

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.

ЦЕЛИ ЭКСПЕДИЦИИ в 2011 году:

1) Изучение геологического строения, структурного и пространственного распределения полей девонских магматических пород в Минусинской котловине (Южно-Минусинской впадина: районы Уйбат, Камышта и Карагай; Сыда-Ербинская впадина: Батеневский кряж; Чебаково-Балахтинская впадина: районы Ужур, Сисим-Убей, Копьевское и Новоселовское поднятия), а также базальт-трахириолитовых ассоциаций в Агульском прогибе Восточного Саяна в районах Степановка и Новомариновка. Составление схем геологического строения вулканических полей в масштабе 1:100 000 и 1:200 000 и схем корреляции раннедевонских магматических образований. Геохимическое опробование вулканических пород Минусинской рифтовой системы с целью их вещественной типизации и реконструкции составов магматических источников.

2) Продолжить изучение особенностей петрогенезиса литиеносных гранитоидов на примере полей редкометалльных пегматитов Тывы и приграничных районов Монголии. Предполагалось исследовать геологические причины разнообразной редкометалльной специализации и продуктивности пегматитовых жил, проявляющейся как в пределах отдельных пегматитовых полей, так и между различными полями данного региона. Планировалось продолжить сбор материала для изучения особенностей флюидного режима формирования литиевых гранитоидов и его влияния на накопление лития и других редких элементов в этих породах.

3) Установление закономерностей и периодичности изменения глобальных и региональных природных процессов, в позднем кайнозое Сибири и влияния человека на стабильность эко- и геосистем и их компонентов.

Провести анализ и выполнить интерпретацию корреляционных зависимостей микро и макроэлементного состава донных отложений оз. Байкал для реконструкции изменений природной среды и климата в Восточном Прибайкалье в позднем голоцене.

Провести отбор кернов из оз. Очки, торфяники из бассейна реки Снежная и из водосборного бассейна оз. Байкал, получить тонкие срезы на РФА СИ сканирование и полный набор проб из отобранных кернов на все виды анализов.

Выявить особенности региональных и субрегиональных климатических изменений отражающиеся на скорости осадконакопления

Согласовать данные по видовому составу фитопланктона оз. Очки с результатами других методов исследования палеосреды.

Исследовать состав донных осадков оз. Очки методами высокоразрешающего РФА СИ сканирования. Определить закономерности распределения «халькофильных» и «консервативных» элементов в различные климатические эпизоды.

Анализ изменений содержания элементов донных отложений малых озер, позволит выявить изменения климата, повлиявшие на активное поглощение планктоном растворенных форм этих элементов и особенности накопления коровых и биогенных отложений в донных отложениях.

4) В полевой сезон 2011 г будет проведено дополнительное геологическое изучение разреза углеродистых отложений кодарской серии (икабийская, аянская, инырская, читкандинская свиты) в пределах Кодаро-Удоканской структурно-формационной зоны (север Читинской области), а также

отобран материал по разрезу, через рудный горизонт во вмещающие породы на месторождении Хадатканда (Au-U), с целью оценки их металлогенического потенциала и построения модели рудообразования.

5) В полевой сезон 2011 г. планировалось продолжить геолого-геохимическое изучение проявлений кварцитов Окинского кварцитоносного узла, в частности доизучение кварцитов и вмещающих пород хребта Бурал-Сарьдаг, а также проявлений участка Урда-Гарганский, Монгошинский и Урунгэнурский, с целью более детального изучения морфологии и геохимии продуктивных тел кварцитов данных участков. Кроме того, планировалось обследовать восточную окраину чехла Гарганской глыбы (иркутская, толтинская свиты) с целью уточнения истории геологического развития междуречья Оки и Онота в Восточном Саяне. На восточном склоне Гарганской глыбы начать обследование Самартинского участка с проявлениями Хойтоулзытинским и Амбартогельским.

6) Продолжить геологическое и минералого-геохимическое изучение литологических разновидностей горных пород и руд в пределах месторождений Новинка, Дмитриевское, Сульфидное (Карийский рудный узел, Восточное Забайкалье). Изучить геохимию рудовмещающих пород, возрастные рубежи палеозойских и мезозойских магматических комплексов, золотой рудной минерализации, особенности распределения и геохимию золота в различных рудолокализирующих структурах (северо-западных - золото-кварцевых и субширотных - золото-сульфидных), использовать полученные данные для целей построения минералого-геохимической и физико-химической моделей процессов рудообразования.

7) Минералого-геохимическое изучение эпitherмальных Au-Ag месторождений центральной части ОЧВП – Дукаг, Арылах, Лунное, Джульетта, Роговик (Северо-Восток России). Изучение вещественного состава руд и ореолов Au-Ag месторождений как показателя условий их формирования. Основное внимание будет уделено исследованию форм нахождения главных для этого типа минерализации элементов – Au и Ag.

8) Полевые исследования зоны сочленения китойской серии Прибайкальской гранулит-гнейсовой области с породами Онотского и Таргазойского зеленокаменных поясов и тоналит-трондьемит-гранодиоритовыми ассоциациями (ТТГА) Восточно-Сибирской гранит-зеленокаменной области в Присяянском краевом выступе фундамента Сибирской платформы, докембрийских массивах в пределах Центрально-Азиатского складчатого пояса (ЦАСП).

9) Гранитоиды Ольхонского региона слабо изучены как в геологическом, так и геохимическом отношении. Они представлены породами различного возраста и различающимися геохимическими особенностями. Необходим более представительный материал для петрологических и изотопно-геохимических исследований этих гранитоидов. Одной из задач планируемых работ является выяснение взаимоотношений гранитоидов различных геохимических типов и анализ геодинамической природы этих образований.

10) В ходе полевых работ 2011 года планировалось продолжить изучение магматизма Удино-Витимского сектора Западно-Забайкальской рифтовой зоны. Основной задачей отряда являлось геологическое картирование вулканических полей Удино-Витимской зоны, описание основных разрезов и геохимическое опробование с целью оценить геохимическую специфику и дать характеристику составам источников магматизма.

11) Изучение позднекайнозойского Mg-A-NEB-адакитового вулканизма в районах юго-западных флангов Центральной Камчатской Депрессии (ЦКД) (бассейны рек Озерная Камчатка и

Яковская). Проведение детального опробования новых районов развития вулканических комплексов Mg-A-NEB-адакитового типа и установление взаимоотношений между ними и островодужными (IAB) ассоциациями пород, в частности с мегаплагиофировыми глиноземистыми базальтоидами ЦКД.

12) Уточнить схему магматизма Мурунского и Сыннырского массивов и провести опробование карбонатитов. Провести геохимическое опробование щелочных вулканитов Белоруссии, Украины и Италии на предмет отнесения их к группе лампроитов и сравнения с Мурунскими. Уточнить формационную принадлежность щелочных пород Ю. Гоби. Провести геохимическое опробование ультраредкометалльных карбонатитов Бираинского массива и уточнить их геологическое положение. Провести геохимическое опробование различных типов карбонатитов Белозиминского массива.

13) Долговременные наблюдения за геохимическими изменениями компонентов окружающей среды Байкальского региона (снег, вода, донные осадки, почвы, атмосферные осадки, биота и др.).

14) Проведение эколого-геохимических исследований в природно-техногенных условиях Приангарья. Изучение форм нахождения ртути в почвах и особенности ее поступления в растения. Изучение распределения группы макроэлементов (Na, K, Ca, Mg, P) в почвах Усольского района. Проведение модельного эксперимента по исследованию влияния почвенных бактерий на особенности миграции ртути и других тяжелых металлов в системе почва-растение

15) Радиоэкологический мониторинг Байкальского региона, изучение закономерностей распределения радионуклидов в ландшафтно-геохимических комплексах Байкальского региона.

16) Геохимический мониторинг и биогеохимические исследования макро- и микроэлементного состава биотических и абиотических компонентов окружающей среды водохранилищ Ангарского каскада и озера Байкал.

17) Проведение научно-производственной практики студентам Иркутского государственного технического университета.

18) Программа экспедиционных исследований направлена на комплексное геологическое, минералогическое и геохимическое изучение протерозойских гранитоидов и редкометалльных петалитовых пегматитов в пегматитовых полях в Присяянском краевом выступе Сибирского кратона. Задачей экспедиционных работ 2011 г. является геологическое изучение и геохимическое опробование гранитов Елашско-Тенишетского массива и пегматитовых жил с танталовой минерализацией

19) Продолжить изучение распределения макро- (углерод, азот, фосфор, кремний) и микрокомпонентов (стойких органических загрязнителей (СОЗ)) органического вещества (ОВ) в водных и наземных экосистемах Сибири и Монголии в системе атмосферный воздух – почва – вода – донные отложения и оценить риск здоровью человека от воздействия СОЗ, содержащихся в абиотических объектах окружающей среды.

20) В 2011 году планировалось исследовать изотопный состав сульфатной серы в воде основных рек, впадающих в озеро Байкал (Селенга, Баргузин, Верхняя ангара) и термальных источниках, расположенных на побережье озера (Горячинск, Змеиный, Котельниковский и Хакусы).

Цель этих работ – охарактеризовать сульфат, поступающий в Байкал с речной водой и сульфат, который присутствует в термальных водах и может поступать в озеро в местах разгрузки газосодержащего флюида.

21) Комплексное геолого-геофизическое исследование котловины озера Котокель. Сейсмоакустическое профилирование рыхлых отложений котловины озера и бурение донных отложений оз. Котокель.

22) Выяснение геохимических особенностей и геодинамической природы базит-ультрабазитовых комплексов, расположенных в зоне сочленения Сибирского кратона и Центрально-Азиатского складчатого пояса и создание моделей распознавания перспективных магматических комплексов на обнаружение сульфидно-никелевых и благороднометалльных руд, выявление закономерностей локализации и условий их образования. Оценка возрастных рубежей и геодинамических условий проявления рудоносного ультрабазит-базитового магматизма, физико-химических условий образования и формы концентрирования платиновых элементов.

Задачи 2011: изучение базит-ультрабазитовых комплексов Алхадырского террейнов, их рудоносности, выявление закономерностей локализации рудного вещества.

23) Фундаментальная проблема, в рамках которой проводятся исследования, - формирование континентальной коры в докембрии. В предыдущие годы проведено изучение метабазитов из архейского серогнейсового комплекса Байдарикского блока. Установлено, что протолиты метабазитов представлены толеитовыми базальтами и базальтовыми коматиитами, имеющими геохимические характеристики вулканитов океанических плато, коматиитов Барбертонского и Мунро типов. Кроме того, часть пород из всех групп имеет близкое распределение редких элементов, обусловленное метасоматическим изменением. Это позволяет сделать вывод о том, что в структурах раннедокембрийской континентальной коры сохраняются реликты океанической коры, сформированной при участии мантийных плюмов. При становлении «серых» гнейсов реликтовые породы основного-ультраосновного состава испытывают метасоматоз, а первичные геохимические особенности метабазитов сохраняются лишь частично. Шарыжалгайский гранулитогнейсовый комплекс фундамента Сибирской платформы хорошо изучен с точки зрения петрохимии первично-магматических пород. Опубликованы многочисленные датировки гранулитового метаморфизма 2.6 и 1.8 млрд. лет назад. Однако, для ортопород Шарыжалгай до сих пор не опубликованы детальные сведения о распределении редких элементов (REE, HFSE), полученные современными прецизионными методами (ICP-MS). В связи с этим была поставлена задача геохимического опробования метаморфических пород Шарыжалгайского выступа (гнейсы, кристаллические сланцы, метаультрабазиты) с целью установления первичной природы их магматического протолита.

24) Задачи Борзинского отряда состояли в поиске коренных выходов, свалов жильных и дайковых тел топазитов, кварцевых порфиров с микроигльчатым топазом в экзоконтакте гранитного массива Адун-Челон, а также опробовании крупных монокварцевых обособлений в мезозойских лейкогранитах Харанорского штока (кукульбейский комплекс, Восточное Забайкалье).

25) Экспедиционные исследования на территории Восточного Забайкалья проводились с целью отбора полевых материалов, дальнейшая аналитическая обработка которых, включающая исследование изотопного состава свинца, неодима и стронция в породах постаккреционных магматических образований пояса и рудах некоторых характерных золоторудных систем Забайкальской части Монголо-Охотского складчатого пояса (МОП), должна лечь в основу комплексной изотопно (Pb-Pb, Sr-Nd)-геохимической модели постаккреционных (внутриплитных) магматических и связанных с ними рудных процессов в Забайкальской части Монголо-Охотского складчато-надвигового пояса (МОП).

Исследование характера эволюции изотопного состава свинца в горных породах и рудах является необходимым для правильного понимания эволюции земной коры (Stacey, Kramers, 1975,

Эволюция земной коры и процессов рудообразования, 1983, Стейси, Доу, Силвер, Зартман, 1977, Фор, 1989, Чернышев и др., 2005). В настоящее время основу интерпретации Sr-Nd-Pb изотопных данных в современных и геологически молодых магматических породах составляет модель химической геодинамики, сформулированная в (Zindler, Hart, 1986, Hart, 1988). В рамках этой модели изотопный состав мантийных магм описывается как результат смешения вещества между несколькими изотопно-геохимическими резервуарами – истощенной мантией (DM), обогащенной мантией (EMI и EMII), мантией типа HIMU (с высоким U/Pb), а также веществом континентальной коры. Для интерпретации данных по изотопному составу свинца с целью использования его как геохимического индикатора процессов магматического петрогенезиса и рудогенеза в древних складчатых поясах (орогенах) и сейчас остается актуальным использование плюмботектонической модели, разработанной в 70х-80х годах прошлого столетия (Stacey, Kramers, 1975, Доу, Стейси, 1977, Стейси, Доу, Силвер, Зартман, 1977, Эволюция земной коры и процессов рудообразования, 1983, Фор, 1989). Само название моделей интерпретации изотопных данных – химическая геодинамика и плюмботектоника, указывает на тесную связь изотопно-геохимических характеристик пород и руд с тектоническими условиями их формирования. Поэтому, знание геодинамических особенностей развития исследуемого региона следует считать необходимым условием для построения адекватных изотопных моделей магматических и рудных процессов. Постаккреционная история магматических и рудных процессов в пределах МОП тесно связана с внутриплитной эндогенной активностью Центрально-Азиатского суперплюма (Коваленко, Ярмолюк, Ковач и др., 1996, Ярмолюк и др., 1997, Коваленко, Ярмолюк, Ковач и др., 1999, Гордиенко, Кузьмин, 1999, Ярмолюк, Коваленко, Кузьмин, 2000, Литвиновский, Ярмолюк, Посохов и др., 2001, Кузьмин и др., 2003, Kuzmin, Dril, Tatarnikov et al., 2004). Кроме того, МОП является одной из богатейших горнорудных провинций России. Здесь широко развиты золоторудные, оловорудные, вольфрамовые, молибденовые, свинцово-цинковые, редкометалльные, урановые и флюоритовые месторождения (Чернышев, Голубев, 1996, Гордиенко, Кузьмин, 1999, Kuzmin, Dril, Tatarnikov et al., 2004, Спиридонова, Зорина, Китаев, 2006 и многие другие). Формирование большинства этих месторождений связано именно с постаккреционным (внутриплитным) этапом развитием МОП.

В соответствии с главной целью экспедиционных исследований решались следующие конкретные задачи.

1. Получить расширенную коллекцию гранитоидов амуджикано-сретенского комплекса Восточного Забайкалья с целью получения Nd-Sr изотопной систематики для выяснения источников вещества этих пород.

2. Получить расширенную коллекцию метаосадочных пород, характеризующих отложения аккреционного клина в Забайкальской части МОП, с целью получения данных по их Nd-Sr изотопной систематике.

ЦЕЛИ ЭКСПЕДИЦИИ ВЫПОЛНЕННЫ ПОЛНОСТЬЮ.

В ХОДЕ ПОЛЕВЫХ РАБОТ ПОЛУЧЕНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

Рифтовый отряд.

В 2011 году основные усилия были затрачены на изучение вулканогенно-осадочных комплексов и составления схем геологического строения западных и северо-западных участков Южно-Минусинской впадины Минусинской котловины.

В районе Карагай вулканогенно-осадочный комплекс включает в себя базальты, долериты, андезибазальты и трахиандезиты, которые сосредоточены среди осадочных отложений раннео-среднего девона (D₁-D_{2gv}). Вся толща моноклиально падает на север под углом около 20°. В нижней части разреза в районе г. Карагай проявлены группы силлов крупнолейстовых долеритов и редкие дайки мелкозернистых долеритов. Силлы выявляются, прежде всего, по активным контактовым воздействиям на вмещающие красноцветные песчаники, что приводит к обжигу, деформации и потемнению последних. Иногда на контактах между различными силлами наблюдаются признаки тектонического внедрения – зеркала скольжения, сложенные фисташково-зеленым серпентином.

Общая мощность покровов и силлов составляет около 250 м. В верхней части разреза в районе хр. Пис-Тах среди красноцветных песчаников расположены две серии покровов вулканических пород. Нижняя серия (100 м) состоит из нескольких (не менее 4) покровов, сложенных афировыми базальтами, верхняя (30 м) – из 2 покровов афировых андезибазальтов. Эти серии разделены горизонтом серых и лиловых лавобрекчий трахиндезитов мощностью около 40 м. Выше по разрезу на них согласно налегают песчаники и алевролиты бейской свиты живетского яруса.

В районе Камышта распространены крупнолейстовые долериты, базальты, фонотефриты, андезибазальты и трахиты. Эти породы участвуют в строении подковообразного вулканического поля (30 x 30 км), расположенного в 25 км к северу от магматического ареала База. Юго-западное окончание этого поля в междуречье р.р. Узунжул и Ниня представляет собой брахисинклинальную складку. На восточном крыле складки комплекс девонских образований с резким несогласием полого (от 5° до 20°) залегает на дислоцированных толщах протерозоя, а также на гранитах и гранодиоритах раннего палеозоя. В нижней части разреза над горизонтом (20 м) песчаников, содержащих гальку гранитов, вскрывается серия покровов серо-зеленых афировых базальтов, фонотефритов и андезибазальтов мощностью более 80 м. Среди этих покровов сосредоточено дайковое поле, сложенное порфиридовидными долеритами. Дайки прослеживаются в длину до 80 м при мощности 5-10 м и имеют север – северо-восточное простирание. Выше залегающая толща (470 м) построена однообразно: она сложена покровами афировых и мелкопорфировых плагиоклазовых базальтов и андезибазальтов, перемежающихся с горизонтами лавобрекчий базальтов. В средней части этой толщи участвует маломощная (не более 30 м) серия покровов флюидальных трахитов, разделенных пачками спекшихся туфов и туфобрекчий среднего состава. Кроме того, в ее верхней части на левом берегу р. Камышта расположен силл крупнолейстовых долеритов мощностью около 10 м. Вся толща насыщена многочисленными маломощными (0, 5 - 2 м) дайками серовато-розовых афировых пород, соответствующих составу трахитов и трахиандезитов. Выше залегают серые песчаники и алевролиты живетского яруса.

На северном фланге вулканического поля в строении разрезов, прослеживаемых вкрест южного подножия хр. Азыртал, возрастает доля сиалических пород. Так, в районе Уйбат распространены породы основного, среднего и кислого составов. Разрез начинается с серии покровов чередующихся зеленовато-серых афировых базальтов и андезибазальтов, залегающих на выветрелой поверхности гранитов раннего-среднего палеозоя. Лавовые покровы отчетливо выражены в рельефе в виде уступов по западному склону г. Зыгас (834,4 м) и образуют моноклинально залегающую толщу с падением (20°-30°) на юг – юго-восток. Общая мощность серии не превышает 200 м. В верхней части разреза сосредоточены многочисленные сближенные в пространстве тела экструзивного типа, сложенные трахитами и трахидацитами. Окраска этих пород меняется от лилово-фиолетовой до красно-коричневой, а структура - от микрозернистой до мелкопорфировой с вкрапленниками пироксенов. Среди этих тел реконструируются маломощные (5-10 м) лавовые линзы трахиандезитов и трахидацитов, в том числе с участием туфов, лавобрекчий и агломератовых разновидностей. Мощность этого фрагмента с сиалическими породами около 100 м. Толща прорвана дайками, сложенными афировыми мелкозернистыми породами трахит-трахиандезитового состава. Магматические породы отделены угловым несогласием от залегающих выше массивных известняков и мергелей живетского яруса. В основании толщи известняков в контакте с экструзивными телами содержатся многочисленные беспорядочно рассредоточенные обломки (0,5 – 40 см) бурых трахидацитов, вероятно отражающие механическое воздействие расплавов на вмещающие осадочные породы.

Приведенные данные позволяют говорить, что для Южно-Минусинской впадины Минусинской котловины характерны базитовые и дифференцированные ассоциации, включающие субщелочные базальты, андезибазальты, трахиандезиты, трахиты и трахидациты, сопровождаемые многочисленными субвулканическими телами тех же составов. Важнейшей особенностью является участие силлов долеритов и тешенитов, которые приурочены к нижним горизонтам разрезов и близки к составу базальтов, пространственно с ними сопряженными. Субщелочные базальты и долериты преобладают по объему среди других пород ассоциаций.

Тувинский отряд.

В результате проведенных работ были изучены геологические и минералогические особенности нескольких рудопроявлений редкометалльных пегматитов в бассейнах рек Бурча, Качик, Ары-Булак, входящих в состав Южно-Сангиленского пегматитового пояса, а также в

бассейне р. Сольбельдер в центральном Сангилене (Республика Тыва). Изучение рудопроявлений литиевых пегматитов в сопредельных районах Монголии из-за возникших технических причин перенесено на следующий сезон. Выявлены различия минералогии и внутреннего строения пегматитовых жил, намечена региональная зональность в распространении жил с различной редкометалльной специализацией. Особенно значительные различия установлены между пегматитами из рудопроявлений Южно-Сангиленского пегматитового пояса и Сольбельдерского пегматитового поля в центральном Сангилене. Но и в пределах Южно-Сангиленского пегматитового пояса также установлена зональность в распределении пегматитов различной редкометалльной специализации. Для выявления возможных генетических или парагенетических связей редкометалльных пегматитов с гранитами кыстарысского комплекса продолжалось изучение гранитов и диоритов в массивах, расположенных в бассейнах рек Сутлуг, Тарги, Харты, Ары-Булак. С целью сопоставления особенностей петрогенезиса редкометалльных гранитоидов в условиях различных геодинамических обстановок и различных сред их формирования также осмотрены несколько наиболее крупных жильных серий редкометалльных пегматитов Огневско-Бакенного, Асу-Булакского и Белогорского пегматитовых полей Рудного Алтая.

Отобраны образцы и пробы для дальнейшего изучения минерального и химического состава малоизвестных редкометалльных пегматитов (в том числе необычного гибридного состава) в бассейнах рек Бурча, Качик, Ары-Булак и Кара-Адыр, а также образцы и пробы диоритов, гранитов и безрудных пегматитов из пространственно ассоциированных с ними массивов кыстарысского комплекса и пробы различных вмещающих их пород. Отобраны пробы пегматитов (с различной редкометалльной минерализацией и безрудных) для дальнейшего изучения флюидного режима их формирования методами микротермометрии, газовой и ионной хроматографии, валового анализа флюидных включений методом ICP-MS. Отобраны представительные пробы магматических пород данных полей для определения их абсолютного возраста и изотопных исследований. Из пегматитов в полях Рудного Алтая отобраны образцы и пробы для сопоставления их состава с редкометалльными пегматитами Сангиленского нагорья. В составе Тувинского отряда с 16 июня по 18 июля 2011 года успешно работали два студента геологического факультета Иркутского Государственного Университета, прошедшие в нем производственную практику на рудопроявлениях литиевых редкометалльных пегматитов и гранитных массивах Сангиленского нагорья.

Телменский отряд.

Для решения поставленной задачи были выполнены геохимические реконструкции за несколько десятков тысячелетий, позволяющие получить надежные данные о внутривековых, и вековых изменениях климата, и определены численные значения геохимических индикаторов изменения состояния экосистем в прошлом.

Региональные изменения климата Сибири определены по изменению содержаний остатков диатомовых водорослей, палинологическим данным, и особенностям состава терригенных минералов (Кузьмин и др 2007, 2009), Поскольку полный набор данных достаточных для точного восстановления истории климатических событий получить не всегда возможно, было проведено исследование, математически достоверной взаимосвязи между установленными ледниковыми и межледниковыми стадиями с данными по химическому и минералогическому составу донных осадков.

Методом ударного бурения в центральной части оз. Очки в июле 2012 г. поднята ненарушенная колонка керна на всю мощность сапропелевого слоя – около 3.3 метров. Ниже сапропель подстилается ледниковыми отложениями – несортированным обломочным материалом разной размерности. На основе полученных ранее данных проведены приближенные оценочные расчеты скоростей накопления сапропеля в основные периоды голоцена Средняя скоростью 0.27 мм/год, в пребореальный и атлантический периоды, достигала максимума 0.77 мм/год. Сделан предварительный анализ биогенного кремнезема проб планктона.

На основе предварительных данных установлено, что в разные климатические периоды голоцена также неравномерно происходило накопление органического вещества в сапропеле. Интенсивность накопления биомассы, максимальна в суббореальный климатический период. Концентрации халькофильных элементов превышают кларковый уровень в глинистых сланцах во всем разрезе голоцена, а средние значения для Hg, Cd и Sb, самые высокие концентрации отмечены для верхних слоев сапропеля, сформировавшегося за последние 100 лет (в XX веке).

Микроэлементный состав сапропеля в 25-см разрезе сапропеля (XX–XIX вв., шаг опробования 50 лет) характеризуется малой вариабельностью «консервативных элементов» – Y, Zr, Ti в разрезе XX–XIX веков. Группа «консервативных» элементов свидетельствует об однородности источника терригенной компоненты, что подтверждается постоянством зольности сапропеля. Верхние горизонты сапропеля (7-сантиметровый слой), сформировавшиеся в конце XX века, загрязнены группой халькофильных элементов – Hg, Cd, Ag, Zn, Sb, Pb и косвенно указывают на загрязненность современной атмосферы Байкальского региона. Обогащение планктона оз. Очки этой же группой элементов – Cd, Se, Zn, Pb, Ag, Cu, Sb связано с активным поглощением планктоном растворенных форм этих элементов. Таким образом, планктоногенный сапропель, формирующийся в ультрапресном озере Очки в предгорьях Хамар-Дабана, в геохимическом отношении резко отличается от органогенных отложений озер Западной Сибири, где определяющими являются не только гидрокарбонатный кальциевый класс вод, но и интенсивное развитие водной растительности в прибрежной мелководной части озер. Это позволяет считать надежно подтвержденной первую для бассейна озера Байкал реконструкцию количественных показателей климата последних 12000 лет.

Черносланцевый отряд.

Был отобран дополнительный материал по черносланцевым образованиям Кодарской подсерии в районе истока р. Нижний Ингамакит (икабийская, аянская, иннырская свиты), а также опробованы отложения верхнего стратиграфического уровня (читкандинская и александровская свиты) в пределах которых зафиксированы повышенные содержания благородных металлов (Au, Ag, Pt, Pd).

С целью продолжения изучения процессов миграции металлов в составе катагенного флюида при рудообразовании, было проведено опробование отложений чинейской серии (александровской и бутунской свит) на флангах Au-U месторождения Хадатканда с выходом во вмещающие породы.

Полученные петрохимические и геохимические данные подтверждают предположение о том, что углеродистые отложения кодарской серии (икабийская, аянская, иннырская свиты) регионально выделяются сидерохалькофильной специализацией с повышенными содержаниями мафических петрогенных элементов: Fe, Mg, Ca, Mn и ряда халькофильных металлов (Cu, Ni, Zn, Pb, Au, Ag, U). Такая геохимическая специализация может быть следствием некоторой унаследованности химизма более древних архейских пород, служивших фундаментом для заложившегося на них рифтогенного прогиба, а также синхронным вулканизмом основного состава, проявленным преимущественно синхронно с этапом накопления отложений Чинейской подсерии.

После выполнения полного объема аналитических исследований по проведенным работам, появится материал позволяющий более обоснованно подойти к объединению углеродистых толщ раннепротерозойского возраста (албазинская и михайловская свиты на Тонодском поднятии, чуйская толща и ходоканская свита на Нечерском поднятии и отложения кодарской серии в Кодаро-Удоканской СФЗ), в единую углеродисто-терригенную формацию, вероятнее всего возникшую, в условиях эпикратонного рифтогенного морского бассейна.

Кварцитовый отряд.

В полевой сезон 2011 года в Восточно-Саянской кварцитоносной области было продолжено изучение участка «Северный» месторождения г. Бурал-Сарьдаг, а также проявлений кварцевых метасоматитов на Урдагарганском участке, а также изучение пород иркутной свиты на Урунгэнурском участке и пород фундамента глыбы на р. Гарган Иркутный. Кроме того, проведено полевое обследование ряда выходов пород офиолитового комплекса и их взаимоотношений с породами чехла Гарганской глыбы на Самаргинском участке. Каменный материал отбирался по разрезам вкрест простирания выходов пород и контактов комплексов, а по продуктивным телам по намеченным магистралям (образцы, штучные пробы).

В ходе полевых работ было рассмотрено геологическое строение, особенности продуктивных тел кварцитов и существенно карбонатных пород иркутной свиты и офиолитового комплекса западного и юго-восточного обрамления Гарганской глыбы. Отобран каменный материал для дальнейшего минералого-геохимического изучения данных объектов.

Полученные материалы в настоящий момент используются для дальнейших исследований геохимического и минералого-петрографического состава пород. Особо чистые материалы проходят стадию пробоподготовки, исключаящую техногенное заражение.

Забайкальский отряд.

Экспедиционные исследования в 2011 году были нацелены на геологическое доизучение нового золоторудного месторождения «Амурские дайки», расположенного в пределах Карийского рудного узла. Основное внимание при экспедиционных работах было уделено изучению рудной минерализации гидротермально изменённых пород и рудовмещающих структур, которые были выявлены в процессе проведённых здесь детальных геологоразведочных работ.

В результате выполнения полевых исследований установлено, что золоторудная минерализация на месторождении «Амурские дайки» представлена малосульфидной золото-кварц-актинолитовой (часто с магнетитом) ассоциацией. Отмечается, что золотое оруденение проявляется там, где дайки гибридных порфиров, с которыми и связывается золотое оруденение, внедряются в субстрат, представленный метагабброидами амазарского комплекса. Вероятно, внедрение этих даек инициировало ремобилизацию и переотложение рудного вещества (в т.ч. и золота), которое в повышенных фоновых концентрациях содержится в древних габброидах. Вмещающие золотое оруденение породы проработаны пневматолито-гидротермальными процессами, среди которых выделяются пропициты, березиты и аргиллизиты. Все метасоматиты развиты в пределах зон тектонических нарушений.

Оруденелые дайки вместе с сопровождающими их зонами изменённых пород образуют рудные залежи типа линейных штокверков. Границы рудных залежей определяются по данным опробования. Золото в рудах свободное, высокопробное с размером золотинок до 0,5-1,0 мм. Мелкое и тонкое золото часто ассоциирует с висмутином и минералами меди. Из других рудных минералов в рудах отмечаются: магнетит, пирит, халькопирит, висмутин, реже – арсенопирит, гематит, галенит, борнит, сульфосоли свинца, серебра, шеелита и молибденита. Общее количество сульфидов редко превышает 3-5%.

Золоторудный отряд.

Основные объекты исследования – эпitherмальные Au-Ag месторождений Дукал, Роговик, Джульетта (Северное Приохотье). Продолжены полевые работы на территории Приколымья на месторождениях золото-кварц-сульфидной формации (Наталка, Павлик Ветренское). Каменный материал отбирался по детальным разрезам в крест простирания рудных зон (геохимическое опробование) и по рудным телам (образцы, штучные пробы). На площади месторождения Роговик с целью изучения первичных ореолов было проведено геохимическое опробования керн скважин по разведочным профилям. Всего отобрано около 800 геохимических проб (из них 43 протоочки), 167 образцов, 100 шлифов и аншлифов. Собранный за полевой период 2011 года каменный материал позволяет получить более полное представление об эндогенных геохимических полях и вещественном составе изученных золоторудных объектов. Полевые работы сопровождались фотодокументацией горных выработок и скважин, по которым велось опробование, детальными зарисовками наиболее интересных рудных участков и зон. Изучены материалы геологических фондов (отчеты), получены карты, планы и разрезы.

Метасоматический отряд.

Проведены полевые исследования зоны сочленения гранулитовых (китойская и шарьжалгайская серии) и зеленокаменных (Онотский и Таргазыйский зеленокаменные пояса), ТТГА комплексов, отбор их проб в Присянском выступе фундамента Сибирской платформы, докембрийских массивах ЦАСП, закартированы высокобарические ассоциации в Чернорудской зоне Приольхонья. Изучены и отобраны пробы метаморфических и магматических пород китойской и шарьжалгайской серий, Онотского и Таргазыйского зеленокаменных поясов для геохимических и геохронологических исследований. Изучены геология и отобраны пробы ультраметаморфических и магматических пород из гранулитовых неархейских и палеопротерозойских структур. Выполнено геологическое исследование ТТГА с отбором проб для геохимических и геохронологических из гранулитовых (шарьжалгайская и китойская серии) и зеленокаменных комплексов, докембрийских блоков ЦАСП. Опробованы палеопротерозойские и палеозойские тоналит-трондьмит-гранодиоритовые ассоциации (ТТГА) в ольхонском комплексе Западного Прибайкалья (остров Ольхон и район п. Зама). Закартированы высокобарические образования Чернорудской зоны в полосе от. пос. Тонты до пос. Черноруд и составлена карта участка урочища Улан-Харгана. Всего отобрано 269 проб, 320 образцов, 560 шлифов, 10 больших проб для выделения циркона.

Полученные в результате полевого сезона 2011 года данные о геологическом строении зоны сочленения Прибайкальской гранулит-гнейсовой (китойской и шарыжалгайской серии) и Восточно-Саянской гранит-зеленокаменной (Онотский и Таргазойский зеленокаменные пояса, ТТГА) областями Присаянского выступа, позволят получить геохимические характеристики метаматических и метаосадочных пород гранулитовых и зеленокаменных комплексов, ТТГА. В конечном результате, будут решены вопросы: стратиграфии, метаморфизма, состава и возраста протолита; разработаны критерии различий неархейских и палеопротерозойских ассоциаций; проведены корреляции ТТГА в фундаменте и докембрийских блоках ЦАСП; специфики петрогенеза в сдвиговых тектонических структурах - Чернорудской зоне Приольхонья.

Ольхонский отряд.

Получены новые материалы по раннепалеозойским гранитоидам Ольхонского региона Прибайкалья, проведено их представительное опробование. Установлено, что наряду с палингенными известково-щелочными гранитоидами, которые через зону мигматитов переходят во вмещающие породы, развиты породы высокой щелочности, а также редкометалльные граниты. В результате исследований пород гранитоидного состава о-ва Ольхон были выделены следующие их вещественные типы: 1) К-На известково-щелочные гранитоиды; 2) плагиограниты и плагиомигматиты; 3) редкометалльные микроклин-альбитовые граниты; 4) субщелочные граниты и граносиениты; 5) щелочные сиениты. Важной задачей дальнейших исследований является выяснение возрастных взаимоотношений гранитоидов различных вещественных типов. По новым более полным отобраным материалам будут проведены изотопно-геохимические исследования выделенных типов пород с целью получения информации об источниках гранитоидного магматизма шаранурского комплекса. Будет также дана оценка геодинамических условий формирования коллизионных гранитоидов, распространенных на большой территории Байкальского региона.

Удинский отряд.

По итогам полевых работ были составлены детальные геологические карты-схемы вулканических полей Удинской впадины, установлены пространственные взаимоотношения фаций и последовательность их в разрезах, дана характеристика магматических ассоциаций, слагающих эти поля. Показано, что нижние части разреза Удинской впадины сложены вулканитами цаганхуртейской свиты, в которой значительный объем занимают кислые и средние породы. Верхние части разреза сложены вулканогенно-осадочной удинской свитой. В ее составе магматические породы представлены исключительно базальтоидами, среди которых выделяются различные фациальные разновидности. Установлено, что на отдельных площадях базальты представлены 12-15 покровами, общей мощностью около 1000 м. С привлечением аналитических данных могут решаться вопросы геохимической специфики магматических ассоциаций, их абсолютного возраста и составов источников магматических пород.

Геохимический отряд.

В июне-июле 2011 года в зоне тектонического сочленения структур вулканического пояса Срединного хребта и Центральной Камчатской Депрессии проведены геологические исследования лавовых разрезов раннеплейстоценового «яковского» вулканогенного комплекса. Работы проходили на западном и восточном бортах реки Озерная Камчатка, в районе г. Юртиная и в верховьях р. Яковская. На восточном фланге ЦКД в зоне ее сочленения с вулканическим поясом Восточной Камчатки в междуречье рек Правая Камчатка и Кашкан исследован плиоценовый вулканический массив горы Оленья. Данные объекты изучены в связи с их нахождением в пределах и на границах ранее установленного ареала проявлений NEB-адакитового вулканизма на южном фланге Центральной Камчатской Депрессии (Перепелов и др., 2009, 2010) и в связи с полным отсутствием для этих вулканических объектов представительных геохимических и прецизионных геохронологических характеристик. В ходе работ задачи экспедиционных исследований по геологическому изучению и опробованию вулканических комплексов выполнены полностью. В результате проведенных экспедиционных геологических исследований при изучении лавовых разрезов «яковского» комплекса и массива горы Оленья в зоне сочленения вулканических поясов Срединного хребта и Восточной Камчатки со структурой Центральной Камчатской Депрессии

установлены основные закономерности смены типов вулканизма во времени. Наиболее ранние проявления плиоцен-четвертичной вулканической деятельности связаны здесь с образованием лавово-экструзивного комплекса НЕВ-адакитовой и Mg# андезитовой ассоциаций пород. Уточненные в 2011 году датировки комплекса, полученные $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ методом, составили 3.13 млн. лет (средний плиоцен). Проведено доизучение этой ассоциации пород и обнаружены ранее неизвестные экструзивные тела НЕВ-адакитовой ассоциации. В строении лавовых разрезов бортов долины р. Озерная Камчатка на нижних горизонтах (высоты 500-750 м) отмечено преобладание лав OI-PI-Срх базальтов и андезибазальтов, которые вверх по разрезу (высоты 700-1200 м.) сменяются лавами PI-Срх плагиопорфировых и мегаплагиофировых базальтов и андезибазальтов. Переслаивание лав первой и второй групп в средних частях разрезов свидетельствует об отсутствии резкой смены различных типов вулканизма во времени, но о последовательном и направленном изменении характера магматической эволюции. В строении вулканического массива горы Оленья установлена смена лав OI-Срх-PI базальтов, андезибазальтов и андезитов, слагающих стратифицированную толщу без заметной роли эксплозивного материала, на экструзивный комплекс Amph-содержащих дацитов и риодацитов. В результате работ создана новая коллекция из 125 проб и образцов вулканических пород, проведена подготовка проб к аналитическим исследованиям.

Карбонатитовый отряд.

Проведены геологические маршруты в Ю.Гоби в Монголии. В районе карбонатитового массива Мушугай-Худук проведено геохимическое опробование щелочных вулкаников и карбонатитов с целестиновыми жилами массива Баян-Хушу.

На самом Мушугай-Худуке откартированы дайки карбонатитовых туфов с церусситом и флюоритом, взяты пробы апатит-магнетитовых пород г. Верблюд. На Хан-Богдинском массиве обнаружено 3 новых выхода (рудопоявление Zr, TR) эльпидитсодержащих пегматитов и гранитов, протяженностью 20 м, 10 м. и 500 м, при мощности 3-5 м. На Лугингольском массиве в 800 м скважине обнаружены жильные сиениты, рудоносные на Zr (до 3% минерала циркона, при содержаниях в породе до 1 % ZrO_2). Материалы переданы монгольской разведочной экспедиции.

На Мурунском массиве проведено детальное опробование текстурных разновидностей бенстонитовых карбонатитов. Уточнена схема магматизма в отношении ультращелочных кальсилитовых даек. Получены новые данные по штоку щелочных гранитов в южном обрамлении массива и связанной с ним кварцевожильной гидротермальной минерализации. С помощью транспорта Сосновской экспедиции проведено геохимическое опробование ультраредкометалльных карбонатитов Бираинского массива.

На Украине проведено опробование Be- проявления Перга, генетически связанное с докембрийским массивом щелочных гранитов и Zr- проявления в Ястребецком массиве на той же площади, что и Пергинское проявление. На Октябрьском массиве опробованы в керне скважин ранние породы массива - оливиновые перидотиты, пироксениты и ийолиты, которые не встречались ранее на поверхности.

В Белоруссии опробованы соленые толщи сельвинового состава на предмет их влияния на К-магматизм Белоруссии.

В Италии проведены совместные работы с Университетом г. Чьетти на щелочных вулканах, где опробованы туфовые разновидности лампроитов и щелочные вулканики. Для сопоставления проведено детальное опробование классических испанских лампроитов района Альмерия-Мурсия.

Баргузинский отряд.

Продолжены долговременные наблюдения за геохимическими изменениями компонентов окружающей среды Байкальского региона (снег, вода, донные осадки, почва, атмосферные осадки, биота и др.). Ежемесячно проводился анализ макро- и микрокомпонентного состава воды истока р. Ангары. Многолетние результаты исследований состава воды истока и сравнительный анализ с более ранними опубликованными данными (начиная с 1950 г.) показали хорошую сходимость и соответствуют общепринятому мнению о постоянстве ионного и микроэлементного состава воды истока реки Ангары, как соответственно и воды Байкала. Отмечены сезонные изменения содержания некоторых элементов – гидрокарбонат-иона, кислорода и др. Выполнен анализ различных компонентов окружающей среды (снеговая вода, дождевая вода, поверхностная и

подземная вода, почвы и т.д.) некоторых промышленных городов Иркутской области (Ангарск, Черемхово) с целью оценки степени их экологического состояния и загрязнения. Построены геохимические карты распределения элементов в почвах. Выявлены аномальные участки по распределению тяжелых металлов и ртути. Установлены повышенные содержания ряда элементов (Cu, Zn, Pb, Be, Cd, Hg) в водной фазе снега, что может свидетельствовать о загрязнении воздушного бассейна над промышленными городами и их окрестностями водорастворимыми соединениями тяжелых металлов и ртути. Аномально высокие содержания ртути в пылевой составляющей снега в районе г. Усолье-Сибирское и г. Саянска являются следствием воздействия химпредприятий «Усольехимпром» и «Саянскихимпласт». Отмечаются повышенные содержания бериллия и кадмия в гг. Шелехов, Слюдянка и Зима. Наиболее высокие концентрации цинка (1 мг/г) встречаются на локальных участках (Шелехов, Кутулик), что, скорее всего, связано с обогащением цинком углей, используемых активно в отопительный сезон котельными и частным сектором. Многие макро- и микроэлементы отмечаются в повышенных содержаниях в снеговом покрове только рядом с интенсивными транспортными магистралями и заправками (0-50 м от них), а в целом по г. Иркутску экологическую обстановку можно считать вполне благополучной. Этого нельзя сказать про гг. Усолье-Сибирское, Свирск, Шелехов, снеговой покров в которых достигает высокой степени загрязнения. Проведено опробование почв вблизи заправок. 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 фиксируется фтор, алюминий и бериллий и г. Усолье-Сибирское, где в дождевой воде повышено содержание ртути. Установлены низкие (ниже необходимого минимума для человека) содержания йода в поверхностных и подземных водах Прибайкалья, в том числе и в воде Байкала, что свидетельствуют о йододефицитности нашего региона. Изучение снежного покрова в г. Байкальске в последние годы показало, что содержания тяжелых металлов динамично изменяются. Наибольшие их концентрации во многих случаях отмечались в 2008 году, затем наблюдалось их снижение, за исключением цинка в снеговой воде и меди в твердой фазе снега. Точки с максимальными концентрациями в большинстве случаев приурочены к району пос. Солзан и вблизи БЦБК, что и определяет источник их основного поступления – действие БЦБК. Это также подтверждается динамикой их содержаний в разные годы опробования. Дополнительным источником ртути может служить сжигание твердого топлива (угля), при котором происходит ее эмиссия в атмосферу. Результаты определения содержаний ртути в 2011 г. свидетельствуют о некотором улучшении экологической обстановки, что возможно также обусловлено меньшими объемами сжигаемого топлива, а также его качеством.

Экогеохимический отряд.

Изучены особенности распределения и формы нахождения Hg в почвах Усольского района. Валовые содержания Hg в почвах «Усольехимпрома» и в пахотных почвах Усольского района не превышают ПДК (2,1 мг/кг), но выше кларков (0,01-0,2 мг/кг) и регионального фона (0,02 мг/кг). В изученных почвах Hg находится преимущественно в органической и прочносвязанной фракциях. Установлена прямая зависимость между содержанием Hg в органической фракции почв и в растениях. Подобной зависимости для других фракций и валового содержания Hg в почвах не обнаружено. По-видимому, органические формы Hg в почвах являются одним из основных источников поступления этого металла в растения. Средние содержания Hg в травах и листьях деревьев значительно превышают кларки, которые для Hg составляют 0,012-0,015 мг/кг. Содержания Hg в овощах г. Усолья-Сибирского находятся на уровне кларков, но повышены на порядок относительно овощей, отобранных в 30 км от города. Не установлено превышения концентраций Hg в овощах относительно предельно допустимых норм (0,02 мг/кг). Установлено превышение относительно кларков: содержаний Na, Ca, Mg и P на порядок в пахотных почвах, Na и Mg на порядок, а Ca в 2-5 раз в почвах «Усольехимпрома», в пахотных почвах Усольского района средние содержания Na на порядок выше, чем в пахотных почвах Черемховского района Иркутской области. Содержания Na в почвах «Усольехимпрома» сопоставимы с содержаниями его в почвах других районов Иркутской области, но повышены относительно кларка на порядок. Содержания Na, K, Mg по горизонтам почв «Усольехимпрома» соответствует их природному распределению – концентрации этих элементов повышены в нижней части почвенного профиля, что связано с наследованием их от почвообразующих пород. Концентрации Ca, P и S, напротив, повышены в верхнем гумусовом слое почв, т.к. круговорот этих элементов тесно связан с живыми организмами,

обитающими преимущественно в верхней части почвенного профиля. Межэлементные корреляционные связи в почвах «Усольехимпрома» также имеют преимущественно природный характер – Na-Ca (-0,93), Na-P (-0,74), Na-S (-0,89), Na-K (0,98), Na-Mg (0,80) и др. В пахотных почвах Усольского района не установлено значимых корреляционных связей. Среди изученных растений наиболее высокие концентрации Na, K и P установлены в овощах (свекла, морковь), на 2 порядка превышающих кларки. Содержания Ca, Mg, S повышены в травах и листьях деревьев. В системе «почва-овощи» не наблюдается значимых межэлементных корреляций, за исключением P (0,69). В системе «почва-травы» и «почва – листья деревьев» установлены положительные корреляционные связи для K, Mg, P, отрицательные – для Na и Ca. Рассмотрены закономерности подвижности и бионакопления тяжелых металлов и некоторых элементов питания в системе «почва – растение» при воздействии ризосферных почвенных бактерий. Установлено, что ризосферные бактерии способны блокировать поступление тяжелых металлов и мышьяка в культурные растения в наиболее загрязненных почвах (г. Свирск). В менее загрязненных почвах (условный фон) установлены обратные процессы – усиление поглощения тяжелых металлов из почв культурными растениями.

Радиоэкологический отряд.

Экспедиционные работы Радиоэкологического отряда на территории Прибайкалья выполнены в два этапа, с проведением экспрессных полевых измерений и отбором проб почв, как в природных, так и в антропогенных (населенных пунктах) ландшафтах Прибайкалья – в Слюдянском и Иркутском районах Иркутской области (Прибайкалья). Проведено обследование на радоновую опасность двух населенных пунктов в Слюдянском районе: п. Солзан и п. Утулик.

Отобрано 170 образцов почв послойно 0-40 см в районах поселков Малое Голоустное, Солзан и Утулик. Проведена пробоподготовка отобранных проб почвы для анализа гамма-спектрометрическим методом. В настоящее время начаты измерения нуклидного состава отобранных проб почвы на низкофоновой установке. Результаты полевых и лабораторных измерений заносятся в базы данных.

Продолжено расширение сети наблюдений радиоэкологического мониторинга и заполнение радиоэкологической базы данных для мониторинговых наблюдений в сопряженных природных средах территории Прибайкалья. Общие закономерности радонопроявлений, выявленные в предыдущих исследованиях, подтверждены.

Продолжены мониторинговые исследования сельских населенных пунктов для изучения радоновой обстановки на территории административных районов Иркутской области. Содержания радона и торона в воздухе помещений находятся в пределах установленных нормативов.

Вариации объемных активностей изотопов радона в почвах на территориях обследованных населенных пунктов Прибайкалья в основном составляют диапазон

от 5-25 тысяч Бк/куб.м. Значения удельных активностей ЕРН в почвах обследованных территорий незначительно варьировали и составили в среднем около 20; 15, и 650 Бк/кг по тории-232, радию-226 и калию-40, соответственно, что характерно для типичных почв Прибайкалья. Запасы техногенного цезия-137 в почвах в среднем составили от 30 до 5 мКи/кв.км, не превышая уровень глобальных выпадений.

Ангарский отряд.

В 2011 г. продолжены геохимические мониторинговые исследования макро- и микроэлементного состава биотических и абиотических компонентов экосистемы реки Ангары и Братского водохранилища (БВ). Проведены гидрохимические, гидробиологические и микробиологические исследования на 28 базовых станциях реки Ангары и верхней части БВ (протяженность участка 350 км). На этих станциях проводился отбор пробы воды, взвеси, донных отложений, микробного комплекса, планктона, водных растений и рыбы. Были отобраны 42 пробы воды (28 из поверхностного слоя и 14 из придонного) на общий гидрохимический анализ и содержание ртути. На ISP анализ отобраны 33 пробы поверхностной и придонной воды. В полевых условиях было выполнено 32 определения кислорода, pH, Eh, электропроводности и температуры воды. На 4 станциях была отобрана взвесь. На 17 станциях отобрано 198 проб донных отложений, с поверхностных слоев керн донных осадков отобрано 34 пробы на микробиологический анализ. На 14 станциях при помощи сетки Джели отобран общий планктон, который на месте отбора

разделялся на фито- и зоопланктон. На 10 станциях были собраны пробы бентоса. В р. Ангаре и верхней части водохранилища взято 68 проб различных органов доминирующих видов водных растений (корни, стебли, листья, плоды). В БВ отобрано 590 проб органов и тканей рыб различного трофического статуса. Получены следующие результаты:

– Исследован химический состав (макро- и биогенные элементы) сточных вод предприятий Усольской промышленной зоны, поступающих непосредственно в р. Ангара, проведена оценка степени их трансформации, протяженности потоков и распределения техногенных макро- и биогенных элементов. На примере сосредоточенного источника загрязнения показана роль процессов самоочищения в формировании современного состава воды р. Ангара. Техногенные потоки большинства загрязняющих веществ, поступающие со сточными водами Усольской промзоны, вытянуты вдоль линии левого берега и снижаются до уровня условно фоновых значений на расстоянии 5 км ниже по течению. Исключение составляют ионы хлора и натрия, содержание которых даже после разбавления водами рек Ангары и Белой остается выше в 1,5-2 раза условно фоновых значений на протяжении всей верхней части Братского водохранилища. Это может быть объяснено как природными, так и антропогенными факторами поступления этих элементов. В центральной части и у правого берега реки влияние сточных вод минимально или не прослеживается. По сравнению с прошлыми годами существенных изменений в содержании ртути в воде (на участке от г. Усолье-Сибирское до пос. Балаганск) не произошло.

В поверхностных слоях донных отложений верхней части БВ снижения концентрации ртути не наблюдается (среднее значение – 1 мг/кг). Наибольшие уровни загрязнения (5-8 мг/кг) зарегистрированы в средних и нижних слоях керн донных осадков на участке БВ – г. Свирск – пос. Молька.

Содержание Hg в биоте (планктон, водные растения, рыба) верхней части БВ остается повышенным по сравнению с нижней частью водоема. При рассмотрении аккумуляции Hg водными растениями в БВ следует отметить общее снижение ее концентраций по сравнению с предыдущими годами. Максимальная концентрация (0,086 мг/г) наблюдается в районе порта г. Свирск. Далее вниз по течению содержание ртути постепенно уменьшается. У водных растений наибольшее накопление ртути отмечено в корнях (корневищах), меньше – в листьях, еще меньше в стеблях и плодах. Заметно снижение концентраций ртути в рыбах Балаганского расширения БВ – отмечаются лишь единичные случаи превышения уровня ПДК ртути у разных видов рыб. Наибольшее ртутное загрязнение зарегистрировано у лещей, отловленных в районе БВ, в районе г. Свирска – у 98% особей концентрация Hg в мышечной ткани превышает уровень ПДК (0,3 мг/кг) и в среднем составляет 0,68 мг/кг.

Методический отряд.

Проведена учебно-производственная практика студентам Иркутского государственного технического университета. Она включала учебный процесс, обучение студентов 2-го курса ИрГТУ методике проведения геохимических исследований и отбора проб при геохимическом картировании территорий. Одновременно студенты освоили специфику механической обработки проб (дробление, истирание, пакетирование) и подготовку их к химическому анализу.

В результате проведенных исследований:

Выявлено, что придорожные ландшафты Прибайкальского национального парка, особенно его рекреационных территорий, испытывают отчетливое воздействие автотранспорта, выражающееся в концентрации загрязнения на отдельных локальных участках их почв тяжелыми металлами – Pb, Zn, Ni, Co, Cr, Cu, Ag, As и др. элементами. Суммарные показатели загрязнения на изученных отрезках достигают 27 и 43, что соответствует умеренно-опасному и опасному уровням загрязнения и может привести к деградации первозданного почвенного покрова в первую очередь степных районов Прибайкальского национального парка.

Приведены результаты изучения влияния хозяйственной и рекреационной деятельности населения и отдыхающих на загрязнение природных ландшафтов, в первую очередь почв на территории Байкальского национального парка. Установлено, что антропогенное загрязнение аллювиальных почв концентрируется главным образом в границах поселка и на территории поселковой свалки. Основными загрязняющими элементами являются токсичные и высокотоксичные тяжелые металлы (Pb, Ag, Zn, Sn и др.), а также P, B. Их источники - работа автотранспорта, сельхозтехники, разнос удобрений и замусоренность территорий. Очевидно, в

системе защиты окружающей среды Прибайкальского национального парка требуется организация контроля за загрязнением почв в его рекреационных зонах и населенных пунктах.

Пегматитовый отряд.

В результате полевых работ проведено геологическое изучение и геохимическое опробование гранитоидов Елашско-Тенишетского массива и пегматитов в докембрийских метаморфических породах, вмещающих массив, выяснены особенности геологического положения гранитного массива и пегматитовых жил с танталовой минерализацией. Отобраны коллекции геохимических проб изученных гранитоидов и пегматитов.

Кроме того, выполнены краткосрочные полевые работы в Южном Прибайкалье с целью изучения массивов и дайковых тел гранитов и пегматитов и отбора проб для определения геохимических особенностей этих гранитов и пегматитов, формирующихся в различных геодинамических обстановках.

Биогеохимический отряд.

За время проведения экспедиции было отобрано более 150 проб для анализа СО₃ и макрокомпонентов органического вещества, в том числе вода из истока р. Ангары, притоков южного Байкала; воздух методом пассивного пробоотбора в больших и малых населенных пунктах Сибири и Монголии; почвы в тех же районах, где были установлены пробоотборники для отбора воздуха, и более часто пробы почвы были отобраны в южных и западных районах Монголии.

За полевой сезон 2011 года были получены пробы, которые позволят дополнить картину пространственного распределения СО₃ в бесснежный период года в атмосферном воздухе и почвах больших и малых населенных пунктах и в фоновых районах юга Сибири и южных и западных районах Монголии.

- проведен годовой цикл отбора проб почв (каждый месяц или через каждые два месяца) для исследования изменения содержания СО₃ по сезонам года в населенных пунктах Сибири и Монголии

- проведен годовой цикл исследование СО₃ в атмосферном воздухе методом пассивного пробоотбора в крупных и малых населенных пунктах Сибири и Монголии

- также были продолжены многолетние ряды наблюдения компонентов трофического статуса в истоке Ангары

- завершен годовой цикл ежемесячного отбора вод притоков Южного Байкала, начатый в 2010 году;

- продолжены работы по оценке потенциальных рисков здоровью от воздействия СО₃ (ДДТ, ГХЦГ, хлордана и ПХБ), содержащихся в абиотических объектах окружающей среды для жителей изученных районов Байкальского региона

Содержание углерода, азота и фосфора в почвах юга Сибири и южных и западных районов Монголии распределено неравномерно.

Уровни СО₃ в исследованных пробах почвы Сибири и Монголии ниже ПДК, установленных в России и в других странах. Наибольшие концентрации обнаружены в промышленных городах, где расположены предприятия, использующие хлор в технологическом процессе, и где используется ПХБ-содержащее электротехническое оборудование (Усолье-Сибирское, Братск, Улан-Батор и др.). Гомологический состав ПХБ в почвах Усолья-Сибирского и Улан-Батора близок составу совола (техническая смесь ПХБ производившаяся в бывшем СССР) или Арохлору 1254, в остальных пробах он изменен вследствие перераспределения индивидуальных конгенов ПХБ в окружающей среде

Распределение СО₃ в атмосферном воздухе в целом повторяет распределение в почвах на исследованных территориях.

Проведенные исследования показали сезонную изменчивость СО₃ и С, N, и Р в почвах, которая может быть обусловлена: физико-химическими свойствами СО₃, составом почвы, климатом – температура и осадки (пониженные температуры, дожди, температурные инверсии) и антропогенными факторами (атмосферные источники).

Индексы опасности (ИО) от воздействия СО₃ на организм человека в сценарии случайного заглатывания частиц почвы и при дыхании на территории юга Сибири и южных и западных районов Монголии ниже 1, что указывают на низкую вероятность появления нарушений со стороны органов

и систем-мишеней. Канцерогенный риск (КР) от воздействия СОЗ при поступлении с частицами почвы соответствуют первому диапазону, которые воспринимается всеми людьми, как пренебрежимо малые, не отличающиеся от обычных, повседневных рисков. Подобные риски не требуют дополнительных мероприятий по их снижению и их уровни только периодическому контролю. Отмечаются изменения показателей ИО и КР по сезонам года.

В 2011 году также был продолжен мониторинг макрокомпонентов органического вещества в воде истока р. Ангары, что позволило оценить состояние вод истока Ангары в зависимости от уровня и антропогенного воздействия.

Байкальский отряд.

В процессе проведения полевых работ была опробована вода некоторых притоков Байкала (Селенга, Верхняя Ангара, Баргузин, Турка, Голоустное, Бугульдейка, Черемшанка), а также вода термальных источников, расположенных на побережье озера (Горячинск, Змеиный, Котельниковский и Хакусы).

Кроме того, в районах Байкала (Северная и Центральная котловина), где не зафиксирована разгрузка газа со дна озера были отобраны 4 керн донных отложений и опробованы газ и поровые воды.

В настоящее время начата аналитическая обработка полевого материала. В отобранных кернах донных отложений определены концентрации метана и получены кривые его распределения по осадочному разрезу. Установлено, что осадок содержит небольшое количество метана (не более 4 мл/л осадка), а концентрационный профиль имеет линейную форму, что характерно для пресноводных водоемов.

Проведено определение анионного состава воды, отобранной в процессе проведения полевых работ.

Палеогеографический отряд.

В первой (майской) части экспедиции было сделано подробное сейсмопрофилирование донных отложений и батиметрические измерения оз. Котокель. Бурение донных отложений озера по техническим причинам бала Перенесена на следующий год. Во второй части экспедиции (июль-август) были продолжены работы по изучению заболоченных экосистем юго-восточного побережья оз. Байкал (р-ны пп. Танхой и Выдрино). Результаты сейсмопрофилирования и батиметрических измерений сейчас обрабатываются и в дальнейшем позволят нам обнаружить наиболее мощные толщи донных отложений оз. Котокель с последующей уникальной возможностью получить непрерывные, надежно датируемые и детальные записи изменения климата и ландшафтов за более длительный период. Было осуществлено бурение болотного массива р. Дулиха. Получены два керна – 4 и 6 метров. Также были собраны поверхностные пробы для калибровки биостратиграфических образцов. Все это позволит продолжить начатые ранее исследования изменений ландшафтов, уточнить хронологию этих процессов и обновить существующие климато-стратиграфические шкалы региона.

Барбитайский отряд. Полевые работы 2011 года были очередным этапом в разработке заявленной темы. В Алхадырском террейне проводились ознакомительные геологические работы на массивах, расположенных в Эльдранской и Гутарской зонах и детализация положения рудных зон на массиве Медек. Поставленные задачи для этапа 2011 года выполнены.

Получен материал необходимый для выяснения условий образования, петролого-геохимических особенностей и рудоносности пород Восточного Саяна (массивы Эльдран, Тартай-2, Хоунда), для установления времени формирования и выделения рудоносных объектов на основании формационного анализа, выяснения условий концентрирования сульфидных Cu-Ni-МПГ руд в базит-ультрабазитовых массивах, а также восстановления первичного состава пород. По предварительным данным изученные массивы относятся к разным формационным типам.

В ходе детальных работ на массиве Медек оконтурена зона вкрапленных руд, в результате изучения керна из скважин получены сведения о глубинном строении массива и рудной зоны.

На Кондерском массиве (Хабаровский край) изучены дуниты и хромититы с целью оценки перспектив обнаружения коренной плитнометалльной минерализации.

Шарыжалгайский отряд.

Отобрано 300 проб гнейсов, основных кристаллических сланцев, ультраосновных пород из разреза шарыжалгайского комплекса вдоль Кругобайкальской железной дороги, в Ангасольском карьере, пос. Листвянка и пос. Большое Голоустное. Проведены полевые наблюдения взаимоотношений этих типов горных пород. Кристаллические сланцы слагают будинообразные тела и реликты в гнейсах размерами от десятков сантиметров до двух-трех метров. Ультраосновные породы представлены более крупными блоками и будинами, размером до 50 м. Будины кристаллических сланцев основного состава и ультраосновных пород «обтекаются» гнейсовидностью, что позволяет сделать вывод об их дометаморфическом происхождении. Кристаллосланцы слагают также пласты различной мощности. Совместно с вмещающей толщей они испытали гранулитовый, а в некоторых участках и ретроградный амфиболитовый метаморфизм.

Борзинский отряд.

В южном и юго-западном экзоконтакте массива Адун-Челон по геофизическим данным [Духовский и др., 1979] под толщей вмещающих вулканогенно-осодочных пород находится лакколитообразное тело (до 1 км в сечении) кварцевых порфиров. Примерно над этим телом в 60-70-х годах прошлого века разрабатывали россыпи на касситерит. При выполнении полевых работ в отвалах этих россыпей были обнаружены многочисленные обломки жильных (дайковых) тел кварцевых порфиров, онгонитов и редких пород – топазитов. Коренные выходы таких пород не выявлены. В многочисленных крупных глыбах и мелких обломках достаточно часто наблюдаются интрузивные контакты жильных тел с кристаллическими сланцами. В эндоконтактах (10-30 см) топазиты имеют афировую структуру, часто с флюидальностью согласно контакту, иногда мелкие ксенолиты вмещающих пород. Минералы-вкрапленники (дымчатый кварц) в афировой зоне топазитов крайне редки. Афировая зона постепенно сменяется порфировой, в которой возрастает количество и размеры вкрапленников кварца, появляются редкие вкрапленники калишпата и альбита. Основная масса афировой и порфировой зон по данным изучения шлифов и рентгенофазового анализа сложена тонкоигольчатым топазом, микролитами кварца и мелкими лейстами темной слюды (биотит-циннвальдит-полилитионитового состава). Эндоконтактовая зона топазитов сложена афировым агрегатом из топаза, кварца и слюды, т.е. представляет собой продукт закаливания и частичной кристаллизации необычной силикатной среды, обогащенной глиноземом, калием, фтором и литием (кварц-топаз-слюдяного состава). Геологические данные и петрографические наблюдения свидетельствуют о первичном магматическом либо флюидно-магматическом генезисе этих пород. Дальнейшее изучение минералого-геохимических особенностей топазитов и включений в минералах-вкрапленниках из них позволит получить важную информацию по составу и свойствам минералообразующих фаз (расплава, флюида, возможно, силикагеля), экстремально обогащенных фтором (содержание F в породах достигает 5-6 мас.%). Обнаружение развалов даек топазитов над нескрытым телом лакколита позволяет предположить, что оно сложено онгонитами – субэффузивными аналогами Li-F гранитов.

На Харанорском штоке (Восточное Забайкалье) опробованы граниты, грейзенизированные граниты и грейзены с обильным флюоритом, а также монокварцевые обособления. Размер грейзенизированной зоны в гранитах не превышает 200-250 м в максимальном сечении при размерах коренных выходов изометричного гранитного штока около 1.5 км. Монокварцевые обособления имеют резкие контакты с грейзенами и грейзенизированными гранитами, размер их существенно варьирует от первых десятков сантиметров до 10-15 метров в сечении. В небольших выделениях, прожилках и желваках размером до 10-15 сантиметров кварц полупрозрачен, имеет дымчатую окраску, а в крупных блоковых обособлениях представлен непрозрачными молочно-белыми и серыми разностями. По нашим предварительным данным монокварцевые обособления являются продуктом преобразования и раскристаллизации минералообразующей среды коллоидной природы (силикагеля), сформированного в относительно небольшом объеме гранитного штока на флюидно-магматическом этапе его кристаллизации.

Изотопный отряд.

Основной объем отложений аккреционного клина в Забайкальской части МОП, представлен породами кулиндинской, ононской и чиндантской свит, объединенных в составе Ононского террейна.

Для первой свиты характерно сочетание метабазитов, микрокварцитов (метакремней) и терригенных метаосадочных пород, тогда как в составе двух последних резко преобладают терригенные метаосадочные образования. Среди метабазальтов кулиндинской свиты выявлены разносити, сопоставимые с базальтами N-MORB, E-MORB и OIB. Положительные величины $eNd_{(385-475MA)} = +1,9$ – $(+9,5)$ для всех типов базальтоидов указывают на их связь с деплетированным мантийным источником, за исключением единичных составов, имеющих «эпсилон»-отрицательные характеристики ($eNd_{(385-475MA)} = -1,4$ – $(-3,8)$). Изотопный состав Nd в метаосадочных породах всех трех свит близок – $eNd_{(385-475)} = (-6,3) - (+2,8)$, а величины модельных изотопных возрастов лежат в пределах $T_{Nd(DM-2)} = 1770-1100$ МА, что позволяет отнести образования Ононского террейна аккреционного клина МОП к рифейской изотопной коровой провинции Центральной Азии.

Постколлизийный гранитоидный магматизм в пределах забайкальской части МОП широко проявился в позднемезозойское время, когда сутурная зона приобрела черты трансформной границы плит, выраженной в масштабных левосторонних сдвиговых перемещениях. На этом фоне возникали многочисленные зоны растяжения, выраженные в виде рифтогенных впадин, с которыми был связан магматизм основного и кислого состава, а также комплексы метаморфических ядер. Зачастую вмещающей средой для постколлизийных гранитоидов, например, амуджикано-сретенского комплекса, являлись преимущественно образования аккреционного клина МОП. Породы Сретенского и Верхне-Голготайского массивов этого комплекса имеют $eNd_{(130MA)} = -2,0$ – $(-2,3)$ и $T_{Nd(DM-2)} = 1100-1130$ МА.

Таким образом, изотопные Sm-Nd характеристики постколлизийных гранитоидов указывают на их принадлежность к рифейской изотопной коровой провинции Центральной Азии. Близость Sm-Nd изотопных характеристик гранитоидов и метатерригенных пород аккреционного клина МОП может служить подтверждением возможного участия последних в процессах корового магмообразования.

**Руководитель проекта
М.И. Кузьмин**