

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОГРАММАМ РАН И ИНТЕГРАЦИОННЫМ ПРОЕКТАМ

В 2005 г. в Институте выполнялись исследования по 5 программам Президиума РАН и 5 программам Отделения наук о Земле РАН. Краткие отчеты об основных результатах этих работ приведены ниже.

Исследования по программам Президиума РАН

Исследования по программе Президиума РАН № 13 **«Изменение окружающей среды и климата: природные катастрофы»** (тема: «Техногенная трансформация природных вод в районах интенсивной нефтегазодобычи Ямало-Ненецкого автономного округа», руководитель к.г.-м.н. Ю.К. Иванов) позволили создать гидрогеологическую карту Западно-Сибирского артезианского бассейна в пределах территории Ямало-Ненецкого автономного округа масштаба 1:1000000. К карте составлена информационная записка. Составлены отдельные листы по мезозойскому гидрогеологическому бассейну и по кайнозойско-меловой системе стока. Полученная дополнительно гидрохимическая информация по мезозойским водоносным комплексам позволила существенно уточнить и дополнить гидрогеологические разрезы и сводные гидростратиграфические колонки. На основе сформированной базы данных по подземным водам этажа впервые для северной части бассейна были построены карты-срезы химического состава, пластовых давлений и температуры подземных вод по выделенным водоносным комплексам. Показано, что имеется площадное и глубинное изменение химического состава, в частности, уменьшение минерализации в северном направлении. Проведено гидрохимическое обследование мезозойско-кайнозойской системы бассейнов стока. Выявлены районы, где подземные воды наиболее подвержены техногенной нагрузке. Полученные данные позволили обосновать районирование территории Ямало-Ненецкого автономного округа по эколого-ресурсному параметру и спрогнозировать последствия техногенных изменений пресных подземных вод.

По программе Президиума РАН № 14 **«Мировой океан: геология, геодинамика, физика, биология»** выполнялись исследования по проекту «Третий геофизический слой современных и древних океанов: источник первичного вещества, механизм формирования, аналогии в наземных офиолитовых комплексах» (рук. А.А. Ефимов), поддержанному кроме финансовых средств УрО РАН также и госконтрактом с Институтом океанологии РАН. Исследования 2005 г. касались в основном вопросов химического и структурного взаимодействия габбро-гипербазитовых комплексов океанического и континентального типа с вулканогенным окружением (результаты находятся в стадии подготовки и будут изложены в публикациях, выход которых в свет ожидается в 2006 г.).

По программе Президиума РАН № 25 **«Происхождение и эволюция биосферы»** в 2005 г. исследования выполнялись по проекту «Проблема эволюции жизни и биоминералы; коэволюция абиотических и биотических событий в венде» (руководители чл.-корр. РАН С.Л. Вотяков, д.г.-м.н. А.В. Маслов). Проведен литературный обзор и критический анализ физико-химических исследований рассеянного органического вещества в древних породах земного происхождения и метеоритах по выявлению древнейших форм жизни на основе материаловедческого подхода, в частности, с использованием методов радиоспектроскопии (электронного парамагнитного резонанса – ЭПР) и спектроскопии комбинационного рассеяния света.

Отработана оригинальная методика и выполнены экспериментальные работы по исследованию радиоспектроскопических (ЭПР) характеристик органического вещества (без использования традиционных специальных схем его химического концентрирования) в строматолитсодержащих известняках и доломитах всех основных свит серий рифея Южного Урала; впервые в данном типе пород обнаружен сложный сигнал ЭПР, являющийся наложением нескольких сигналов, различающихся по значениям g-фактора, ширины и формы линии; обоснована

связь сигналов со структурными ион-радикалами во фрагментах рассеянного органического вещества. Проанализированы параметры линии ЭПР этих ион-радикалов; рассмотрены пространственные (внутри строматолитовых построек) и возрастные вариации формы, ширины и интенсивности линии ион-радикалов; в отдельных пробах установлена изотропная форма линии ЭПР, близкая к лоренцевой, что свидетельствует о дelokализации неспаренных электронов в пределах кластеров углеродных сеток органического вещества и усреднении времени взаимодействия электронов с различными локальными полями. Показано влияние на параметры спектров ион-радикалов органического вещества отжига в лабораторных условиях; установлены температурные границы, при превышении которых наблюдается термическое разрушение радикалов, что свидетельствует о перестройке химических связей органического вещества при этих температурах. Сопоставлением между отжигами в вакууме и инертной среде показано, что основным фактором, вызывающим изменения параметров линий, служит кислород, который определяет интенсивное разрушение парамагнитных радикалов и окисление углеродной матрицы. Поставлен вопрос о структурных моделях органического вещества по данным ЭПР-спектроскопии (в настоящее время вопрос о моделях остается открытым); рассмотрены перспективы проведения теоретических модельных исследований атомной и электронной структуры органических фрагментов. Параметры линии органического ион-радикала в строматолитсодержащих известняках и доломитах рифея Южного Урала сопоставлены с таковыми от органического ион-радикала в нерастворимом органическом веществе из кремней и метеоритов с возрастом до 2,5 млрд лет (по данным [Courier et al., 2004]). Проанализирован вопрос о корреляции возрастных изменений радиоспектроскопических свойств органического вещества и минеральной карбонатной матрицы; для изученных проб строматолитсодержащих известняков и доломитов рифея Южного Урала установлено, что взаимосвязи ЭПР свойств – ширины линий, интенсивностей и других параметров ион-радикалов в органической составляющей и примесных дефектов минеральной составляющей не прослеживается; требуются дополнительные исследования.

Таким образом, выяснилось, что электронный парамагнитный резонанс – современный неразрушающий метод исследования микро-

структуры минералов и пород, в том числе и биогенных – не требует специального концентрирования органического вещества, рассеянного и существенно преобразованного в древних карбонатных породах биогенного происхождения. Метод дает новую дополнительную информацию о структуре и свойствах рассеянного органического вещества; получаемые с его помощью количественные характеристики органической составляющей пород могут рассматриваться как некоторый новый экоиндикаторный признак и трассер эволюции геобиологических систем.

Проведен литогеохимический анализ верхневендских отложений Юго-Восточного Беломорья и Шкапово-Шиханской впадины. Анализ степени зрелости по литохимическим индикаторам позволяет выделить в Беломорье два этапа седиментогенеза. Первый, лямичко-верховский, характеризовался поступлением в бассейн незрелого обломочного материала из областей с аридным или субнивальным климатом. Второй, ергинско-падунский этап, ознаменовался привносом относительно более зрелой алюмосиликокластики, которая поступала из областей с мягким гумидным климатом. Сделан вывод, что в поздневендское время (начиная с ~555 млн лет) северо-восточная часть Восточно-Европейской платформы (ВЕРП) находилась под влиянием гумидного климата. В то же время, анализ вариаций значений ряда литохимических модулей и геохимических индексов в аргиллитах каировской и шкаповской серий Шкаповско-Шиханской впадины позволил установить, что на палеоводосборах здесь в течение всего позднего венда доминировал климат, близкий к семиаридному или субнивальному. Таким образом, обломочный материал, который поступал в разные участки вендского бассейна, формировался в разных палеоклиматических обстановках и, вероятно, поясах. Источниками обломочного материала выступали как ВЕРП, так и складчатый пояс тиманид. Это свидетельствует об изолированном характере бассейна.

Геохимические параметры редокс-обстановки в отложениях верхнего венда названных выше регионов указывают на преобладание окисных, суб- и диокисных условий в придонном слое воды. Этот вывод не согласуется с заключением Е. Дзика [Dzik, 2003], основанном на изучении минерального состава сульфидного цемента фоссиленосных песчаников, о том, что в придонном слое воды поздневендского бассейна преобладали восстановительные ус-

ловия. Е. Дзик также предположил, что эдиакарские организмы в большинстве случаев захоронены не в обстановках обитания, а были занесены волнами и течениями в бескислородные придонные слои воды. Полученные нами результаты тафо-палеоэкологического и литогеохимического анализов не подтверждают гипотезу Е. Дзика. Судя по всему, поздневендский бассейн отличался активной гидродинамикой и относительно мелководностью.

Изучение комплексов ископаемых остатков эдиакарского типа выявило определенное сходство ископаемых биот на Среднем Урале и в Беломорье [Гражданкин и др., 2005]. Однако анализ таксономического состава и морфометрических данных показал, что среднеуральская биота отличается отсутствием кимбереллы (доминирующего таксона беломорской биоты), преобладанием монотаксонных популяций и относительно малыми размерами особей. Эти различия не удается объяснить только с точки зрения седиментологии и тафономии. По всей видимости, на состав и структуру эдиакарской биоты в бассейне, простиравшемся от Беломорья до Среднего Урала в позднем венде оказывал существенное влияние также и климат. На ранних стадиях вся его акватория находилась в относительно высоких широтах и контролировалась семиаридным и/или семинивальным климатом. В конце позднего венда Юго-Восточное Беломорье оказалось под влиянием гумидного климата, тогда как Шкаповско-Шиханский и Среднеуральский сегменты продолжали оставаться под влиянием семиаридного или субнивального климата. Возможно, именно этим объясняется выявленные палеоэкологические особенности ископаемой биоты эдиакарского типа в разрезах сыльвицкой серии Кваркушско-Каменногорского мегантиклинория.

Первые результаты «популяционного» анализа одного из ориктоценозов с прижизненно захороненными мягкотелыми организмами в разрезе ергинской свиты Юго-Восточного Беломорья показывают, что распределение организмов носит пятнистый характер, а в структуре популяций существует сложная иерархия: при крупном масштабе наблюдений организмы демонстрируют тенденцию к образованию монотаксонных скоплений, а при уменьшении масштаба скопления оказываются гетеротаксонными. Выявленная тенденция представителей вагильного и сессильного бентоса к образованию скоплений указывает на

существование трофических отношений в сообществах эдиакарских организмов.

Таким образом, выяснилось, что факторы, ответственные за формирование разнообразия и экологической структуры биоты эдиакарского типа, по-разному проявлены в зависимости от пространственного масштаба сбора данных. В масштабе всего бассейна определяющим фактором является климатическая зональность, в региональном масштабе разнообразие эдиакарской биоты подчиняется фациальной структуре обстановок обитания, тогда как в локальном масштабе популяций вариации состава и структуры биоты можно объяснить как продукт межорганизменных отношений и экологической сукцессии. Нет сомнений, что разные факторы должны по-разному себя проявлять также и во временном масштабе. Полученные выводы являются фундаментальным вкладом в исследование динамики биоразнообразия в неопротерозое, что позволит на качественно новом уровне перейти к корреляции абиотических и биотических событий.

По программе фундаментальных исследований Президиума РАН «**Фундаментальные науки – медицине**» в рамках проекта «Микро- и наноструктура биоминеральной компоненты зубной ткани при патологических процессах различной этиологии: экспериментальные исследования, квантово-химическое моделирование, приложение к адаптации технологий и выбору препаратов для лечения» (руководитель чл.-корр. РАН С.Л. Вотяков) для исследования наноструктуры и состава микропримесей в биоминеральной компоненте твердых тканей зубов пациентов, проживающих в различных экологических обстановках на Урале и затронутых патологическими процессами (склерозированием дентина и повышенной стираемостью зубов – абразией) использованы новые материаловедческие подходы (атомно-силовая микроскопия и масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой). Отработана методика определения микроэлементного состава твердых тканей зуба на масс-спектрометре ELAN-9000 (фирмы Perkin-Elmer), включающая многостадийную схему послойного кислотного растворения эмали и дентина зуба и последующий микроанализ растворов; отработаны методики исследования свойств поверхности эмали и дентина с помощью атомно-силового микроско-

па Explorer™ (фирмы ThermoMicroscopes). Выполнены экспериментальные работы по определению послойного микроэлементного состава эмали и дентина, исследована топология и рельеф поверхности, пространственное распределение коэффициента трения, локальные механические и адгезионные свойства поверхности зубов пациентов с повы-

шенной стираемостью (абразией). С материаловедческих позиций интерпретирована природа данной патологии. Проведен анализ практических приложений полученных результатов при адаптации технологий и выборе препаратов для лечения; рассмотрены возможности приложения результатов к решению задач геоэкологического мониторинга.