

Отчет о научной и научно-организационной деятельности ИГГ УрО РАН за 2011 г.

Лаборатория геохимии и рудообразующих процессов

1. Важнейшие результаты фундаментальных исследований за 2011 г.

1.1. Впервые для уральских колчеданных месторождений на примере Гарньерского месторождения зафиксирован анатексис сульфидных руд под влиянием контактового метаморфизма гранулитовой и амфиболитовой фаций под воздействием диоритовой интрузии. Процесс анатексиса приводит к частичному плавлению и перераспределению примесей благородных и редких элементов в сульфидных рудах – вынос их из сплошных руд и фиксации в зонах метасоматических золотосодержащих кварцитов с вкрапленной сульфидной минерализацией с широким распространением теллуридов и сульфосолей. Данное положение должно учитываться при проведении поисково-разведочных работ на колчеданосных площадях (Молошаг В.П., ИГГ УрО РАН, Белогуб Е.В., ИМин УрО РАН, Викентьев И.В., ИГЕМ РАН).

1.2. Установлено, что альпинотипные ультрамафиты складчатых областей испытали широко развитый метаморфизм с участием воды. Поведение редких элементов в продуктах водного метаморфизма контролируется соотношением литостатического и водного давлений. Этот факт следует учитывать при реконструкции условий и геодинамической обстановки формирования ультрамафитов на основе геохимических данных (Чащухин И.С.).

1.3. В результате прецизионного определения начального Os-изотопного состава в Ru-Os сульфидах и Ru-Os-Ir сплавах, являющихся наиболее ранними образованиями в ультрамафитах океанической мантии, выявлена дискретная природа платиноидного минералообразования - с «субхондритовым» и «супрахондритовым» источниками рудного вещества. Впервые установленные вариации изотопного состава и модельных Os-изотопных датировок МПГ из «реститовых» разрезов дунит-гарцбургитовых комплексов свидетельствуют в пользу длительной, многостадийной эволюции вещества деплетированной мантии (Малич К.Н.).

2. Краткие аннотации результатов работ

2.1. по основной тематике институтов, выполненной в соответствии с Основными направлениями исследований РАН.

Тема. № ГР 01200962298. Эндогенные рудообразующие процессы в вещественных комплексах различных геодинамических обстановок Урала (минералогия, геохимия, петрография, флюидный режим, источники флюида и рудного вещества). *Научный руководитель д.г.-м.н. В.В.Мурзин.*

Исследования осуществлялись по ряду разделов: 1) Разработка прогнозно-поискового комплекса на благороднометальное оруденение в черносланцевых толщах, воронцовского типа, связанное со щелочным и углеродистым метасоматозом; 2) Модели формирования редкометально-редкоземельных месторождений карбонатит-нефелин-сиенитовой формации в свете новых Rb-Sr, Sm-Nd, U-Pb, Lu-Hf изотопно-геохимических данных; 3) Флюидный режим формирования руд и метасоматитов колчеданных, золото-сульфидных и золото-сульфидно-кварцевых месторождений Урала; 4) Химическая эволюция дунит-гарцбургит-лерцолитовых комплексов складчатых областей и связанного с ним хромитового оруденения: поведение редкоземельных элементов и 5) Петрогеохимия медно-порфирировых систем среднеуральской части Восточно-Уральской вулканогенной мегазоны: Сухоложская и Алтынайская рудно-магматические системы.

В результате исследований получены следующие научные результаты:

1) В результате изучения черносланцевой Ашкинской золоторудной зоны установлена приуроченность оруденения к шовной зоне, в пределах которой развиты верхнерифейские черные сланцы, которые во время палеозойской коллизии подверглись метаморфизму зеленосланцевой фации и метасоматозу. Разработан прогнозно-поисковый комплекс для благороднометаллического оруденения подобного типа.

2) В результате изучения концентраций и состава органического вещества (ОВ) в рудах воронцовского типа было установлено, что в цементе рудоносных известковых брекчий и туфоалевролитов содержание ОВ составляет 0,3-1 мас.%. ОВ представлено низшими-средними керитами, что соответствует раннему эпигенетическому уровню региональной фации метаморфизма. Содержание ОВ в рудах влияет на их технологические свойства и должно учитываться при составлении ТЭО кондиций подобных объектов.

3) С целью разработки модели формирования карбонатит-нефелин-сиенитовых комплексов и связанных с ними редкометалльно-редкоземельных месторождений проведено изучение изотопного состава Sr, Nd, Hf в породах, породообразующих и рудных минералах Ильмено-Вишневогорского комплекса (ИВК). В результате этих исследований, установлено, что породы ИВК (как миаскиты, так и карбонатиты) обладают дивергентными петрохимическими и изотопно-геохимическими характеристиками, сближающими их как с рифтогенными карбонатитами щелочно-ультраосновных комплексов (УЩК), так и со щелочными карбонатитовыми комплексами, формирующимися в зонах коллизии на заключительных стадиях развития орогенов при постколлизиионном растяжении. Так миаскиты и карбонатиты ИВК имеют деплетированные («мантийные») изотопные метки – низкие $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.70336-0.70380$, высокие $\epsilon\text{Nd} (+3...+6)$ и $\epsilon\text{Hf} (+4...+6)$, свидетельствующие о глубинном источнике их вещества, высокие содержания высокозарядных (HFSE) элементов – прежде всего Nb, Zr и др., что сближает их с рифтогенными комплексами УЩК формации и отличает от карбонатитовых комплексов коллизионных зон, которые обычно имеют «коровые» изотопные характеристики и обеднены (HFSE) элементами – Nb, Ta, Zr, Hf, Ti (малоподвижными в гидротермальных процессах). При этом как миаскиты, так и карбонатиты ИВК обогащены подвижными крупноионными литофильными элементами (LILE) – Sr, Ba, в меньшей степени K, Rb, что является характерной особенностью нефелиновых сиенитов и карбонатитов постколлизиионных тектонических режимов (Гималаи, Юж. Сибирь, Тянь-Шань).

Дивергентность изотопно-геохимических характеристик, вероятно, обусловлена продолжительной историей формирования ИВК, связанной с основными этапами становления Уральской складчатой области (рифтогенез, субдукция, коллизия, постколлизиионное растяжение). Геохронологические данные фиксируют магматическое внедрение щелочных пород и карбонатитов (O₃-S) и продолжительный метаморфогенный этап становления ИВК, с которым связаны процессы анатексиса, пегматитообразования, метасоматоза и рудообразования, широко проявившиеся в породах ИВК на коллизиионном (D₂₋₃, C₁) и постколлизиионном (P-T) этапе развития Уральской складчатой области.

В результате изохронного Sm-Nd датирования карбонатитов Вишневогорского массива (425±44 млн. лет) подтвержден близкий возраст образования миаскитов и карбонатитов. Высокое первичное отношение Nd = 3.74, свидетельствует о том, что субстратом плавления для магм ИВК был деплетированный источник с долгое время сохранявшимися низкими Rb/Sr и высокими Sm/Nd и Lu/Hf отношениями. Близкие породам ИВК изотопные составы имеют рифтогенные карбонатитовые комплексы формации УЩК. Деплетированный источник для их магм предполагает, что происхождение УЩК-комплексов и карбонатитов связано с глубинным мантийным источником, возможно мантийными плюмами типа FOZO, и смешением плюмового компонента с обогащенным компонентом типа EM1 (Bell, Blenkinsop, 1989; Kramm, 1993; Bell et al., 1998; Dunworth and Bell, 2001). Достаточно вероятно, что ИВК имеет аналогичный комплексам УЩК источник магмообразования. При этом, полученные

изотопные данные не исключают возможности генерации щелочных магм ИВК при процессах плавления пород нижней коры или океанической коры, а также участие в качестве субстрата плавления пород УЩК комплексов, которые имеют идентичные геохимические и изотопные характеристики.

4) Совместно с сотрудниками ИГЕМ РАН впервые получены данные по распределению элементам платиновой группы (ЭПГ) в золотосодержащих рудах Тарньерского месторождения на Сев. Урале. Эти данные подтвердили тенденцию преимущественного накопления платины и палладия по отношению к остальным ЭПГ, а золота над всеми ЭПГ (рисунок), ранее установленную на некоторых месторождениях Ср. и Ю. Урала, а также зарубежных. Данная тенденция прослеживается и в современных подводных гидротермальных постройках. Сравнение полученных данных с имеющимися экспериментальными указывает на то, что благородные металлы в колчеданообразующих флюидах в нейтральных и слабощелочных условиях переносятся в виде их соединений с сероводородом, включая продукты его гидролиза. В этих условиях растворимость золота в растворах резко преобладает над растворимостью всех ЭПГ, т.е. платиноиды ведут себя инертно по отношению к золоту.

5) На Тарньерском месторождения впервые в колчеданных рудах обнаружена сульфидная минеральная ассоциация, содержащая минерал радиоактивных элементов - браннерит (U, Th, Ca, Y, Pb) Ti_2O_6 . Состав и ассоциация браннерита с пирротинитом и железистым сфалеритом свидетельствует о восстановленной форме нахождения урана в виде U^{4+} , аналогично ураниниту, образование которого возможно при пониженной летучести кислорода. Находка браннерита в колчеданных рудах представляется перспективной в качестве использования данного минерала для химического датирования рудообразующих процессов наряду с используемыми в современных отечественных и зарубежных исследованиях такими урансодержащими минералами как монацит, уранинит и другие.

6) Предварительные результаты исследования околорудных метасоматитов изменений Тамуньерского золоторудного месторождения свидетельствуют о малых глубинах (не глубже 1,8 км) формирования руд и метасоматитов. Основанием этого является низкие значения расчетного давления карбонатных прожилков 0,5 – 0,7 килобар и наличие в них барита. Температуры образования хлорита и самородного золота составляют 240 – 290 °С, что соответствует нижней границе березитизации-лиственитизации. Присутствие парагонита в породах позволяет отнести метасоматиты к натриевому ряду березитизации-лиственитизации, что также характерно для малых глубин.

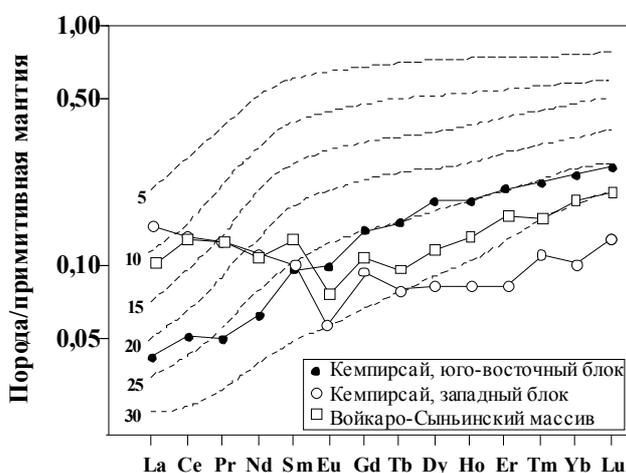
7) Установлены термобарогеохимические условия формирования руд и метасоматитов Пышминско-Ключевского медно-кобальтового месторождения. Оруденение сформировано в один этап при постепенном снижении *P-T* параметров и проявлении внутрирудных тектонических деформаций, что обусловило выделение высокотемпературной (T более 500-450 °С, $P = 1.3$ кбар), высоко-среднетемпературной ($T=450-300$ °С, $P = 0.54-0.48$ кбар) и средне-низкотемпературной (T менее 300 °С) стадий рудообразования. По мере остывания и разгрузки флюида имело место понижение фугитивности серы и кислорода и повышение значений pH от 5 до 8, что обусловило повышение степени золотоносности руд от ранней стадии к поздней.

8) Изучено поведение редких элементов (РЗЭ) на различных этапах формирования и преобразования ультрамафитов: регрессивном (частичное плавление верхнемантийного вещества, метаморфическая дифференциация, трансформация шпинелевой фации в плагиоклазовую, ранняя серпентинизация) и на этапе постсерпентинитового прогрессивного метаморфизма. Выявлено, что процессы водного метаморфизма существенно влияют на первичные концентрации и соотношения редких элементов. При этом прослеживается зависимость степени искажения спектров распределения РЗЭ первичных пород от соотношения литостатического давления и давления воды в ходе метаморфизма. Так, в относительно «сухих» условиях формирования антигорит-оливиновых пород, источником воды для которых являлись петельчато серпентинизированные ультрамафиты,

соотношения редких элементов в целом сохраняются. Образование хризотил-лизардитовых и антигоритовых серпентинитов происходило в условиях равенства давлений нагрузки и воды, для чего необходимо привлечение внешнего источника воды и как итог – нарушение первичных геохимических характеристик.

После снятия влияния аллохимических процессов метаморфизма поведение редких и петрогенных элементов хорошо коррелирует. Известно, что уменьшение концентраций тяжелых РЗЭ и глинозема, увеличение хромистости акцессорной хромшпинели в реститах количественно связано с ростом степени частичного плавления. Увеличение La/Yb-отношения в продуктах метасоматического преобразования реститов согласуется с уменьшением отношения Al_2O_3/CaO в породе. Тожество спектров РЗЭ в эдуктах и продуктах метаморфической дифференциации ультрамафитов подтверждается постоянством в них состава сосуществующих оливинов и хромшпинелей. Наконец, можно утверждать, что преобразование шпинелевых лерцолитов в плагиоклазовые проходит с сохранением соотношений не только петрогенных, но и редких элементов.

В качестве примера использования геохимии РЗЭ в незатронутых процессами водного метаморфизма ультрамафитах можно привести данные изучения гарцбургитов Кемпирсайского и Войкаро-Сыньинского массивов (см. рис.).



Геохимические различия гарцбургитов изученных массивов отражают различные условия их формирования. Совпадение спектра РЗЭ в гарцбургитах юго-восточного блока Кемпирсайского массива с модельной кривой 25-% равновесного частичного плавления, низкие концентрации некогерентных легких РЗЭ и отсутствие Eu-аномалии свидетельствуют о реститовой природе гарцбургита, не затронутой последующими аллохимическими процессами. Можно утверждать, что необходимым условием для формирования уникальных высокохромистых руд в этом блоке было интенсивное частичное плавление верхнемантийного вещества. С другой стороны, обогащение гарцбургитов Войкаро-Сыньинского и западного блока Кемпирсайского массивов некогерентными легкими РЗЭ могут свидетельствовать о постреститовом метасоматозе, источником которого могли быть проникающие из зоны субдукции флюиды, ответственные за формирование глиноземистых хромитовых руд.

9) В результате исследования силикатно-хромшпинелевых парагенезисов в хромитовых рудах Халиловского массива (Ю. Урал) выявлена генетическая неоднородность хромититов. Рудообразующий процесс проходил в узком диапазоне температур (950-1150°C) и состоял из последовательной кристаллизации сначала относительно более глиноземистого хромшпинелида с сосуществующим высокожелезистым пироксеном, а затем более хромистого хромшпинелида с оливином и низкожелезистым пироксеном. Данная неоднородность проявлена не только в пределах рудных тел, но также в пределах одного образца или даже одного зерна хромшпинелида.

10) Изучены масштабные ареалы южной части протяженной (более 100 км) Алапаевско-Сухоложской зоне сульфидизации. Наиболее полный материал получен по крупному линейному Артемовско–Алтынайскому ареалу рассеянной пиритизации (\pm халькопирит и молибденит) протяженностью более 36 км. Надежно установлен U–Pb SHRIMP-II возраст циркона из рудоносных диоритов (405.9 ± 3.8 , 405.7 ± 2.5 млн. лет) и гранита (404.2 ± 2.4 млн. лет), соответствующий эмсу. Ареал отвечает, как и сменяющий его южнее субвулканический Сухоложский ареал пиритизации, по которому получены предварительные данные, впервые выделяемой на Урале “гранодиоритовой” модели Cu–порфирировых систем. Система отнесена к островодужному геохимическому типу с преобладанием мантийного материала при метабазитовом нижнекоровом (верхнемантийном) источнике вещества. Артемовско–Алтынайский ареал представляет среднюю малопродуктивную часть медно-порфирировой флюидно-магматической колонны.

11) Исходя из оригинальных и литературных данных о среднем минеральном составе горных пород, существенно дополнены и уточнены представления о средних содержаниях As, Sb, Bi, In и Se в горных породах и в верхней части континентальной коры в целом. Выделены наиболее важные минералы – концентраторы этих элементов и определена их роль как носителей масс As, Sb, Bi, In и Se в масштабах верхней части континентальной коры.

2.3. по программам ОНЗ РАН;

Программа ОНЗ РАН №2 *Металлогенические эпохи и провинции фанерозойских складчатых поясов: закономерности размещения различных типов минеральных месторождений в конвергентных и дивергентных геодинамических обстановках* (Научный руководитель В.Н.Сазонов)

По результатам исследований, выполненных в 2009-2011 гг. составлен отчет, в котором отражены их основные научные результаты:

- 1) Составлена геодинамическая карта Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии масштаба 1: 2 500 000, являющейся основой плитотектонической металлогении и выделения рудных формаций сегментов литосферы полициклического формирования;
- 2) В измененных породах 3-го карьера Гайского месторождения установлена серно-селеновая минерализация, которая образовалась на углекислотной стадии затухания газогидротермального процесса;
- 3) Исследования ультраосновных массивов Олыся-Мусюр и Синотвож (Приполярный Урал) показали, что клинопироксениты первого из них соответствуют образованиям Платиноносного пояса Урала, а второго - к офиолитовым разностям. Хромитовые руды обоих массивов средне- и высокохромистые. Локализация рудных тел подчиняется протяженным субмеридиональным рудным зонам;
- 4) В колчеданных рудах существует связь золота с минералами мышьяка, а также теллуридами и сульфосолями. Названные группы минералов образуются в результате сульфидного анатексиса, пострудных метасоматических процессов и в связи с исходной концентрацией вещества благородных металлов и других элементов в сульфидных трубах черных курильщиков;
- 5) Гидротермально-метасоматические магнетитовые, сидерит-анкеритовые и флюоритовые, эксгаляционно-осадочные барит-полиметаллическое и свинцово-цинковые месторождения формировались на этапе рифтогенной активизации (1010-1070 млн. лет). Магнетитовые рудные тела в отложениях авзянской свиты среднего рифея связаны с миграцией нагретых высокомагнезиальных эвапоритовых рассолов. Сидеритовые метасоматические залежи в саткинской и бакальской свитах нижнего рифея и анкеритовые тела в авзянской свите среднего рифея были сформированы восходящими элизионно-катагенными рассолами, обогащенными железом и флюидами из глинистых глубокопогруженных толщ (по данным Rb-Sr и Pb-Pb метода 1100 млн. лет назад);

- 6) Установлено, что пирит–хлорит–серицитовые метасоматические ореолы Среднего Урала являются поисковым признаком рениеносных медно-порфировых месторождений. Наиболее высоким содержанием рения (290-440 г/т) отличаются сульфидные концентраты из Восточно–Артемовского ореола. Рений в виде изоморфной примеси накапливается в молибдените до 0.9 мас. %. Показано, что аналогичные сульфидно-метасоматические ореолы промышленных южноуральских месторождений, Михеевского и Гумешевского, которые также приурочены к тектоническим зонам и относятся к линейному типу;
- 7) Благороднометальная специализация Пышминско-Ключевского месторождения медно-кобальтовых руд описывается рядом $Ag > Au > Pd > Pt$. По отношению к сульфидным рудам урановая и молибденовая минерализация не является наложенной, а обусловлена разгрузкой того же рудоносного флюида. Генезис этого месторождения не может рассматриваться как результат гидротермальной активности, аналогичной современным океанским системам и близким им медно-кобальтовым месторождениям Присакмарской металлогенической зоны. Пышминско-Ключевское месторождение отличается четким тектоническим контролем рудоносных зон, отсутствием признаков гидротермально-осадочного генезиса оруденения, хорошо выраженной латеральной и вертикальной зональностью руд и околорудных метасоматитов, присутствием в рудах урановой минерализации;
- 8) На основе изотопных аналитических методов (Sm-Nd, Rb-Sr, U-Pb цирконы) установлена одновозрастность всех фациальных типов габброидов, гранитоидов, а также и Fe-Ti-V оруденения в массивах и месторождениях кусинско-копанского интрузивного комплекса и их принадлежность к началу среднего рифея (1385-1395 млн лет). Общая длительность формирования габбро-гранитных интрузий и Fe-Ti-V месторождений кусинско-копанского комплекса составляет около 40 млн лет. Формирование рудоносных магматических комплексов в среднем рифее - раннем палеозое было связано с деятельностью астеносферных мантийных диапиров (плюмов). Рудоносные габбровые и гранитоидных массивы приурочены к субмеридиональному кувашскому грабену, где установлен переход от малоглубинных массивов и месторождений (0,5-2 кбар) на юге к глубинным абиссальным (4-7 кбар) - на севере. Синхронно с ростом глубины формирования месторождений возрастает содержание воды и хлора и уменьшается – активность фтора;
- 9) Исследованы параметры давления при формировании клинопироксенсодержащих дунитов Уктусского, Нижнетагильского и Светлоборского массивов Урала с использованием геотермобарометров, основанных на составах и объемах элементарной ячейки клинопироксена и хлорита. Полученные величины давлений в дунитах от 18 до 1,5 кбар. Рассчитанные давления для центральных частей зерен, как правило, выше, чем для краевых частях тех же кристаллов. В безрудных дунитах обрамления этой платиносодержащей зоны в центральной части клинопироксена $P = 10,8$ кбар, в краевой части $P = 5,1-6,3$ кбар из чего следует, что эволюция дунитовых массивов Платиноносного пояса происходила в условиях падающих температур и давлений. Минимальными величинами давления отличаются платиносодержащие дуниты и эпигенетические хромит-платиновые руды;
- 10) Образование карбонатитоподобных пород Карабашского гипербазитового массива связывается с попаданием известняков (или мраморов) в зону серпентинитового меланжа, что подтверждено определениями изотопного состава кислорода и углерода из карбонатов. Присутствие золотой и редкометальной минерализации связано с наложенными вторичными гидротермальными процессами, поскольку карбонатное тело среди серпентинитов является геохимическим барьером;
- 11) Изучены петролого-геохимические характеристики долеритовых даек полевого сегмента Тагило-Магнитогорской зоны, как одного из важнейших индикаторов обстановок растяжения земной коры. По данным изотопных U-Pb датировок аксессуарных цирконов из долеритов внедрение даек происходило в позднем девоне. Раннекембрийские

значения возраста цирконов зафиксировали предшествовавшее этому событие в верхней мантии;

12) В Баженовском офиолитовом комплексе установлено 17 новых минералов, из них пять являются впервые установленными для Уральского региона: (гупейит, клиноцоизит-(Sr), эпидот-(Sr), редгиллит и митчерлихит). Возможным источником стронциевой минерализации были щелочные габброиды, отличающиеся высокими концентрациями стронция и бария в плагиоклазах.

2.5. по целевым программам поддержки проектов, выполняемых в содружестве с СО РАН и ДВО РАН;

2.5.1. Проект фундаментальных исследований, выполняемых совместно с СО РАН «Эволюция рудообразующих систем древних «Черных курильщиков» (Научный руководитель В.В.Мурзин)

Изучены особенности состав и строения барит-сульфидных жил Сафьяновского медноколчеданного месторождения, рассматриваемых нами в качестве флюидоподводящих каналов колчеданной системы и проведено физико-химическое моделирование состава циркулирующего по ним флюида. Выявлены основные черты эволюции химизма рудоносного флюида. Высокотемпературный рудоносный флюид, циркулирующий по рудо- и флюидоподводящим каналам на Сафьяновском месторождении имел кальций-натрий-хлоридный состав и характеризовался высоким содержанием углекислоты, H₂S, Ba и рудных элементов, определивших видовой состав отложенных из них минеральных парагенезисов. При понижении температуры параллельно с выпадением из раствора солевых компонентов имело место окисление сероводорода и эволюция его в сторону щелочно- гидрокарбонатно-сульфатного состава. Впервые для колчеданных месторождений Урала на Сафьяновском месторождении выявлены минералы-носители РЗЭ в прожилково-вкрапленных рудах (гойяцит, монацит, ортит) и связь РЗЭ-минерализации с кремнисто-углеродистыми породами. Детально изучено органическое вещество кремнисто-углеродистых отложений и установлено его морское происхождение. Получены новые данные о возрасте субстрата рудовмещающей толщи месторождения, который соответствует эйфель- живету.

2.5.2. Проект фундаментальных исследований, выполняемых совместно с СО и ДВО РАН «К-щелочные вулкано-плутонические комплексы различных структур Земли, проходящие в них процессы дифференциации и расслоения магм, приводящие к образованию рудоносных лампроитов и карбонатитов; их глубинные источники» (Научный руководитель И.Л.Недосекова)

За отчетный период работами сотрудников ИГГ УрО РАН в рамках проекта проведено исследование Четласского комплекса (С. Тиман), который является представителем гипабиссального К-щелочно-ультраосновного магматизма, сопровождающегося карбонатитами.

Полученные за отчетный период важнейшие результаты

1. Охарактеризованы основные геохимические особенности гипабиссальных карбонатитов, ассоциирующих с дайковыми сериями К-пикрит-лампрофиров Четласского комплекса (Тиман). Карбонатиты Четласского комплекса имеют высокие варьирующие содержания Ba(1600-9600 г/т), Sr (4200-9700 г/т), Nb (до 300 г/т), REE (8800-35300 г/т), которые сопоставимы с карбонатитами щелочноультраосновной формации (УЩК) и карбонатитами формации «линейно-трещинных зон». При этом, в них устанавливаются более высокие содержания Ni (8-110 г/т), Co (1-44 г/т), Cr (10-200 г/т) по сравнению с карбонатитами других формационных типов, а также экстремально низкие содержания HREE при высоких содержаниях LREE и соответственно высокие отношения La/Yb (2500-12600) и LREE/HREE (150-435), что характерно для карбонатитов, образующихся из К-

щелочноультраосновных пикрит-кимберлитовых магм (Владыкин, 1989). Необходимо также отметить низкие Sr/Ba (0.4-4) отношения в карбонатитах Четласского комплекса, что характерно для вулканических и малоглубинных карбонатитов К-щелочных комплексов (Самойлов, 1984). Кроме того, геохимическое исследование карбонатных пород Четласского комплекса показало широкое развитие айликитов – карбонатсодержащих пород группы лампрофиров, которые по содержанию редких элементов близки, (но не идентичны) карбонатит-кимберлитам.

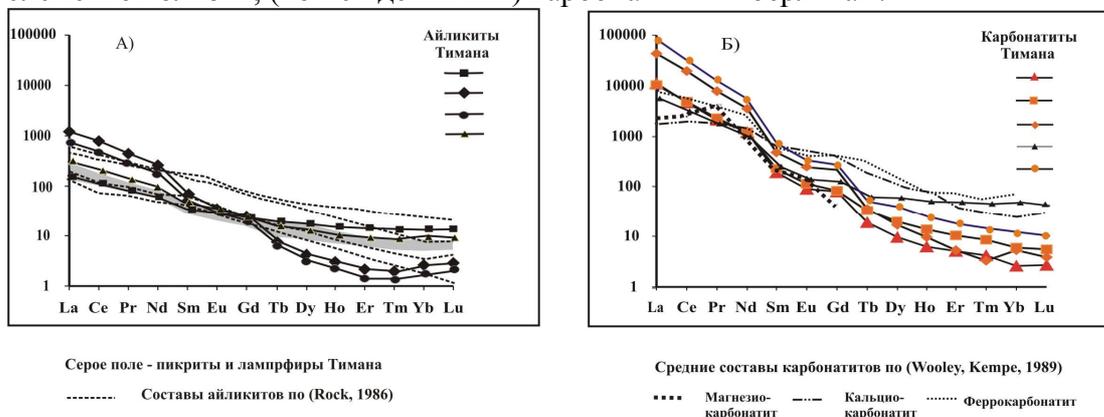
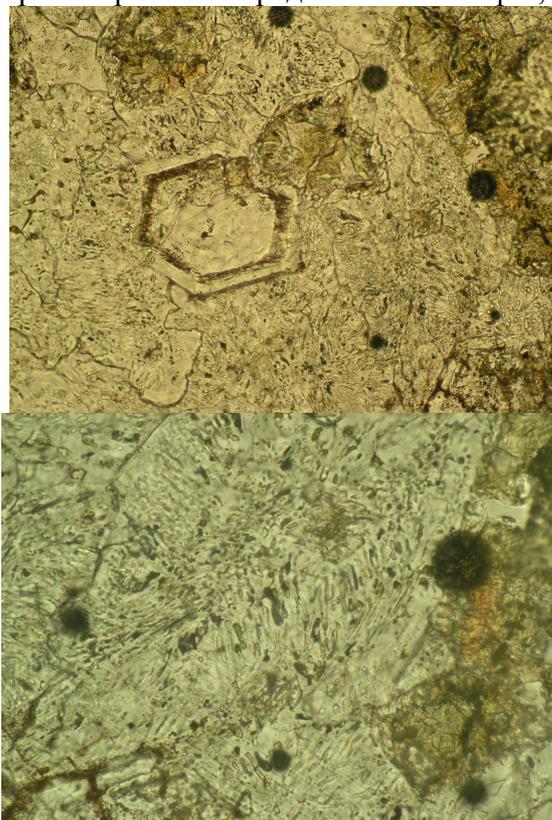


Рис. 1. Хондритнормализованное распределение REE в пикритах, лампрофитрах, айликитах (А) и карбонатитах (Б) Четласского комплекса

2) Проведено зучение карбонатов из карбонатитов и лампрофиров (рудопроявление Косью) показало, что кальцит лампрофиров и карбонатитов представлен высокотемпературными разностями с высоким содержанием Sr, REE и Ba (до 5.8% SrO, до 0.78% BaO, до 0.67% La₂O₃), который образует структуры распада, состоящие из низкостронциевого (0.07% SrO) и низкоредкоземельного (0.22% Ce₂O₃) кальцита и ориентированных редкоземельных фаз, представленных Sr-REE карбонатами (рис. 2, 3).



а)

б)

Рис. 2. Структуры распада в карбонатах из лампрофиров и карбонатитов Косью (С. Тиман), фото шлифов в проходящем свете (обр. 1385-5): а) Ув. 150 б) Ув. 350. Основная масса – кальцит; мелкие ориентированные вроски в кальците – анкилит.

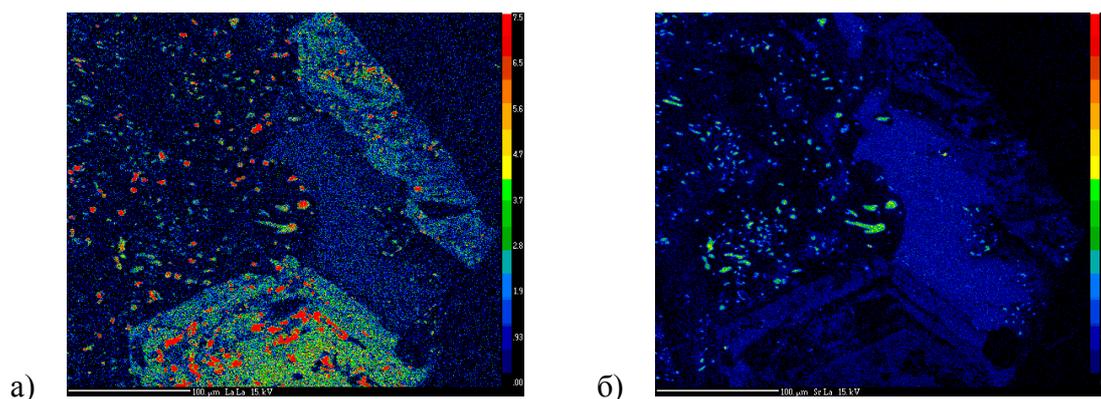


Рис. 3. Структуры распада карбонатов из лампрофиров Косью (С. Тиман)

(обр. 1385-5).

Изображение в рентгеновских лучах: а) La, б) Sr. Справа – высокостронциевый (5.44% SrO, 0.44% BaO, 0.23% La₂O₃) кальцит; слева – низкостронциевый кальцит (1.0% SrO, 0.69% BaO, 0.01% La₂O₃) с вростками анкилита (Sr (La, Ce) (CO₃)₂ (OH)·H₂O; 30% SrO, 4% BaO, 9.45% La₂O₃, 9.4% Ce₂O₃, 1.18% Nd₂O₃).

2. Сопоставление петрохимических трендов магматизма Четласского комплекса с эволюцией конвергентных типов щелочно-ультраосновного магматизма – гипабиссального (дайкового) щелочно-ультраосновного магматизма в комплексах формации УЩК и кимберлитового, показало, что наиболее магнезиальные разновидности субщелочных пикритов Четласского комплекса по петрохимическим и геохимическим особенностям близки жильным кимберлит-пикритам. При этом, значительная часть дайковых ультрабазитов (лампрофиров) Четласского комплекса сопоставима с ранними и средними стадиями автономных пикрит-лампрофировых серий, ассоциирующих с ультраосновными щелочными комплексами, не достигая максимальных содержаний глинозема, щелочей, титана, кальция и фосфора, и как следствие, не содержат нефелин- и мелилитсодержащих разновидностей лампрофиров, характерных для заключительных стадий УЩК. Лампрофиры Четласского комплекса, таким образом, отличаются от пикрит-лампрофировых серий УЩК прежде всего отсутствием фельдшпатоидов, более низкими содержаниями Ti, P и более высокими – Al, а также присутствием магнезиальных разновидностей субщелочных пикритов, близких жильным кимберлитам. Необходимо также отметить, что одно из дайковых полей ультрабазитов Четласского комплекса имеет составы пород, близкие лампроитам (породам, перспективным на алмазы). Однако, вопрос типизации этих пород требует дальнейших исследований.

3. Изучение изотопного состава Sr, Nd, C и O в карбонатах Четласского комплекса показало:

а) точки составов изотопов C и O карбонатитов и айликитов Четласского комплекса находятся в пределах полей составов, характерных для мантийных систем и первично-магматогенных карбонатитов [Yavouy, Pineau, 1986; Ray, Ramesh, 2000], образуя непрерывный тренд от карбонатсодержащих лампрофиров (айликитов) к карбонатитам, характеризующийся утяжелением изотопного состава $\delta^{18}\text{O}$ (от 8.3 до 15.2 ‰) и $\delta^{13}\text{C}$ (-3.1...-4.9‰) и, в целом соответствуют тренду фракционирования изотопов C и O при эволюции карбонатных мантийных систем. Наклон линии регрессии для карбонатитов Четласского комплекса равен 0.36 и хорошо согласуется с генеральной линией регрессии релейского изотопного фракционирования, а также с трендами эволюции изотопного состава C и O в классических карбонатитовых комплексах ультраосновной щелочной формации УЩК [Demeny and al., 2004] (рис. 4).

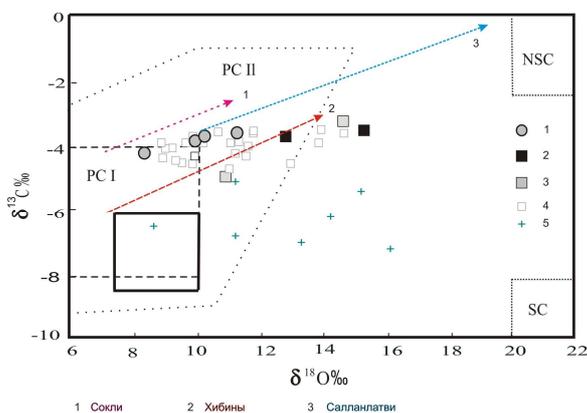


Рис. 4. Изотопный состав С и О в карбонатитах, айликитах и пикритах Четласского комплекса.

Поля составов: PC I – первичных карбонатитов [Keller, Hoefs, 1995], PC II – первичных карбонатитов [Ray, Ramesh, 2000], NSC – морских нормально-осадочных карбонатов, SC – почвенных карбонатов [Salomons, 1975]. Сплошной жирной линией обозначен мантийный квадрат по [Yavoy, Pineau, 1986]. Пунктирными линиями показаны тренды

эволюции изотопного состава С и О в карбонатитовых комплексах УЦК Кольской и Скандинавской провинции [Demeny and al., 2004]: I – Хибинь, II – Салланлатви, III – Сокли.

1– айликиты, 2 – карбонатиты, 3 – карбонатные прожилки в фенитах, 4 – карбонатиты по [Костюхин, Степаненко, 1987], 5 – карбонат в основной массе в пикритах [Костюхин, Степаненко, 1987].

б) изотопные составы ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) в карбонатах и апатитах из карбонатитов и айликитов Четласского комплекса показывают низкие ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) = 0.703-0.7036, близкие лампрофирам. Изотопный составов Sr и Nd в лампрофирах Четласского комплекса имеют умеренно деплетированные значения (первичное ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)₈₁₉ = 0.70421 +/- 16; ϵNd = 5-5.6, T = 819 +/- 19 млн лет (Макеев и др., 2009). Эти данные указывают на их мантийный источник, имеющий изотопные параметры умеренно деплетированной мантии. При этом, метасоматизированные лампрофиры дают изохрону с более молодым возрастом – 530 млн лет и более высоким первичным отношением ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)₅₃₀ = 0.71099 +/- 11. По данным Брянчаниновой и др. [2010] измененные лампрофиры имеют и пониженные ϵNd = 3.76-1.46, что связывается с метасоматическими преобразованиями лампрофиров в результате более позднего гидротермально-метасоматического карбонатитообразования с метаморфогенным источником флюида (Макеев и др., 2009). В связи с чем вопрос источника вещества карбонатитов Четласского комплекса и вопрос их генетической связи с лампрофирами требует дальнейших исследований.

2.5.3. Проект фундаментальных исследований, выполняемых совместно с СО и ДВО РАН «Гидротермальная и экзогенная благороднометалльная (PGE, Au, Ag) минерализация в Центрально-Азиатском, Уральском и Тихоокеанском складчатых поясах: сравнительный анализ, возрастные рубежи, физико-химические и геодинамические условия формирования, методы определения и научные основы извлечения» (научный руководитель В.Н.Сазонов).

На основе изотопных и изотопно-геохронологических методов получены первые возрастные датировки процессов золотого рудообразования. Выделены основные эпохи золотого оруденения на Ср. и Ю. Урале. На Воронцовском золоторудном установлена роль даек основного состава и углеродистого вещества в процессе формирования золотооруденения карлинского типа, впервые на этом месторождении дана характеристика битумной составляющей органического вещества. Установлены новые проявления углеродистого метасоматоза - на Северо-Красноуральской площади, которая, как и изученная ранее Мраморская площадь, расположена на сочленении крупнейших структур Восточного склона Урала – Тагильского и Восточно-Уральского мегаблоков (Айвинско-Емехский сегмент зоны Серовско-Маукского глубинного разлома). В истории формирования золоторудных месторождений, в т. ч. «черносланцевой» формации, выявлены вторичные коллекторы золота, возникающие при зеленосланцевом преобразовании пород вулканогенно-осадочного комплекса. Впервые для объектов

черносланцевой формации на Урале установлен многоэтапный характер формирования золото-платиноидного оруденения и выявлены особенности флюидного режима его образования.

2.8. по грантам РФФИ, РГНФ и других научных фондов.

Грант РФФИ 09-05-00289 “Пустые” пиритсодержащие пропилит-серицитовые метасоматические ореолы в сравнении с ореолами месторождений Cu, Au, Mo: изотопно (Sr, Nd, S, C, O, D)- геохимическая и геохимическая (по ICP-MS) эволюция флюидно-магматических систем (на примере Урала). Руководитель. А.И.Грабежев.

Установлено, что Саповская базальтоидная депрессия на восточном склоне Ср. Урала (D₂) представляет собой низкоаномальный (по Cu и Zn) пирит-пропилитовый ареал площадью более 60 км², характеризующийся преобладанием существенно мантийного вещества – $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.7040-0.7051$, $\epsilon\text{Nd}=3-7$ в жильных диоритоидах и $\delta^{34}\text{S}=+1.1\dots+1.7\%$ в пирите. Ареал может иллюстрировать верхний субвулканический срез (пиритовый чехол) Cu-порфировой колонны “диоритовой” модели раннеостроводужного петрогеохимического типа. Все гранитоиды относятся к островодужному геохимическому типу и, скорее всего, являются продуктом частичного плавления метабазальтов в районе нижняя кора - верхняя мантия или в системе слэб-мантийный клин. Часть среднеуральских объектов схожи с рудно-магматическими ореолами Тагило-Магнитогорской вулканогенной мегазоны, однако сульфидно-метасоматические ореолы последней имеют более локальный характер при концентрированном отложении рудного вещества. В теоретическом плане в пределах восточной части Среднего Урала преобладают неблагоприятные для концентрации меди (исключая Восточно-Артемовский ареал) срезы порфировых колонн – глубинный гип-мезоабиссальный или субвулканический (пиритовый чехол). Тем не менее, полихронность порфирирового магматизма и блоковая тектоника не исключают выявление на современном эрозионном срезе протяженных линейных маломощных эндогенных рудных зон или рудоносных кор выветривания.

Четко выражены и общие черты средне- и южноуральских объектов. Магматиты и гидротермалиты всех объектов имеют примерно одинаковые мантийные и корово-мантийные метки - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}= 0.7039-0.7050$, $\epsilon\text{Nd}=3\dots7$). Изотопный состав серы в пирите отвечает метеоритному значению ($0\pm 1..3$ промилей), а величины $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в карбонате ранних стадий и $\delta^{18}\text{O}$ (6.4...7.8 ‰) во флюиде свидетельствуют о глубинном магматическом источнике гидротерм. Все это предполагает наличие однотипного источника магматитов, относящегося к островодужному геохимическому типу и формирующегося преимущественно при селективном плавлении базальтоидного субстрата на границе кора-мантия (зона слэба, мантийного клина). Выполнены многочисленные микрондовые определения серы в апатите. Обычно среднее содержание S в кристаллах апатита из минимально измененных диоритоидов большинства медно-порфировых месторождений и рудопроявлений Урала не превышает 0.00-0.02, редко достигая $(0.03-0.04)\pm 0.01$, $(0.05-0.08)\pm 0.01$ и даже 0.11-0.25 мас. % в метасоматитах.

3. Сведения об инновационной деятельности, Сведения о важнейших исследованиях и разработках 2011 г., готовых к практическому применению

- *институт-разработчик и названия разработки;*

Институт геологии и геохимии УрО РАН, УГГУ

Методика оценки изменчивости содержаний золота и серебра в рудных телах гидротермальных месторождений золота различной сложности геологического строения.

- краткой характеристики основных технических параметров;
Методика разработана применительно к месторождениям золото-гумбеитовой, золото-порфировой, золото-джаспероидной, березит-лиственитовой и серицит-кварцевой формаций. Для изучения амплитудной изменчивости содержаний полезных компонентов в рудах применена вероятностно-статистическая модель с расчетом ее основных характеристик (среднее значение оценочного параметра, среднеквадратичная амплитуда значений параметра и их коэффициент вариации). Для оценки частичной изменчивости проводится сглаживание исходных содержаний золота и серебра в разведочных выработках с помощью пятичленного интерполяционного полинома и рассчитывается доля закономерной (регулярной) и случайной составляющих изменчивости концентраций компонентов. При их равных отношениях или преобладании закономерной составляющей изменчивости над ее случайной составляющей для характеристики частотной изменчивости содержаний золота и серебра в рудных телах по геометро-статистической модели определяются значения радиусов геометрической автокорреляции. При преобладании в распределении концентраций этих компонентов в разведочных выработках случайной составляющей их изменчивости над закономерной составляющей частотная изменчивость содержаний компонентов рудах оценивается по значениям радиусов автокорреляции, определенных по геостатистической модели.

- **области возможного использования;**

Методика оценки изменчивости содержаний полезных компонентов применима на стадиях поисково-оценочных и разведочных работ на золоторудных месторождениях. Кроме того, она может быть использована для описания характера распределения полезных компонентов на рудных месторождениях других полезных ископаемых, а также месторождениях нерудного сырья.

4. Основные итоги научно-организационной деятельности Института:

4.1. Сведения о получении государственных и научных наград, премий с указанием фамилий награжденных, названий научных работ, отмеченных премиями и наградами, а также именных стипендий и т.д.;

Сведения об участии научных сотрудников в конференциях:

Название конф., место проведения, сроки	Уровень конф.	ФИО Очного докладчика, статус доклада	Название доклада (для пленарных и заказных только!!!)
<i>Тектоника, рудные месторождения и глубинное строение земной коры, Екатеринбург, май, 2011</i>	<i>Всеросс. с межд. участием</i>	<i>Грабежеев А.И., стендовый</i>	
		<i>Малич К.Н., секционный</i>	
		<i>Мурзин В.В., секционный</i>	
<i>Металлогения древних и современных океанов-2011, Миасс, апрель, 2011</i>	<i>Всеросс.</i>	<i>Алексеев А.В.</i>	
		<i>Мурзин В.В., заказной</i>	<i>Стадийность минералообразования и РТХ-условия формирования Пышминско-Ключевского медно-кобальтового месторождения (Ср.</i>

			Урал)
Гольдшмидтовская конференция (<i>Goldschmidt conference</i>), Прага, август, 2011	Межд.	Клюкин Ю.И., стенд.	
Генеральная Ассамблея 2011 Европейского Сообщества Наук о Земле (<i>European Geosciences Union</i>), Вена (Австрия), апрель, 2011	Межд.	Малич К.Н., секционный	
		Баданина И.Ю., стендовый	
Минералы: строение, свойства, методы исследования», Миасс, март, 2011	Всеросс.	Сорока Е.И., секционный	
Минералогические перспективы. Международ. Минералогический семинар, Сыктывкар, май, 2011	Межд.	Сорока Е.И., секционный	
Уникальные геологические объекты Кольского п-ва: Пирротиновое ущелье, Апатиты, июнь, 2011	Всеросс.	Сорока Е.И., заказной	Условия формирования рудовмещающей толщи Сафьяновского медноколчеданного месторождения, Средний Урал
Минералогия Урала – 2011, Миасс, август, 2011	Всеросс.	Сорока Е.И., секционный	
Концептуальные проблемы литологических исследований в России, Казань, сентябрь, 2011	Всеросс.	Сорока Е.И., секционный	
Рудный потенциал щелочного, кимберлитового и карбонатитового магматизма». Минск, Сентябрь, 2011.	Межд.	Недосекова И.Л., секционный	
Золото северного обрамления Пацифика», Магадан, сентябрь, 2011.	Межд.	Азовскова О.Б., секционный	

4.3. Сведения о публикациях, издательской и научно-информационной деятельности: Список публикаций за 2011 г.

Монографии, изданные в России

Коротеев В.А., Огородников В.Н., Сазонов В.Н. и др. Небокситовое алюминиевое сырье России. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 228 с.

Золото Урала. Серия «Полезные ископаемые Урала» /Клейменов Д.А., Альбрехт В.Г., Огородников В.Н. и др. Екатеринбург: Уральский рабочий, 2011. 200 с. Тираж – 2000 экз., объем – 25 п.л.

Статьи в отечественных научных рецензируемых журналах (список ВАК)

Алексеев А.В., Рыльков С.А., Комарицкий С.И., Красностанов С.Е., Иванов К.С., Лобова Е.В., Чернецкая М.В. Геология и рудоносность ультраосновных массивов Хулгинского блока (Приполярный Урал) // Литосфера, 2011. № 5. С. 80-92.

Анфимов А.Л., Сорока Е.И. Условия формирования надрудной толщи известняков месторождений Североуральского бокситового рудника // Ученые записки. Казанский федеральный университет. 2011. № 4.

Грабежев А.И., Ронкин Ю.Л. U–Pb возраст цирконов из рудоносных гранитоидов медно-порфировых месторождений Южного Урала // Литосфера, 2011, № 3. С. 103-116.

Григорьев Н.А. Распределение скандия в верхней части континентальной коры // Литосфера. 2011. № 1. С. 115-125.

Дворник Г.П. Оценка изменчивости содержаний золота и серебра в рудах и их качества при разведке и разработке золоторудных месторождений // Изв. вузов. Горный журнал, 2011. №3, с.120-125.

Дворник Г.П. Распределение содержаний золота и серебра в рудных телах Рябинового и Нового месторождений (Алданский щит) // Литосфера, 2011. №4, с.119-130.

Малич К.Н., Баданина И.Ю., Костоянов А.И. Начальный изотопный состав осмия Os-Ir-Ru сплавов ультраосновных массивов Полярной Сибири / Доклады АН. 2011. Т. 440. № 3. С. 397-402.

Малич К.Н., Ефимов А.А., Баданина И.Ю. Контрастные минеральные ассоциации платиноидов хромититов Нижне-Тагильского и Гулинского массивов (Россия): состав, источники вещества, возраст / Доклады РАН. 2011. Т. 441. № 1. С. 83-87.

Малич К.Н., Кадик А.А., Баданина И.Ю., Жаркова Е.В. Окислительно-восстановительные условия формирования минералов осмия Гулинского массива, Россия / Геохимия. 2011. Т. 49. № 7. С. 767-771.

Малич К.Н., Когарко Л.Н. Вещественный состав платиноидной минерализации Бор-Уряхского массива (Маймеча-Котуйская провинция, Россия) / Доклады РАН. 2011. Т. 440. № 6. С. 806-810.

Молошаг В.П. Теллуридная минерализация колчеданных месторождений Урала: новые данные // Литосфера. 2011. № 6. С. 92 – 103.

Мурзин В.В., Варламов Д.А., Викентьев И.В. Медно-кобальтовое оруденение Пышминско-Ключевского месторождения на Ср. Урале: минеральный состав руд и метасоматитов, стадийность, P-T условия минералообразования // Литосфера. 2011. № 6. С. 104-124.

Полтавец Ю.А., Полтавец З.И., Нечкин Г.С. Волковское месторождение титаномагнетитовых и медь-титаномагнетитовых руд с сопутствующей благороднометальной минерализацией (Средний Урал) // Геология рудных месторождений. 2011. Т. 53. №2. С 143-157.

Сазонов В.Н. Коротеев В.А., Огородников В.Н., Поленов Ю.А. Золото в «черных сланцах» Урала // Литосфера 2011, № 4. С. 70-92.

Сорока Е.И., Галеев А.А., Леонова Л.В., Галахова О.Л. Физико-химические характеристики карбонатов как индикаторы условий их образования на некоторых золотопроявлениях Приполярного Урала // Ученые записки. Казанский федеральный университет. 2011. № 4.

Чувашов Б.И., Анфимов А.Л., Сорока Е.И., Ярославцева Н.С. Новые данные о возрасте рудовмещающей толщи Сафьяновского месторождения (Средний Урал) на основе фораминифер // ДАН, 2011, т. 439, № 5, с.648-650.

Статьи в прочих отечественных научных журналах

Григорьев Н.А. Распределение таллия в верхней части континентальной коры Уральский геологический журнал. 2011, № 2, с. 33-43.

Григорьев Н.А. Распределение висмута в верхней части континентальной коры// Уральский геологический журнал. 2011. № 5 (83), с.3 – 10.

Дворник Г.П. Морфология и состав золота и платиноидов из ложковых отложений Уктусского клинопироксенит-дунитового массива (Средний Урал)// Минеральное сырье Урала, 2011, №1 (30).С.3-11.

Публикации в зарубежных изданиях, включенные в систему цитирования Web of Science

Malitch, K.N., Kadik, A.A., Badanina, I.Yu., Zharkova E.V. Redox conditions of formation of osmium-rich alloys from dunite and chromitite of the Guli massif (Maimecha-Kotui Province, Russia) / Mineralogical Magazine. 2011. V. 75. № 3. P. 1394.

Malitch K.N., Latypov R.M. Re-Os and S-isotope constraints on timing and source heterogeneity of PGE-Cu-Ni sulfide ores: a case study at the Talnakh ore junction (Russia) / Canadian Mineralogist. 2011. V. 49. №. 6. P. 1587-1611.

Merkle, R.K.W., Malitch, K.N., Grasser, P.P.H., Badanina, I.Yu. Native osmium from the Guli Massif, Northern Siberia (Russia) / Mineralogy and Petrology. 2011. Published online 27.09.11; DOI: 10.1007/s00710-011-0173-7 (P. 1-13).

Публикации в прочих зарубежных изданиях

Badanina I.Yu. , Malitch K.N. Origin of platinum-group mineral (PGM) nuggets from the Bor-Uryakh massif (Maimecha-Kotui Province, Russia): evidence from mineral composition / Geophysical Research Abstracts. 2011. V. 13. EGU2011-7934, EGU General Assembly 2011 (CD-ROM).

Leonova L.V, Glavatskikh S.P., Korolev E.A., Galeev A.A., Soroka E.I. Lithified Bacterial Formations and Some Physical Methods of their Study // Environmental Micropaleontology, Microbiology and Meiobenthology. EMMM-2011. Sourcebook Sixth International Conference. Moskau. 2011. P. 151-154

Leonova Lyubov, Galeev Akhmet, Votyakov Sergej, Glavatskikh Stepan, Soroka Elena. Riphean stromatolithes and preservation degree of fossil organic matter's // 10th International symposium on fossil algae. Romania, Cluj-Napoca. Presa Universitară Clujeană/Cluj University Press. 2011 P 51-52. (http://mepopa.com/Pdfs/isfa_abstracts.pdf)

Malitch K.N., Latypov R.M. New insights on the origin of ultramafic-mafic intrusions and associated PGE-Cu-Ni sulphide deposits of the Talnakh ore junction (Noril'sk province, Russia): geophysical and geochronological evidence / Geophysical Research Abstracts. 2011. V. 13. EGU2011-4578, EGU General Assembly 2011 (CD-ROM).

Malitch K. N., Sorokhtina N.V., Kononkova N.N., Goncharov M.M. Carbonatite of the Guli massif as a possible source of gold: evidence from zirconolite inclusions in Au-rich nuggets / Abstracts Volume. Peralk-Carb 2011. Workshop on Peralkaline Rocks and Carbonatites. Tubingen. 2011. P. 147-150.

Статьи в отечественных сборниках

Азовскова О.Б., Некрасова А.А., Щегольков Ю.В. Характеристика «молодой» пиритовой минерализации зоны Серовско-Маукского разлома (Айвинско-Емехский блок). / Вестник Уральского отделения РМО №8, Екатеринбург. 2011. С. 5-12.

Азовскова О.Б., Ровнушкин М.Ю., Корякова О.В., Янченко М.Ю.. Органическое вещество в рудах и вмещающих породах Воронцовского месторождения // Ежегодник 2010, Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. с. 46-51

Алексеев А.В., Чернецкая М.В. Особенности состава сосуществующих пар минералов (силикат-хромшпинелид) в хромитовых рудах Халиловского массива // Ежегодник-2010, Тр. ИГГ УрО РАН, вып. 158, 2011, с. 144–147

Анфимов А.Л., Сорока Е.И. Бемит как индикатор условий формирования и преобразования карбонатных бокситовмещающих пород Североуральского бокситового рудника // Ежегодник – 2010. Тр. Ин-та геологии и геохимии УрО РАН. Вып. 158. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. С. 52-55

Грабежев А.И., Смирнов В.Н., Воронина Л.К., Гмыра В.Г. Галогены в апатитах рудно-магматических медно-порфировых систем Среднего Урала // Ежегодник ИГГ УрО РАН 2010. Екатеринбург. 2011. С. 95-99.

Грабежев А.И., Воронина Л.К., Чашухина В.А. Фтор и хлор в апатитах медно-скарновых и скарново-медно-порфировых месторождений Урала // Ежегодник ИГГ УрО РАН 2010. Екатеринбург. 2011. С. 91-94.

Григорьев Н.А. Распределение индия в верхней части континентальной коры // Ежегодник-2010, Тр. ИГГ УрО РАН, вып. 158, 2011, с. 100-102.

Дворник Г.П. Золотоаргиллизитовое оруденение и аметистовая минерализация Нимгерканского рудного узла (Алданский щит) // Вестник Уральского отделения Российского минералогического общества, 2011. №8. С. 23-28.

Дворник Г.П. Распределение содержаний золота в рудных телах Центрального месторождения в Куранахском поле (Алданский щит) // Вестник Уральского отделения Центрального Российского минералогического общества, 2011. №8. С. 29-34.

Дворник Г.П. Морфология и состав золота и платиноидов из ложковых отложений Уктусского клинопироксенит-дуניתового массива (Средний Урал) // Минеральное сырье Урала, 2011, №1 (30). С. 3-11.

Митрофанов Ф.П., Баянова Т.Б., Корчагин А.У., Малич К.Н., Жиров Д.В. Восточно-Скандинавская и Норильская плюмовые базитовые обширные изверженные провинции Pt-Pd руд: геологическое и металлогеническое сопоставление/ Проект 2009-2010 гг. РФФИ-офи-м 09-05-12028. 2011. (в печати).

Молошаг В. П. Условия образования теллуридов в колчеданных рудах Урала // Ежегодник-2010, Тр. ИГГ УрО РАН, вып. 158, 2011, с. 140 – 143.

Мурзин В.В., Варламов Д.А., Ровнушкин М.Ю. Парагенезис самородного мышьяка и арсенопирита на Воронцовском золоторудном месторождении (Сев. Урал) // Вестник Уральского отделения Российского минералогического общества. № 8. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. С. 80-87.

Мурзин В.В., Сафина Н.Н., Молошаг В.П. Изотопный состав серы минералов и H₂S флюида барит-сульфидных жил Сафьяновского медноколчеданного месторождения (Ср. Урал) // Ежегодник-2010. Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 158. 2011. С. 119-121.

Недосекова И.Л., Белоусова Е.А., Шарыгин В.В., Беляцкий Б.В. Lu-Nf изотопные составы цирконов и источники вещества Ильмено-Вишневогорского щелочного комплекса // Глубинный магматизм, его источники и плюмы. 2011. С. 190-215.

Недосекова И.Л., Удоратина О.В., Владыкин Н.В., Прибавкин С.В., Гуляева Т.Я. Петрохимия и геохимия дайковых ультрабазитов и карбонатитов Четласского комплекса (Средний Тиман) // Ежегодник – 2011. Тр. ИГГ УрО РАН, вып. 158. 2011. С. 122-130.

Нечкин Г.С., Ровнушкин М.Ю. Сульфидная околодайковая минерализация на Воронцовском месторождении золота (Ауэрбаховский комплекс, Северный Урал) // Ежегодник 2010, Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. с. 187-190

Нечкин Г.С., Ровнушкин М.Ю. Особенности сульфидной минерализации образований дайкового комплекса Воронцовского золоторудного месторождения (Северный Урал) // Вестник Уральского отделения РМО №8 Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011 с. 88-91

Огородников В.Н., Поленов Ю.А., Сазонов В.Н. Разноформационные гранитные пегматиты и сопряженные метасоматиты метаморфических комплексов Урала как

полигенные и полихронные образования. Екатеринбург: Вестник УрО РМО, № 8, 2011. С. 92-99

Романов А.П., Курбатов И.И., Малич К.Н., Снисар С.Г., Бородина Е.В., Ерыкалов С.П., Кокорин Н.И. Ресурсный потенциал платиновых металлов Западного Таймыра / Платина России. 2011. Т. VII (в печати).

Чащухин И.С., Вотяков С.Л. Окситермобарометрия дунит-клинопироксенитового комплекса массива Светлый Бор, Платиноносный пояс Урала: первые данные // Ежегодник-2010. Тр. ИГГ УрО РАН, вып. 158. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН. 2011. С. 131-134.

Материалы и тезисы совещаний

Азовскова О.Б., Михайлов А.П., Некрасова А.А., Зубков А.И. Особенности формирования золотоносных рудно-россыпных систем в зонах долгоживущих глубинных разломов (на примере Серовско-Маукского разлома, Средний Урал). // II Международный горно-геологический форум «Золото северного обрамления Пацифика». Магадан, 2011. С. 49-50.

Алексеев А.В., Чернецкая М.В. Строение хромитовых рудных зон в дунитах альпинотипных массивов // Металлогения древних и современных океанов. Миасс, 2011. С. 72-75.

Анфимов А.Л., Сорока Е.И. Условия формирования девонских бемитсодержащих надрудных карбонатных пород Североуральского бокситового рудника // Минералогия, петрология и полезные ископаемые Кольского региона. Тр. VIII Всеросс. (с международ. участием) Ферсмановской научной сессии, посвященной 135 летию со дня рождения акад. Д.С. Белянкина. Апатиты, 2011. С. 161-167

Анфимов А.Л., Сорока Е.И., Ярославцева Н.С. Условия формирования рудовмещающей толщи Сафьяновского медноколчеданного месторождения Среднего Урала // Тектоника, рудные месторождения и глубинное строение земной коры: Матер. Всеросс. Науч. Конф. IV Чтения памяти С.Н. Иванова. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. С. 6-10

Анфимов А.Л., Сорока Е.И., Ярославцева Н.С. Фациальные особенности углеродисто-кремнистых пачек в составе рудовмещающей толщи Сафьяновского цинково-медноколчеданного месторождения на Среднем Урале // Биостратиграфия, палеогеография и события в девоне и нижнем карбоне (Международ. подкомиссия по стратиграфии девона / Проект 596 МПГК): Материалы Международной конференции, посвященной памяти Е.А. Елкина. Новосибирск: СО РАН, 2011. С. 18-21

Анфимов А.Л., Сорока Е.И. Условия формирования надрудной толщи известняков месторождений Североуральского бокситового рудника // Концептуальные проблемы литологических исследований в России: Матер. 6 Всероссийского литологического совещания. Казань: КФУ, 2011. Т. I. С. 51-54.

Анфимов А.Л., Сорока Е.И. Генезис углеродисто-кремнистых прослоев в рудовмещающей вулканогенно-осадочной толще Сафьяновского медноколчеданного месторождения (Средний Урал) // Вулканизм и геодинамика: Матер. V Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. С. 474-476.

Грабежев А.И. Изотопно-возрастная и изотопно-геохимическая эволюция медно-порфирировых систем Урала // Тезисы совещания, посвященные 100-летию С.Н.Иванова. Екатеринбург. 2011. С. 45-48.

Дворник Г.П. Морфологические особенности и состав самородного золота из окисленных руд основных формационных типов золоторудных и золотосодержащих месторождений Урала // Проблема минералогии, петрографии и металлогении. Научные

чтения памяти П.Н.Червинского: сб. научн. ст./ Перм. ун-т Пермь, 2011. – Вып. 14.С.151-158

Малич К.Н., Баданина И.Ю. Os-Ir-Ru и Ru-Os-Ir сплавы Гулинского и Кунарского ультраосновных массивов севера Восточной Сибири (состав, источники вещества, генезис) / Тектоника, рудные месторождения и глубинное строение земной коры. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 100-летию С.Н. Иванова (IV Чтения памяти С.Н. Иванова). 2011. Екатеринбург: Институт геологии и геохимии Уральского отделения РАН. С. 161-164.

Молошаг В.П. Геохимия платиноидов в рудах колчеданных месторождений Урала // Металлогения древних и современных океанов-2011. Рудоносность осадочно-вулканогенных и гипербазитовых комплексов. Миасс: ИМин УрО РАН, 2011. С. 148 – 150.

Молошаг В.П. Генетические особенности теллуридной минерализации колчеданных месторождений Урала // Металлогения древних и современных океанов-2011. Рудоносность осадочно-вулканогенных и гипербазитовых комплексов. Миасс: ИМин УрО РАН, 2011. С. 150 - 153.

Мурзин В.В. Золотое оруденение в альпинотипных гипербазитах Урала и проблемы их генезиса// Тектоника, рудные месторождения и глубинное строение земной коры. Материалы Всеросс. Научной конф. С межд. Участием, посвященной 100-летию С.Н.Иванова. Екатеринбург : ИГиГ УрО РАН. 2011. С. 174-177.

Мурзин В.В., Викентьев И.В., Варламов Д.А. Стадийность минералообразования и РТХ-условия формирования Пышминско-Ключевского медно-кобальтового месторождения (Ср. Урал) // Металлогения древних и современных океанов – 2011. Рудоносность осадочно-вулканогенных и гипербазитовых комплексов. Миасс: ИМин УрО РАН, 2011. С. 167-171.

Недосекова И.Л., Владыкин Н.В., Удоратина О.В., Прибавкин С.В. Геохимия и петрохимия карбонатитов и дайковых ультрабазитов Четласского комплекса (Тиман) // Рудный потенциал щелочного, кимберлитового и карбонатитового магматизма. Мат-лы XXVII международной конференции. Минск, 2011. С.141-143.

Нечкин Г.С. Замыкание рудно-магматических систем со скарново-магнетитовым оруденением на габброиды Платиноносного пояса (Урал, Россия) // Тектоника, рудные месторождения и глубинное строение Земной коры. Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 100-летию С.Н. Иванова. Екатеринбург, 2011. С. 184-187. (Публикация тезисов и стендовый доклад).

Нечкин Г.С. Предсубдукционное вулканогенное палеозойское железнакопление Урала // Вулканизм и палеогеодинамика. Материалы V Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии. Екатеринбург, 2011. С. 570-572.

Огородников В.Н., Сазонов В.Н., Поленов Ю.А. Золоторудный кварц Уральских месторождений кварцево-жильного типа // Тектоника, рудные месторождения и глубинное строение земной коры Матер. Всероссийской научной конф.ИГГ УрО РАН, Екатеринбург, 2011. С. 202-205.

Огородников В.Н., Поленов Ю.А. Промышленно-генетические типы кианита на Урале //Матер. Всерос. Совещ. «Минералогия Урала-2011», Миасс, 2011.

Огородников В.Н., Поленов Ю.А. О времени образования уральских месторождений кварцево-жильного типа в свете современных представлений о развитии уральского складчато-надвигового пояса // Уральская минералогическая школа-2011, Екатеринбург, 2011. С. 136-141

Огородников В.Н. Поленов Ю.А., Сазонов В.Н. Онтогенетические типы кварца жил выполнения //Современные проблемы изучения и использования минерально-сырьевой базы кварцевого сырья. Матер. Всерос. Совещ., Миасс, 2011. С. 131-137.

Поленов Ю.А. Огородников В.Н., Сазонов В.Н. Онтогенетические типы гранулированного кварца//Современные проблемы изучения и использования

минерально-сырьевой базы кварцевого сырья. Матер. Всеросс. Совещ., Миасс, 2011. С. 137-142.

Сазонов В.Н., Огородников В.Н. Поленов Ю.А. Три уровня концентрирования золота в черных сланцах Урала и их теоретическая и практическая значимость. // Тектоника, рудные месторождения и глубинное строение земной коры Матер. Всероссийской научной конф. ИГГ УрО РАН, Екатеринбург, 2011. С. 254-256.

Сорока Е.И., Анфимов А.Л., Молошаг В.П., Ярославцева Н.С. Условия формирования углисто-кремнистых пород рудовмещающей толщи Сафьяновского медноколчеданного месторождения, Средний Урал // Уникальные геологические объекты Кольского полуострова: Пирротиновое ущелье. Тр. Всеросс. науч.-практ. Конф. Апатиты, 2011. С. 46-50.

Сорока Е.И., Леонова Л.В., Галеев А.А., Гуляева Т.Я. Высокогнзземистые минеральные ассоциации с диапором в рудных районах Урала // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Сб. матер. науч. Чтений памяти П.Н. Чирвинского. Пермь, 2011. Вып. 14. С. 41-49.

Сорока Е.И., Анфимов А.Л., Главатских С.П., Леонова Л.В., Галахова О.Л. Исследования скрытокристаллического бёмита из бокситов месторождения Красная Шапочка Северного Урала // Минералы: строение, свойства, методы исследований. Матер. III Всеросс. Молодеж. науч. конф. Миасс, 2011. С. 270-273.

Сорока Е.И., Анфимов А.Л., Главатских С.П., Леонова Л.В. Бёмит в бокситах и карбонатных бокситовмещающих породах Североуральского бокситового рудника // Минералогические перспективы. Матер. Международ. Минералог. Семинара, Сыктывкар, 2011. С. 280-281.

Сорока Е.И., Анфимов А.Л., Главатских С.П., Галахова О.Л. Изучение скрытокристаллического бёмита бокситов Североуральского бокситового рудника методом электронной микроскопии // Минералогия Урала – 2011. Сб науч. статей, VI Всеросс. Сов. Миасс, 2011. С. 177-179.

Сорока Е.И., Анфимов А.Л., Ярославцева Н.С. Некарбонатные девонские фораминиферы рудовмещающей толщи Сафьяновского медноколчеданного месторождения (Средний Урал) // Концептуальные проблемы литологических исследований в России: Матер. 6 Всероссийского литологического совещания. Казань: КФУ, 2011. Т. II. С. 286-289.

Сорока Е.И., Анфимов А.Л., Леонова Л.В., Главатских С.П., Галахова О.Л. Бёмит в некоторых бокситах Урала // Двенадцатые Всеросс. науч. Чт. памяти В.О. Полякова, Сб. матер. Миасс, 2011. С. 57-63.

Bodnar R.J. Esposito R. Klebecz R. Klyukin Y.I. Moncada D. Doherty A. Application of the Linkam TS1400X-Y heating stage to melt inclusion studies // Goldschmidt conference abstracts. Prague: Mineralogical Magazine, 2011. С. 540.

Klyukin Y.I., Murzin V.V., Bodnar R.J. Fluid evolution in the Byngi gold deposit, central Urals, Russia // Goldschmidt conference abstracts. Prague: Mineralogical Magazine, 2011. P. 1204.

Klyukin Y.I., Bodnar R.J., Murzin V.V. Characterization of carbonate minerals from the Byngi gold deposit (Middle Urals) and PT-conditions of formation // 16th annual geosciences student research symposium. Blacksburg: Dept. of Geosciences, 2011. P. 19.

Nedosekova I. L., Belousova E. A., and Sharygin V. V. Sources for the Il'meno-Vishnevogorsky Alkaline Complex: Evidence from Lu–Hf Isotopic Data for Zircons // Deep-seated magmatism, its sources and plumes. IRKUTSK. 2011. P. 205-214.

4.4. Сведения об экспедиционных работах – задачи, объекты, полученные результаты; Экспедиционные работы проводились силами трех полевых отрядов:

1) начальник отряда Молошаг В.П. Задачи – Изучение фондовых материалов по Валенторскому и Кабанскому колчеданным месторождениям, а также Тамуньерскому

золоторудному месторождению; описание керна скважин и горных выработок со сбором каменного материала по метасоматитам и рудам. Получены данные по взаимоотношениям и степени золотоносности вкрапленных и сплошных руд указанных месторождений. Отобраны представительные пробы для лабораторных исследований.

2) нач. отряда Огородников В.Н. Задачи – изучение месторождений кианита в гранито-гнейсовых комплексах Ср. и Ю. Урала. В результате работ изучена метаморфическая зональность в Кочкарском метаморфическом комплексе в районе Черноборского гранитного массива, и в обрамлении Борисовского массива, с детальным изучением метасоматической зональности кианитовых кварцитов (Борисовские сопки). В Уфалейском метаморфическом комплексе детально изучена метасоматическая зональность кианитовых кварцитов Егустинского участка. В Сысертско-Ильменогорском комплексе изучены кварцево-жильные тела гранулированного кварца Вязовского месторождения. Изучены кианитовые гнейсы и кианитовые кварциты Шумихинского участка.

3) Начальник отряда Ровнушкин М.Ю. Задача работ – мониторинг геологической ситуации и сбор каменного материала на Воронцовском золоторудном и Тошимском бокситовом месторождениях. В результате работ на Воронцовском месторождении отобраны 78 проб руд и вмещающих пород с гор. 115 – 80м, опробованы фоновые известняки и вулканогенно-осадочные породы за пределами месторождения; опробованы рудные горизонты и надрудная толща карьеров Тошимского бокситового месторождения в объеме 14 проб.

Кроме того, О.Б.Азовской Полевые работы проводились в составе Уральской ГПП ОАО УГСЭ. Задача работ - изучение рудоносных процессов в зоне влияния Серовско-Маукского глубинного разлома. В период полевых работ исследования сосредоточены в пределах Айвинско-Салдинского блока зоны и Богомоловского рудного поля.