста. В составе комплекса установлено проявление гигантских дайковых тел протяженностью до 1,5 км и мощностью до 250 м. Породы комплекса представлены кринанитами и щелочными базальтами. Ранее установлено их сходство с базальтоидами E-MORB типа. В ходе полевых исследований на этом участке проведено детальное опробование вмещающих дайки терригенно-осадочных толщ, что позволит рассматривать вопросы контаминации базальтоидных расплавов, которая зафиксирована ранее по изотопным характеристикам базальтоидов. Исследован вулканический массив г. Хухч, в строении которого еще в 2001 году нами было установлено единичное проявление базанитового субвулканического тела - первой находки К-На щелочных пород на Западной Камчатке. Новыми исследованиями показано, что в строении массива г. Хухч развита целая серия субвулканических тел базанитов, а находки пористых лав такого состава дают нам теперь основание утверждать о развитии здесь в раннем плиоцене щелочно-базальтового вулканического аппарата. Уникальными для Западной Камчатки, как и для всей Камчатской островодужной системы, являются полученные работами 2007 года первые данные по щелочно-базальтовому комплексу г. Эмгучань. Установлено, что здесь в плиоценовое время была сформирована вулканическая постройка диаметром до 300 м, которая слагается лейцит-нефелин-содалитовыми щелочными базальтами и базанитами. Проведенные после окончания полевых работ микрозондовые исследования установили, что среди минеральных фаз базальтоидов г. Эмгучань, помимо фельдшпатоидов, развиты самородные выделения Pt и Cu. В ходе доизучения Паялпанской вулкано-тектонической структуры Срединного хребта

Камчатки были исследованы позднеплейстоценовые щелочно-базальтовые постройки вулканов Алмазный, Озерный, Тынуа и целый ряд моногенных шлаково-лавовых конусов возраста Q<sub>3</sub>-Q<sub>4</sub> Голдавитьской ареальной зоны, среди которых опробованы как щелочно-базальтовые разности пород, так и высококалиевые базальтоиды. На северном участке зоны изучены лавовые разрезы раннего этапа становления активного вулкана Ичинский. Особое внимание при проведении работ было уделено поиску и изучению подводящих каналов вулканов - некков, которые могут нести важную информацию о ксеногенном материале. Однако находки ксеногенного материала все же оказались единичными и представлены пироксенитами и габбро. Важным итогом работ является также проведение первых детальных исследований трахит-комендитовых ассоциаций крупных плиоценовых вулканов Белоголовский и Старый Нюлканде. Опробованы четыре крупных комендитовых экструзии и гигантские трахитовые экструзии с присущими им лавовыми фациями. Установлено, что трахитовый магматизм принадлежит двум разновозрастным этапам развития в пределах плиоцен-раннечетвертичного времени. В целом по итогам экспедиционных работ можно заключить, что значительно расширены сведения о развитии щелочно-базальтового магматизма внутриплитного геохимического типа, как для территории Западной Камчатки, так и вулканического пояса Срединного хребта этой островодужной системы. Это позволит в последствии существенно уточнить модели геодинамического развития территории и провести детальные петрологические исследования с целью установления источников и механизмов формирования К-На щелочных базитовых магм в тыловых зонах островодужной системы на разновозрастных этапах ее развития.

Новая коллекция геологических проб и образцов, собранная в ходе совместных полевых исследований с сотрудниками Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН и МГУ составила 380 единиц. Пробы обрабатываются и получены первые, в том числе и уникальные минералого-геохимические данные.

### **Изотопный отряд.**

Система рифтогенных впадин Западного и Восточного Забайкалья, а также сопредельных территорий, наложена на разновозрастный и гетерогенный по своей природе фундамент, состоящий, в значительной мере, из террейнов островных и окраинно-континентальных дуг, а также аккреционных клиньев разных типов. Для выяснения региональных геохимических характеристик и особенностей петрогенезиса трахибазальтов, для представительной серии образцов, полученных при проведении экспедиционных работ 2007 г, исследованы микроэлементный состав и изотопный состав стронция.

Для базальтоидов всех четырех исследованных рифтогенных впадин характерны высокие содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Rb, Ba, Sr, Zr, Hf, Nb, Ta. На мультикомпонентной диаграмме составы пород демонстрируют спектр распределения редких элементов, типичный для внутриплитных образований. На всех спайдер-кривых в большей или меньшей степени проявлены минимумы в области Nb. Дефицит элементов группы HFSE характерен для пород, генерированных из мантии, претерпевшей эпизод (эпизоды) надсубдукционной метасоматической переработки. Юго-восточное обрамление Северо-Азиатского кратона неоднократно в течение палеозойского времени испытывало влияние субдукционных процессов, что не могло не оказать влияния на состав мантийного субстрата, подстилающего формирующиеся складчатые пояса.

Вариационная диаграмма  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(0)}$  – Ba/Nb демонстрирует различия в изотопно-геохимических характеристиках расплавов, формирующихся в результате смешения вещества в системе деплетированный - плюмовый источник по сравнению с истощенным источником вещества, испытывавшим субдукционное обогащение. Фигуративные точки составов внутриплитных базальтоидов Западного Забайкалья формируют протяженный тренд, обусловленный значительными вариациями величин Ba/Nb отношений, что указывает

на генетическую связь этих пород с источником, претерпевшим субдукционное метасоматическое воздействие. Тренд составов неоген-четвертичных базальтов Прибайкалья определяется смещением вещества в рамках источников DM-EM и не несет следов очевидной связи с субдукционным источником вещества. Фигуративные точки составов трахибазальтов Ингодинской, Усуглинской, Оловской и Мулинской впадин занимают промежуточное положение между двумя этими трендами, указывая на участие в их генезисе вещества всех трех составляющих – DM, EM и субдукционного.

#### **Якутский отряд.**

В результате изучения химического (на микрозонде), микроэлементного (на ионном зонде) состава, а также Rb-Sr и Sm-Nd изотопной систематики минералов низкохромистой мегакристой ассоциации (граната и флогопита) установлено, что источником материнского расплава этих минералов является слабоистощенный, приближающийся по характеристикам к MORB, аналог мантийного источника для кимберлитов. Rb-Sr изохрона для мегакристов флогопита соответствует возрасту их образования в 400 млн лет. Эта оценка предполагает генетическую связь процесса кристаллизации флогопитов с докимберлитовой метасоматической проработкой литосферной мантии, предшествующей формированию кимберлитовых очагов. Контрастные различия в распределении редкоземельных элементов в мегакристах низкохромистых гранатов и во включениях высокохромистого граната из мегакристов оливина позволили сделать вывод о разном происхождении данных образований. Сделано предположение о кристаллизации низкохромистой ассоциации минералов из расплава, а высокохромистой - в результате метасоматических процессов.

#### **Мурунский отряд.**

1) В ходе экспедиционных работ на территории Вост. Прианабарья околонурунский Мальджангарский карбонатитовый массив. Проведенные анализы редких элементов – 100 проб выявили значительное месторождение Nb – до 7000 г/т, TR до 3-5% и Sr до 10-15%. Распределение рудных компонентов по глубине (до 100 м) довольно равномерное. Кроме карбонатитов выявленные измененные силикатные породы - пироксениты и слюдястые пироксениты, по которым определена калиевая специфика щелочных пород. Месторождение имеет промышленный интерес.

2) Обнаруженные на изучаемой территории обрамления Сыннырского ультракалиевого щелочного массива дайки щелочных минералов, по аналогии с Мурунским ультракалиевым массивом дают перспективы обнаружения там карбонатитовых проявлений. Необходимо проверить известные ранее в приконтактной зоне Сыннырского массива так называемые магнизиальные скарны на предмет отнесения их к фоскоритам.

3) Обнаруженные в диатремах Припятской рифтогенной зоне альнеиты с карбонатитами, учитывая их вулканогенный характер, имеют перспективное научное значение в расшифровке генетической истории щелочных пород комплекса.

#### **Окинский отряд.**

В ходе полевых работ было установлено, что гранитоиды первой фазы (базиты NEB) развиты значительно шире чем предполагалось ранее. Крупные тела этих гранитоидов расположены в западной части массива и относились ранее к вендскому магматическому комплексу неизвестной генетической природы. Помимо этого, в гранитоидах первой и второй фаз найдены ксенолиты ультраосновных пород, что указывает на «транзитный» характер сформировавших их магм и, возможно, на литосферный источник магмогенерации. Ксенолиты найденные в гранитоидах третьей фазы представлены исключительно

метаморфическими алюмосиликатными и карбонатными породами. Эти результаты хорошо согласуются с полученными ранее данными о полигенности гранитоидов плутона.

#### **Малханский отряд.**

Проведен отбор проб главных породообразующих минеральных ассоциаций и слагающих их минералов для изучения особенностей флюидного режима формирования литиевых пегматитов Завитинского поля и турмалиноносных пегматитов Малханского поля. Получены результаты газовой хроматографической пробы различных генераций кварца, полевых шпатов, турмалина и других минералов из пегматитов Малхана. Для этой же коллекции образцов стандартными методами изучения флюидных включений оценены соленость, плотность флюида, а также концентрация в нем борной кислоты. Полученные материалы свидетельствуют о том, что в богатых бором пегматитах на характер борной минерализации (турмалин, данбурит, аксинит) существенное влияние оказывает кислотность-щелочность минералообразующих сред.

#### **Прибайкальский отряд.**

Уточнены схемы геологического строения пегматитовых тел и их взаимоотношений с вмещающими породами в районе Адун-Челонского гранитного массива в Центральном Забайкалье (Шерловогорский район Читинской области). Вскрыты новые пегматитовые тела и обнаружены участки с обильной турмалиновой (шерловой) минерализацией, с которыми пространственно связаны крупные полости, содержащие кристаллы дымчатого кварца. Отобраны пробы разнообразных минеральных комплексов и слагающих их минералов. Собраны образцы кварц-полевошпатового пегматита из зон первичной магматической кристаллизации, которые в дальнейшем будут использованы для изучения флюидных и расплавных включений. Коллекция проб и образцов пород составила 75 единиц.

#### **Тувинский отряд.**

Собраны пробы и образцы, необходимые для получения максимально исчерпывающей характеристики геологических, минералогических и петрогеохимических особенностей литиевых гранитоидов намеченных для исследования месторождений; установлена последовательность формирования основных структурно-минеральных комплексов, слагающих пегматитовые жилы. Детально изучены особенности морфологии, внутреннего строения и минерального состава сподуменовых жил, отличающейся от остальных очень высокой степенью контаминации; отобраны образцы и пробы пород и минералов. Отобран материал для исследований включений минералообразующих сред в минералах (кварце, сподумене) из редкометалльных гранитоидов всех месторождений Сольбельдерского поля. Изучено распределение включений углерода в редкометалльных гранитоидах и отобраны пробы для исследования его состава. Отобраны пробы гранитов и пегматитов для определения абсолютного возраста.

#### **Пегматитовый отряд.**

При полевых работах 2007 г. были изучены особенности расположения, залегания и минерального состава S-, I- и A-гранитов в Подпорогском массиве и в Елашском грабене и проведено их геохимическое опробование. Кроме того, выполнено дополнительное геологическое, минералогическое и геохимическое изучение редкометалльных пегматитов Вишняковского поля в Елашском грабене для выяснения условий концентрирования редких металлов в петалитовых пегматитах. В результате полевых работ собраны представительные коллекции образцов и геохимических проб гранитоидов и пегматитов для исследований

современными методами. Полученные по ним данные будут использованы для выяснения вопросов геологии и геохимии S-, I- и A-гранитоидов и редкометалльных пегматитов южной окраины Сибирской платформы, а также закономерностей концентрирования редких элементов в процессах образования пегматитов и формирования месторождений редких металлов. При экспедиционных работах 2007 г. особое внимание уделялось геолого-геохимическому изучению гранитоидов Подпорогского массива также в связи с необходимостью выявления источника россыпного рудопроявления иттрия, разведываемого на площади этого массива. Определены некоторые минеральные и геохимические особенности гранитов, благоприятствующие образованию россыпей ксенотима.

Кроме того, полевые работы проводились в Южном Прибайкалье для геологического изучения массивов и дайковых тел гранитов и пегматитов редкометалльно-редкоземельной формации и для определения геохимических особенностей этих гранитов и пегматитов, формирующихся в различных геодинамических обстановках. Проведено геохимическое опробование ряда пегматитовых жил, залегающих в Малоосиновском перидотит-габбронитовом массиве.

### **Метасоматический отряд.**

Получен материал для проведения геохимических и изотопно-геохронологических определений тоналит-трондьемитовых гнейсов и вулканогенно-осадочных пород Онотского и Таргозойского зеленокаменных поясов, Гарганской глыбы Тувино-Монгольского микроконтинента. Это является основой для проведения корреляции между ними и обоснования последовательности эндогенных процессов.

### **Офиолитовый отряд.**

Подробно изучалась метабазальтовая толща и ассоциирующие с ней тела метагаббро, габбро-долеритов и габбро-пироксенитов харинской серии нижнего палеозоя. Проведено геохимическое опробование следующих участков: 1) По правому борту долины р. Хара-Гол изученная метабазальтовая толща представлена круто ( $70-75^{\circ}$ ) падающими на запад и северо-запад потоками серых, зеленовато- и голубовато-серых афировых метабазальтовых лав, иногда имеющих трубчатое строение. Межтрубчатое (межподушечное) пространство заполнено гиалокластитами и обломками кремней. В нижней части разреза появляются более основные разности метабазальтов, имеющие голубоватый оттенок, похожие на бонинитовые лавы. Толща метабазальтов подвергнута сильным зеленокаменным изменениям, прорвана многочисленными кварцевыми жилами и прожилками, участками сильно катаклазирована и рассланцована, в зонах разломов милонитизирована. Отобраны пробы: МО7-1, МО7-2, МО7-3-МО7-12, МО7-31, МО7-32, МО7-33. 2) По левому борту долины р. Хара-Гол изучены и опробованы дайки и небольшие (от десятка до сотен метров) силлообразные тела мелкозернистых пироксен-роговообманковых габбро, габбро-диабазов, габбро-долеритов, которые находятся в тесной ассоциации с метабазальтами и имеют с ними постепенные переходы, иногда содержат их ксенолиты. Отобраны пробы: МО7-13, МО7-14-МО7-23. Опробована северная часть толщи метабазальтов, расположенной по правому борту долины р. Хара-Гол. Здесь толща метабазальтов круто ( $70-80^{\circ}$ ) наклонена к западу и северо-западу и надвинута на зеленосланцевую толщу силура. Среди метабазальтов наблюдались как офировые пиллоу-лавы, так и зеленовато-серые миндалекаменные разности. Округлые (2-5 мм в диаметре) миндалины выполнены темно-зеленым до черного хлоритовым (?) веществом. Подобные метабазальты (пиллоу-лавы) наблюдались также в левом борту долины р. Хара-Гол. Собранные нами материалы позволяют определить структурное положение и геохимическую природу метабазальтовой толщи и ассоциирующих с ней метагабброидов. К сожалению, из-за сильного метаморфизма и вторичных изменений определение абсолютного возраста этих пород остается проблематичным. Отобраны пробы

для определения абсолютного возраста Sm-Nd методом по плагиоклазам и темноцветным минералам (пироксенам и роговым обманкам).

### **Саянский отряд.**

На Кингашском рудном поле охарактеризован идарский комплекс гипербазитов, по высокому уровню хрома и платины и низкому содержанию Al и Ca имеющий сходство с протолитами. По ряду признаков обосновывается комагматичность его с кингашским платиноидно-медно-никелевым комплексом, являющимся эталоном для новой Саянской никель-платиноносной провинции. На собственно Кингашском месторождении прослежена вертикальная зональность, составлена новая геолого-технологическая карта с выделением генетических типов руд. По изотопным данным Nd и Sm подтвержден очаговый источник габбро с гипербазитами. Возраст габбро по Ar/Ar определен в 450-470 млн лет.

### **Барбитайский отряд.**

Объектами изучения были базит-ультрабазитовые массивы Западного Прибайкалья: Бирхинский и Шидинский. В ходе полевых работ было проведено дополнительное детальное картирование отдельных участков этих массивов, изучены взаимоотношения с вмещающими породами, проведен отбор ориентированных образцов для геолого-структурных исследований.

В Алхадырском террейне продолжалось изучение ультраосновных пород с сульфидно-никелевым оруденением. Получены образцы наиболее свежих дунитов и верлитов Верхнехайламинского массива с вкрапленными сульфидными рудами. Локализованы участки с наиболее богатым содержанием руд, установлены породы с густовкрапленными и сливными рудами.

### **Метаморфический отряд.**

Ольхонский регион представляет собой коллаж тектонических пластин, сложенных осадочно-вулканогенными породами и сформировавшихся во время каледонской коллизии. При условии прекрасной обнаженности и неплохой изученности здесь остается еще много нерешенных проблем. Ранний этап покровно-надвиговой тектоники, сопровождающийся зональным высокоградиентным метаморфизмом, во времени сменяется сдвиговым тектогенезом. Если метаосадки и метавулканы раннего этапа нами геохимически исследованы и реконструированы их протолиты, то сопровождающие сдвиговый тектогенез зоны меланжа и метасоматические образования в них практически не изучены. Поэтому целью полевых работ было изучение и опробование зон кварцит-мраморного меланжа, где в контакте разных сред образуется редкая Cr-V минерализация (Cr-V гранаты, слюды и ванадиевые турмалины).. Также проводилось дополнительное опробование гранитоидов шаранурского и хайдайского комплексов с целью выделения цирконов из гранитоидов и дополнительного определения их возраста. Были взяты пробы жильных биотитовых гранитов на мысе Хобой, гранитов шаранурского комплекса у оз. Шара-Нур (стратотип) и вмещающих их мигматитов, гранитов и эндербитов в Чернорудской зоне, а также всех последовательных фаз многофазного Крестовского массива (от габбро-диоритов, диоритов до гранодиоритов и гранитов) хайдайского гранитоидного комплекса. В отношении последнего необходимо решить, является ли он доколлизийным, комплементарным островодужным метавулканикам ангинской толщи, как это следует из геохимических особенностей его пород, или это постколлизийное внедрение. Одновременно отбирался материал на участках проявления кварцит-мраморного меланжа вдоль зоны главного сдвига от бухты Узур на о-ве Ольхон до урочища Улан-Харгана в Приольхонье.

### **Черносланцевый отряд.**

Полевые исследования разрезов неопротерозойских черносланцевых толщ Байкало-Патомского нагорья позволяют отметить, что черные сланцы, вмещающие рудную минерализацию (хомолхинская и аунакитская свиты), обладают региональными особенностями: в них, как правило, отмечаются повышенные количества хлорита, железо-магнезиальных карбонатов, а также син-диагенетическая пиритизация. Это позволяет подтвердить сделанный нами ранее вывод о том, что рудоносные черносланцевые толщи региона формировались в условиях задугового бассейна под активным влиянием подводных гидротерм и синхронного островодужного вулканизма. На основании проведенных полевых работ и лабораторных исследований собранного материала, будут получены характерные геохимические признаки рудоносных углеродистых толщ Байкало-Патомского нагорья, что позволит выработать геохимические критерии оценки влияния вещественного состава отложений на рудогенез, а также прогноза и поисков соответствующих типов месторождений золота.

### **Забайкальский отряд.**

В процессе выполнения полевых работ были составлены подробные планы месторождения и его отвалов. Была закартирована территория месторождения с выделением перспективных участков, так же проведено геолого-структурное изучение месторождения. В ходе работ было отобрано более 1000 представительных геохимических проб для выяснения особенностей геохимии золота и сопутствующих ему элементов, а также подсчета прогнозных запасов на месторождении Карийское. Собраны представительные коллекции для выяснения особенностей геохимии золота и сопутствующих ему элементов по месторождениям Восточного Забайкалья и построения минералого-геохимической модели образования золоторудных месторождений.

### **Ангаро-Бодайбинский отряд.**

Установлено, что для мышьяка, ртути, таллия свойственно концентрирование на геохимических барьерах, испарительном и сорбционном. Радон прослеживает молодые тектонически-проницаемые элементы геологической структуры. Собраный геохимический материал находится в состоянии обработки. Установлено, что повышенная интенсивность ИК-излучения в аномалии на южном склоне Тункинской долины вдоль горного уступа на сейсмоактивном Тункинском разломе, обусловлена наличием поверхностной тепловой аномалии, видимо связанной с приповерхностным привнесом глубинного тепла из фундамента рифтогенной депрессии по сейсмогенной приразломной зоне дезинтеграции.

### **Кварцитовый отряд.**

В полевой сезон 2007 года были изучены проявления кварцитов Урда-Гарган, Окинское – 1, Окинское - 2 и месторождение Бурал-Сарьдаг в Восточном Саяне, а также проявления метаморфических кварцитов в Слюдянском районе Иркутской области. В ходе работ было рассмотрено геологическое строение, особенности продуктивных тел, отобран каменный материал для дальнейшего минералого-геохимического изучения данных объектов. В результате полевых исследований в Восточном Саяне выяснилось, что кварциты Урда-Гарганского Окинского -1, -2 и Бурал-Сарьдагского участков являются частью одного кварцево-карбонатного пояса, окаймляющего Гарганский плутон с северо-восточной стороны. По предварительным данным кварциты этих участков образовались в результате схожих геологических процессов, однако они не являются полными аналогами ни по форме залегания продуктивных тел, ни по петрографо-минералогическим характеристикам. По

своим масштабам проявление Урда-Гарган, наряду с месторождением Бурал-Сарьдаг, может представлять промышленный интерес как сырье для кремниевой промышленности. В Слюдянском районе проводилось изучение кварцитов гранулит-амфиболитовой степеней метаморфизма. В результате исследований установлено, что в пределах изучаемого района могут быть выделены проявления кварцитов перспективные для использования в металлургии кремния при условии проведения предварительного обогащения.

### **Восточный отряд.**

На территории Северо-Восточной Монголии (участок Боргилт-Хайрхан) выполнены геологические и минералого-геохимические поисково-оценочные работы. Площадь исследований находится в пределах Их Хайрханской депрессии, расположенной на юго-западе предхэнтэйского прогиба. Участок работ сложен вулканогенными образованиями триаса, представленных двумя толщами пород («рыжие» и «серые» вулканогенные образования), разделенных в пространстве. Пачка пород «рыжих» вулканитов картируется на восточном фланге вулканоструктуры и представлена туфами и игнимбритами андезитового состава, лавы развиты ограниченно. «Серые» вулканиты больше тяготеют к западной части участка, где наибольшее развитие получили андезито-базальты и андезиты. Центральная часть участка сложена гидротермально преобразованными вулканитами со следами тневых структур, свойственных туфогенным отложениям. Эти отложения, скорее всего, являются остатками конуса, вулканического аппарата центрального типа. Однако, последующие интенсивные метасоматические и тектонические преобразования, проявленные здесь, не позволяют достоверно оконтурить его жерловую часть. Наиболее молодыми магматическими образованиями в пределах участка являются субвулканические тела, представленные дайками и штоками андезитовых порфиритов, граносиенит-порфиритов и гранит-порфиритов. В целом, на большей части площади работ породы аргиллизированы, осветлены до белого цвета, окварцованы. Для аргиллизитов свойственны монтмориллонит-каолиновый и ортоклаз-каолиновый парагенезисы. Аргиллизиты сменяются монокварцевыми метасоматитами – породами светло-серого цвета с массивной текстурой, часто брекчированными и ожелезненными. В кварцитах преобладает халцедон (70-95 %), есть единичные зернышки кали-натрового (ортоклаз) полевого шпата (до 5 %), кварца, незначительная примесь опала и каолинита, окислы и гидроокислы железа. Процессы турмалинизации различной интенсивности зафиксированы практически в пределах всей площади исследований. Но наиболее интенсивная турмалинизация брекчированных и окварцованных эффузивных пород установлена в западной части участка, которая в виде мощной (400-600 м) полосы прослеживается с юга на север в меридиональном направлении. Рудная минерализация на участке представлена флюоритом, кварц-турмалин-сульфидными образованиями, зонами окисления первичных рудных минералов (железная шляпа). Кварц-турмалин-сульфидные образования зафиксированы в юго-западной и восточной частях участка, где они слагают ряд субширотных зон субмеридионального и меридионального простирания мощностью от 2 – 3 м до 200 - 250 м и протяженностью более 1 км. В ассоциации с турмалином кварц, окислы и гидроокислы железа, лимонит, ярозит, флюорит, апатит, единичные знаки циркона, карбонаты. «Железные шляпы» или верхняя часть зоны окисления сульфидной минерализации довольно широко распространены в пределах участка Боргилт-Хайрхан. Наибольшей интенсивности она достигает на вершине одноименной горы. Основными минералами являются железистые охры, ярозит, лимонит. Особое внимание на участке нами было обращено на изучение минерализации зеленого и бледно-зеленого цвета, развитой в виде локальных зон в гидротермалитах. Диагностировать зеленый минерал в полевых условиях нам не удалось, однако, по ряду признаков предполагали, что он напоминает силикат меди и может оказаться продуктом вторичного преобразования первичных минералов этого элемента. Наиболее широко «зеленая» минерализация распространена в южной и северо-восточной частях участка.

Рудная минерализация брекчий окварцованных гидротермально измененных пород представлена гетитом, гидрогетитом, магнетитом, халькопиритом, сфалеритом, ярозитом и др. При этом обломки измененных пород цементируются кварц-лимонитовым материалом с небольшим количеством карбоната. В карбонате отмечены единичные сростки халькопирита со сфалеритом, в кварце наблюдаются удлиненные скопления мелких (менее 10 мкм) призматических зерен, предположительно, рутил-лейкоксена. Магнетит отмечается в виде тонкой пылевидной вкрапленности изометричных зерен равномерно распределенных по породе. Самородное золото на участке Боргилт-Хайрхан установлено в шести образцах виде единичных (от 1 до 20) знаков.

## **ПО БЛОКУ II «ГЕОХИМИЯ БИОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ» ПОЛУЧЕНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:**

### **Телменский отряд.**

Решение главной задачи - идентификации источников современной гидросферы Байкальского рифта, надежно опирается на результаты многолетних исследований, проводимых Институтом геохимии СО РАН. В 2007 г. полевые исследования проводились на оз. Байкал, а также в пределах Усть-Селенгинской и Хубсугульской впадин и озер восточного берега оз. Байкал. Гидрогеохимическое опробование включало отбор проб на макро- и микрокомпонентный (ICP-MS) анализы. Исследование терм, вскрытых скважинами в устьевой части р. Селенги в 2007 году показало, что зона горячих гидрокарбонатных натриевых метановых вод, связана с глубинной тектонической зоной дробления в породах фундамента впадины. Однако, в ряде случаев термальные трещинно-жильные воды разбавляются холодными подземными водами из аллювиальных отложений. В пределах Хубсугульской впадины проведен отбор проб вод озера с целью определения макро- и микрокомпонентного состава. За период экспедиционных работ 2007 года на трех станциях на озере Байкал осуществлен поинтервальный отбор проб (100, 500, 1000, 1400 метров) вод для определения микрокомпонентного состава. Эти работы проводились совместно с Байкальским лимнологическим музеем. Осенью 2007 года экспедиционные работы были продолжены как в акватории озера Байкал (Северо-Байкальская впадина), так и в пределах юго-западного фланга Байкальской рифтовой зоны на территории Монголии (Дархатская впадина). Опробование поверхностных и подземных вод включало отбор проб на макро- и микрокомпонентный (ICP-MS) анализы, а также на определение содержания изотопов гелия, водорода и кислорода. Поинтервальное опробование байкальской воды на профиле Северобайкальск-Фролиха осуществлялось в трех точках (станциях) через 500 м с обязательным отбором придонных проб на полный комплекс изучаемых элементов. Местоположение станций определено узлами пересечений, наиболее активизированных рифтогенных разломов глубокого заложения в фундаменте Байкальской впадины, а также районом установленного «выброса» углеводородов в 0,4-0,5 км от устья р. Фролиха в зоне существования тепловой аномалии. Обследованное проявление азотных термальных сульфидно-гидрокарбонатных натриевых вод «Уртрэг» расположено в 50 км к северо-востоку от пос. Ханх Хубсугульского аймака Монголии. Выход подземных вод приурочен к узлу пересечения разломов северо-восточного и субширотного простираний в северном замыкании Дархатской впадины БРЗ. Проявление Уртрэг-аршан представлено двумя группами выходов теплой воды в основании террасовидного уступа на правом берегу р. Уртрэг, расположенными в 0,5 км друг от друга. В каждой группе по 7-8 самостоятельных нисходящих головок с максимальной температурой воды 22 °С. Головки выходов, наблюдаемых среди обломков гранита, каптированы деревянными желобами, по которым вода подается в деревянные ванны, оборудованные срубными домиками 2-3 м. Вода имеет

трудноуловимый привкус, прозрачна, без запаха. Опробованы два выхода: первый с температурой 22 °С и дебитом 0,3 л/с; второй – с температурой 20,6 °С и дебитом 0,7 л/с. В совокупности на разные виды анализов в 2007 г. отобрано 27 проб. Совместные полевые работы на озерах Забайкалья – Прибайкалья выполнены совместно с отрядом института геологии и минералогии (Новосибирск) – озера Духовое, Арангатуй. 26 июля – 05 сентября 2007 г., отобрано два керна донных отложений длиной 2 метра и разрез торфяника длиной 60 см в районе озера Котокель. В настоящее время образцы находятся в стадии обработки. Выполнены химические анализы вод и палинологические спектры с оз. Арахлей и Духовое.

### **Ангарский отряд.**

Продолжены мониторинговые работы на водохранилищах Ангарского каскада и в истоке реки Ангары. Получены новые данные:

- средние содержания подавляющей части микроэлементов-токсикантов существенно ниже ПДК для водоемов рыбохозяйственного использования. Наблюдаются только локальные точки повышенных концентраций микроэлементов, в частности ртути. По сравнению с прошлыми годами существенных изменений в содержании ртути в воде не произошло;

- в поверхностных слоях донных осадков в верхней части Братского водохранилища наметилась тенденция к постепенному снижению концентрации ртути. Среднее содержание ее составило 0,4 мг/кг, при диапазоне 0,03-0,97 мг/кг. Это более низкие величины, чем в предыдущие годы наблюдений;

- впервые дана оценка накопления и распределения ртути в различных группах планктона. Установлено, что содержание ртути в воде и общем планктоне существенно зависит от биомассы тех или иных групп фитопланктона (диатомовые, динофитовые и сине-зеленые водоросли) и зоопланктона (фильтраторы и хищники);

- ртутное загрязнение гидробионтов (планктона, водных растений и рыб) речного участка Братского водохранилища в 2007 г. характеризуется как высокое. В районах, прилегающих к городам Усолье-Сибирское и Свирск, в мышечной ткани большинства видов рыб были зарегистрированы высокие концентрации ртути, превышающие уровень ПДК. Район ртутного загрязнения гидробионтов локализован в речном участке Братского водохранилища;

- несмотря на длительный период формирования Братского водохранилища, характер микробиологического режима остается не стабильным. Широкая вариабельность количественного развития разных групп микроорганизмов, особенно в донных отложениях, как в этом году, так и в прошлые годы, показывает, что процессы формирования экосистемы водоема еще далеки от стабилизации. Поскольку токсические вещества промстоков губительно действуют на автохтонную микрофлору, то происходит накопление больших объемов органического вещества в донных отложениях;

- в этом году было продолжено биогеохимическое обследование сосняков, расположенных в приустьевой части впадения реки Белой в Ангару. Несмотря на то, что после закрытия ртутного цеха на комбинате ООО «Усольехимпром» прошло почти десять лет, концентрация ртути в двухлетней хвое сосны остается по-прежнему высокой в районе, непосредственно прилегающем к промзоне, хотя и наблюдается ее некоторое понижение (до 0,178 мг/кг.). Содержание ртути в косвенной зоне остается на прежнем невысоком уровне, примерно в десять раз меньше, чем в зоне прямого воздействия;

- содержание ртути в воздухе здания бывшего цеха ртутного электролиза комбината ООО «Усольехимпром» остается высоким и превышает предельно допустимые концентрации в воздухе (ПДК – 300 нг/куб.м) в 5-500 раз. В организованных выпусках сточных промышленных вод комбината ООО «Усольехимпром» концентрации ртути неустойчивы и могут превышать значения ПДК рыбохозяйственного использования до 1150 раз. Однако, тенденция снижения этого токсиканта в выпусках все же наблюдается по

сравнению с прошлыми годами. Основной причиной высокого уровня загрязнения сточных вод коллектора является сама коллекторная сеть, которая за годы эксплуатации «впитала» в себя большое количество металла;

- продолжено изучение химического состава воды истока р. Ангары. Нами наблюдение химического состава истока р. Ангары проводится в период 1997 – 2007 гг. с целью изучения современного состояния вод оз. Байкал по сезонной и межгодовой изменчивости содержания макро- и микросостава воды

Характерной чертой макрокомпонентов вод истока р. Ангары за период исследования является слабая изменчивость содержаний, о чем свидетельствует незначительный диапазон колебаний. Слабовыраженная сезонная изменчивость характерна лишь для преобладающих гидрохимических элементов – бикарбонатов и кальция. Среднегодовые содержания большинства микроэлементов имеют тенденцию уменьшения к 2007 году.

- получены аналитические данные по содержанию ртути, макрокомпонентов и микроэлементов в снеговой воде и пылевой составляющей снега. В целом содержания макро- и микроэлементов в снеговом покрове незначительно отличаются от таковых в прошлые годы. По основным экотоксикантам (Pb, Cd, Be, Hg) выделяются города Усолье-Сибирское и Шелехов. Содержания ртути в снеговой воде, как и в 2004-2006 годах, ниже, чем в прошлые годы. При пределе обнаружения 0,0005 мкг/л содержания ртути колеблются от 0,0007 до 0,024 мкг/л. Максимальные содержания отмечены в г. Усолье-Сибирское. В твердой фазе снега содержания ртути находятся в диапазоне от 0,06 до 0,81 мкг/г. Видимой корреляции ртути с органическим веществом (сажа) в твердой составляющей снега не наблюдается. Все летние атмосферные осадки (дожди) относятся, как и снеговая вода, к низкоминерализованным водам (до 30 мг/л) гидрокарбонатно-сульфатного кальций-магниевого типа, за исключением дождей в г. Шелехов, где обнаружен фтор до 19 экв.%.

#### **Экогеохимический отряд.**

Получены полевые материалы для изучения форм нахождения тяжелых металлов и мышьяка в черноземах техногенных, сельскохозяйственных и лесных ландшафтов Южного Прибайкалья. Почвы находятся на стадии пробоподготовки.

Проведен сопряженный отбор проб почв, с/х растений, молока коров, питьевой воды в основных техногенных ландшафтах Приангарья. Почвы проанализированы на содержание Сорг, Hg. Планируется анализ почв методом РФА. С/х растения и молоко проанализированы на ряд элементов методом ICP-MS. Получены результаты гидрохимического анализа питьевой воды. Проведено сопряженное опробование почв, киселемных образований (березового сока) и вегетативных органов березы в техногенных и фоновых ландшафтах Приангарья. Почвы находятся на стадии пробоподготовки. Березовый сок проанализирован на ряд элементов методом ICP-MS, получены результаты гидрохимического анализа березового сока. Отобраны пробы хвои и ветвей для изучения биогеохимических особенностей растений в районе БЦБК. Растения находятся на стадии пробоподготовки. В Иркутском районе отобраны овощи (огурец, томаты, кабачок), в соке которых измерено содержание нитратов и нитритов.

#### **Баргузинский отряд.**

Проведено исследование устьевых областей всех крупных, средних и некоторых мелких притоков озера Байкал. Всего опробовано 60 притоков и 3 минеральных источника. Получены предварительные данные, позволяющие дать оценку содержаниям биогенных микроэлементов, поступающих во взвешенной и растворенной формах с притоками в озеро Байкал. Установлены низкие содержания Se в воде всех исследованных притоков Байкала. Концентрации этого элемента в реках не превышают 0,2 мкг/л. Исключением является лишь вода 3-х притоков. Среди притоков западного берега озера Байкал только в реке Риты

содержание Se достигает 0.54 мкг/л, а на восточном берегу в реках Ширильды и Томпуда концентрация Se составляет 0,3 мкг/л., что гораздо ниже оптимального количества для питьевой воды (2,5 - 3,3 мкг/л), установленного сотрудниками государственного медицинского университета и Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. В совокупности с данными по содержанию селена в почвах района истока р. Ангары, Прибайкалье можно отнести к эндемичной по дефициту селена провинции и констатировать неблагоприятную биогеохимическую ситуацию. Минимальное значение Th/U в поверхностных водах установлено для рек южного макросклона хр. Хамар-Дабан, максимальное – для района Усть-Илимска, относительно кларка поверхностных вод (Th/U = 0,002) зоны гипергенеза. Максимальные величины Th/U характерны для вод рек геосистем Усть-Илимска (р. Малая Ярославка – 4,5 ) и Байкальска (р.Солзан, Харлакта – 2,5).

#### **Биогеохимический отряд.**

Изучение особенностей распределения C, N, P и СОЗов в почвах побережья Байкала позволило дополнить картину пространственного распределения макро (C,N,P) и микро (СОЗ) компонентов органического вещества в почвах прибрежной зоны Байкала и оценить потенциальный риск здоровью населения, проживающему в районе исследования, от воздействия СОЗ. По результатам, полученным в 2007 году, индекс опасности возникновения неканцерогенных заболеваний у населения побережья Байкала при поступлении СОЗов с частицами почв не превышает 1, т.е. СОЗ в почвах не оказывают значительного влияния на заболеваемость жителей неканцерогенными заболеваниями при непосредственном контакте с почвой или при заглатывании частиц почвы. Кроме того, сильная и достоверная корреляционная связь обнаружена для некоторых СОЗов (ПХБ и ДДТ) в яйцах домашних кур, молоке коров и в почвах прилегающих к хозяйствам территорий. Отсутствие или слабая связь найдена между пестицидом ГХЦГ в куриных яйцах и почвах. Результаты исследований позволяют предлагать данные объекты для биоиндикации загрязнения окружающей среды СОЗами промышленного происхождения (ПХБ) и некоторыми стойкими к разложению пестицидами (такими как ДДТ).

#### **Радиоэкологический отряд.**

Продолжено расширение сети наблюдений радиоэкологического мониторинга и заполнение радиоэкологической базы данных для мониторинговых наблюдений в сопряжённых природных средах территории Прибайкалья. В окрестностях посёлка Листвянка продолжены мониторинговые (серийные, всего 5 серий) наблюдения содержания изотопов радона в почвенном газе по профилю р. Мал. Черемшанка – р. Крестовка, проходящему через активные тектонические разломы. Наибольшие по величине активности в почве радонопроявления приурочены к предгорьям Приморского хребта (участок Листвянка – Большие Коты, Малое и Большое Голоустное и вся южная часть Иркутского района), где отмечаются выходы коренных пород (в основном гранитоидов) с повышенным содержанием естественных радионуклидов и активные тектонические разломы. Средние объёмные активности изотопов радона в почвах южного Прибайкалья составляют величину около 10 – 30 тысяч Бк/м<sup>3</sup>, достигая в аномалиях 100 – 200 тысяч Бк/м<sup>3</sup>. По профилю в окрестностях пос. Листвянка, где также отмечаются высокие значения активностей изотопа радона в почвах, по полученным данным планируется провести корреляционный анализ с сейсмической активностью за период до и между сериями измерений, а также с данными по содержанию ртути в почве. Продолжены мониторинговые исследования сельских населённых пунктов для изучения радоновой обстановки на территории административных районов Иркутской области: 4 населённых пункта Иркутского районов (пос. Малое Голоустное, Большое Голоустное, Большая Речка и Листвянка). Предыдущими работами (1999 – 2003 годов) в указанных посёлениях радиационная (в том числе и радоновая) съёмка

была выполнена в представительной выборке домов. В текущем году в этих посёлках выполнены дополнительные измерения содержания изотопов радона в почвенном газе на открытой территории посёлков. Всего выполнено около 100 контрольных точек (по отношению к предыдущим съёмкам). Прогноз и оценка радоновой обстановки выбранных территорий детализируется. Дополнительно в Ольхонском районе обследована территория посёлка сельского типа Хужир и Онгурёны, расположенных в радоноопасной прогнозной зоне. Работы выполнялись совместно с Иркутским спецкомбинатом «Радон». Вариации объёмных активностей изотопов радона в почвах на территориях обследованных населенных пунктов Прибайкалья в основном составляют диапазон от 5 – 20 тысяч Бк/м<sup>3</sup>. При этом мощность дозы внешнего гамма-излучения на открытой местности, обусловленного естественными радионуклидами в поверхностном слое почв, варьирует незначительно для разных территорий района – от 16 до 20 мкР/час (0.16 – 0.20 мкЗв/час). Выделены участки на территориях посёлков (Хужир и Онгурёны Ольхонского района, Малое и Большое Голоустное, Большая Речка и Листвянка Иркутского района), по признакам радоновыделения отнесённые к потенциально опасной категории радоновой опасности. Эти участки занимают от 30 % (Большое Голоустное) до 70 % (Мал. Голоустное) территории указанных посёлков. Остальная часть территории отнесена к безопасной категории. Превышения нормативов МЭД гамма-излучения на открытой местности обследованных поселков не зафиксированы. По результатам полевых измерений выполнена оценка современной радиационной обстановки в населённых пунктах с расчётом средних годовых дозовых нагрузок от природных источников радиации.

#### **Микробиологический отряд.**

Продолжена разработка метода по поиску индикаторов антропогенного влияния на ранней стадии. Проанализированы полученные данные по поиску факторов, влияющих на формирование качества воды глубоких рифтовых озёр мира: Байкала и Ньясы. Проведённые экспедиционные исследования о роли биогеохимических процессов в формировании качества воды оз. Байкал целиком отвечает поставленной цели проекта. В 2007 году продолжены многолетние ряды мониторинговых наблюдений в литорали оз. Байкал. Регулярно велся отбор проб воды в прибрежной зоне оз. Байкал: в районе п. Листвянка (ежедекадно по 10 проб) и г. Байкальска (ежемесячно по 15 проб). Максимально собран экспериментальный материал: в отобранных пробах были определены основные группы микроорганизмов, которые выделены в чистые культуры и законсервированы для дальнейших исследований. Проведена глубоководная съёмка в пелагиали оз. Байкал (чистый фоновый район)- все котловины озера: южная и северная, - (июль-август). Также проведены работы и в районе Малого моря (июль).

#### **Экспедиция «Бурение скважин по осадкам озёр Байкальского региона» в рамках программы «Глобальные изменения окружающей среды и климата»**

Из-за теплой зимы и, как следствие - недостаточной толщины ледового покрова, было принято решение провести опробование донных осадков с помощью гравитационных трубок типа «Бентос» со льда озера Хубсугул. Была разработана специальная технология такого опробования и в 10 районах, по всей акватории озера, оно было проведено. В результате проведенных работ, с глубины водной толщи от 20 до 240 м, отобрано 24 керна длиной от 80 до 180 см, которые были опробованы через 1 см для дальнейших геохимических, а также био-, палеомагнитных и палинологических исследований. Отобраны пробы газов для изотопных анализов. Кроме того, из дубликатов кернов, с интервалом 10 см, отобраны пробы для выделения поровых вод. В настоящее время ведется комплексное изучение

собранного материала, но уже полученные по поровым водам результаты позволяют (пожалуй, впервые!) сделать вывод о том, что в плейстоценовое оледенение вода была соленой. Анализ газов подтверждает наличие не только биогенных, но и глубинных их источников.

**Руководитель проекта  
Кузьмин М.И.**