

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИНИЦИАТИВНЫМ ГРАНТАМ РФФИ

В 2005 г. в ИГГ УрО РАН велись исследования по 10 инициативным грантам РФФИ, из которых 3 проекта были завершены. Основные результаты исследований по завершившимся грантам суммированы ниже.

Грант № 03-55-64766 «**Каменноугольная система Среднего и Южного Урала и смежных территорий Русской платформы и Западно-Сибирской плиты: биостратиграфия, фации и палеотектоника**» (руководитель проекта чл.-корр. РАН Б.И. Чувашов, исполнители: д.г.-м.н. Э.О. Амон, В.В. Черных, к.г.-м.н. Е.Н. Волчек, Р.М. Иванова, Н.А. Кучева, Т.И. Степанова).

Для решения поставленных в проекте задач пришлось выходить на новый уровень детальности расчленения и корреляции всего полифациального комплекса отложений карбона, что достигалось привлечением новых групп организмов (радиолярии, конодонты), сопоставлением фораминиферовых и брахиоподовых зон, с одной стороны, конодонтовых – с другой, максимально возможной детализацией расчленения и корреляции разрезов. Впервые для Уральско-го региона, да и в глобальном масштабе, мы начали планомерные работы по изотопному датированию важнейших биостратиграфических рубежей. Впервые для региона проведены и планировалось продолжение исследований по поведению стабильных изотопов углерода, кислорода в каменноугольно–пермских отложениях. В программу проекта входит также детальное сопоставление и датировка процессов седиментогенеза и магматизма.

К настоящему времени создана серия опорных разрезов, представляющих важнейшие палеотектонические элементы региона на западном склоне Приполярного, Северного, Среднего и Южного Урала. Расчленение и корреляция разрезов произведены в соответствии с последним вариантом Региональной стратиграфической схемы каменноугольной системы Урала (1993). Отложения среднего и верхнего отделов расчленялись в соответствии с конодонтовой шкалой, разработанной, в значительной мере,

на наших материалах. На восточном склоне Урала опорные разрезы составлены на Среднем и Южном Урале. Турнейско-визейские отложения изучены по серии скважин на территории Тюменско-Кустанайского прогиба. В интервале среднего–верхнего карбона произведен отбор образцов пепловых туфов, получены цирконовые концентраты. Лабораторные исследования проводятся в Геологическом департаменте Университета г. Бойсе (штат Айдахо). За отчетный период получены цифровые характеристики границы карбона и перми и пограничных отложений среднего–верхнего карбона. На основе проведенных исследований сделаны важные и новые по сути выводы о палеотектоническом режиме каменноугольного периода, особенностях седиментогенеза и магматизма.

Полученные за отчетные периоды результаты можно объединить в следующие разделы:

1) биостратиграфия; 2) изотопные исследования; 3) магматизм; 4) палеотектоника.

По разделу «**биостратиграфия**» – создана сеть опорных разрезов карбона на территории востока Русской платформы, Предуральского краевого прогиба и Западно-Уральской складчатой зоны, восточного склона Урала, Тюменско-Кустанайского прогиба Западно-Сибирского мегабассейна. Изученные разрезы расчленены на основании фораминифер, радиолярий, брахиопод и конодонтов. Наиболее существенные результаты в смысле детализации и биостратиграфии получены по среднему-верхнему карбону на западном склоне Урала и по визейско-башкирской части разреза на восточном склоне Урала. В значительной мере заново проработан материал по стратиграфии турне-визе Тюменско-Кустанайского прогиба. Изучение верхнекаменноугольных отложений Предуральского прогиба позволило разработать скоррелированную по фузулинидам, радиоляриям и конодонтам биостратиграфическую шкалу и предложить в качестве кандидатов в Международную стратиграфическую шкалу стратотипы нижних границ московского, касимовского и гжельского ярусов. Стратотипом нижней границы московского яруса может рассматриваться разрез «Ключ» на

восточном клоне Урала, нижняя граница касимовского яруса может быть предложена в разрезе «Дальний Тюлькас» в окрестностях с. Красноусольский в Башкирии, основание гжельского яруса хорошо охарактеризовано фузулинидами и конодонтами в разрезе «Усолка» [Черных, Чувашов, 2006]. Все указанные разрезы содержат многочисленные прослои пепловых туфов, что допускает изотопную датировку этих биостратиграфических границ U-Pb методом по цирконам. Такая работа уже ведется.

Изотопные исследования в отчетный период велись в двух направлениях. Прежде всего, внимание было обращено на датировку **важнейших (ярусных) биостратиграфических рубежей**. С этой целью в отчетный период были отобраны и предварительно обработаны с получением цирконовых концентратов пробы пепловых туфов из стратиграфического интервала среднего – верхнего карбона и получены следующие цифры. Верхняя граница каменноугольной системы датирована в разрезе «Усолка» в районе курорта Красноусольский. Здесь, в основании конодонтовой зоны *isolatus*, определяющей нижнюю границу пермской системы, получены значения абсолютного возраста в $300 \pm 0,3$ млн лет. Этот материал был доложен на Каменноугольно-пермском международном конгрессе в Голландии (2003) и на Международном геологическом конгрессе в Италии (Флоренция, 2004). В 2005 г. были получены следующие цифры: в разрезе «Дальний Тюлькас» в 7 км севернее разреза «Усолка», в 3 м ниже границы касимовского яруса в прослое пеплового туфа – $307 \pm 0,2$ млн лет. В 2,3 м выше по цирконам из следующего пеплового прослоя получено значение возраста – $305 \pm 0,2$ млн лет. Последняя цифра или датирует московско-касимовскую границу или максимально приближена к ней. Эти результаты будут опубликованы в ближайшее время.

Второе направление изотопных исследований касалось поведения стабильных изотопов кислорода и углерода. Прежними исследованиями (до 2000 г.) было установлено, что выше границы серпуховского яруса наблюдается заметный сдвиг содержания обоих изотопов, что интерпретировалось как результат глобального понижения температуры мирового океана. В процессе выполнения проекта РФФИ интервал этого сдвига в конкретных разрезах западного склона был проанализирован на предмет характера изменения биоты. Оказалось, что в ряде разрезов в нижней части башкирского яру-

са на протяжении 20 м практически отсутствуют брахиоподы [Кучева, 2006], а остальные группы организмов характеризуются крайним таксономическим однообразием. Эта часть разреза отличается и своей литологией. Эти факты можно считать подтверждением правильности интерпретации причин сдвига в содержании изотопов кислорода и углерода. Исследования в направлении анализа развития биоты начала башкирского века будут продолжены.

С 2005 г. начались планомерные исследования поведения стабильных изотопов С и О в пограничных (гжельских) и нижнепермских отложениях западного склона Урала. Главным материалом для изотопных исследований служат раковины брахиопод, содержащие слои радиально-лучистого кальцита, в меньшей мере будет использован карбонат – микрит. В полевой сезон 2005 г. собран обширный раковинный материал из разрезов верхнего карбона и нижней западного склона Урала. Материал отбирался с участием проф. А.М. Университета штата Техас Т. Янси, который является специалистом по брахиоподам карбона и перми, а также много лет участвует в изотопных исследованиях. Собранная коллекция была тщательно изучена в Институте геологии и геохимии в Екатеринбурге, с целью определения пригодности материала для изотопного анализа, при этом были выполнены таксономические определения. Рафинированная коллекция отправлена в США для лабораторных работ.

Магматизм. Получены следующие результаты. Наличие многочисленных прослоев пепловых туфов в башкирско-московских отложениях на территории восточного склона Урала, в башкирских, московских, касимовских и гжельских отложениях Западноуральской складчатой зоны и Предуральского прогиба позволяет по-иному оценить масштабы вулканической деятельности в позднем палеозое. Ранее считалось, что на восточном склоне Урала вулканические процессы полностью затухали к этому времени. На западном склоне Урала такие явления просто не предполагались. В более древних турнейско-серпуховских отложениях проявления магматизма приурочено к грабеновым структурам и в наибольшей степени локализовано в турнейско-нижневизейском интервале разреза, где присутствуют субвулканические тела долеритов и габбро-долеритов, эффузивы базальтового состава [Волчек, 2005]. Перемежаемость этих тел с палеонтологически охарак-

теризованными морскими осадками позволяет с достаточной точностью установить время их образования. Породы каменноугольной системы содержат также разнообразные дайковые (силловые) комплексы, из которых наиболее интересны разные по мощности (от 2 м до 35 м) силлы гранит-порфиоров. Наиболее молодые из них залегают внутри палеонтологически датированных карбонатов московского яруса. В большинстве случаев гранит-порфиры контактируют с карбонатами и терригенными породами нижнего карбона, реже фамена. В текущем году отобраны крупногабаритные пробы гранит-порфиоров для определения их изотопного возраста.

Палеотектоника. На обширном авторском фактическом материале, фондовых и опубликованных сведениях получены научно обоснованные выводы о геологическом развитии территории в соответствии с тремя геодинамическими режимами. Первый из них в значительной степени был унаследован от позднего девона и охватывает в каменноугольный период турнейский век и раннее визе (при двухчленном делении яруса). Этот период характеризуется наличием сложной грабеново-горстовой палеотектонической системы с формированием большого фациального разнообразия типов разрезов – от мелководных существенно карбонатных до псевдоабиссальных. Осадкообразование происходило в условиях растяжения и неравномерного разнонаправленного движения отдельных блоков. На восточном склоне Урала и в Западной Сибири этот период времени характеризуется вспышкой вулканической деятельности, внедрением габбро-долеритов и дайковых комплексов. Следующий геодинамический этап можно назвать периодом тектонической стабилизации. К концу раннего визе произошло выравнивание рельефа, затухание вулканизма и формирование однообразной толщи мелководных по происхождению карбонатов, образующей к середине башкирского века две мощные и протяженные карбонатные платформы, одна из которых занимала колоссальные пространства востока Русской платформы и Западного Урала, а другая – восточный склон Урала и примыкающие территории Западной Сибири. Эти платформы были разобщены относительно узкой полосой осадков Главного Уральско-Рифта (ГУР) – относительно глубоководными глинисто-карбонатными, иногда кремнистыми осадками сравнительно небольшой мощности. Отложения ГУР сохранились фрагментарно на Но-

вой Земле, Пай-Хое, Лемвинской СФЗ, южной части Уфимского амфитеатра и Сакмарской СФЗ. Заключительный геодинамический этап – тектонического сжатия – на большей части территории начинается во второй половине башкирского века, охватывает касимовский и гжельский века позднего карбона и всю раннепермскую эпоху. Во второй половине башкирского века произошло разделение единого раннекаменноугольного бассейна на западное Приуральское и Волго-Камское моря и Восточно-Уральский Залив. Первый и второй геодинамические этапы можно охарактеризовать как время проявления германотипной тектоники. Третий геодинамический этап обнаруживает все признаки проявления альпинотипной тектоники.

Выводы, имеющие выход в практику. В период выполнения проекта было завершено обоснование существования Южно-Уральского позднепалеозойского фосфоритоносного бассейна, начальная фаза развития которого пришлось на московский–гжельский века каменноугольного периода. В серии статей [Чувашов, Яковлева, 2005, 2006 и более ранние работы] охарактеризованы основные типы фосфатопоявлений и месторождений, показана их связь с конкретными фациальными зонами, определен точный возраст, намечены наиболее перспективные для промышленного освоения типы фосфатопоявлений и площади их распространения.

Основные результаты исследований по проекту опубликованы в работах:

Афанасьева М.С., Амон Э.О., Чувашов Б.И., Черных В.В. Соотношение между фораминиферовой, конодонтовой зональными шкалами и слоями с радиоляриями в верхнем палеозое Прикаспия и Южного Урала // Современные вопросы геологии. 12 Всероссийский семинар по радиоляриям. М.: Научный мир, 2003. С. 287-291.

Волчек Е.Н. К характеристике магматогенных пород верхнего девона-нижнего карбона р. Камышенка (бассейн р. Исеть, восточный склон Среднего Урала) // Ежегодник-2004. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2005. С. 120-122.

Иванова Р.М. Граница нижнего и верхнего визе по фораминиферам в карбонатных фациях Тюменско-Кустанайского прогиба // Ежегодник-2004. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2005. С. 21-24.

Кучева Н.А. Зональное распространение брахиопод в каменноугольных отложениях разреза «Сокол» (западный склон Среднего Урала) // Ежегодник-2005. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2006. В печати.

Степанова Т.И., Кучева Н.А. Разрез «Худолаз» – стратотип горизонтов субрегиональной схемы нижнекаменноугольных отложений восточного склона Урала // Литосфера. 2006. № 1. В печати.

Черных В.В., Чувашов Б.И. Нижняя граница гжельского яруса по конодонтам // Ежегодник- 2005. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2006. В печати.

Чувашов Б.И. Сравнительная характеристика позднепалеозойского (варисийского) вулканизма Урала и вулканической активности в варисийских подвижных поясах Западной и Центральной Европы // Вулканизм и геодинамика. Материалы II Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. С. 938-945.

Чувашов Б.И. Позднепалеозойские магматические породы на восточном склоне Среднего Урала // Путеводитель геологических экскурсий. Материалы научной конференции «IX чтения А.Н. Заварицкого». Екатеринбург: УрО РАН, 2003. С. 3-63.

Чувашов Б.И. Палеозойские рифовые системы Уральского подвижного пояса, Русской платформы и Западной Сибири // Международное совещание «Геология рифов». Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 192-196.

Чувашов Б.И., Яковлева Л.П. Позднепалеозойский южноуральский фосфоритоносный бассейн: история развития, основные типы фосфатопоявлений, их фациальная и стратиграфическая позиция // Литология и полезные ископаемые. В печати.

Afanasyeva M.S., Amon E.O. Biostratigraphic zonality based on radiolarians of Carboniferous deposits in the Eastern Europe // XV International Congress on Carboniferous and Permian stratigraphy. Utrecht, Netherlands. 2003. P. 5-8.

Chuvashov B.I., Ivanova R.M., Chernykh V.V., Amon E.O. Carboniferous System of the Urals Mobile Belt: biostratigraphy, facies and paleotectonics // XV International Congress on Carboniferous and Permian stratigraphy. Utrecht, Netherlands. 2003. P. 99-102.

Menning M., Schneider J.W., Chuvashov B.I. et al. Devonian-Carboniferous-Permian Correlation Charts 2003. (DCP – 2003) // XV International Congress on Carboniferous and Permian stratigraphy. Utrecht, Netherlands. 2003. P. 350-351.

Ramezani J., Davydov V.I., Northrup C.I., Bowring S.W., Chuvashov B.I. et al. Volcanic ashes in the Upper Paleozoic of the Southern Urals. Opportunities for high-precision calibration of the Upper Carboniferous-Lower Permian // XV International Congress on Carboniferous and Permian stratigraphy. Utrecht, Netherlands. 2003. P. 431-432.

Грант 03-05-64121 «Палеогеография и основные этапы развития вендского седиментационного бассейна области сочленения Русской платформы и Урала»

Руководитель проекта д.г.-м.н. А.В. Маслов, исполнители: к.г.-м.н. М.Т. Крупенин, к.г.-

м.н. Г.А. Петров, аспирант А.Ю. Корнилова (все – ИГГ УрО РАН, г. Екатеринбург), д.г.-м.н. В.Н. Подковыров (ИГГД РАН, г. Санкт-Петербург), к.г.-м.н. Э.З. Гареев (УНЦ РАН, г. Уфа), к.г.-м.н. М.В. Ишерская (ИГ УНЦ РАН, г. Уфа), к.г.-м.н. В.Г. Оловянишников (ИГ КомиНЦ УрО РАН, г. Сыктывкар).

Главными задачами проекта являлись: 1) анализ моделей стратиграфического расчленения и корреляции вендских осадочных последовательностей западного склона Южного и Среднего Урала, Волго-Уральской области и Мезенской синеклизы; 2) ревизия, сбор и систематизация информации о первичных седиментационных признаках терригенных пород венда, вскрытых скважинами на территории Камско-Бельской и Верхнекамской впадин и Мезенской синеклизы с целью реконструкции обстановок осадконакопления и создания базовых седиментационных моделей; 3) детальное седиментологическое изучение разрезов венда Южного и Среднего Урала в целях расшифровки обстановок накопления отложений и реконструкции взаимоотношений между слагающими их крупными осадочными комплексами различного состава и генезиса; 4) создание представительных коллекций аргиллитов и глинистых сланцев из типовых разрезов венда, а также ассоциирующих с ними магматических пород, и проведение их исследования методом ICP-MS в целях построения по наименее подвижным компонентам генетических и дискриминантных диаграмм, позволяющих реконструировать основные параметры среды осадкообразования и геодинамические обстановки; 5) изучение вещественного состава тонкозернистых алюмосиликокластических пород из основных литостратиграфических подразделений венда для реконструкции палеоклимата в областях размыва и особенностей среды осадконакопления; 6) поиск объектов для изотопного датирования осадочных последовательностей венда Среднего Урала; 7) построение литолого-палеогеографических карт для различных интервалов раннего и позднего венда; 8) анализ основных тенденций изменения химического состава терригенных пород; 9) реконструкция состава источников сноса и их эволюции на базе данных о соотношениях индикаторных элементов, спектров РЗЭ и другой геохимической информации. Изучение Sm-Nd изотопных систем тонкозернистых терригенных пород в целях определения модель-

ного возраста источников сноса; 10) создание мультидисциплинарной модели эволюции процессов седиментогенеза, изменения палеогеографических, палеоклиматических и палеогеодинамических обстановок, вариаций состава источников сноса для седиментационного бассейна, существовавшего в венде в восточном и северо-восточном сегментах Русской платформы и западной мегазоны Урала.

Основные результаты проекта могут быть суммированы следующим образом.

Впервые выполнена оценка степени зрелости тонкой алюмосиликокластики в разрезах венда Мезенской и Шкаповско-Шиханской впадин, а также Кваркушско-Каменногорского мегантиклинория и на этой основе дана оценка палеоклиматических обстановок накопления отложений.

Впервые палеонтологическими данными обосновано наличие в позднем венде единого биогеографического ареала расселения беломорской биоты на северо-востоке Восточно-Европейской платформы (от побережья Белого моря через Мезенскую впадину до Среднего Урала).

Впервые созданы изотопно-геохимические модели формирования отложений венда Шкаповско-Шиханской впадины, северо-запада Мезенской впадины и Кваркушско-Каменногорского мегантиклинория.

Впервые датированы цирконы из пепловых туфов, обнаруженных Д.В. Гражданкиным (ПИН РАН, г. Москва) в ходе выполнения совместных исследований разрезов сыльвицкой серии Кваркушско-Каменногорского мегантиклинория. До наших исследований для отложений сыльвицкой серии геохронологические данные вообще отсутствовали, и долгое время рядом исследователей возраст пород серии считался палеозойским.

Впервые создан региональный банк прецизионных геохимических данных (42-52 химических элемента, метод ICP-MS) по аргиллитам и глинистым сланцам из различных осадочных последовательностей венда, известных на северо-востоке и востоке Восточно-Европейской платформы и в западной мегазоне Урала. Этот банк данных может быть использован для решения ряда фундаментальных проблем осадочной геологии.

Новыми и в значительной мере отличающимися от существовавших ранее являются результаты изучения первичных текстурно-структурных особенностей отложений каировской и

шкаповской серий венда в Шкаповско-Шиханской впадине.

Существенный шаг сделан в понимании строения отложений чернокаменной свиты – основного по мощности литостратиграфического подразделения сыльвицкой серии Среднего Урала, вмещающего на многих уровнях разнообразные отпечатки мягкотелых организмов.

Впервые на Среднем Урале описаны многочисленные и разнообразные мягкотелые организмы, принадлежащие беломорской биоте эдикарского типа. Выполнен анализ фациальной приуроченности остатков и установлены закономерности вертикальной смены комплексов остатков разного типа.

Впервые для отложений венда Кваркушско-Каменногорского мегантиклинория проведен анализ геохимических особенностей тонкозернистых терригенных образований и рассмотрены вариации в координатах «условного времени» таких индикаторных отношений как La/Sc , Th/Sc , La_N/Yb_N , $LREE/HREE$, Eu/Eu^* , Gd_N/Yb_N , Th/Cr и др., что позволило провести мониторинг состава размывавшейся в источниках сноса верхней континентальной коры.

Геохимическими методами выполнена реконструкция палеосолености вендского бассейна.

Построены седиментационно-палеогеографические модели накопления отложений ряда литостратиграфических подразделений венда в Шкаповско-Шиханской и Мезенской впадинах, а также для западного склона Среднего Урала.

Основные результаты исследований по проекту опубликованы в работах:

Маслов А.В., Оловянишников В.Г., Подковыров В.Н., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Ишерская М.В., Петров Г.А. Вендские осадочные последовательности области сочленения Русской платформы и Урала: мультидисциплинарный подход к реконструкции особенностей формирования // Эволюция внутриконтинентальных подвижных поясов: тектоника, магматизм, метоморфизм, седиментогенез, полезные ископаемые. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2003. С. 36-39.

Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Петров Г.А. К оценке редокс-обстановок рифейских и вендских бассейнов осадконакопления западного склона Урала // Литосфера. 2003. № 2. С. 75-93.

Маслов А.В. Тектурные особенности пород усть-сыльвицкой свиты верхнего венда в типовом разрезе: к интерпретации условий формирования // Ежегодник-2002. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2003. С. 65-69.

Маслов А.В., Гражданкин Д.В., Крупенин М.Т. Седиментационные особенности пород и условия

формирования осадочных последовательностей нижней подсвиты чернокаменной свиты венда в бассейне р. Сыльвица // Ежегодник-2002. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2003. С. 70-82.

Оловянишников В.Г. Геологическая эволюция тиманид северо-востока Европейской платформы // Магматизм на пассивных окраинах Родины. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2003. С. 14-16.

Петров Г.А. Комплексы допалеозойской рифтогенной пассивной континентальной окраины на Среднем Урале // Магматизм на пассивных окраинах Родины. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2003. С. 23-25.

Маслов А.В., Оловянишников В.Г. Условия формирования, состав и эволюция источников сноса осадочных последовательностей верхнего венда северо-востока Русской платформы (по геохимическим данным) // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Пермь: Пермский госуниверситет, 2004. С. 68-73.

Maslov A.V. Riphean and Vendian sedimentary sequences of the Timanides and Uralides, the eastern periphery of the East European Craton // Gee D.G & Pease V.L. (eds) 2004. The Neoproterozoic Timanide Orogen of Eastern Baltica. Geological Society, London, Memories, 30. P. 19-35.

Маслов А.В., Оловянишников В.Г. Геохимические особенности аргиллитов верхнего венда северо-востока Русской платформы как индикаторы состава и эволюции источников сноса (предварительные данные) // Ежегодник-2003. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. С. 104-118.

Маслов А.В., Ишерская М.В. Петро- и геохимические особенности аргиллитов верхнего венда Шкаповско-Шиханской впадины как индикаторы условий их формирования, состава и эволюции источников сноса (предварительные данные) // Ежегодник-2003. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. С. 87-103.

Маслов А.В., Гражданкин Д.В., Крупенин М.Т. Чернокаменная свита бассейна р. Усьва на Среднем Урале (особенности строения, седиментология, условия формирования) // Ежегодник-2003. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. С. 65-86.

Маслов А.В., Оловянишников В.Г., Крупенин М.Т., Ишерская М.В. Микроэлементы в глинистых сланцах венда Мезенской и Шкаповско-Шиханской впадин и западной мегазоны Урала как показатель состава и возраста размывавшегося субстрата // Геология и полезные ископаемые западного Урала. Пермь: Пермский госуниверситет, 2004. С. 20-23.

Петров Г.А., Маслов А.В., Ронкин Ю.Л. Новые данные о геохимии верхнерифейских и вендских магматических комплексов западного склона Среднего Урала // Геология и полезные ископаемые западного Урала. Пермь: Пермский госуниверситет, 2004. С. 39-42.

Маслов А.В., Крупенин М.Т., Петров Г.А., Корнилова А.Ю. Sr/Ni и Ti/Nb как индикаторы состава источников сноса: тонкозернистая алюмосиликокластическая серебрянской и сыльвицкой серий западного

склона Среднего Урала // Геология и металлогения ультрамафит-мафитовых и гранитоидных интрузивных ассоциаций складчатых областей. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. С. 476-479.

Петров Г.А., Маслов А.В., Ронкин Ю.Л. Новые данные по геохимии вендских магматических комплексов Кваркушско-Каменногорского мегантиклинория (Средний Урал) // Геология и металлогения ультрамафит-мафитовых и гранитоидных интрузивных ассоциаций складчатых областей. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. С. 225-229.

Оловянишников В.Г. Геологическое развитие Северного Тимана и п-ова Канин. Сыктывкар: Геопринт, 2004. 80 с.

Корнилова А.Ю., Бушарина С.В., Сапожникова Н.Г. О составе «пепловых» прослоев из отложений сыльвицкой серии в бассейне р. Усьва (Средний Урал) // Геология и металлогения ультрамафит-мафитовых и гранитоидных интрузивных ассоциаций складчатых областей. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. С. 471-476.

Маслов А.В., Петров Г.А., Крупенин М.Т. Серебрянская серия Среднего Урала: к реконструкции состава размывавшейся верхней коры по геохимическим данным // Известия Уральского государственного горного университета. 2004. № 19. С. 33-41.

Маслов А.В., Корнилова А.Ю. К реконструкции палеосолёности седиментационного бассейна, существовавшего в венде в области сочленения Русской платформы и Среднего Урала: предварительные данные // Ежегодник-2004. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2005. С. 68-72.

Маслов А.В., Ишерская М.В. Генетическая интерпретация вариаций некоторых петро- и геохимических параметров аргиллитов в разрезе венда Шкаповско-Шиханской впадины // Ежегодник-2004. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2005. С. 87-97.

Маслов А.В., Гражданкин Д.В., Крупенин М.Т., Корнилова А.Ю. Строение разрезов и фациальные особенности отложений венда в бассейне р. Межевая Утка (западный склон Среднего Урала) // Ежегодник-2004. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2005. С. 73-87.

Петров А.Г., Маслов А.В., Ронкин Ю.Л., Крупенин М.Т. Новые данные по геохимии и возрасту допалеозойских магматических комплексов Кваркушско-Каменногорского мегантиклинория (Средний Урал) // Ежегодник-2004. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2005. С. 274-283.

Маслов А.В., Крупенин М.Т., Корнилова А.Ю. Геохимические особенности литокристаллокластических туфов из чернокаменной свиты сыльвицкой серии венда: предварительные данные // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Пермь: Пермский гос. университет, 2005. С. 175-181.

Маслов А.В., Ишерская М.В., Крупенин М.Т., Горбунова Н.П., Гуляева Т.Я., Ятлук Г.М. Вещественный состав и литохимические особенности аргилли-

тов верхнего венда Шкаповско-Шиханской впадины // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Пермь: Пермский гос. университет, 2005. С. 168-175.

Маслов А.В. Этапы эволюции поздневендского седиментационного бассейна на северо-востоке палеоконтинента Балтика // Геология морей и океанов. М.: ГЕОС, 2005. С. 219-220.

Маслов А.В., Ронкин Ю.Л., Крупенин М.Т., Петров Г.А., Корнилова А.Ю., Лепихина О.П., Попова О.Ю. Систематика редкоземельных элементов и модельный возраст Nd в аргиллитах венда западного склона Среднего Урала // Докл. АН. 2005. Т. 401. № 5. С. 668-672.

Гражданкин Д.В., Маслов А.В., Мاستилл Т.М.Р., Крупенин М.Т. Беломорская биота эдиакарского типа на Среднем Урале // Докл. АН. 2005. Т. 401. № 6. С. 784-788.

Гражданкин Д.В., Подковыров В.Н., Маслов А.В. Палеоклиматические обстановки формирования верхневендских отложений Беломорско-Кулойского плато (юго-восточное Беломорье) // Литология и полезн. ископаемые. 2005. № 3. С. 267-280.

Маслов А.В., Ишерская М.В. Обстановки накопления терригенных отложений верхнего венда Волго-Уральской области: старопетровская свита Шкаповско-Шиханской впадины // Литосфера. 2005. № 1. С. 41-69.

Петров Г.А., Маслов А.В., Ронкин Ю.Л. Допалеозойские магматические комплексы Кваркушско-Каменногорского антиклинория (Средний Урал): новые данные по геохимии и геодинамике // Литосфера. 2005. № 4. С. 42-69.

Маслов А.В., Ишерская М.В., Ронкин Ю.Л., Крупенин М.Т., Горбунова Н.П., Гуляева Т.Я., Лепихина О.П., Попова О.Ю., Ятлук Г.М. Условия формирования вендских отложений Шкаповско-Шиханской впадины по данным изучения литогеохимических особенностей аргиллитов // Литология и полезн. ископаемые. В печати

Маслов А.В., Ишерская М.В. Вариации Eu/Eu* в аргиллитах венда Волго-Уральской области и трассирование границы редкинского и котлинского горизонтов // Стратиграфия. Геол. корреляция. В печати.

Маслов А.В., Ронкин Ю.Л., Крупенин М.Т., Петров Г.А., Корнилова А.Ю., Лепихина О.П. Некоторые геохимические особенности тонкозернистых терригенных пород венда западного склона Среднего Урала и палеогеодинамические реконструкции // Отечественная геология. В печати.

Маслов А.В., Ишерская М.В., Оловягининых В.Г., Подковыров В.Н., Гареев Э.З. Лито-фациальные комплексы в разрезах венда востока, северо-востока и севера Восточно-Европейской платформы и западной мегазоны Урала // Республиканская научно-практическая геологическая конференция. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2006. В печати.

Маслов А.В., Подковыров В.Н., Гражданкин Д.В. Палеоклиматические реконструкции для позднего венда: скв. 1000 Тучкино Беломорско-Кулойского плато // Республиканская научно-практическая геологическая конференция. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2006. В печати.

Маслов А.В., Гражданкин Д.В., Ронкин Ю.Л., Мизенс Г.А., Матуков Д.И., Крупенин М.Т., Петров Г.А., Корнилова А.Ю., Пресняков С.Л., Лепихина О.П., Попова О.Ю. Пепловые туфы в отложениях сыльвицкой серии верхнего венда (Кваркушско-Каменногорский мегантиклинорий, Средний Урал) // Литосфера. В печати.

Маслов А.В., Ронкин Ю.Л., Крупенин М.Т., Петров Г.А., Корнилова А.Ю., Лепихина О.П., Попова О.Ю. Систематика редкоземельных элементов, Th, Hf, Sc, Co, Cr и Ni в глинистых породах серебрянской и сыльвицкой серий венда западного склона Среднего Урала – инструмент мониторинга состава источников сноса // Геохимия. В печати.

Грант 03-05-64206 «**Метасоматиты Скарновых систем, связанных с диоритовым магматизмом: типизация, состав и условия формирования (на примере Турьинских и Гумешевского рудников, Урал)**». Руководитель проекта д.г.-м.н. А.И. Грабежев, исполнители: к.г.-м.н. В.П. Молошаг, В.Г. Кржиwickая, Г.В. Пальгуева, В.Г. Гмыра.

Основной результат работ по данному проекту заключается в типизации медно-скарновых месторождений (на примере Урала) на два главных генетических типа – собственно магнетит-медно-скарновый (Турьинское рудное поле) и магнетитсодержащий скарново-медно-порфировый (Гумешевское рудное поле), отличающихся по многим параметрам. Ранее медно-скарновые месторождения рассматривались в объеме единой уральской классической медно-магнетит-скарновой формации Урала. Такая генетическая типизация медно-скарновых месторождений имеет принципиальное значение в прогнозно-металлогеническом плане, так как скарново-медно-порфировые месторождения могут иметь очень крупные размеры и могут сопровождаться другими типами оруденения (в т.ч. в слабо эродированных блоках – золото-порфировым, полиметаллическим). В прикладном плане существенное значение может иметь генетическая типизация и соответственно оценка масштабов медного оруденения в пределах слабо изученных многочисленных медно-магнетит-скарновых рудопоявлений пограничной

зоны Тагильской вулканогенной и Восточно-Уральской сиалической зон.

Рассматриваемые типовые месторождения – собственно медно-скарновое (Промежуточное месторождение Турьинского рудного поля) и скарново-медно-порфировое (Гумешевское месторождение) существенно отличаются по составу метасоматитов и условиям формирования. В данном ряде наблюдается смена эндоскарнов пироксен-гранатовой фации низкотемпературной амфиболсодержащей эпидот-гранатовой фацией (и эпидозитами). На скарново-медно-порфировом месторождении резко возрастает роль ретроградных процессов, особенно этапа кислотного выщелачивания. Различия связаны с уменьшением в данном направлении температуры гидротермального минералообразования и увеличением фугитивности кислорода, кислотности процесса, что определяется петрохимическими различиями материнских малых интрузий. На Промежуточном месторождении наиболее сильно выражена только позднескарновая объемная и трещинная андрадитизация первичного граната пироксен-гранатовых скарнов (с возрастанием железистости первичных минералов от Adr_{10-40} до Adr_{40-70} и от Hd_{8-20} до Hd_{20-44}). На Гумешевском месторождении наблюдается исключительное разнообразие метасоматитов ретроградного этапа и интенсивнейшее их проявление. Установлены и детально изучены многие типы метасоматитов, в том числе впервые выделенные гидроксилэллестадитовые и тоберморит-плумбиеритовые, сопровождающиеся обширным списком редких и новых минералов системы $\text{Si-Ca-CO}_3\text{-SO}_4\text{-OH-H}_2\text{O}$. Месторождение является показательным примером минералообразования, связанного с масштабным перераспределением компонентов в скарновый и ретроградный этапы при привносе серы, меди и, возможно, железа из внешнего источника. Кальциты Гумешевского месторождения образуют отчетливый тренд на диаграмме $^{13}\text{C}-^{18}\text{O}$ от мрамора в сторону «магматического» кальцита. Впервые установлена хорошая прямая зависимость ($r = 0.97$) между величиной ^{13}C и $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ отношением в карбонатах из жил выполнения. График позволяет сделать интересные выводы об источниках вещества и динамике эволюции флюида, однозначно свидетельствуя о поступлении в период образования карбонатных жил новой порции ювенильного флюида, смешении нескольких изотопных резервуаров (ювенильного и мрамора) при преимущественно местном источ-

нике углерода, стронция. Указанная зависимость может существовать, если на изотопный состав углерода существенно не влияли (помимо деплетирования при взаимодействии флюида с мрамором), другие факторы, приводящие к фракционированию углерода. Поступившая к периоду жилообразования новая порция ювенильного флюида после смешения уже более не реагировала с диоритами (что подтверждается и отсутствием околожильных изменений), ибо в противном случае вышеуказанная линейная зависимость не должна проявиться. Изотопный состав серы сульфидов ($^{34}\text{S}=0\pm 2\text{‰}$) отвечает ювенильному источнику. Детально изучены составы карбонатов и силикатов. По кальцит-доломитовому геотермобарометру температура образования и дальнейшей перекристаллизации (при сульфидообразовании) карбонатов варьировала от 350-460 до 200 °C, а давление от 1,4 до 0,4 кбар. Рудоносные гранитоиды характеризуются почти одинаковым низким уровнем содержания редких земель (других малых элементов по ICP-MS) и их распределением, близким к островодужным андезитам. До сих пор считалось, что магнетит-медно-скарновые Турьинские рудники являются северным продолжением скарново-магнетитовых месторождений, окружающих монцитонитовый Ауэрбаховский массив, который принимается за центр этой единой рудно-магматической. Наблюдается резкое различие гранитоидов этих двух рудных полей по составу. Гораздо более высокое (в 3-5 раз) содержание редких земель в монцитонитах Ауэрбаховского массива, по сравнению с ранее внедрившимися диоритами Турьинских рудников, не позволяет относить их к ряду дифференциации одного глубинного рудно-магматического источника. Таким образом, Турьинские медные рудники и примыкающие к ним с юга Ауэрбаховские скарново-магнетитовые месторождения, отвечают различным последовательно развивающимся рудно-магматическим системам соответственно эмс-нижнеэфельского и нижнеэфельского возраста.

Основные результаты исследований по проекту опубликованы в работах:

Грабежев А.И. Скарны Гумешевского скарново-медно-порфирового месторождения (Средний Урал) // Петрология. 2004. № 2. С. 176-190.

Грабежев А.И. Подрудные метасоматиты цинк-медно-колчеданных месторождений Урала (на

примере Гайского и Сафьяновского месторождений) // Литосфера. 2004. № 4. С. 76-88.

Грабежес А.И., Гмыра В.Г., Пальгуева Г.В. Гидроксилэлластадитовые метасоматиты из Гумешевского скарново-медно-порфирового месторождения (Средний Урал) // Докл. АН. 2004. Т. 394. № 5. С. 659-661.

Грабежес А.И., Сотников В.И., Белгородский Е.А., Мурзин В.В., Молошаг В.П. Кислотное выщелачивание в скарново-медно-порфировых системах: Тарутинское месторождение, Южный Урал) // Геология рудных месторождений. 2004. № 6. С. 510-523.

Грабежес А.И., Мурзин В.В., Сотников В.И., Боровиков А.А., Гмыра В.Г., Пальгуева Г.В. Карбонаты из метасоматитов и жил Гумешевского скарново-медно-скарнового месторождения (Средний Урал): состав и геотермобарометрия // Записки ВМО. 2005. № 4. С. 15-27.

Грабежес А.И. Скарново-медно-порфировое оруденение Среднего Урала // Эволюция внутриконтинентальных подвижных поясов. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2003. С. 162-164.

Грабежес А.И., Мурзин В.В., Молошаг В.П., Вигорова В.Г., Пальгуева Г.В., Гмыра В.Г. Тальк-сульфидно-карбонатные метасоматиты Гумешевского месторождения // Ежегодник-2003. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2004. С. 319-324.

Грабежес А.И., Мурзин В.В., Прибавкин С.В., Бородин Н.С., Гмыра В.Г., Пальгуева Г.В. Тиллеит и валлериит из Гумешевского месторождения (Средний Урал) // Вестник Уральского отделения ВМО. Екатеринбург. 2004. № 3. С. 18-22.

Грабежес А.И., Прибавкин С.В., Сустанов С.Г., Бородин Н.С., Гмыра В.Г., Пальгуева Г.В. Гидроксилэлластадит и фукалит из Гумешевского месторождения (Средний Урал) // Вестник Уральского отделения ВМО. 2004. № 3. С. 10-17.

Грабежес А.И., Шардакова Г.Ю. Петрохимические особенности рудоносных гранитоидов медно-скарновых месторождений Урала // Геология и металлогения ультрамафит-мафитовых и гранитоидных ассоциаций складчатых областей. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2004. С. 428-432.

Грабежес А.И. Медно-скарновые месторождения Урала // Скарны, их генезис и рудоносность (Fe, Cu, Au, W, Sn ...). Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2005. С. 25-33.

Грабежес А.И., Гмыра В.Г., Вигорова В.Г., Пальгуева Г.В. Гранаты из скарнов Гумешевского и Тарутинского скарново-медно-порфировых месторождений // Вестник Уральского отделения ВМО. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2005. № 3. С. 55-60.

Грабежес А.И., Пальгуева Г.В. Ретроградные метасоматиты Гумешевского месторождения // Ежегодник-2004. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2005. С. 334-338.

Грабежес А.И., Сотников В.И., Мурзин В.В. Изотопный состав карбонатов скарново-медно-порфировых месторождений // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Пермь: Пермский госуниверситет, 2005. С. 138-141.

Викентьев И.В., Грабежес А.И., Молошаг В.П., Новокрещенов С.М., Неустроева И.И. Платиноиды в рудах магнетит-медно-скарновых месторождений Урала // Ежегодник-2004. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2005. С. 328-331.

Задов А.Е., Грабежес А.И., Перцев Н.Н., Чуканов Н.В., Прибавкин С.В., Жухлистов А.П., Сустанов С.Г. Пломбиерит, тоберморит, тахеренит, известь и другие минералы из скарнов Гумешевского месторождения (Средний Урал) // Вестник Уральского отделения ВМО. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2005. № 3. С. 79-85.

Коробейников А.Ф., Грабежес А.И. Золото и платиновые металлы в медно-молибден-порфировых месторождениях // Известия Томского политехнического университета. 2003. Т. 306. № 5. С. 24-32.

Коробейников А.Ф., Ворошилов В.Г., Грабежес А.И. Благородные металлы в скарновых и порфировых месторождениях // Золото Сибири и Дальнего Востока: геология, геохимия, технология, экономика, экология. Улан-Удэ, 2004. С. 13-115.

Мурзин В.В., Грабежес А.И. Сульфидное оруденение гидроксилэлластадитовых метасоматитов Гумешевского месторождения // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Пермь: Пермский госуниверситет, 2004. С. 131-134.

Мурзин В.В., Грабежес А.И. Происхождение флюида при формировании золотоносных родингитов Карабашского массива альпинотипных гипербазитов // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Пермь: Пермский госуниверситет, 2005. С. 28-35.