

ВЕДУЩИЕ НАУЧНЫЕ ШКОЛЫ

В Институте сложились и успешно работают пять научных школ: академиков А.Э. Конторовича, М.И. Эпова, С.В. Гольдина (рук. д.ф.-м.н. Б.П. Сибиряков), чл.-корр. РАН А.В. Каныгина, д.г.-м.н. С.Л. Шварцева, которые входят в число ведущих научных школ России.

Ведущая научная школа академика А.Э. Конторовича и чл.-корр. РАН В.А. Каширцева

В 2009 году коллектив научной школы академика А.Э. Конторовича и чл.-корр. РАН В.А. Каширцева проводил научно-исследовательские работы по теме «Фундаментальные исследования геологии, геохимии и генезиса, закономерности размещения месторождений углеводородов в осадочной оболочке Земли, глобальные и региональные проблемы обеспечения человечества нефтью и газом в XXI веке» (НИИ-3275.2008.5).

Работы проводились по следующим основным направлениям:

1. Стратегия развития нефтегазового комплекса России на первую половину XXI века на фоне глобальных тенденций.

1.1. Глобальный прогноз нефтегазоносности и добычи нефти и газа.

1.2. Стратегия развития нефтегазового и угольного комплекса России.

2. Генезис и условия формирования углеводородов.

3. Новейшие результаты по геологии осадочных бассейнов Сибири.

3.1. Мезозой Западно-Сибирской геосинеклизы.

3.2. Докембрий и палеозой Западной Сибири.

3.3. Докембрий и палеозой Сибирской платформы.

3.4. Мезозой Сибирской платформы.

4. Закономерности размещения месторождений нефти и газа в верхнепротерозойских и фанерозойских осадочных комплексах бассейнов Сибири.

Основные результаты сводятся к следующему:

1. Выполнена вероятностная оценка начальных и прогнозных ресурсов нефти в осадочной оболочке Земли, дан многовариантный прогноз уровней добычи традиционной нефти в мире, показано, что максимум добычи нефти в мире будет достигнут в 2030 – 2040 гг. и составит 4,5-4,8 млрд. т в год. Затем добыча нефти начнет снижаться и к концу XXI века снизится до уровня, достигнутого в 60-е годы XX века.

Разработана стратегия развития нефтяного, газового и угольного комплексов России на период до 2030 г. Выполнен многовариантный прогноз прироста запасов нефти и газа в России с дифференциацией по регионам; дан прогноз уровней добычи нефти, газа и угля в России на период до 2030 г. и на более отдаленную перспективу.

Сформулированы условия повышения эффективности нефтепереработки и нефтехимии. Определены технологические инновации и механизмы повышения эффективности нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

Исследованы международные тенденции развития нефтяной и газовой промышленности, установлены факторы формирования спроса и цен на нефть, проведен анализ организационной структуры нефтеобеспечения, разработана методика расчета нефтяной ренты для ее различных сортов с учетом горно-геологических условий, качественных характеристик и местоположения источников сырья.

Показано, что главной базой страны по добыче нефти и газа на весь этот период останется Западная Сибирь, начнется крупномасштабная добыча нефти и газа в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Здесь будет сформировано мощное производство по переработке жирного конденсатного газа, выделению и очистке гелия и крупнейшие нефтехимические кластеры. Выполнена оценка необходимых для устойчивого развития нефтегазового комплекса объемов геологоразведочных работ. Крупномасштабные геологоразведочные работы начнутся на шельфах морей российского сектора Северного Ледовитого океана.

2. В рамках осадочно-миграционной теории нефтидогенеза на основе нелокальной динамической модели существенно уточнена базовая модель формирования скоплений углеводородов. Исследованы возможные причины и следствия нелинейного поведения крупных нефтегазоносных систем. Показано, что вследствие нелинейности процессов нефтидогенеза, процессы миграции и аккумуляции в системе не протекают до накопления в коллекторах некоторой критической массы углеводородов. Существенные различия в величине начальных ресурсов углеводородов макроскопически подобных нефтегазоносных систем могут быть связаны с малыми неконтролируемыми вариациями начальных условий и параметров.

Показано, что аквапиролиз органического вещества может служить лабораторной моделью катагенного преобразования рассеянного органического вещества.

Ученые ИНГГ им. А.А. Трофимука, ЛИН и ИГХ СО РАН отобрали и исследовали современными методами пробы байкальской нефти с поверхности воды, из водного слоя и впервые со дна озера.

С глубокой древности известны нефтепроявления в восточной части озера Байкал. С начала 30-х годов XX века шла дискуссия о природе этой нефти: большинство исследователей считало ее докембрийской (более 542 млн. лет). В нефтях идентифицирован уникальный набор углеводородов-биомолекул (сесквитерпаны, секогепаны, каротаны, олеонаны и др.). Такие структуры характерны в основном для липидов органического вещества высшей наземной растительности, в том числе для покрытосеменных растений, которые появились на Земле менее 100 млн. лет тому назад (поздний мел). Геологические данные позволяют уточнить, что нефти имеют кайнозойский возраст – моложе 65 млн. лет.

3. Исследования осадочных бассейнов Сибири велись по всей стратиграфической колонке от докембрия до кайнозоя. Наиболее важные результаты:

Впервые обобщены материалы и построена геологическая модель новой Предъенисейской верхнепротерозойско-кайнозойской нефтегазоносной субпровинции под мезозойским осадочным чехлом Западно-Сибирской геосинеклизы. Выполнена оценка перспектив нефтегазоносности.

Впервые за последние 40 лет систематизированы и обобщены материалы по геологии мезозойского Енисей-Хатангского осадочного бассейна, что позволили существенно повысить перспективы его нефтеносности. Предложена программа лицензирования недр, проведения геологоразведочных работ, прироста запасов нефти и газа. Выполнена геолого-экономическая оценка.

Построена модель геологического строения батского резервуара на территории Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, выполнены детальные многоуровневые палеогеографические реконструкции, выявлены фации, наиболее благоприятные для формирования высокеемких коллекторов и выполнен прогноз нефтегазоносности. Крупнейшим нефтяным компаниям России даны рекомендации

по проведению геологоразведочных работ. Прогноз полностью подтвердился. За короткий срок открыто три нефтяных месторождения.

Обобщены в виде монографии результаты исследований по геохимии углеводородов-биомаркеров в нефтях и рассеянном органическом веществе. Подобное обобщение в России выполнено впервые.

4. Построена математическая модель и дан прогноз невыявленных гигантских и уникальных месторождений в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Ведущая научная школа академика М.И. Эпова

В 2009 году коллектив научной школы академика М.И. Эпова проводил научно-исследовательские работы по теме «Электродинамика геологических сред при решении задач разведочной, промысловой и инженерной геофизики» (НШ-5142.2008.5).

Описание выполненных работ:

1. Разработан программно-алгоритмический комплекс для моделирования переменного электромагнитного поля от замкнутого токового контура на поверхности неоднородного анизотропного полупространства. Алгоритмы основаны на решении полной системы уравнений Максвелла с помощью векторного метода конечных элементов при описании электропроводности плотным тензором второго порядка. Достоверность результатов моделирования обеспечивается сравнением с известными аналитическими решениями для плоских электромагнитных волн, а также анализом сходимости решения при дроблении вложенных сеток. Результаты расчетов монохроматического электромагнитного поля позволили выявить его качественное отличие в среде с наклонными осями анизотропии от аналогичных величин в трансверсально-изотропной модели. В последнем случае электромагнитный отклик полностью формируется концентрическими вихревыми токами и содержит информацию только об электропроводности в горизонтальной плоскости. В то же время в наклонно-анизотропной среде появляется еще один источник – пространственно распределенный объемный заряд с характерным квадрупольным распределением. Суммарный же отклик, являющийся суперпозицией полей от двух вторичных источников, несет информацию обо всех элементах тензора электропроводности. Причем в области предельно низких частот преобладающее влияние имеют вихревые токи, а на высоких – заряды.

Построены вариационные формулировки в форме Галеркина, ориентированные на векторный метод конечных элементов, для моделирования электрического поля от локального и удаленного источников. Построен базис векторного конечномерного пространства для векторных конечных элементов Неделека 1-го типа 1-го порядка на параллелепипедальном разбиении. Вычислена конечноэлементная локальная матрица массы для анизотропного коэффициента электропроводности, представленного плотным тензором ранга 2. Приведены дискретные аналоги вариационных постановок. Выполнена дискретизация по времени нестационарных дифференциальных уравнений, полученных в результате пространственной аппроксимации вариационных постановок.

Проведено тестирование разработанного программного комплекса, реализующего решение задачи моделирования электромагнитных полей в анизотропных средах векторным методом конечных элементов. Выполненная верификация комплекса на классе задач с аналитическим решением и классе модельных задач в изотропной среде показала высокую эффективность и достаточную точность при модели-

ровании электромагнитных полей в средах с неоднородными физическими свойствами, а также подтвердила теоретические оценки интерполяционных свойств. Результаты ряда вычислительных экспериментов, выполненных в анизотропной среде, выявили влияние анизотропии электропроводности на все компоненты электрического поля, возрастание вертикальной компоненты электрического поля в среде с плотным тензором электропроводности. Реализованный программный комплекс может быть использован в качестве средства разработки теоретических обоснований распространения электромагнитного поля в анизотропных проводящих средах, и одним из средств проектирования аппаратуры для определения электрической анизотропии горных пород.

2. Создан программно-алгоритмический комплекс для моделирования прохождения сверхширокополосных наносекундных видеоимпульсов через диспергирующие горные породы. Решение уравнений Максвелла в полной постановке на основе векторного метода конечных элементов выполнено для моделей двух типов, характерных при наземных малоглубинных зондированиях и исследованиях в нефтегазовых скважинах. Анализ расчетов показал, что влияние дисперсии диэлектрической проницаемости и электропроводности проявляется в повышении глубины проникновения поля в среду, по сравнению с толщиной скин-слоя.

3. Выполнено две серии натурных экспериментов, цель которых заключалась в выявлении влияния протекания постоянного тока в среде на результаты электромагнитных зондирований. Обнаружено влияние постоянного тока, заземленного в осадочные отложения через обсадные колонны скважин (полигон Ключи), заключающееся в уменьшении эффективной электропроводности среды в области низких частот при электромагнитном сканировании.

Выполнены экспериментальные работы по испытанию установки Q-MN, целью которых являлось измерение влияния электроосмоса на полезный сигнал локальной электроразведочной установки. Применена одновитковая квадратная петля Q со стороной 10 м. Измерительные электроды MN располагались на расстоянии 5 м друг от друга и 10 м от стороны петли, симметрично ее оси. В качестве регистратора использован цифровой милливольтметр Hioki-8870. Амплитуды и фазы измеренных разностей потенциалов с линии MN сравнивались с данными математического моделирования при условии размещения установки над однородным полупространством с известными геоэлектрическими параметрами. Установлено, что амплитудные значения экспериментальных данных имеют большие помехи индукционного воздействия прямого электромагнитного поля. В то же время фазовые значения измеренных разностей потенциалов совпадают с расчетными фазами. В экспериментальных фазовых сигналах наблюдается частотная дисперсия.

4. Средствами математического моделирования изучено влияние быстро протекающей индукционно-вызванной поляризации (ВПИ) на индукционные переходные характеристики. Обоснованы рекомендации по инверсии, в том числе совместной, индукционных переходных характеристик, полученных в моделях: однородного поляризующегося полупространства; поляризующегося слоя, подстилаемого неполяризующимся основанием; поляризующегося основания, перекрытого неполяризующимся слоем. Это позволило выполнить инверсию и дать геологическую интерпретацию переходных процессов, измеренных при изучении Накынского кимберлитового поля в западной Якутии.

На основе специально спланированных компьютерных экспериментов выполнено исследование возможностей и ограничений инверсии индукционных переход-

ных характеристик, измеренных в присутствии однородного поляризующегося полупространства, а также двухслойных моделей, в которых поляризующимся является верхний слой либо основание. Исследованы возможности как индивидуальной, так и совместной инверсии переходных характеристик, измеренных установками разного размера, а также влияние на результаты инверсии априорной информации.

В большинстве случаев совместная инверсия улучшает результат, т.е. параметры, найденные путем совместной инверсии, оказываются ближе к истинным. Выводы, сделанные на основании численного эксперимента, полностью согласуются с результатами инверсии индукционных переходных характеристик, измеренных при изучении одного из кимберлитовых полей Якутии. Дальнейшие перспективы использования ВПИ для решения геологических задач связаны с разработкой математических моделей для описания быстро устанавливающейся вызванной поляризации, алгоритмов и программ для решения прямых и обратных МПП с учетом ВПИ, а также «выходом» на новые геологические объекты.

5. Разработан математический аппарат, создано программное обеспечение, проведено его тестирование и проведено математическое моделирование процессов установления электромагнитного поля в анизотропно-диспергирующей проводящей, а также в двухосно-анизотропной средах. Созданы алгоритмы численного расчета устанавливающихся полей в средах с двухосной анизотропией проводимости. Подтвержден эффект появления вертикальных токов при возбуждении одномерной среды с двухосной анизотропией незаземленным горизонтальным токовым контуром. Показано, что в случае анизотропно-диспергирующей среды основной эффект дает дисперсия горизонтальных проводимостей. Объяснено на базе двухосно-анизотропной модели расхождение кривых кажущейся проводимости по пересекающимся профилям в точке пересечения. Показано, что привлечение к интерпретации «двухосной» модели позволяет повысить достоверность интерпретации по каждому из профилей, а также получить новую информацию о геологической среде, например, характер и направление трещиноватости.

6. На базе векторного метода конечных элементов разработан программно-алгоритмический комплекс моделирования векторных гармонических электромагнитных полей в геометрически сложных трехмерных областях с функциональной зависимостью коэффициента электропроводности от одной из пространственных координат. Комплекс может применяться для решения задач морской геоэлектрики в геометрически и физически сложных областях и быть основой алгоритмов решения реальных задач при поиске нефтегазовых месторождений в прибрежных морских акваториях.

Ведущая научная школа академика С.В. Гольдина (рук. д.ф.-м.н. Б.П. Сибиряков)

В 2009 году коллектив научной школы академика С.В. Гольдина (рук. д.ф.-м.н. Б.П. Сибиряков) проводил научно-исследовательские работы по теме «Геофизические процессы в блочных и гетерогенных средах» (НШ-5739.2008.5).

Описание выполненных работ:

1. Впервые удалось доказать, что внутреннее трение в блочных средах стабилизирует среду, увеличивая ее устойчивость по отношению к катастрофам. Падение коэффициента трения, вызванное миграцией флюидов или разогревом, приводит к тому, что даже малые колебания становятся источниками неустойчивого состояния для сложных структур с широким спектром линейных размеров более мелких суб-

структур. Такими структурами являются, прежде всего, геологические разломы. При малом внутреннем трении они постоянно воспроизводят катастрофы даже при малых внешних воздействиях практически любой частоты, например, под влиянием лунных приливов.

2. Впервые удалось вскрыть причины и механизм так называемых расклинивающих давлений в зернистых коллекторах. Этот вопрос важен для прогноза зон аномально высоких пластовых давлений. Выяснилось, что расклинивающие эффекты происходят далеко не всегда, так что первоначальное представление о том, что зонам аномально высоких пластовых давлений соответствуют пониженные значения скоростей продольных волн, является совершенно недостаточным. В зависимости от структуры порового пространства возможны как разгрузка поверхности контактов зерен, так и наоборот, значительное упрочнение структуры в целом.

В области эксперимента имеются следующие результаты:

1. Зафиксированы волны (микросейсмические колебания) неизвестной природы в районе Чуйского землетрясения 2003 года со скоростями объемных волн от повторяющихся толчков постсейсмического процесса, меньшими, чем скорости поверхностных волн.

2. Впервые в лаборатории зарегистрированы акустические колебания песков в диапазоне 30-1000 Гц при статическом нагружении весьма небольшими давлениями (5МПа), что полностью противоречит классическим представлениям о статическом нагружении сплошных сред.

Коллектив школы принял активное участие в летнем семинаре по проблемам геодинамики, геофизики и геомеханики (июль 2009). В семинаре участвовали академики Н.Л. Добрецов, М.И. Эпов и А.О. Глико. Коллектив школы принял активное участие в формировании и исполнении интеграционного проекта СО РАН № 69, который связан с развитием физических основ промежуточных состояний между статикой и динамикой. В коллективе работают специалисты в области геофизики, геологии, механики и горного дела.

Ведущая научная школа чл.-корр. РАН А.В. Каныгина

В 2009 году коллектив научной школы чл.-корр. РАН А.В. Каныгина проводил научно-исследовательские работы по теме «Экосистемное обоснование стратоета-лонов и биохорий регионального и глобального рангов по результатам палеонтоло-гического, стратиграфического, палеоэкологического и биогеографического изуче-ния неопротерозойских и фанерозойских палеобассейнов Сибири» (НШ-3822.2008.5).

Описание выполненных работ:

Обобщены новейшие данные по стратиграфии позднего докембрия (риффея и венда) Сибирской платформы с учетом материалов бурения и изучения всех основ-ных естественных обнажений. Уточнены и детализированы схема структурно-фациального районирования, объемы региональных стратиграфических подразде-лений и корреляция литостратонов, дано комплексное обоснование реперных рубе-жей для глобальных корреляций. Обосновано расчленение неопротерозоя Сибири на три эратемы – маяний, байкалий и венд; приведена их палеонтологическая ха-рактеристика. Доказано выделение этих подразделений на севере и западе плат-формы. Из нижнепротерозойских отложений удоканской серии и ханинской свиты западного склона Алданского щита выделены и описаны различные морфологиче-ские типы осадочных текстур микробияльного происхождения, которые интерпре-тируются как отпечатки колоний одноклеточных организмов, эрозионные останцы, отпечатки и продукты разрушения микробияльных матов. Учитывая данные абсо-лютного возраста (древнее 1870 млн лет), микробные текстуры из удоканской серии являются древнейшими из известных.

Дано обоснование молодцовского яруса среднего кембрия, как подразделения для ОСШ. Молодцовский ярус является первым ярусом среднего кембрия Сибирской платформы, его нижняя граница совпадает с нижней границей среднего отдела кем-брийской системы и проводится по первому появлению в разрезе на реке Молодо трилобитов *Ovatoryctocara granulata* (N.Tchern., 1962). Этот уровень может сопо-ставляться с нижней границей третьего отдела кембрия и, соответственно, нижней границей пятого яруса в разрабатываемой в настоящее время новой схеме кембрий-ской системы (Babcock et al., 2005). Данная граница также совпадает с нижней гра-ницей амгинского яруса среднего кембрия Сибирской платформы, который имеет место в стратиграфических схемах Сибирской платформы (Ярусное расчленение.... 1984 и др.). Однако принципиальным отличием нового молодцовского яруса являет-ся то, что его верхняя граница устанавливается по подошве вышележащего яруса *Drumian*, нижняя граница которого устанавливается по появлению трилобитов *Ptychagnostus atavus* (Tullberg, 1880).

В качестве стратотипического разреза для GSSP и GSSS выбран разрез ку-онамской свиты на р. Молодо (Сибирская платформа). Данный разрез является од-ним из лучших в мире. Он содержит многочисленные остатки кембрийской биоты и в полном объеме содержит молодцовский ярус (Шабанов, Коровников, Переладов, и др., 2008; Коровников, Шабанов, 2008; Шабанов, Коровников, Переладов, Пак, Фе-фелов, 2008).

На основе детального литологического изучения типовых разрезов Иркутского амфитеатра и Тунгусской синеклизы впервые в ордовике Сибирской платформы выделено 9 секвенций, отвечающих основным этапам в эволюции этого палеобас-сейна. Проведено сопоставление этих секвенций с ранее выделенными секвенциями в Балто-Скандии. На основе корреляции переломных рубежей в эволюции этих

двух далеко географически разобщенных эпиконтинентальных биот по двум критериям – таксономическому составу доминирующих групп фауны и динамике изменений их биоразнообразия – доказан глобальный характер эвстатических колебаний уровня моря и их влияние на изменение состава и структуры биот. Анализ палеонтологических и седиментологических данных показал, что различия в таксономическом составе и структуре сообществ доминирующих групп nekтона (конодонтوفориды) и бентоса (трилобиты, брахиоподы, остракоды) определялось положением Сибирской и Русской платформ в разных климатических поясах и постепенным их сближением в течение ордовикского периода, что хорошо согласуется с последними версиями палинспатических реконструкций.

Монографически изучены юрские и нижнемеловые аммониты, двустворки, фораминиферы и остракоды шельфа Баренцева моря. Проведены детальные монографические исследования микрофауны нижней и средней юры этой территории, которые позволили установить, что здесь встречаются те же виды, что и в Сибири. На этой основе проведен пересмотр и детализация биостратиграфических шкал юры и мела шельфа Баренцева моря. Уточнено стратиграфическое положение и объем выделяемых на Баренцевоморском шельфе литостратонов, сейсмокомплексов и их границ.

Практически одинаковый таксономический состав микробиот Баренцевоморского шельфа и севера Сибири и близкая литостратиграфическая конструкция разрезов предполагают сходный характер седиментогенеза и историю развития этих бассейнов в ранней и средней юре.

Проведен комплексный палеоэкологический анализ морских и наземных папиноморф и моллюсков раннего валанжина юго-востока Западной Сибири (скв. Восток 4) и раннемеловых палеоландшафтов юго-восточных окраин Западной Сибири. Установлены особенности распределения бентоса и палеообстановок в краевой (юго-восточной) зоне палеобассейна, растительных ассоциаций и палеоландшафтов обрамляющих участков суши. Определено два этапа реккурирования палеообстановок: 1) чередования лагунных и прибрежных обстановок; 2) чередования лагунных и нормально-морских обстановок. Реконструирована специфика латерального распределения бентоса и фитофоссилий в трансгрессивные и регрессивные фазы каждого этапа.

Разработана новая региональная стратиграфическая схема четвертичных отложений Средней Сибири. «Унифицированная региональная стратиграфическая схема четвертичных отложений Средней Сибири (Таймыр, Сибирская платформа)». Схема утверждена СибРМСК 3 марта 2009 г. и МСК 7 апреля 2009 г. Приведены новые материалы установленных и упраздненных стратиграфических подразделений. Четвертичная система впервые показана с нижней границей на уровне 1,8 млн. лет. В общую шкалу впервые с использованием различных физических методов, введена изотопно-кислородная шкала с морскими изотопными стадиями (МИС) с указанием абсолютного возраста. С этой шкалой на основе палеомагнитных данных, физических и биостратиграфических методов сопоставлены региональные горизонты и проведена их корреляция.

Изучено распределение ассоциаций микрофитофоссилий от континента до шельфа в ранне- среднеюрских и позднемеловых бассейнах Сибири. Палеофациальный анализ, проведенный на основе изучения состава и количественных соотношений разных групп микрофитофоссилий в нижне-среднеюрских и верхнемеловых толщах Сибири, показал, что систематический состав и количественное содер-

жание этих групп в разнофациальных одновозрастных осадках прямо зависит от условий седиментации. Установленная закономерность может быть использована как один из надежных критериев при палеогеографических реконструкциях древних акваторий. Согласованная смена фаций и состава палиноморф в направлении от периферии к центральным частям палеобассейнов идентифицирована как для западносибирских, так и для восточносибирских палеоакваторий.

Катастрофические проникновения Аральских вод в Западную Сибирь в голоцене (палеонтологические свидетельства). В результате изучения отложений Аральского моря были получены новые доказательства существования голоценовых катафлювиальных процессов, следы которых зафиксированы на юге Западной Сибири, Горного Алтая и в северной части Казахстана. Анализ распространения фораминифер и остракод в отложениях вскрытых скважиной М-2 позволил установить перерыв в осадконакоплении. Вблизи границы между отложениями с автохтонным и аллохтонным сообществами микрофауны по раковинному материалу методом AMS получена дата 6690 ± 50 л. н. Появление аральских фораминифер на юге Западной Сибири и проявление процесса переотложения осадков в Арале происходило практически одновременно. Это доказывает существование в голоцене катастрофического паводка, приведшего к «выносу» аральских вод на юг Западной Сибири и Тургайской ложбины.

Ведущая научная школа д.г.-м.н. С.Л. Шварцева

В 2009 году коллектив научной школы д.г.-м.н. С.Л. Шварцева «Сибирская гидрогеохимическая школа» проводил научно-исследовательские работы по теме «Геохимия подземных вод как теоретическая основа эволюции системы вода-порода» (НШ-3561.2008.5).

Целью научных исследований в рамках ведущей научной школы является изучение геохимии подземных вод различного состава от пресных до крепких рассолов, их равновесия с горными породами, проведение физико-химического компьютерного моделирования гидрогеохимических процессов, разработка новой концепции геологической эволюции и самоорганизации системы вода-порода. Основные задачи исследований включают создание обширного банка данных по полному составу вод Сибири, программ сравнения состава различных геохимических типов вод, программ расчета физико-химических равновесий, математического моделирования, оценки масштабов взаимодействия воды с горными породами в конкретных геологических условиях, выявление рудообразующего потенциала этой системы, направленности и стадий ее геологической эволюции и самоорганизации.

Основные научные результаты заключаются в расшифровке фундаментальных геохимических механизмов геологической эволюции системы вода-порода и на этой основе формировании вертикальной гидрогеохимической зональности, химического состава разнообразных подземных вод в осадочных бассейнах, выявлении характера геохимического цикла воды в ходе геологического круговорота, оценке соотношения состава воды с типом горных пород, расшифровке механизмов мобилизации химических элементов, выявлении роли рудо- и нефтеобразующей функции системы вода-порода-газ-органическое вещество. Кроме того, решается задача нахождения в неживой природе механизмов прогрессивной самоорганизации, которые в итоге привели к возникновению жизни на нашей планете, а также выяснение роли воды в этих процессах.