

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ИНСТИТУТОМ ГЕОХИМИИ СО РАН КОМПЛЕКСНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ РФФИ

Проектом предусматривалось проведение экспедиционных исследований с целью сбора материалов для решения вопросов, связанных с характеристикой главных рубежей эндогенной и экзогенной активности в геологической истории Северо-Азиатского кратона и обеспечить на согласованной методической основе базовым и сравнительным натурным материалом 23 инициативных проекта РФФИ.

Планировалось получить новую информацию по магматическим и метаморфическим породам докембрийских выходов фундамента платформы, породам трапповой формации, проявлениям щелочных и щелочно-ультраосновных комплексов, рифтогенным разновозрастным магматическим ассоциациям и гранитоидам фанерозоя. Главное внимание предполагалось сосредоточить на внутриплитных процессах. Большое внимание предполагается уделить также геохимии биосферных процессов на примере, главным образом, Байкальского региона. Экспедиционные работы были выполнены в полном объеме.

Экспедиционный грант обеспечил кооперацию в рамках междисциплинарной экспедиции финансовых, методических и аналитических возможностей 23 проектов-участников.

Отметим результаты экспедиционных работ в 2005 г., разделив их на два блока в соответствии с заявленными задачами.

БЛОК I «ХИМИЧЕСКАЯ ГЕОДИНАМИКА ЭНДОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Проект 04-05-64279, руководитель Воронцов А.А. (Рифтовый отряд):

Получены геологические и геохронологические данные о строении бимодальных базальт-комендитовых ассоциаций в Хамбинском грабене Западного Забайкалья. Хамбинский грабен протягивается на расстояние более 50 км. и связан с одноименным хребтом, служащим западным горстовым обрамлением более молодой позднемеловой Гусиноозерской впадины. В его пределах распространены магматические породы, традиционно относимые к поздне триасовой цаган-хуртейской свите. Вулканические породы Хамбинского грабена осложнены продольной антиклинальной структурой с углами падения пород на ее крыльях до 30° . В ядре этой структуры, совпадающей с осевой зоной грабена вскрываются экструзивные тела салического состава (преимущественно крупнопорфировые трахириолиты), на крыльях – вулканические породы основного и кислого составов, которые залегают на палеозойских гранитоидах и перекрываются раннемеловыми осадками. Изучение вулканических толщ на участках Барун-Галтай, Удунга, Сангинэ выявило широкое развитие пород повышенной щелочности, которые образуют ассоциации бимодального строения, статистически разбиваясь на две группы по содержанию SiO_2 . К первой группе относятся породы основного и средне-основного составов – трахибазальты и трахиандезитобазальты – трахиандезиты (SiO_2 варьирует в интервале 47-58 мас. %). Ко второй группе принадлежат салические породы – трахиты, щелочные трахидациты, трахириолиты и пантеллериты (SiO_2 варьирует в интервале 61-72 мас. %). В соответствии с результатами геохронологических исследований Rb-Sr изохронный возраст вулканической толщи на Барун-Галтайском участке оценивается в $155 \pm 5,6$ млн. лет. Таким образом, установлено, что, несмотря на вещественное сходство вулканических пород Хамбинского хребта с породами раннемезозойской цаган-хуртейской свиты, их следует рассматривать в составе другой близкой по составу свиты, а именно, позднеюрской ичетуйской, широко распространенной в сопредельных областях Западного Забайкалья.

Получены геологические данные о строении базальт-трахириолит-комендит-щелочно-гранит-сиенитовой ассоциации предположительно девонского возраста Кропоткинского грабена (Хойто-Окинское междуречье, Восточный Саян) на участках: Сайлагском, Ара-Сайлагском, Мунгоргинском, Дунда-Салаа, Мунгулик, Холбинском и Арыкском. Задача исследований заключалась в выяснении структурно-геологических условий локализации базальт-трахириолит-комендит-щелочно-гранит-сиенитовой ассоциации Хойто-Окинское междуречья предположительно девонского возраста и взаимоотношений между эффузивными и интрузивными породами.

Интрузивные породы прорывают верхнепротерозойские водорослевые известняки монгошинской свиты, а также породы габбро-диорит-гранодиоритового ряда (хойто-окинский комплекс), относимые к нижнему палеозою. Верхняя возрастная граница рассматриваемой ассоциации определяется несогласным залеганием ниже-среднеюрских континентальных отложений, в гальке которых находятся все ее породы. Установлено, что на изученных участках на современном денудационном срезе ведущая роль принадлежит плутоническим образованиям, среди которых преимущественным распространением пользуются щелочные (рибекитовые, эгириновые) граниты, сиениты (кварцевые, роговообманковые и биотит-роговообманковые), нордмаркиты, граносиениты, монцониты. Вулканическая фация представлена лавовыми потоками и покровами красновато-бурых флюидалных трахириодацитов-трахириолитов и сине-серых комендитов, переслаивающихся с горизонтами лавобрекчий, туфобрекчий, туфов и игнимбритов трахириолит-комендитового состава, а также очень редких покровов базальтов (Арыкский участок), которые сохранились на различных гипсометрических уровнях в виде реликтов лавового плато, образованного в результате ареально-трещинных наземных извержений. Общая видимая мощность вулканитов достигает 500-600 м. Также выделяется субвулканическая фация, представленная штоками, куполами, дайками, и пластообразными экструзивного типа телами субщелочных микрогранитов и сиенитов, расположенными как правило внутри вулканических полей. Обычно граниты и сиениты прорывают вулканические трахириолиты и комендиты. В субвулканических телах наблюдается краевая зональность с постепенными переходами микрогранитов в трахириолиты.

Подготовлен каменный материал и выбраны пробы для построения Rb-Sr изохроны по валовым составам трахириолитов-комендитов Сайлагского и Мунгоргинского участков.

Вулканические породы ассоциации обладают высокой щелочностью (на классификационной диаграмме $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$ их составы приурочены к полю составов субщелочных пород и принадлежат калиево-натриевой серии. По своим петро-геохимическим характеристикам (коэффициент агапайности кислых вулканитов варьирует от 0,72 до 1,06, содержания микроэлементов изменяются в пределах: Ва 74-990 г/т, Sr 30-135 г/т, Zr 147-779 г/т, Nb 14-40 г/т, Rb 54-280 г/т они сопоставимы с однотипными раннедевонскими рифтогенными щелочно-риолитовыми ассоциациями Тувы, Минусинских впадин и северо-западной части Восточного Саяна, которые участвуют в строении среднепалеозойского Алтае-Саяно-Забайкальского вулcano-плутонического пояса, сформировавшегося на активной континентальной окраине (Гордиенко, 1987).

Проект 03-05-64579, руководитель Дриль С.И. (Изотопный отряд):

Получены геологические и геохимические данные о строении шошонит-латитовой вулканогенной серии Южно-Кулиндинская впадины (Нижне-Оленгуйская структура) Даурского Вулканогена позднеюрского возраста. Детально опробованы вулканогенные разрезы в районе левых притоков р. Оленгуй. Нижние горизонты лавовой толщи представлены потоками массивных серых – буровато-серых латитовых лав, переслаивающихся с редкими маломощными покровами риодацитовых полосчатых игнимбритов. Верхние части разрезов сложены кислыми вулканитами – серыми, зеленовато-серыми, красновато-серыми до кирпично-красных лавами дацитового, риодацитового и риолитового состава. Собранный фактический материал пригоден для детальной реконструкции вещественной эволюции шошонит-латитового вулканизма на северном фланге Даурского вулканогена.

Получены геологические данные о строении Александровской вулканотектонической структуры Приаргунского вулканогена. Детально опробован эталонный Акатуевский монцонитовый массив, расположенный у северного борта Александровской впадины. Массив включает образования трех интрузивных фаз. Ранняя фаза представлена оливиновыми монцонитами, вторая (главная фаза) сложена монцонитами и кварцевыми монцонитами, а заключительная – третья, фаза представлена различными монцонитовыми и кварц-монцонитовыми порфирами. С массивом связаны многочисленные субвулканические дайки, образующие рой, в котором отдельные тела располагаются радиально по отношению к центру массива. С субвулканическими телами третьей фазы массива связано полиметаллическое оруденение имеющее промышленное значение. В результате полевых работ собрана представительная коллекция различных типов полиметаллических руд Акатуевского месторождения с целью исследования изотопного состава свинца этих руд для создания современной изотопной плюмботектонической модели их формирования.

Детально исследовано геологическое строение и проведено геохимическое опробование пород Хараганашского и Шихалин-Нурского массивов шахтаминского комплекса, являющихся

интрузивными аналогами шошонит-латитовой магматической серии пород. Массивы расположены в пределах западного и южного обрамления Харанорской впадины Юго-Восточного Забайкалья.

Проект 04-05-64800, руководитель Перепелов А.Б. (Геохимический отряд):

Выполнено доизучение Переемнинской группы, расположенной в хр. Малый Хамар-Дабан на юго-западном фланге полихронного и полигенного Байкало-Витимского магматического ареала. Судя по установленному работами отряда в 2003 г. субщелочному характеру гранитоидов группы (монцониты, монцосиениты, кварцевые монцониты и сиениты) и по расположению в Хамар-Дабанской структурно-формационной зоне (или Хамар-Дабанском террейне), они должны относиться к т.н. зазинскому комплексу предположительно поднепалеозойского возраста (320-290 Ма), выделяемому в составе Ангаро-Витимского батолита А.Н.Дистановой, Б.А.Литвиновским и другими исследователями.

Главными результатами полевых работ в 2005 г., в сочетании с итогами лабораторных исследований по материалам 2003 г., стало установление куполообразной формы Верхне-Переемнинского массива и его фациальной зональности, из которой следует предварительный вывод о формировании всей группы посредством практически полного плавления пород вмещающей рамы (представлены гнейсами, гранат-биотитовыми сланцами и более ранними гранодиоритами и кварцевыми диоритами), сопровождавшегося интенсивным (до 2 мас. %) привнесом калия и ряда редких элементов (Ba, Zr, весьма вероятно, F и др.). Доказательством служит наличие в теле массива не до конца ассимилированных ксенолитов указанных пород, состав которых либо идентичен породам рамы, либо смещен в сторону повышения меланократовости, что указывает на частично реститовую их природу. Дальнейшая эволюция расплава происходила путем кристаллизационной дифференциации и гравитационного осаждения формирующихся минеральных фаз с образованием последовательно залегающих друг на друге «слоев» преимущественно плагиоклазовых кумулятов (монцодиоритов), амфибол-биотитовых и биотитовых монцосиенитов, гранат-содержащих сиенитоидов и субщелочных сиенитов с нарастанием калиевой щелочности вверх по разрезу. Кумулятивная природа перечисленных образований подчеркивается наличием положительных европиевых аномалий в спектрах распределения РЗЭ. Особый интерес представляют обнаруженные в эндоконтактной зоне гранатовые сиениты, содержащие до 10-15% кристаллов граната размерами свыше 10 мм. По своему минеральному составу они близки к известным в регионе святоноситам, и не исключено, что их изучение может пролить свет на происхождение последних, которое до сих пор является дискуссионным. По направлению к апикали массива, перекрытой останцами вмещающих пород увеличивается насыщенность массива жилами аплитовидных лейкогранитов и аплитов, рассекающих также вмещающие породы. Очевидно, эти образования представляют собой поздние, наиболее низкотемпературные (субэвтектоидные) члены эволюционного ряда дифференциации расплава, которые перед кристаллизацией внедрились по усадочным трещинам, как это часто происходит при формировании гранитоидных плутонов.

Необходимо отметить, что, поскольку Верхнепереемнинский массив представляет собой относительно небольшой выступ кровли гораздо более обширного плутона (известного как Мишихинский), не исключено, что в более глубинных частях последнего, где кристаллизация в силу большого объема должна была происходить медленнее, спектр фациальных разновидностей более широк и гранитные члены эволюционного ряда так же развиты более широко, что и отражается на геологической карте м-ба 1:200 000, не слишком подробной и во многом устаревшей.

Проект 05-05-64052, руководитель Ефремов С.В. (Окинский отряд):

Наиболее детальные полевые работы были проведены в пределах Ботогольского и Хушагольского штоков. В процессе этих работ было установлено, что оба массива имеют двухфазное строение. Первая фаза представлена сиенитами и нефелиновыми сиенитами, однако в Ботогольском массиве основной темноцветным минералом является пироксен, а в Хушагольском – амфибол, что, вероятно, отражает разные условия в среде минералообразования при кристаллизации этих пород. Вторая фаза в обоих массивах представлена лейкократовыми сиенитами слагающими небольшие штоки и дайки. Оба массива сопровождаются графитовой минерализацией. Графит – полевошпатовые гидротермалиты, слагающие основной объем оруденения, отчетливо приурочены к гранитоидам первой фазы. В

породах второй фазы часто встречаются ксенолиты графита, что свидетельствует об их внедрении после формирования рудных тел.

Оба массива залегают в пределах карбонатной толщи с аномальным содержанием органического вещества, которые, скорее всего, и являлись источником углерода при формировании графитовой минерализации. Для проверки этой гипотезы нами планируется изучить изотопный состав углерода в графитах рудных зон Ботогольского месторождения и органогенных карбонатах вмещающих Ботогольский массив.

Сиениты района Сорокских гольцов отличаются более лейкократовым составом, отсутствием нефелина и пироксена. Основным темноцветным минералом является амфибол. Внешне они довольно схожи с гранитоидами Ботогольского и Хушагольского штоков. Геологический возраст этих пород остается неопределенным. Они секут отложения окинской серии и монгошинской свиты (неопротерозой), однако сами прорываются гранитоидами относимыми к огнитскому комплексу (средний ордовик). Так как эти породы отличаются от гранитоидов огнитского комплекса по возрасту и химизму, их нельзя включать в состав огнитского комплекса. Их возраст может быть вполне сопоставим с возрастом гранитоидов Ботогольского и Хушагольского штоков. Однако для этого необходимо выполнить изотопное изучение отобранных образцов и провести дополнительные полевые работы на северном склоне Сорокских гольцов, для выявления их взаимоотношений с гранитоидами сумсунурского и сархойского комплексов (неопротерозой, поздний кембрий).

Проект 05-05-64642, руководитель Горнова М.А. (Офиолитовый отряд):

Получены данные о петрографическом составе кратонной литосферы до глубин ~ 220 км в районе кимберлитовой трубки Удачная. Представления о составе литосферы формируются на основе изучения коровых и мантийных ксенолитов. В районе тр. Удачная ксенолиты представлены следующими группами пород разного генезиса:

- гранулитами, протолитом которых являлась океаническая кора;
- эклогитами, вероятно, формирующимися при плавлении субдуцирующей в позднем архее океанической коры;
- серией пород переменного состава от гранатовых дунитов до верлитов, являющейся вероятно, метаморфизованной субдуцированной океанической корой;
- шпинелевыми и гранатовыми перидотитами с зернистой структурой, которые представляют собой верхнюю часть литосферной мантии и могут рассматриваться как реститы от плавления примитивной мантии в раннем архее;
- гранатовыми перидотитами с деформационными структурами, представляющими астеносферную мантию.

Получены геологические данные о строении Адацагского офиолитового комплекса и отобраны пробы для определения абсолютного возраста Адацагских офиолитов U-Pb методом по цирконам. В основании офиолитового разреза Адацагской зоны офиолитов вскрывается реститовый комплекс, представленный серпентинизированными гарцбургитами. Эти породы находятся в виде будин в тектоническом меланже. Выше реститового комплекса залегают расслоенная габброидная серия. Она представлена верлитами, средне- и крупнозернистыми такситовыми габбро и лейкогаббро. Из верхнего расслоенного лейкогаббро были отобраны крупнообъемные пробы на возможное выделение циркона для определения возраста U-Pb методом. Многочисленные дайки долеритов и габбро-долеритов, редко – лейкогаббро наблюдались в нижнем и верхнем габбро. Типичного шиткомплекса (дайка в дайке) не обнаружено. В Адацагской зоне широко распространены потоки базальтов, представленными как афировыми, так и порфиоровыми (пироксен) разностями. Отобраны пробы базальтов с большим количеством (до 30 %) крупных вкрапленников пироксена для изучения в них расплавных включений. В базальтовой толще наблюдаются линзы и прослои черных кремнистых пород (гемипелагические осадки). Редко встречаются красные яшмы. Взяты пробы кремнистых пород для поиска и изучения фауны.

Проект 03-05-65206, руководитель Альмухамедов А. И. (Трапповый отряд):

В ходе выполнения полевых работ продолжено геологическое изучение и геохимическое опробование маркирующих покровов северной и северо-западной части Сибирской платформы (агитканский, ягталийский, делочинский, надаянский, анамский, щадринский, харпичский). Пробы были отобраны на приблизительно равном расстоянии от подошвы покровов (1-2 метра),

чтобы исключить влияние миндалекаменных зон и нижних обводненных туфов. Дополнительно проведено опробование вулканитов доюрского основания Западно-Сибирской плиты на базовых кернохранилищах ОИГГиМ СО РАН и СНИИГГиМС (г. Новосибирск); при этом получен керновый материал по новым объектам: юго-запад (Курганская область).

Проект 03-07-90325, руководители Коваль П.В., Ярмолюк В.В. (Баргузинский отряд)

Ангаро-Витимский батолит является одним из крупнейших (~ 150 тыс. кв. км.) почвообразующих объектов и регуляторов состава природных вод региона. **Проведены полевые наблюдения и опробование гранитоидов батолита по опорным разрезам, различающимся мощностью и подземной геометрией плутона с целью детального изучения его геохимических особенностей. Особое внимание было уделено участкам отрицательных гравитационных аномалий.**

К Ангаро-Витимскому батолиту-гиганту относят гранитоидные массивы или более «мелкие» батолиты (Нестерихинский, Верхнее-Жуинский и др.), распространенные на огромной площади Восточного Прибайкалья основной задачей полевого сезона было проведение геологических наблюдений, особенно в местах гравитационных аномалий, и геохимическое опробование пород с целью последующего анализа на редкие, рудные и редкоземельные элементы.

Судя по проведенным наблюдениям, центральные части аномалий сложены равномернозернистыми, преимущественно крупнозернистыми биотитовыми гранитами и лейкогранитами. Большая же часть батолита (~ 80 %) в основном мелко- и среднезернистыми измененными гранитами, часто имеющими гнейсовидный, полосчатый и трахитоидный облик. За полевой сезон было отобраны пробы пород батолита (в том числе овоидных включений, синплутонических даек долеритов, монцонитоидных пород, гранитов и даек лейкогранитов заключительной фазы) и пробы вмещающих его пород.

Полученная первичная информация по гранитоидным батолитам вводится в информационный банк данных и обрабатывается.

Проект 05-05-64202, руководитель Антипин В.С. (Редкометалльный отряд):

Проведено сравнительное изучение гранитоидных плутонов хребта Хамар-Дабан и Ангаро-Витимского батолита (Баргузинский хребет). Полевые работы проведены в пределах хребтов Баргузинского и Хамар-Дабан в соответствии с программой исследований палеозойского гранитоидного магматизма, проявленного в пределах Ангаро-Витимского батолита и в его обрамлении. Эти исследования направлены на изучение процессов петрогенезиса, а также установление геохимических характеристик и источников гранитоидных магм, представленных гранитоидными плутонами и интрузивно-дайкивыми сериями в Восточном и Южном Прибайкалье. Для сравнительного изучения гранитоидных плутонов хребта Хамар-Дабан и Ангаро-Витимского батолита (Баргузинский хребет) в качестве эталонных взяты массивы, представляющие разные этапы формирования последнего. Характерным примером раннего этапа формирования батолита является Нестерихинский массив, на котором специально проведены полевые работы в 2005 году с целью опробования и дальнейшего геохимического изучения продуктов гранитоидного и базитового магматизма, представленных сложными взаимоотношениями этих разнообразных по составу магматических пород. Основной объем Нестерихинского массива (600 км²) сложен монцонитами, кварцевыми монцонитами и гранодиоритами, которые характеризуются резко выраженной порфиоровидной структурой. Однако наряду с ними встречаются равномернозернистые биотитовые и лейкограниты. Важной особенностью строения и состава гранитоидов раннего этапа является наличие в них базитовых тел удлиненной или неправильной формы до нескольких десятков метров в поперечнике, имеющие интрузивные контакты с вмещающими метаморфическим толщами и интрузивированные в дальнейшем гранитами главного этапа формирования батолита. Разнообразные типы основных и кислых пород Нестерихинского массива были опробованы с целью их дальнейшего минералого-геохимического изучения.

Как показали наши предыдущие исследования (Антипин и др., 2004, 2005), близкие геохимические характеристики гранитоидов Ангаро-Витимского батолита и вмещающих гнейсов таланчанского метаморфического комплекса свидетельствуют о вероятном плавлении последних под воздействием глубинных базитовых магм. Среди продуктов последних встречены как породы низкощелочные, так и габброиды высокой щелочности. Выяснение их возрастных взаимоотношений,

а также анализ геохимических характеристик важен для выяснения условий петрогенезиса Ангаро-Витимского батолита.

Полученные новые материалы необходимы для установления индикаторных геохимических признаков магматических пород палеозойского этапа, формирующихся в условиях различных геодинамических режимов.

В южной части батолита проведено также опробование интрузивных тел, условно относимых к зазинскому комплексу, а также входящих в состав интрузивно-дайковых серий. В этом отношении значительный интерес представляют пояса субвулканических даек, которые представлены разнообразными, в том числе и редкометалльными типами пород. Сравнительно петролого-геохимическое изучение гранитоидов различных этапов формирования Ангаро-Витимского батолита позволит глубже понять источники масштабного позднепалеозойского магматизма и насколько широко проявлен данный гранитоидный и базитовый магматизм в западной части Селенгино-Витимской структурной зоны, то есть в пределах хребта Хамар-Дабан.

Проект 04-05-64389, руководитель Перетяжко И.С. (Прибайкальский отряд):

В Тункинском районе Бурятии проведено опробование редкометалльных Li-F гранитов, сопровождающих их дайковых образований Уругудеевского и Харагульского массивов. В экзоконтактовой зоне Уругудеевского массива обнаружены небольшие дайковые (жильные) тела кварцевых порфиров и афировые разновидности пород с обильным турмалином, опробованы зоны с флюоритовой минерализацией (кварц-флюоритовые жилы, тела, брекчии). В верховьях ручья Амазонитовый (левый приток р. Харагун) опробованы многочисленные дайки гранитов, гранит-порфиров, кварцевых порфиров, а также гранитных пегматитов, в т.ч. турмалин- и лепидолитсодержащих. В пределах гранитного массива обнаружены единичные выходы пегматитов с бериллом. Ранее проведенные исследования показали, что граниты этих массивов имеют близкий возраст (318 ± 3 млн. лет) и, предположительно, формировались в ходе одного этапа внедрения. Было также установлено, что при близких редкоэлементных характеристиках для пород Уругудеевского и Харагульского массивов характерны существенные отличия, связанные с разными уровнями накопления F и В. Гранитоиды Уругудея имеют более высокие концентрации бора, а Харагула – фтора. Полевые наблюдения указывают на то, что эти отличия связаны с разным соотношением основных минералов-концентраторов В и F – турмалина, топаза, флюорита и слюд. В ходе дальнейших исследований образцов пород и минералов методами термобарогеохимии будут получены новые данные о составе минералообразующих сред и Т-Р параметрах, в ходе которых происходило разделение бора и фтора на магматической стадии эволюции кислого гранитоидного расплава.

На Малханском поле миароловых пегматитов (Красночикийский район Читинской области) продолжено изучение вскрытых недавними взрывными работами минеральных комплексов и миарол с аксинитовой, адуляр-турмалиновой и турмалиновой минерализацией. Отобрана серия образцов минералов из разных участков пегматитовых тел для дальнейших термобарометрических измерений.

В Приольхонье и на о.Ольхон основное внимание было уделено изучению взаимоотношений гранитных пегматитов и метаморфитов ольхонской, чернорудской и хобойской серий, а также лейкогранитов шаранурского комплекса. Взяты образцы породообразующих и аксессуарных минералов пегматитов, пробы разных минеральных комплексов, валовые средние пробы нескольких типичных пегматитовых тел. Изучались также взаимоотношения щелочных пород (сиенитов, нефелиновых сиенитов) с корундсодержащими плагиоклазитами и гранитными пегматитами на мысе Будун (о. Ольхон).

Для исследования процессов дифференциации низкофтористых редкометалльных (Ta-Li) гранитоидов продолжены полевые геолого-геохимические работы на Ары-Булакском и Качикском пегматитовых полях (Сангиленское нагорье, Республика Тыва). Изучены геологические особенности редкометалльных магматических пород, а также связанных с ними высокотемпературных метасоматитов. Продолжено обследование двух ближайших крупных массивов биотитовых гранитов – Теменчулу и Учуглыкского, отобраны образцы и пробы их разновидностей. В Ары-Булакском и Качикском пегматитовых полях отобраны образцы и пробы различных минеральных комплексов, пробы минералов. Геологические, петрографические и минералогические полевые наблюдения позволили выявить ряд важных отличительных особенностей редкометалльных гранитоидов данных полей по сравнению с изученными ранее Хусуингольским и Сольбельдерским полями Тувинской

редкометалльно-пегматитовой провинции. Дальнейшее лабораторное изучение отобранных образцов и проб даст возможность подкрепить их геохимическими данными.

Проект 03-05-64146, руководитель Владыкин Н.В. (Мурунский отряд):

Совместно с проф. S. Viladkar и R. Moxan (India), и с Отрядом А.Г. Дорошкевич ИГ СО РАН, Улан-Уде проведено геохимическое доопробование карбонатитов Бурятия- проявления Халютинское, Аршанское, Южное и Ошурковское месторождение. Проведена геологическая экскурсия по этим объектам для Индийских коллег (проект В-2.32 NP-52).

В Южн. Прибайкалье опробованы сиениты Малобыстринского массива и кальцит-апатит-флогопитовые жилы Слюдянки- метаморфические аналоги карбонатитов.

В соответствии с планами интеграционного проекта СО РАН №67 совместно с отрядом института геологии и геохимии УрО РАН (участники проекта) проведено геохимическое опробование сиенит-миаскит- карбонатитовых массивов Вишневогорского и Ильменского и лампроитовых проявлений (Ц. Урал). Материал необходим для сопоставления их с массивами Сибирской платформы.

Проведен отбор и детальное полевое изучение мантийных ксенолитов Накынского поля кимберлитов (тр. Нюрбинская и Ботуобинская) и из трубок северных полей- Удачной, Зарницы, Айхал и Комсомольской. Из тр. Удачная собраны крупные ксенолиты для создания стандартных образцов мантийных пород. В Амакинской экспедиции получены дополнительные пробы карбонатитов и щелочных пород Томторского массива.

Проект 04-05-64109, руководитель Загорский В.Е. (Малханский отряд):

Впервые проведено систематическое геохимическое опробование пегматитов о.Ольхон, являющегося частью раннекаледонской коллизионной системы типа континент-островная дуга-микроконтинент с ярко выраженным сдвиговым характером тектогенеза (Федоровский и др., 1995). В районе интенсивно проявлены процессы гранитизации, ультраметаморфизма и анатексиса с образованием комплекса мигматитов, автохтонных и аллохтонных гранитоидов. Среди последних резко преобладают послынные и косесекущие тела пегматитов, которые образуют “свиты жил”, простирающиеся субпараллельно коллизионному шву. Длина пегматитовых жил колеблется от нескольких десятков до многих сотен метров при мощности от долей метра до десятков метров. Внутреннее строение пегматитов простое. Зональность не характерна. Преобладают неравнозернистые крупно-грубозернистые разновидности с более крупными обособлениями полевых шпатов, участками графической структуры и пегматоидно-блокового сложения. Реже встречаются тела с преобладанием графических и блоковой структур. Минеральный состав пегматитов прост: кварц, плагиоклаз, калиевый полевой шпат (\pm биотит, амфибол, пироксен, гранат, циркон, магнетит). Инъекционная природа пегматитов сомнений не вызывает, но наследование ими темноцветных минералов от метаморфитов вмещающей толщи свидетельствует о небольшой степени перемещенности пегматитовых расплавов.

По составу выделяются две группы пегматитов: 1) двуполевошпатовые ($K_2O \geq Na_2O$) и 2) калишпатовые ($K_2O \gg Na_2O$). По кремнекислотности и сумме щелочей двуполевошпатовые пегматиты соответствуют субщелочным лейкогранитам, а калишпатовые – щелочнополевошпатовым лейкогранитам и аляскитам. На диаграмме $A/(C+N+K)-(N+K)/A$ (Maeda, 1990) двуполевошпатовые пегматиты соответствуют S-гранитам, а калишпатовые – A-гранитам. На диаграмме $A/(C+N+K)-A/(N+K)$ (Maniar, Piccoli, 1989) двуполевошпатовые пегматиты в примерно равной пропорции попадают в поля коллизионных и островодужных гранитоидов, а калишпатовые пегматиты – в поля коллизионных и внутриплитных гранитов. Коллизионная природа ольхонских пегматитов наиболее адекватно проявляется на диаграмме $(Y+NB)-Rb$ (Pearce et al., 1984): здесь 75% составов соответствуют коллизионным гранитоидам, остальные – островодужным гранитам. Наблюдающаяся неоднозначность геохимической интерпретации коллизионной природы пегматитов Ольхона обусловлена возможным влиянием островодужной компоненты протолита, с одной стороны, и привнесением глубинными флюидами калия и изоморфных с ним редких элементов в зоны образования существенно калиевых пегматитовых расплавов при ультраметаморфизме – с другой. В целом пегматиты Ольхона наследуют состав ультраметаморфических гранитов ольхонской серии. Характерными их особенностями являются обогащенность Ba и низкие содержания F, Li, Be, R3Э, Co, Ni, Cr, V. Сходный геохимический облик свойственен также ортотектитам и пегматитам в зонах

ультраметаморфизма на Алданском щите (Петрова, 1975), сформировавшимся не в коллизионной, а во внутриконтинентальной обстановке. Отличительной особенностью пегматитов Ольхона являются широкие вариации Ba, Sr, Rb, Zr, PЗЭ, что, вероятнее всего, обусловлено неравномерно-мозаичным характером давления в пределах ольхонской серии, влияющим на состав пегматитовых расплавов в условиях сдвигового тектогенеза при коллизии.

Влияние степени метаморфизма на состав пегматитов проявляется в наследовании последними типоморфных темноцветных минералов вмещающих метаморфитов. *Группа В.М. Макагона в составе Малханского отряда*: Полевые исследования были направлены на геологическое, минералогическое и геохимическое изучение пегматитов петалитовой подформации Вишняковского поля в Восточно-Саянском поясе для выяснения особенностей изменения их состава от глубинных горизонтов к апикальным частям жильных серий и по простирацию последних. Геологическое изучение и отбор геохимических проб пегматитов и минералов из них проводились по штольне и скважинам. В результате исследований выявлена большая неоднородность состава пегматитов Вишняковского поля по простирацию и падению жильных серий и очень неравномерное распределение танталовой минерализации в пегматитовых телах. Кроме того в продолжение исследований по геохимии гранитоидов Елашского грабена проведено изучение гранитоидов Подпорожского массива в Тагул-Туманшетской подвижной зоне для сравнения их с гранитоидами Елашского грабена, а также в связи с необходимостью выявления источника россыпного рудопроявления иттрия, находящегося на площади этого массива. В результате полевых работ собраны представительные коллекции образцов и геохимических проб пегматитов и гранитоидов для исследований.

Проект 05-05-64642, руководитель Горнова М.А., исполнитель Костровицкий С.И. (Якутский отряд):

В 2005 году полевые работы проведены в пределах Якутской кимберлитовой провинции. **Произведен отбор образцов кимберлита и шлиховых проб из трубок кустов трубок Юбилейная и Веселый Алаakit-Мархинского алмазосносного поля (всего – из 10 трубок). Дополнительно отобраны образцы кимберлитов и шлихи с разных фаз внедрения таких сложнопостроенных трубок, как Айхал, Комсомольская и Юбилейная.** Большинство изученных трубочных тел сложено кимберлитовыми брекчиями, с относительно высокой степенью изменчивости вторичными процессами. Многофазные трубки представлены как брекчиями, так и массивными разновидностями кимберлитов. В тяжелой фракции кимберлитов, как правило, доминирует пикроильменит и гранаты. Исключение представили только трубки Айхал и Начальная (куст трубки Веселый), в тяжелой фракции кимберлитов которых преобладают хромшпинелиды. В Малоботуобинском поле отобраны образцы туфовидных пород из щелочно-базальтоидных трубок Маар-Сиэнэ и Аномалии № 446. В Иркутской области, в Ингашинском поле отобраны образцы слюдяного кимберлита и взяты шлиховые пробы из жилы № 4. Отобраны также вмещающие породы жил.

В карьере трубки Удачная с глубоких горизонтов продолжен отбор образцов мантийных ксенолитов и мегакристных минералов.

Проект 05-05-64217, руководитель Макрыгина В.А. (Метасоматический отряд):

Определены геолого-петрографические, минералого-петрогеохимические и изотопно-геохронологические характеристики реперных массивов святоноситов для выявления причин их формирования и причин их широкого развития в Байкальской провинции Центрально-Азиатского складчатого пояса.

Было выполнено геологическое доизучение с отбором проб святоноситов, наблюдаемых в ассоциации с ними магматических и вмещающих метаморфических пород в участках между реками Безымьяная – Тибельти, а так же прибрежной полосе оз. Байкал от устья реки Бугульдейка до устья р. Сарма. Необходимость доизучения именно этих участков обусловлена тем, что в Слюдянском районе отмечаются как крупные тела святоноситов в контактах с разными магматитами – габброидами, чарноэндербитами, сиенитами, гранитами так и многочисленные мелкие тела размерами от 0,5-2 м до 20-100 м телами вне видимой связи с каким либо типом магматических пород. Для святоноситов характерны широкие вариации состава даже в пределах одного образца, поэтому обнаружение новых тел, особенно в виде самостоятельных изолированных тел имеет важное значение, так как в наибольшей степени характеризует долю именно мантийной составляющей при ее взаимодействии с коровым субстратом. В Слюдянском районе в бассейне р.р. Бурутуй, Слюдянка,

Малая-Быстрая обнаружен ряд новых тел святоносителей, сиенитов, гранитов и пегматитов с андрадитом и гранатовых пород и генетически с ними связанных в мраморах безымянской и харагольской свит. В обрамлении Мало-Быстринского массива и Тултуйского проявления лазурита, выполнено доизучение и проведен отбор разновидностей святоносителей и ассоциирующих с ними магматических и метасоматических, а также вмещающих их метаморфических пород. Здесь выявлены новые разновидности пегматоидных святоносителей.

В Ольхонском районе существуют все предпосылки обнаружения святоносителей. И действительно крайне мелкие их тела, размером 0,2-1 м обнаружены на п-ове Хадарта и в контакте Тажеранского массива. Детальные исследования были предприняты в районе Бугульдейского месторождения мраморов, Бирхинского массива так как здесь отмечается крупный массив габброидов и известны мелкие тела сиенитов, а вмещающие мраморы характеризуются высокими содержаниями Sr и Ba, элементами характерными, имеющими в святоносителях аномально высокие содержания. Кроме того исследовались гранат-пироксеновые скарны в ореоле Крестовского массива. Во всех этих участках были отобраны образцы и пробы, которые позволят выявить их возможную близость к святоноситом.

В Тункинском районе Бурятии осуществлялись рекогносцировочные работы по поиску святоносителей в толкинской свите осадочного чехла Гарганской глыбы, которая по общепринятым взглядам является аналогом пород слюдянского и святоносского комплексов, где святоносители пользуются широким распространением. Проведено детальное геологическое изучение и отобраны пробы пород различного генезиса.

Барбитайский отряд (исполнитель Мехоношин А.С.) в рамках проекта 05-05-97246, руководитель Орсов Д.А.:

Проведено дополнительное картирование базит-ультрабазитовых массивов Метешиха, Орангойский, Мало-Осиновский и Шильдерхейский Восточного Прибайкалья, изучены взаимоотношения с вмещающими породами, выявлены рудные участки. Установлено, что массивы являются петрографически неоднородными и представлены дифференцированной серией пород от перидотитов до лейкогаббро. Породы прорваны более поздними телами сиенитов, гранитов и гранитных пегматитов. Взаимоотношения с породами вмещающей толщи преимущественно тектонические. Если вмещающими породами являются граниты, то габброиды представляют собой останцы-ксенолиты, в которых широко развиты зоны переработки.

Также проводилось доизучение базит-ультрабазитовых массивов ольхонской коллизионной системы Западного Прибайкалья. В пределах ольхонской коллизионной системы объектами исследований являлись фрагменты офиолитовых комплексов, представленные реликтовыми будинообразными телами гипербазитов и пространственно сопряженными с ними пластовыми телами базальтоидов, в настоящее время являющимися амфиболитами. Их выходы известны в Чернорудской гранулитовой зоне, однако наибольшее развитие они имеют в Шидинской и в "главной сдвиговой" зонах, где условия метаморфизма отвечают амфиболитовой фации. Представителями таких пород являются массивы реститовых гипербазитов полуострова Шида, залива Куркут, района МРС и массив Тог. В результате полевых работ установлено, что дуниты представляют собой породы десерпентинизированные в процессе гранулитового метаморфизма.

Составлены детальные геологические карты, масштаба 1:1000 участков "Барун-Хал нижний" и "Барун-Хал верхний". Стратиграфический анализ позволил отнести породы участков к курыканской и мухорской свитам. Установлено, что все породы участков испытали минимум три этапа складчатости и нарушены многочисленными дизъюнктивами. Выделены массивы, относящиеся к шаранурскому комплексу гранитоидов и один габбро-пироксенитовый массив, сложенный средне- до крупнозерных габбро и пироксенитами. Отобран представительный материал для геотермобарометрических расчетов, с целью составления карты метаморфизма района.

Проект 05-05-64466, руководитель Немеров В.К., исполнитель Спиридонов А.М. (Восточный отряд):

Анализ размещения золоторудной минерализации в Забайкалье обнаружил приуроченность золотых месторождений и рудопроявлений мезозойского возраста к основной суре и к дополнительной ветви Монголо-Охотской шовной зоны в их новой интерпретации и

четко выраженную смену с юго-запада на северо-восток по простираанию шовной зоны профилирующих золотоносных минеральных типов месторождений. На юго-западной оконечности забайкальского сектора Монголо-Охотского пояса получили развитие: малосульфидная минерализация золото-кварцевой формации, так называемый Любавинский тип и минерализация золото-серебряной формации, так называемый Балецкий тип. Это простые по составу кварцевые жилы и минерализованные зоны с незначительным (не более 4 %) развитием сульфидов, среди которых преобладают пирит и арсенопирит, менее распространены сульфиды Zn, Pb, Cu, пирротин, реальгар, аурипигмент, адуляр и гидрослюды. Отмечается пространственное совмещение редкометалльной, оловянной, золоторудной и полиметаллической минерализации. К сожалению, на Монгольской части пояса мы не располагаем данными по всем проявлениям золота, а ограничиваемся расположением лишь рудных проявлений, указанных на Государственной карте полезных ископаемых республики. И, тем не менее, приуроченность проявлений золота, представленных теми же рудными формациями, что и на юге Забайкалья, к Монголо-Охотской сутуре явно вырисовывается. Как результат, открытие в 2003-2004 годах на территории Северо-Восточной и Центральной Монголии трех перспективных участков (Дучи гол, Алтан овоо и Их Сала) соответственно с эпитермальной золото-серебряной и золото-медно (молибден) -порфировой минерализацией.

В полевой период 2005 года были проведены научные исследования на территории Центральной Монголии – на участке Алтан овоо. Площадь участка сложена осадочной толщей пород, представленной переслаиванием конгломератов, гравелитов, грубо- и мелкозернистых песчаников, которые постоянно чередуются по разрезу по мере движения от подножья к вершине купольной структуры Алтан овоо. В северо-восточном углу площади исследований картируются поля эффузивов андезитового состава, и штокообразное тело кварцевых порфиров. В андезитах отмечается биотит, моноклинный пироксен, из вторичных минералов хлорит, кварц, карбонат и альбит.

В теле кварцевых порфиров (трахириодацит-порфиров) интересным является наличие в них ксенолитов эффузивов, сформированных ранее, и крупных зерен апатита (0,4 x 0,3) мм), образующих сростки и играющих роль порфировых вкрапленников. В кварцевых порфирах и в трахиандезитах проявлен процесс аргиллизации, что выражается в образовании каолинита, гидрослюды, а также альбита, кварца, серицита, хлорита, пелитизации полевых шпатов, реже образований ярозита и карбоната.

Осадочные породы рассматривались только в обломках брекчий, где они сильно изменены, представлены конгломератами, песчаниками, алевролитами, интенсивно замещенными, в первую очередь, лимонитизированными. Обломки в алевролите окварцованы, лимонитизированы – сложены кварцем, гидрослюдой, лимонитом. Цемент вторичный лимонитовый. Есть также зернышки гематита, частицы углистого вещества. Структура реликтовая алевритовая. В кварцевом цементе брекчий около обломков алевролита обильные включения адуляра ромбоэдральной формы.

В песчаниках обломочный материал представлен интенсивно лимонитизированными, окварцованными эффузивами, полевыми шпатами, биотитом. Цемент вторичный кварцевый. Аргиллизация этих пород была не очень значительной, но лимонитизация и окварцевание интенсивными. Можно предположить, что «центр» аргиллизации находится в другом месте. Отмечаются халцедоновидные и друзовидные кварцевые агрегаты, есть «пластинчатый кварц».

Рудная минерализация участка Алтан овоо, расположенная в зонах окварцевания и брекчирования вмещающих пород, представлена в основном оксидами железа (*лимонитом*), в меньшей степени сульфатами – *ярозитом*, *скородитом*. Сульфиды ассоциируют с зонами окварцевания вмещающих пород, кварцем. Из сульфидных минералов выявлены пирит и, незначительно, *марказит*, *арсенопирит*, *пирит-мельниковит*, *халькопирит*.

Отмечена редкая вкрапленность тонкого золота. Цвет золота светло-желтый, почти белый. Размер зерен менее 5-10 мкм. Формы овальные, с неровными краями. Золото приурочено к кварцу и зонам окварцевания брекчий.

Геохимический состав минерализации участка Алтан овоо близок к составу минерализации участка Дучи гол. Здесь установлены контрастные геохимические поля Ag, As, несколько меньше Li, P, Pb, Sb и Zn.

Однако поведение золота на этом участке весьма неоднозначное. По данным сцинтилляционного анализа, от знаковых значений Au и выше отмечено примерно в 80 % отобранных проб, в единичных пробах содержание Au достигает до 20 г/т.

Таким образом, участок Алтан овоо по минеральному и геохимическому составу рудной минерализации отвечает эпитермальному Au- Ag типу, и является перспективным на обнаружение здесь промышленных скоплений золота.

Проект 05-05-97301, руководитель Немеров В.К. (Черносланцевый отряд):

Были проведены полевые исследования верхнерифейских черносланцевых толщ в пределах Дальнетайгинской рудоперспективной площади Байкало-Патомского нагорья. Работы проводились на двух опорных участках. *Один из них – участок Каалу* (север Муйской структурно-формационной зоны). Предшествующими работами здесь установлены многочисленные аномалии и проявления золота, приуроченные к рифейским и раннекембрийским углеродистым (черные сланцы, битуминозные карбонаты) и осадочно-вулканогенным толщам в зоне влияния крупного надвига. Решение стоящих перед отрядом задач осуществлялось путем изучения и опробования разрезов, ориентированных вкрест простирания основных структур - от относительно слабодислоцированных шельфовых углеродисто-терригенно-карбонатных отложений в сторону зоны активного влияния разлома (зона меланжа), с выходом в образования осадочно-вулканогенной, келянской толщи, относящейся к островодужному комплексу, в данном случае, в аллохтоне. Максимальное внимание уделялось участкам повышенной углеродонасыщенности и интенсивной минерализации: сульфидизации, окварцевания, карбонатизации и т.д. В результате проведенных работ получено подтверждение рудоконтролирующего значения зоны разлома. За пределами влияния разлома рудная минерализация практически отсутствует. Углеродистые терригенно-карбонатные отложения в условиях интенсивных тектонических преобразований несут в основном карбонат-кварц-сульфидную минерализацию. При этом преобладает кварцевая - прожилковая. Мощность зон минерализации варьирует от первых метров до 10 – 25м. Эти зоны в целом согласуются с простиранием исследуемых толщ и зоны надвига. В аллохтоне, в поле развития осадочно-вулканогенных образований келянской толщи (эффузивы представлены здесь главным образом андезито-базальтами), рудная минерализация контролируется зонами брекчирования. Характерно проявление магнетитизации, реже сульфидизации. *Второй участок – Имняхский* (расположен за пределами северного окончания Бодайбинского синклиория – к северу от месторождения голец Высочайший). Здесь по ряду геологических, структурных, геохимических и др. признаков складывается благоприятная ситуация позволяющая прогнозировать золоторудную залежь сухоложского типа. Проведена серия маршрутов, сопровождающихся геологическими наблюдениями и геохимическим опробованием естественных обнажений, имеющих горных выработок, а также рыхлых отложений. Установлено наличие интенсивной сульфидной минерализации и бурошпатизации в черных сланцах хомолхинской свиты, что подтверждает перспективы участка.

Проект 05-05-64466, руководитель Немеров В.К., исполнитель Вилор Н.В. (Ангаро-Бодайбинский отряд):

В Бодайбинском районе исследования проводились в контакте с Ленской золоторудной компанией (ЛЗРК) на месторождениях Верный, Западное и Александр Невский. Получены новые материалы по геологии и геохимии золотого оруденения на данных объектах. Проведено геохимическое опробование карьеров, плотиков в разрезах россыпей и канав на участках детальных ГРР. Геохимические пробы находятся в стадии обработки и изучения.

Также было проведено маршрутное эколого-геологическое обследование плато Хелик, расположенного на сочленении передовой и хребтовой частей системы Хамар – Дабана. Установлено значительное несоответствие между геологической структурой, изображенной на геологической карте 1982 в издании ВСНИИГГиМСа, и реально существующим геологическим строением территории. Имеющаяся здесь ИК аномалия, расположена на верхнем перегибе склона предгорной части и имеет пространственную связь с серией сбросов, ограничивающих с юга Торскую впадину.

Проект 05-05-64466, руководитель Немеров В.К., исполнитель Трошин Ю.П. (Южный отряд):

Проведены работы на гидротермальных источниках центральной части Байкальской рифтовой зоны. Продолжалось изучение отложений гидротерм - гейзеритов, травертинов, а также ила, почвы и торфа, сорбирующих микроэлементы из гидротерм. Предварительные

исследования показали наличие объектов, резко отличающихся от других. Например, гейзерит Гусихинского источника наиболее обогащён Ge, В, Sr. Илы Инского источника, разгружающегося в гранитах Ангаро-Витимского батолита, содержат много U = 113 г/т и его элементов – спутников. Кальцит из травертинов весьма часто существенно обогащён селеном. Ранее мы устанавливали наличие золотоносных илов. Таким образом, предварительные анализы отложений, как и проведённые в предыдущие годы исследования гидротерм, подтверждают геохимическую и рудную специализацию гидротермальных процессов, протекающих в разных геологических обстановках Байкальской рифтовой зоны, и перспективность изучения этой проблемы.

Проект 05-05-97200, руководитель Санина Н.Б. (Методический отряд):

Изучены потоки рассеяния и составлены опорные геохимические разрезы в Ольхонском районе Иркутской области. Геохимическое опробование осуществлялось студентами в ходе геолого-съёмочной практики. Пробы подвергались первичной обработке – ситованию, квартованию, сушке (биогеохимические пробы), дроблению и истиранию. Геохимическая съёмка по коренным породам проводилась на участке детального геологического картирования "Доньша" в масштабе 1:10000, площадь опробования составила около 0,5 км². Съёмка велась по профилям, ориентированным в крест простирания геологических структур. Профили разбивались инструментально и закреплялись на местности опорными магистральями. Расстояние между профилями 100 метров интервал опробования 25 метров, что соответствует сети опробования для масштаба 1:10000.

Проект 05-05-64202, руководитель Антипин В.С. (Патомский отряд):

В августе 2005 года Патомский отряд в составе нач. отряда Е.И. Воробьева, главн. научн. сотр. В.С. Антипина и мл. научн. сотр. А.М. Федорова, а также с участием ст. научн. сотр. ИСЗФ СО РАН С.А. Язева и члена Астрономического клуба г. Иркутска А.Н. Арсентьева в соответствии с программой экспедиционных исследований проводил полевые работы на Патомском кратере, расположенном на севере Бодайбинского района Иркутской области в среднем течении р. Хомолхо. Патомский кратер впервые был обнаружен в 1949 году геологом В.В. Колпаковым, однако до настоящего времени никем детально не изучался, хотя и привлекал внимание многих исследователей. Несмотря на то, что возраст и природа кратера пока не установлены, в 1951 году были высказаны две гипотезы его происхождения: импактная или метеоритная (В.В. Колпаков) и вулканическая (С.В. Обручев). В отличие от типичных метеоритных кратеров Патомский имеет внешний вид характерного насыпного вулканического конуса, однако расположен среди карбонатных пород Мариинской свиты протерозоя, состоящей из серых кристаллических известняков с прослоями филлитовидных сланцев и кварц-полевошпатовых песчаников.

Мощность свиты в составе патомской терригенной серии оценивается в 400 м. и никаких вулканических пород ни в пределах кратера, ни за его пределами нет.

В связи со смертью от обширного инфаркта начальника отряда Е.И. Воробьева, полностью выполнить программу намеченных исследований не удалось. В частности, не выполнены дополнительные исследования по уточнению параметров падения Витимского метеорита 2002 года и поиска его фрагментов или импактных повреждений.

Однако впервые получены оригинальные результаты, которые могут приблизить нас к разгадке происхождения такого уникального феномена природы как Патомский кратер. Во-первых, на основе GPS получены надежные координаты расположения кратера, чего не было до сих пор (116°35' в.д. – 59°17' с.ш.). Кратер расположен на высоте 696 м. Во-вторых, произведены замеры размерных параметров самого кратера и установлено, что он расположен на склоне горного хребта и представляет собой значительных размеров холм высотой около 60 м, который окружен кольцевым валом диаметром 75-80 м. Внутри вала находится ров глубиной до 12 м, а в центре кратера возвышается центральная горка высотой 12-15 м. Известняки, слагающие насыпной конус, трещиноватые и хрупкие, то есть они в значительной степени подверглись процессам выветривания и в процессе разрушения кратера образовали протяженный шлейф осыпи, протягивающейся вниз по склону более, чем на сто метров. За прошедшие 56 лет с момента открытия кратера его высота и размеры заметно уменьшились, что свидетельствует о прогрессирующих процессах разрушения кратера в результате эрозии и выветривания.

В пределах самого кратера и в удалении от него были отобраны образцы и пробы известняков, сланцев и песчаников для петрографического изучения этих пород, а также для последующих аналитических исследований с целью установления их минерального и химического состава. Если считать возможным образование кратера в результате вулканической деятельности, то она здесь началась и завершилась только прорывом со значительных глубин газов или газовой струи через цилиндрический канал, образовав кратер правильной формы и центральную горку. Этот канал образовался, вероятно, в тектонически ослабленной зоне, или зоне разлома. Центральная горка могла возникнуть позже вследствие выдавливания обломков пород из трубки взрыва в связи с новым давлением газовой струи на раздробленные породы в подводном канале. Несмотря на удаленность от окраинно-континентальных вулканических поясов Азии и расположение Патомского кратера во внутриконтинентальной области, С.В.Обручев не исключает возможность слабых проявлений вулканизма в пределах Патомского нагорья, а тектоническая обстановка, как он считает, этому не противоречит.

По нашему мнению Патомский кратер мог иметь импактное или ударное происхождение. Метеорит пробил Мариинскую толщу карбонатных пород и, в связи с их небольшой плотностью, вполне мог углубиться на несколько десятков метров. В результате мгновенного повышения температуры и разложения кальцита, главного минерала кристаллических известняков на CaO и CO_2 по реакции $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 - 42520 \text{ кал.}$ с выделением большого количества CO_2 произошел подземный взрыв. В результате этого

на поверхности образовался взрывной кратер с выбросом обломков пород в виде правильного кольцевого вала. Центральная горка могла быть выдавлена газовой струей на затухающей ее стадии развития. В известняках кратера, которые были под воздействием волны углекислого газа, могли пройти новые минералообразующие процессы с образованием карбонатных и других минералов. К тому же в составе карбонатной толщи имеются прослойки глинистого и углистого вещества, которые могли быть преобразованы в новые силикатные и углеродистые минералы, так как в состав толщи кроме Ca входят такие породообразующие компоненты как Mg , Al , Fe , K , вода, углерод и др. Специальное минералогическое-геохимическое исследование кристаллических пород кратера, а также известняков в его обрамлении может дать нам ключ к разгадке происхождения Патомского кратера, расположенного в Бодайбинском районе Иркутской области.

БЛОК II «ГЕОХИМИЯ БИОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ

К успехам экспедиции можно отнести выполненное впервые за один сезон экспедиционное исследование воды, планктона, рыбы и микробиологических характеристик всех водоемов Ангаро-Байкальской системы от Байкала до Усть-Илимского водохранилища; изучение компонентов трофического статуса в пелагиали Южного Байкала; получение экспериментального материала по комплексу влажных выпадений ртути в Прибайкалье.

Проект 04-05-64870, руководитель Тарасова Е.Н. (Биогеохимический отряд):

Продолжен ежемесячный мониторинг компонентов органического вещества (стойкие органические загрязнители, элементный состав) вод пелагиали Байкала (глубоководная станция в 12 км от м. Половинного, находящаяся в 20 км от г. Байкальска, где на берегу озера расположен Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат). Выполнен очередной этап по изучению взаимодействия «живого» и «косного» (по Вернадскому) органического вещества в пелагиали и прибрежной части озера. Проведены исследования по изучению направленности преобразования качественного состава органического вещества и стойких органических загрязнителей в системе: атмосфера – почва – притоки Байкала. Исходя из соотношений C:N и C:P , сделан вывод о том, что в притоках озера обогащение вод азотом и фосфором происходит за счет разрушения аллохтонного органического вещества из почвенного покрова и атмосферных осадков. Особенно четко такая закономерность проявляется в период паводка в реках.

Проект 04-05-64801, руководитель Складорова О.А. (Гидрогеохимический отряд):
Проведено комплексное изучение озер Цаган-Тырм и Намши-Нур (совместно с ИЗК СО РАН и

ЛИН СО РАН). Для обоих озер характерно резкое изменение характера осадконакопления с терригенного на хемогенный, фиксирующее смену тектонических условий в регионе. Терригенный тип осадков представлен глинами и алевритами с редкими крупными обломками. Хемогенному типу осадков отвечают пелитоморфные карбонаты (кальцит, хинтит, доломит, данные рентгеноструктурного анализа), которые отлагались при отсутствии карбонатных пород в водосборной области озер. В Ингодинской впадине Читинской области опробована серия озер и питающих их подземных и речных вод. Анализ предварительных геохимических данных указывает на резкое различие гидрогеохимической системы Ингодинской впадины по сравнению с системами Приольхонья. Для первой характерен исключительно содовый тренд эволюции.

Проекты 05-05-64626 и 05-05-97235, руководитель Коваль П.В. (Байкало-Ангарский отряд):

Материал по влажным выпадениям ртути в зимний период получен на 40 мониторинговых станциях Прибайкалья. Проведено его аналитическое изучение. По сравнению с предыдущими годами отмечена тенденция общего снижения загрязнения снегового покрова ртутью. Наиболее контрастные аномалии установлены в гг. Шелехове и Усолье-Сибирском. Рассчитан поверхностный сток ртути с тальми водами.

В летний период впервые был проведен периодический отбор атмосферных осадков на метеостанциях Листвянка, Иркутск, Култук, Байкальск, Черемхово и выполнены измерения эмиссии ртути из почвенного покрова на Усть-Илимском, Братском, Прибайкальском и др. участках. С целью изучения латеральной неоднородности эмиссии ртути были опробованы почвенные профили в зонах Главного Саянского и Ангарского разломов. Параллельно на отдельных станциях методом суточных прокачек измерялась концентрация ртути в приземной атмосфере.

На опорных станциях района истока р. Ангары выполнен подекадный геохимический мониторинг поверхностного стока. Отличительной особенностью периода наблюдений является отчетливо выраженный положительный тренд минерализации, аппроксимируемый эмпирической кривой второго порядка. Характер временной зависимости концентрации ртути на исследованных станциях близок друг к другу, что, вероятнее всего, является следствием единой причины, обуславливающей ее вариации. Отмечено три отчетливых максимума концентрации, приходящиеся на март, июль и конец сентября - начало октября. Абсолютный максимум, как и в 2004 г. наблюдался в июле. Средняя концентрация ртути на всех станциях сопоставима в пределах ошибки анализа: в реке Крестовке – 0,0015 мкг/л, в водозаборе - 0,0012 мкг/л и в водозаборе музея – 0,0009 мкг/л. Вариации концентрации ртути за рассматриваемый период 2005 г. значительны, достигая 56 раз, что существенно выше ошибки анализа. Полученный временной ряд концентрации ртути за исследуемый период подтверждает ранее полученные данные о большой временной изменчивости концентрации ртути в истоке р. Ангары.

В бассейнах притоков Байкала, относящихся к разным гидрологическим типам (Крестовка, Утулик, Снежная, Селенга, Турка) отобраны образцы воды в период весенне-зимней межени (подземное питание рек) и в период максимального поверхностного стока (август-сентябрь). Дополнительно были взяты пробы снега, донных отложений и почвы. Ведется аналитическое изучение редкоземельного и изотопного состава отобранных образцов.

Ангарский отряд (исполнитель Азовский М.Г.) в рамках проекта 05-05-64191, руководитель Шагун В.А.:

Впервые за один сезон проведен комплекс геохимических и биогеохимических наблюдений за состоянием воды и гидробионтов (включая микроорганизмы) на всех главных водоемах Ангаро-Байкальской системы (Байкал, Иркутское, Братское и Усть-Илимское водохранилища). В Братском водохранилище (август) отмечено изменение концентрации сульфат-иона в придонной воде по латерали водохранилища: после резкого увеличения концентрации сульфат-иона в зоне выклинивания подпора наблюдается минимум с последующим максимумом в районе 460 км судового хода (Прибойный – Шумилово), вызванного, по всей вероятности, подтоком более минерализованных подземных вод. Выявлена большая вариабельность концентрации большинства главных ионов в Усть-Илимском водохранилище.

Установлено, что чистыми в отношении ртутного загрязнения планктона и рыбы являются оз. Байкал и Иркутское водохранилище. В целом обстановка благополучна на Усть-

Илимском и в нижней части Братского водохранилища. Однако участок верхней части последнего Свирск – Балаганск остается по-прежнему проблемным. Таким образом, несмотря на прекращение ртутного электролиза на комбинате «Усольехимпром» в 1998 году, уровень ртутного загрязнения гидробионтов прилегающих участков Братского водохранилища вызывает серьезные опасения.

Подтверждено, что экосистемы водохранилищ, несмотря на длительный отрезок времени после зарегулирования реки Ангары, все еще далеки от стабилизации.

В Братском и Усть-Илимском водохранилищах установлены признаки активизации процессов сульфатредукции вплоть до формирования очагов сероводородного заражения в донных отложениях Усть-Илимского водохранилища. В Братском водохранилище процессы сульфатредукции преобладают в донных отложениях верхней наиболее загрязненной ртутью части водохранилища. Это при наличии биодоступной сорбированной ртути в донных осадках и относительном повышении содержания сульфат-иона в придонной воде может стимулировать процесс микробиологического метилирования ртути, ее поступление в рыбу и пищевые цепи прибрежного населения.

Проекты 03-05-65127, руководитель Карабанов Е.Б. и 05-05-97302, руководитель Кузьмин М.И., исполнитель Бычинский В.А. (Ленский отряд):

Большой фактический материал свидетельствует о том, что глубоким разломам в рифтовых зонах свойственны низкоминерализованные воды. Современным рифтовым структурам и их палеоаналогам (рифты Байкальский, Момский, Западно-Сибирской плиты) характерны инверсионные гидрохимические разрезы. В частности, это отчетливо прослеживается по глубоким скважинам в пределах Усть-Селенгинской впадины Байкальского рифта, где минерализация подземных вод может снижаться до 0.13 г/дм^3 на глубине более 1750 метров, а содержание водорода в газовой фазе достигать 100 %. Более того все современные гидротермы рифтов (Исландия, Байкальский рифт, Восточно-Африканская рифтовая система) в отличие от гидротерм зон субдукции, также пресноводны. Следует помнить, что солевой баланс вод оз. Байкал не согласован. Величина минерализации воды озера ($0,096 \text{ г/дм}^3$) ниже средней минерализации впадающих в него рек ($0,117 \text{ г/дм}^3$).

Вышеизложенные факты, вместе со значениями изотопного соотношения гелия ($\sim 9 \cdot 10^{-6}$), не укладываются в принятую ныне схему образования пресной гидросферы. Это позволяет предположить, что глубокие рифтогенные разломы служат флюидовыводящими каналами. Подтвердить или опровергнуть данное предположение можно с помощью детального изучения микроэлементного и изотопного состава подземных вод и водопроявлений отражающих геолого-структурные особенности исследуемого региона. Поэтому были проведены экспедиционные работы в ходе которых были изучены опорные водопроявления в пределах Баргузинской (8), Тункинской (12) и северо-восточного горного обрамления Байкальской впадин (14). Всего отобрано 34 пробы. В настоящее время получены первые данные о микроэлементном составе термальных вод ряда наиболее характерных водопроявлений структур Байкальского рифта. Результаты свидетельствуют об участии в питании современных гидротерм глубинных эндогенных флюидов, содержащих повышенные количества F, Si, и S.

Проекты 05-05-97268 и 05-05-64749, руководитель Верховина В.А. (Микробиологический отряд):

Как и планировалось, начата разработка методики контроля за состоянием экосистем озер по изменению качественного состава бактерий: выявлению ферментов эндонуклеаз рестрикции в выделенных микроорганизмах и исследование штаммов на их чувствительность к широкому спектру антибиотиков.

Для выявления роли и значения биогеохимических функций микроорганизмов, населяющих водную толщу и донные осадки рифтовых озер в формировании качества воды, проведены полевые работы в п. Листвянка и районе г. Байкальска. Прделан еженедельный отбор проб воды в районе п. Листвянка (10 точек) и ежемесячный в районе г. Байкальска (12 точек). В результате было обработано 1248 пробы воды на общее микробное число. Кроме того, в июле были отобраны и обработаны пробы в районе Малого моря (мелководные бухты и заливы)- 32 пробы.

Из кернов донных осадков из района залива Провал (оз. Байкал), стерильно отобраны 40 проб и законсервированы на выделение чистых культур микроорганизмов для их дальнейшего исследования.

Всего было отобрано и обработано 1280 проб воды и 40 проб кернов донных осадков.

Для изучения биогеохимических функций микроорганизмов, выделенных из проб воды оз. Байкал, проведена расчистка штаммов, выделение их в чистую культуру и консервация для проведения дальнейших исследований. За время проведенных исследований выделено в чистую культуру 353 бактериальных штамма, расчищено и законсервировано. Эти штаммы определены в музей культур микроорганизмов, ведется их приготовление на биохимический анализ и анализ на антибиотикорезистентность.

Работы полевых работ продолжаются в районе п. Листвянка. Ведется отбор проб воды и их обработка.

Проведенная Институтом геохимии СО РАН комплексная экспедиция РФФИ обеспечила участников полевыми материалами, необходимыми для выполнения проектов РФФИ, и таким образом позволила консолидировать средства различных источников, находившихся в распоряжении исполнителей и стабилизировать в целом экспедиционные работы Института.

Полученные данные являются новыми и оригинальными в целом. В полевой сезон получены новые данные о строении и составе разновозрастных магматических, метаморфических и осадочных комплексов Северо-Азиатского кратона, современными методами выполнено их систематическое изучение, которое включает определение возраста реперных геологических ассоциаций, проведение изотопных, геохимических, минералогических исследований.

Новые данные получены и по измерениям влажных выпадений ртути в Байкальском регионе, по влиянию микроорганизмов на физико-химические параметры воды и донных отложений, мониторингу компонентов органического вещества (стойкие органические загрязнители, элементный состав) вод пелагиали Байкала. В целом можно утверждать, что полученные результаты являются принципиально новыми и имеют важное значения для понимания процессов взаимодействия мантийных и коровых субстратов и источников вещества.

Актуальность задач экспедиции и современное аналитическое обеспечение дают основания для получения результатов, сопоставимых с мировым уровнем.

В ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА:

В БЛОКЕ I «ХИМИЧЕСКАЯ ГЕОДИНАМИКА ЭНДОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» использовались геологические, петро-геохимические, изотопно-радиологические методы исследования магматических пород.

Геологическими методами решались вопросы, связанные с выяснением геологических взаимоотношений и объемов различных магматических образований.

В период октябрь-декабрь 2005 года коллекция образцов и штуфных проб, отобранных в полевой период, подвержена полному циклу петро-геохимических и изотопно-радиологических методов исследования. Используются следующие методы:

В ИГХ им. А.П.Виноградова СО РАН и аналитическом центре коллективного пользования ИНЦ СО РАН (г. Иркутск):

- 1) рентгено-флуоресцентный метод (петрогенные элементы, Ba, Sr, Zr, Nb);
- 2) пламенная фотометрия (Li, Rb);
- 3) спектральный-оптический метод (Pb, Zn, Sn),
- 4) ICP-MS –Co, Ni, Cr, V, Ba, Sr, Rb, Zr, Nb, Hf, Ta, Th, U, полный спектр РЗЭ.

Для оценки состава источников, участвовавших в формировании расплавов проводятся изотопные (Rb-Sr, Sm-Nd и Pb-Pb) исследования.

В БЛОКЕ II «ГЕОХИМИЯ БИОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ» были выбраны исключительно благодарные объекты исследования – Байкал, Байкальский рифта и водоемы Ангаро-Байкальской системы в целом. При планировании и проведении полевых наблюдений реализовано сопряженное

опробование различных компонентов природной среды (снег, вода, донные отложения, почвы и вода, донные отложения, микробиоценозы, планктон, рыба и т.д.) и комплексное использование данных различных дисциплин (тектоника, геохимия, спутниковая геодезия и др.).

**Руководитель проекта
Кузьмин М.И.**