

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ПРОГРАММЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Приоритетное направление IX.124 Геодинамические закономерности вещественноструктурной эволюции твердых оболочек Земли

0331-2019-0001 Тектоническое строение и палеогеодинамические реконструкции аккреционно-коллизонных структур и осадочных бассейнов Восточной Сибири и Российской Арктики. Рук. академик РАН В.А. Верниковский

- Впервые получены прецизионные U-Pb данные возраста поздненеопротерозойского нерсинского гипабиссального базитового комплекса силлов и даек (~718 млн. лет), прорвавших осадочные последовательности всех трех свит карагасской серии на юго-западной пассивной континентальной окраине Сибирского кратона. Возраст получен по магматическому циркону из долеритового силла нерсинского комплекса и значительно отличается от ранее опубликованных менее точных дат (изотопный аргоновый метод) и практически идентичен возрасту раннекриогенского магматизма, который предшествовал глобальному оледенению палеоматериков и океана.
- Были представлены новые результаты, касающиеся исследований природы раннеэдиакарской магматической стадии в эволюции юго-западной окраины Сибири на примере ковдорского дайкового комплекса Енисейского края. Сделанные выводы позволяют расшифровать историю тектоно-магматической эволюции юго-западной окраины Сибири криогений-эдиакарского этапа.
- На основе палеомагнитных данных по кембрийским комплексам о-вов Де-Лонга (Новосибирские острова) создана реконструкция, в которой обосновывается возможность существования крупного Новосибирско-Чукотского-Сибирского эпиконтинентального осадочного бассейна, предполагаемого по результатам биостратиграфического анализа.
- На основе обобщения геолого-геофизических данных по эволюции магматизма архипелага Земля Франца-Иосифа (ЗФИ) доказано, что образование этого магматического ареала произошло в составе крупной изверженной провинции высокоширотной Арктики (NALIP) в результате одного краткого эпизода в барреме – апте (~ 125 млн. л.н.). Серия реконструкций, составленная с использованием палеомагнитных данных, подтверждает, что формирование NALIP соответствует координатам современной Исландии и является одним из ранних проявлений эволюции этой долгоживущей горячей точки, предшествовавшей раскрытию Евразийской котловины Северного-Ледовитого океана.
- Впервые оценены параметры палеосейсмичности Курайской зоны разломов Горного Алтая. Доказано, что землетрясения здесь, по большей части, генерируются взбросами второго порядка, по которым отложения впадин смещаются в сторону Курайского хребта. Установлено, что при землетрясениях происходит рост предгорных поднятий – форбергов, при этом постепенно сокращается территория внутригорных впадин.
- Изучены магнитные свойства рыхлых четвертичных отложений, заполняющих долины Забайкалья, с целью получения критериев разделения отложений катастрофических паводков и отложений, сформировавшихся в спокойной седиментационной обстановке.

Приоритетное направление IX.126. Периодизация истории Земли, определение длительности и корреляция геологических событий на основе развития методов геохронологии, стратиграфии и палеонтологии

0331-2019-0002 Периодизация позднепротерозойского этапа в истории Земли: комплексный междисциплинарный подход (на примере разрезов Сибири и российского сектора Арктики). Рук. д.г.-м.н. Д.В. Гражданкин

- Результаты исследований на северо-востоке Сибирской платформы впервые опровергают массовое вымирание 600 млн лет назад, указывают на стабильность состояния экосистем на протяжении всего вендского периода геологической истории Земли (600–529 млн лет) и убедительно свидетельствуют о синхронности появления фитопланктона и зоопланктона, бентосных и пелагических хищников, крупных скелетных организмов, увеличения глубины и интенсивности переработки осадка роющими организмами в начале томмотского века кембрийского периода 529 млн лет назад. Это событие имело глобальное океанографическое значение, о чем свидетельствует резкое обогащение морской воды и карбонатного осадка тяжелым изотопом углерода.

0331-2019-0003 Палеонтологическое и экостратиграфическое обоснование зональных стратиграфических схем палеозоя Сибири, палеогеографическое и биофациальное районирование осадочных бассейнов. Рук. д.г.-м.н. Н.В. Сенников

- На основе детального хронологического анализа бентосных и планктонных групп фауны, реконструкции палеогеографических обстановок, оконтуривания и сопоставления однотипных биофаций и ареалов бентосной и пелагической фауны показано, что палеозойские тектонические блоки ВерхояноЧукотской складчатой области (Тас-Хаяхтахский, Селенняхский, Омулевский, Омолонский, Охотский, Чукотский) и о. Котельный первоначально принадлежали к единому эпиконтинентальному морскому бассейну Сибирского палеоконтинента и входили в состав его пассивной окраины на месте современной Верхоянской складчато-надвиговой системы.
- Дано обоснование палеонтологических, седиментационных и морфометрических диагностических признаков рифтогенных зон в сложных складчато-надвиговых структурах.

0331-2019-0004 Палеонтология, стратиграфия, биогеография бореальных и смежных с ними палеобассейнов и комплексное обоснование усовершенствования региональных стратиграфических схем мезозоя и кайнозоя Сибири. Рук. чл.-корр РАН. Б.Н. Шурыгин

- Впервые для нижней и средней юры Западной и Восточной Сибири проведено комплексное изучение всех групп палиноморф (спор и пыльцы наземных растений, диноцист, акритарх, прازیнофитов, зигнемовых и колониальных водорослей) из разнофациальных разрезов. Выявлена эколого-фациальная приуроченность микрофитопланктона. По количественным соотношениям различных групп микрофитофоссилий выделено девять типов ассоциаций палиноморф, которые являются показателями разных обстановок – от континентальных до типично морских. Полученные результаты могут быть использованы для уточнения и детализации региональных стратиграфических схем, схем фациального районирования и биофациальных реконструкций нижней и средней юры Сибири.

0331-2019-0005 Микрофоссилии (фораминиферы и остракоды), биотические и абиотические события, детальная стратиграфия и биофации бореальных и арктических бассейнов фанерозоя. Рук. д.г.-м.н. Б.Л. Никитенко

- Тоарское Океаническое Аноксическое Событие (Т-ОАЕ) произошедшее 182 млн.л.н., отражено в широком распространении черносланцевой толщи в разных частях Земного шара. Причины, повлекшие прекращение этого события, до сих пор остаются непонятными. На основе комплексного анализа данных по палинологии, микро- и макрофоссилиям, хемотратиграфии и палеоокеаническому моделированию, охватывающему интервал верхний плинсбах-верхний тоар Арктики (Сибирь, Россия), Норвегии (Корридор Викинг), Йоркширское побережье (Великобритания) установлено:
 1. Особенности распространения динофлагелят в верхнем плинсбахе- верхнем тоаре приводят к выводу об изменении циркуляции вод на Сереро-Западе европейских палеобассейнов.
 2. Комплексный анализ данных по изотопии углерода и распределению динофлагелят в районах севернее (Арктическая Сибирь) и южнее (Великобритания) от Коридора Викинг позволяет уточнить эволюцию динофлагелят в раннем тоаре и их миграцию через Коридор Викинг.
 3. Переход от эксинных обстановок к дезоксическим и далее к более кислородным на Северо-Западе Европы и западе Тетиса объясняется поступлением прохладных вод с низким содержанием соли, богатых питательными веществами, через Коридор Викинг, что ознаменовало конец Т-ОАЕ.
 4. Результаты имеют значение для понимания раннеюрского периода в палеоокеанографии при палеогеографических реконструкциях и моделировании.

Приоритетное направление IX.128. Физические поля, внутреннее строение Земли и глубинные геодинамические процессы

0266-2019-0007 Создание единой математической, алгоритмической и программной структуры, обеспечивающей принятие дискриминирующих технологических решений при проектировании современной измерительной аппаратуры для геофизических, биологических инженерных приложений. Рук. к.ф.-м.н. Е.И. Штанько

- Проведены синхротронные томографические исследования внутренней структуры гидратосодержащих образцов в процессе наработки и разложения гидрата метана. Обнаружено, что рост гидрата в поре вызывает не медленный приток воды по мере ее трансформации в гидрат, а быстрые прерывистые перетоки на расстояния, превышающие размер поры на порядок, что влияет на распределение гидрата в образце. Также при наработке гидрата в условиях избытка метана наблюдается два типа формирования: в газовую полость и в объеме воды, которые в условиях самоконсервации разлагаются с разной скоростью, т.е. разложение гидрата (разработка месторождения) зависит от истории его формирования.

0331-2019-0006 Структуры и напряженно-деформированное состояние земной коры платформенных и складчатых областей Центральной Азии на основе совместного решения обратных задач сейсмологии и гравиметрии. Руководитель к.г.-м.н. Е.А. Мельник

- По результатам численного геомеханического моделирования в рамках упругопластического приближения получены оценки влияния прочностных характеристик на локализацию деформаций в однородной и слоистой среде при горизонтальном сжатии. Построены схемы развития необратимой деформации и формирования полос локализованного сдвига в зависимости от прочностных свойств среды. Установлено, что существенную роль в формировании надвиговой структуры, ее общем строении и геометрии

разломов играет наличие слоев с большой разницей в реологических (прочностных) свойств. Значительные различия прочности в слоях приводят к изменению геометрии зон локализации деформаций с уменьшением их наклонов и плотности распределения в пластичных слоях. Зоны локализации деформаций (разломы) зарождаются на поверхности и границах слоев, где величина сдвиговых напряжений превышает предел прочности и проявляется на поверхности в виде сбросов и взбросов. Изменения параметров прочности до 40% (коэффициента внутреннего трения и когезии) оказывают слабое влияние на геометрию зон локализации деформаций.

- Вдоль профиля 1-СБ построены сейсмические модели верхней коры по данным метода первых вступлений и всей толщи коры по материалам ГСЗ. По гравитационным и сейсмическим данным определено распределение плотности в земной коре и подстилающей части верхней мантии. Установлена связь между приповерхностной тектоникой и сейсмоплотностными неоднородностями верхней коры, прослеженными на глубину 3-5 км. Оценено изостатическое состояние земной коры и верхней части литосферы. Выявлены признаки корреляции латеральных изменений вертикальных напряжений в толще коры с размещением аккрецированных террейнов.

0331-2019-0007 Геоэлектрика в исследованиях геологической среды: технологии, полевой эксперимент и численные модели. Рук. к.г.-м.н. В.В. Оленченко

- Проведено обобщение основных особенностей проявления вызванной поляризации и магнитной вязкости в методе переходных процессов. Сделан вывод, что индукционно-вызванная поляризация представляет собой отклик поляризуемой среды на воздействие в виде вихревого электрического поля, становление которого контролируется распределением удельной электропроводности.
- Оценено изменение сигнала переходного процесса в зависимости от глубины шельфа при разной геометрии установки, форме импульсного воздействия и продолжительности регистрации сигнала.
- Изучены особенности строения многолетнемерзлой толщи на стационаре Парисенто полуострова Гыдан.
- Выполнены магнитотеллурические зондирования по одному из профилей разрез Салаирский кряж.

0331-2019-0008 Разработка иерархии вычислительных моделей и численных методов для описания геофизических процессов в разномасштабных средах с флюидонасыщенной микроструктурой и областями концентрации напряжений. Создание научно-исследовательских версий соответствующего программного обеспечения, ориентированного на использование современных высокопроизводительных вычислительных систем. Рук. д.ф.-м.н. В.А. Чеверда

- Разработан новый метод выделения полезного сигнала в данных сейсморазведки без существенных потерь высоких частот и искажения амплитудной информации. На первом этапе применяется подход оптимального суммирования (non-linear beam forming (NLBF)), при этом получают «улучшенные» трассы, но с пониженными спектральными характеристиками. На этапе 2, основываясь на «улучшенных» трассах, проводится коррекция их фазового спектра, на основе частотно-временных масок (подход, активно применяемый при обработке нестационарных звуковых сигналов). Практическая значимость состоит в том, что разработанный метод показывает высокую эффективность на реальных данных сейсморазведки 2D/3D в условиях, когда стандартные процедуры обработки дают не удовлетворительный результат.

0331-2019-0009 Динамический анализ сейсмических данных для построения реалистичных моделей геологической среды на основе математического и физического моделирования. Рук. к.ф.-м.н. А.А. Дучков

- Предложен новый метод обработки данных поверхностного микросейсмического мониторинга для усиления целевых волн от микросейсмических событий, произошедших в целевой области геологической среды. Для зашумленных данных стандартные подходы (миграционные преобразования) не позволяют провести локализацию микросейсмических событий. Новизной предложенного подхода является применение процедуры ортогонального проецирования в частотной области. Для этого заранее создается пространство полезных сигналов, которое представляет собой набор результатов моделирования сейсмических волн от пробных источников в целевой области среды. Подавление волн-помех производится путем проецирования данных на это пространство полезных сигналов. Преимуществом подхода является то, что он усиливает отношение сигнал-шум, сохраняя амплитуду полезного сигнала в данных. Это позволяет далее успешно проводить локализацию микросейсмических событий. Проведено тестирование нового метода на примере обработки полевых данных микросейсмического мониторинга.

0331-2019-0010 Сейсмотомографическое моделирование для изучения геодинамических процессов. Чл.-корр. РАН И.Ю. Кулаков.

- На базе обработки данных по местной сейсмичности, зарегистрированной временной сетью KISS, была построена модель коры и мантийного клина под Северной группой вулканов на Камчатке, которая позволила определить источники питания вулканических систем.
- Изучено распределение сейсмичности и сейсмических скоростей под вулканом Безымянный на Камчатке, на базе которого был предложен сценарий развития взрывного извержения 20 декабря 2017 года.
- Построена модель сейсмических скоростей под вулканическим островом Атка в Алеутской дуге, которая позволила определить механизм взаимодействия магматической и гидротермальных систем под вулканическими центрами Коровина и Ключева.
- Разработан алгоритм автоматического выявления и анализа семейств микросейсмических событий, который был апробирован на вулкане Горелый.
- Построена сейсмическая модель коры и верхов мантии в коллизионной зоне Загроса, на основании которой предложен механизм реламинации корового материала.
- На основании данных гравитационного поля, детального рельефа и петрологии выявлены структуры, связанные с питанием вулканов Ичинский и Уксичан в Срединном хребте Камчатки.
- Проведено сопоставление структуры верхнементийной конвекции по результатам численного теплогравитационного моделирования с расположением прогибов на Восточно-Европейской и Сибирской платформ. Выявлена явная корреляция прогибов с геометрией нисходящих потоков тепловой конвекции.

0331-2019-0011 Реология земной коры юга Сибири и ее окружения (космическая геодезия, гравиметрия и сейсмические методы). Рук. д.ф.-м.н. В.Ю. Тимофеев

- Проведённые в рамках проекта исследования релаксации смещений и деформаций земной коры позволяют оценить вязкие свойства среды. Анализ был выполнен на основании многолетних данных, полученных в различных тектонических условиях, используя методы космической геодезии и наклонометрии. Были рассмотрены два примера постсейсмических горизонтальных смещений земной коры после сильных землетрясений в центральной части и на границе Евразийской тектонической плиты. В различных частях Евразийской тектонической плиты результаты отличаются на порядок. Так, для центральной части (район Горного Алтая) оценки эффективной вязкости нижней коры лежат в интервале $6 \cdot 10^{19} \div 3 \cdot 10^{20}$ Па·с, для края плиты в зоне субдукции (район Приморья, Дальний Восток) оценки находятся в интервале $3 \cdot 10^{18} \div 5 \cdot 10^{19}$ Па·с. Изучение затухания деформаций в зоне Главного Саянского разлома (на границе Сибирской платформы и Байкальской рифтовой

зоны) даёт оценку эффективной вязкости $1 \cdot 10^{19}$ Па·с. Полученные параметры могут быть использованы при моделировании тектонических процессов и прогнозирования природных катастроф.

- С помощью современного оборудования и методики измерений проводилась разработка методов обработки сейсмических сигналов. Выполнена разработка и исследование эффективности алгоритмов адаптивного накопления для сейсморазведки; проведены эксперименты по комплексированию вибрационных и импульсных воздействий; сделан анализ помех, обусловленных деконволюцией сейсмических сигналов, полученных методом вибрационного зондирования.
- Для получения оригинальных геофизических данных были проведены наблюдения в обсерваториях и на научных полигонах, выполнена проверка оборудования, полученного по программе «Наука».

0331-2019-0012 Закономерности и особенности литосферных процессов Сибири на основе мониторинга магнитного и теплового полей, данных сейсмологии и лабораторных экспериментов. Рук. к.г.-м.н. П.Г. Дядьков

- Разработана 3D-модель верхней части земной коры Центральной впадины оз. Байкал, которая учитывает разломно-блоковую структуру, границы сейсмоактивного слоя, жёсткие структурные элементы, пространственное распределение температур.
- Разработан сводный магнитостратиграфический разрез верхнего мела (сеноман – маастрихт) Пур-Тазовского междуречья (Западная Сибирь) на основе комплексных палеомагнитных, палеонтологических и геолого–стратиграфических данных.

0331-2019-0013 Проявление процессов глубинной геодинамики в геосферах Земли по результатам мониторинга геомагнитного поля, ионосферы и космических лучей. Рук. д.ф.-м.н. В.Л. Янчуковский

- Важнейший результат проекта получен в ходе анализа данных непрерывных длительных (более 50 лет) наблюдений ионосферы и космических лучей позволил выделить полугодовую волну сезонной вариации ионосферы и космических лучей. Рассмотрен возможный механизм, согласно которому наблюдаемая полугодовая вариация параметра foF2 ионосферы может быть обусловлена изменениями нейтрального газа верхней атмосферы, вызванными метеорологическими эффектами нижней атмосферы, которые были спровоцированы изменениями интенсивности космических лучей.
- Исследование распределения числа сильных землетрясений и интенсивности космических лучей (КЛ) относительно фазы солнечного цикла показывает наличие положительной корреляции изменения числа сильных землетрясений и интенсивности КЛ. При чем наибольшие изменения числа землетрясений происходят в периоды, когда скорость изменения интенсивности КЛ в цикле солнечной активности (СА) максимальна. Увеличение числа сильных землетрясений происходит на спаде СА (на третий год после максимума СА), а также в минимуме СА, когда интенсивность КЛ достигает максимальных значений. Показано, что при рассмотрении связи сейсмичности и солнечной активности целесообразно использовать результаты непрерывных наблюдений космических лучей.
- Мониторинг тепловых и медленных нейтронов показал, что представленный детектор тепловых и медленных нейтронов обеспечивает достаточную статистическую точность и стабильность регистрации в течение длительного времени. По данным непрерывных наблюдений найден барометрический коэффициент для потока тепловых и медленных нейтронов у земной поверхности, который оказался значительно меньше барометрического коэффициента нейтронного монитора.

0331-2019-0014 Скважинная геофизика в электропроводящих анизотропных диспергирующих средах на основе высокопроизводительных решений трехмерных задач, высокоточных данных каротажа и лабораторных исследований керна. Чл.-корр. РАН В.Н. Глинских

- Разработан эффективный программно-методический инструментарий обработки и интерпретации данных полного комплекса методов скважинной электрометрии в масштабе реального времени с определением широкого набора электрофизических параметров сложнопостроенных нефтяных коллекторов с целью поиска пропущенных интервалов.
- Программно-методический комплекс разработан на основе высокопроизводительных алгоритмов численных решений многомерных задач в полных математических постановках в рамках макроанизотропной частотно-зависимой геоэлектрической модели. С его использованием выполняется совместная численная обработка всех методов скважинной электрометрии современных комплексов каротажа. Эффективность применения показана при интерпретации каротажных данных для выявления пропущенных сложнопостроенных нефтяных коллекторов и уточнения их флюидонасыщения.

0331-2019-0015 Реалистичные теоретические модели и программно-методическое обеспечение геоэлектрики гетерогенных геологических сред. Рук. д.т.н. И. Н. Ельцов

- Краткие выводы по результатам выполненного комплекса разномасштабных теоретических, методических, аппаратно-методических исследований в области электромагнитных полей в сложно-построенных гетерогенных средах:
- Разработаны и реализованы алгоритмы вычисления эффективных физических характеристик анизотропных сред. Показано влияние геометрической структуры среды и разных типов возбуждения электромагнитного поля на эффективные тензорные характеристики.
- Реализовано моделирование электромагнитного поля в частотной области в естественных переменных с анизотропным слабо проводящим слоем.
- Исследовано влияние структуры тензора удельной электропроводности на поведение напряженности электромагнитного поля.
- Оригинальная, не имеющая аналогов конструкция новой перспективной аппаратуры для радиально-частотного зондирования и электромагнитного профилирования, которая была успешно апробирована на практике и имеет достаточную жесткость для размещения набора измерительных катушек. Установлено, что разработанный в инициативном порядке прототип аппаратуры для малоглубинного электромагнитного профилирования с широкой полосой захвата вдоль линии съемки, обеспечивает перспективы для производительной и высокоразрешающей технологии картирования УЭС.

0331-2019-0016 Комплексные геолого-геофизические исследования строения дельты р. Лены (на прилегающих территориях к НИС «Остров Самойловский»). Рук. к.ф.-м.н. Д.Е. Аюнов

- В 2020 г проведен профиль магнитотеллурического зондирования (МТЗ), задача которого исследовать зону сочленения «континент-море Лаптевых», результатом которого является геоэлектрическая модель, отражающая региональные данные как о структуре и глубине залегания многолетнемерзлой толщи, так и о геологическом строении района (до глубин 10 км) переходной зоны между континентом и морем.

Приоритетное направление IX.131. Геология месторождений углеводородного сырья, фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа, научные основы формирования сырьевой базы традиционных и нетрадиционных источников углеводородного сырья

0266-2019-0006 Разработка методик оценки ресурсов, разведки и подсчета запасов залежей трудноизвлекаемой нефти в углеродистых карбонатно-глинисто-кремнистых, карбонатных и засоленных песчаных коллекторах. Рук. к.г.-м.н. М.А. Фомин

- На основе интерпретации широкого комплекса ГИС существенно уточнены границы распространения различных типов разрезов баженовской свиты в Надым-Обском междуречье. Установлено, что таркосалинский тип распространен шире, чем было показано ранее и выделяется также на Вэнгяхинской, Ярайнерской и других площадях. Нижневартовский тип, наоборот, имеет более узкое распространение и выделяется непосредственно в пределах одноименного свода, сменяясь на юг и восток вахским типом разреза.
- В результате комплексного анализа новейших геологических, геофизических, геохимических материалов впервые доказано, что в междуречье Надыма и Харампура возможно обнаружение промышленных скоплений нефти в баженовской свите. Обоснована необходимость бурения новых поисковых и разведочных скважин с полным отбором керна баженовской свиты и проведение его изучения по современной методике с целью детального исследования структуры баженовского коллектора и характера насыщения его пустотного пространства.

0331-2019-0017 Модели геологического строения, условия формирования и прогноз нефтегазоносности юрско-меловых отложений арктических регионов Сибири. Рук. к.г.-м.н. С.В. Ершов

- Впервые разработаны структурные, экранирующие, фильтрационно-емкостные модели строения глубокопогруженных тоарского, плинсбахского и геттанг-синемюрского региональных резервуаров нефти и газа нижнеюрских отложений Енисей-Хатангской и восточной части Гыданской нефтегазоносных областей (арктические районы Западной и Восточной Сибири). По каждому резервуару составлены наборы нефтегазогеологических карт: структурных, вещественного состава, толщин проницаемых комплексов и содержащихся в них песчаников и коллекторов, оценки качества флюидоупоров.
- Результаты исследований могут быть использованы при поисках залежей углеводородов в нижнеюрских отложениях исследуемого региона, а также являются основой для количественной оценки перспектив нефтегазоносности региональных резервуаров нефти и газа. Проведенные исследования помогут повысить достоверность прогноза залежей углеводородов, повысить эффективность поисковых и геолого-разведочных работ, минимизировать прогнозные риски их проведения.

0331-2019-0018 Построение моделей геологического строения и оценка перспектив нефтегазоносности фанерозойских и неопротерозойских осадочных комплексов Лено-Тунгусской НГП для формирования программы геологоразведочных работ и лицензирования недр. Рук. к.г.-м.н. С.А. Моисеев

- На основании переинтерпретации сейсмических материалов, построения наборов структурных, литолого-фациальных карт, карт фильтрационно-емкостных свойств вендско-кембрийских продуктивных горизонтов дана характеристика основных нефтегазоносных комплексов осадочного чехла в пределах Северо-Алданской перспективной нефтегазоносной области. Проведено нефтегазогеологическое ранжирование, выделены зоны нефтегазонакопления в непском, ниже-среднеданиловском, нижекембрийском-верхнеданиловском и нижекембрийском (осинском) резервуарах, выделены перспективные участки. Наиболее перспективные области с плотностями 10-20 тыс. т/км²

были выделены в центральной части Северо-Алданской НГО (Мухтинская, Джаджанская, Усть-Бирюкская, Кэдэргинская) площади.

- Показано, что на склонах Якутско-Алданского поднятия можно ожидать открытие месторождений нефти и газа в ловушках неантиклинального типа в кембрийских отложениях как куонамского типа, так и перекрывающих карбонатных породах рифогенно-склоновых фаций.

0331-2019-0019 Геология, условия формирования и закономерности размещения залежей углеводородов с трудноизвлекаемыми запасами в Западно-Сибирском мегабассейне. Рук. к.г.-м.н. В.А. Казаненков

- На основе комплексного анализа материалов геохимических, литологических, палеонтологических исследований керн и данных геофизических исследований скважин для юго-восточной части Западно-Сибирской НГП в интервале баженовской свиты уточнен тип коллектора и построена генерализованная модель строения резервуара.
- На примере залежи в горизонте Ю0 Федюшкинского месторождения проанализированы региональные и локальные критерии нефтеносности баженовского резервуара: толщины пород баженовской свиты, толщины пород с содержанием $\text{Corg} > 7\%$, катагенез органического вещества, толщины подстилающих и перекрывающих флюидоупоров, современные пластовые температуры и давления, структурный фактор. По результатам комплексного анализа материалов, характеризующих вышеперечисленные критерии, построена схема прогноза нефтеносности продуктивного горизонта Ю0 баженовского резервуара. Выделены перспективные зоны двух категорий. В пределах наиболее перспективной зоны 1-ой категории после уточнения качества перекрывающего флюидоупора по материалам сейсморазведки ряд локальных поднятий можно рекомендовать к поисковому бурению. В зонах 2-ой категории требуется проведение дополнительных детальных литологических, геохимических и петрофизических исследований для уточнения строения баженовской свиты

0331-2019-0020 Сейсмостратиграфия, тектоника и нефтегазоносность арктических регионов Сибирской платформы (Енисей-Хатангская, Анабаро-Хатангская и Лено-Анабарская НГО) и шельфа моря Лаптевых, разработка сейсмогеологических критериев выявления и детального картирования нефтегазоперспективных объектов и залежей углеводородов. Рук. чл.-корр. РАН В.А. Конторович

- Построена современная модель геологического строения берриас-нижнеаптских (неокомских) отложений в арктических регионах Западной Сибири и на шельфе Карского моря. В составе неокома выделены клиноформный и шельфовый комплексы. В Ямальской и Гыданской НГО неокомские клиноформы имеют классическое строение, наклонены в северо-западном направлении и формировались за счет поступления терригенного материала с Сибирской платформы; на шельфе Карского моря неокомские клиноформы погружаются в южном, западном и восточном направлениях и формировались за счет сноса осадков с арх-га Новая Земля и Сибирского порога.
- Залежи углеводородов в клиноформном комплексе контролируются литологическими и структурно-литологическими ловушками; нефтегазоперспективные объекты шельфового комплекса связаны с антиклинальными структурами (61 - на континенте; 36 - в акватории).

0331-2019-0021 Основные седиментационные и постседиментационные процессы и закономерности их эволюции в протерозойских и фанерозойских осадочных бассейнах Сибири. Рук. к.-г.м.н. П.А. Ян

- Детальные минералого-геохимические исследования баженовской свиты позволили определить два основных типа выделений пирита, формировавшихся на разных стадиях диа- и катагенеза: фрамбоидального и скрытокристаллического. Установлено, что интенсивное образование скрытокристаллического пирита происходило у нижней и верхней границ баженовской свиты в диагенезе, в результате осаждения пирита на редокс-геохимических барьерах из флюидов, насыщенных сульфидами железа, и мигрировавших из высокоуглеродистой части баженовской свиты. Вероятно, пиритизация продолжалась на стадии катагенеза и была связана с термохимическими процессами преобразования органического вещества. Эти результаты являются важными не только с точки зрения фундаментальных вопросов перераспределения вещества в диа- и катагенезе, но и с точки зрения детальной стратификации черносланцевых нефтегазоносных объектов. На их основе с привлечением комплексного анализа данных геохимии, литологии и материалов ГИС были рассмотрены особенности зоны перехода баженовской свиты в подачимовскую толщу, выявлены критерии выделения верхней границы свиты в центральных районах Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. Показано, что для достоверного выделения кровли баженовской свиты необходимо использовать результаты литолого-геохимического исследования керн скважин и каротажа (гамма-каротаж, нейтронный гамма-каротаж и его вариации, боковой каротаж и индукционный каротаж), в первую очередь обращая внимание на радиоактивные методы.

0331-2019-0022 Органическая геохимия и история геологического развития доминантных нефтегазовых систем верхнего протерозоя и фанерозоя Сибири. Рук. д.-г.-м.н. А.Н. Фомин

- Изучено влияние термобарических факторов на изменение геохимических параметров углеводородов-биомаркеров в палеозойских отложениях по разрезу сверхглубокой скважины Средневилуйская-27. Установлено, что в апокатагенезе эти показатели теряют информативность для диагностики уровня зрелости органического вещества (ОВ) и его генетической природы. Выполнен сравнительный анализ углеводородов битумов и битумоидов хатыспытской свиты венда на северо-востоке Сибирской платформы. Установлено, что групповой состав битумов и их углеводородный состав является результатом смещения битумов нескольких этапов генерации, первичной миграции и биологического окисления.
- Построены карты изменения наиболее информативных геохимических параметров керогена территории Надым-Тазовского междуречья, а также вниз по разрезу – от верхней до нижней юры. Наиболее высокий генерационный потенциал ОВ установлен в баженовском горизонте, а также в отдельных пачках малышевского, леонтьевского, шараповского и китербютского. Судя по уровню зрелости ОВ в верхне- и среднеюрских отложениях могли сохраниться залежи преимущественно нефтей и жирных газов, а в нижнеюрских – жирных и сухих газов.

0331-2019-0023 Численное моделирование современной структуры и процессов формирования эпиконтинентальных осадочных бассейнов. Рук. д.г.-м.н. В.В. Лапковский

- На основе бассейнового моделирования дана оценка генерационного потенциала нефтегазопроизводящих толщ Хапчагайского мегавала и Толонского месторождения. Показано, что к настоящему времени пермскими нефтематерискими толщами было сгенерировано около 19 трл.т условных углеводородов. К концу среднего триаса (230 млн. лет) все нефтегазоматеринские толщи перми вошли в главную зону нефтеобразования, а нижняя пачка уже вышла из главной зоны газообразования. К этому времени глинистые отложения неджелинской и мономской свит нижнего триаса, служащие покрывками для залежей были сформированы. Следовательно, уже были созданы все условия для формирования и сохранности залежей в резервуарах перми и триаса Толонского месторождения

0331-2019-0024 Формирование гидрогеохимических и геотермических условий глубоких горизонтов нефтегазоносных районов Западной Сибири в результате эволюции гидрогеологических систем. Рук. чл.-корр. РАН А.Р. Курчиков

- Сопоставлены гидрогеохимические условия Колтогорско-Толькинской шовной зоны с результатами геодинамического районирования, выполненного на основе анализа рельефа земной поверхности, геометрии речных русел, стариц, болот, с учетом имеющейся информации о глубинном строении осадочного чехла и кристаллического фундамента бассейна. Выявлено существенное различие в гидрогеохимических условиях апт-альб-сеноманского, неокомского и юрского водоносных комплексов, что является следствием разномасштабного воздействия различных геологических и гидрогеологических процессов на содержание отдельных компонентов подземных вод.
- Подтверждено отсутствие явного разделения химического облика подземных вод зоной Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта. Установлено наличие связи в распределении минерализации подземных вод по всем водоносным комплексам с выделенными зонами блокового строения осадочного чехла, сформированных под воздействием относительно недавних или активных и в настоящее время тектонических процессов.

0331-2019-0025 Геохимия, генезис и механизмы формирования состава подземных вод арктических районов осадочных бассейнов Сибири. Рук. к.г.-м.н. Д.А. Новиков

- Впервые за последние 35 лет проведено обобщение гидрогеохимических данных по доюрским комплексам Западной Сибири. Установлено, что в исследуемом регионе развиты подземные воды и рассолы с величиной общей минерализации от 4 до 330 г/дм³ Cl-Na и Cl-HCO₃-Na состава при доминировании первых. На основе детального анализа гидрогеохимических данных можно предположить наличие в гидрогеологическом разрезе трех генетических групп подземных вод и рассолов: 1) седиментогенных, 2) литогенных (возрожденных) и древних инфильтрационных, 3) конденсатогенных. Совместное рассмотрение $r_{Na/rCl}$, Ca/Cl , $Br/Cl \cdot 10^{-3}$, $Sr/Cl \cdot 10^{-3}$ отношений с интегрированным показателем метаморфизации рассолов S по осадочным бассейнам Сибири подтверждают, что подземные воды и рассолы Западной Сибири находятся на начальной стадии метаморфизации химического состава. Уровень метаморфизации (катагенетических изменений) химического состава подземных вод и рассолов изученных бассейнов Сибири растет в направлении от районов распространения магматических и метаморфических формаций в основании мезозойско-кайнозойского осадочного чехла молодого Западно-Сибирского осадочного бассейна к структурам древней Сибирской платформы, где развиты сверхкрепкие хлоридные кальциево-натриевые и кальциевые рассолы.

0331-2019-0026 Геологическая эволюция системы вода-порода-газ-органическое вещество (на примере отдельных районов Западно-Сибирского и Тунгусского артезианских бассейнов). Рук. д.г.-м.н. О.Е. Лепокурова

- Впервые разработана новая концепция формирования содовых подземных вод применительно к юго-востоку Западной Сибири, основанная на глубоком изучении взаимодействия системы вода - алюмосиликатная порода - газ (метан, углекислый газ) - органическое вещество (уголь, болотная органика). Введена оригинальная типизация содовых вод региона, включающая химический, газовый и изотопный состав, условия залегания и распространения. Доказано, что многообразие состава вод связано с разным временем взаимодействия в системе вода-порода, согласно концепции С.Л. Шварцева, и с особенностями среды (наличием или отсутствием дополнительного источника CO₂ и органики), это нашло подтверждение данными изучения изотопов ¹⁸O и ¹³C. Предложен механизм масштабного фракционирования водорастворенного углерода, согласующийся с механизмом формирования содовых вод.

0331-2019-0027 Разработка методов количественной оценки нетрадиционных ресурсов нефти и газа (баженовская свита, мелкие и мельчайшие месторождения и пр.) и имитационной модели долгосрочного функционирования нефтегазового комплекса Российской Федерации. Оценка традиционных и нетрадиционных ресурсов осадочных бассейнов Сибири. Рук. д.г.-м.н. Л.М. Бурштейн

- Предложена методика вероятностной оценки не выявленных ресурсов углеводородов, основанная на фундаментальных закономерностях распределения скоплений по крупности. Дана вероятностная оценка перспективных и прогнозируемых ресурсов газа центральных и южных районов Лено-Тунгусской провинции. Традиционно оценка перспективных и прогнозируемых ресурсов нефти и газ сравнительно хорошо изученных территорий выполняется с использованием различных вариантов метода внутренних геологических аналогий. Такой подход, как правило, основан на некоторых допущениях, принимаемых экспертно. В его рамках затруднительно дать объективную оценку точности полученных результатов. В то же время для сравнительно хорошо изученных объектов и территорий оценка величины остаточных (не выявленных) ресурсов может опираться на надежно установленные закономерности – закон распределения скоплений углеводородов по крупности (аппроксимируемый усеченным распределением Парето) и закон геологоразведочного фильтра (вероятность выявления скопления зависит от его размера). В этом случае вероятностная оценка остаточных ресурсов получается естественным путем. Предложенный вариант такого метода апробирован при оценке ресурсов свободного газа центральных и южных районов Лено-Тунгусской провинции.
- Предложенная методика позволяет получить обоснованную вероятностную оценку остаточных ресурсов углеводородов нефтегазоносных территорий и крупных.

0331-2019-0028 Анализ современного состояния и прогноз развития нефтегазового комплекса России на период до 2040 г. Рук. д.э.н. И.В. Филимонова

- Установлен факт проявления в последние годы негативного мультипликативного эффекта от развития нефтегазового комплекса в России. Неспособность страны трансформировать высокие доходы от экспорта природных ресурсов в эффективные производства с высокой производительностью труда и добавленной стоимостью, развитую инфраструктуру и человеческий капитал приводит к целому ряду макроэкономических и структурных негативных последствий. На основе метода панельных данных показано, что факторы ресурсной зависимости не всегда оказывают значительное влияние на экономику нефтеэкспортирующих стран. Экономический рост зависит в большей степени от факторов, соответствующих целям устойчивого развития. Исследование позволяет сделать вывод о том, что странам, подверженным в настоящее время ресурсной зависимости, целесообразно переориентироваться в направлении дифференциации экономики, прежде всего использования преимуществ ресурсной ренты для развития перерабатывающих и обрабатывающих производств, а также зеленой энергетики.

Приоритетное направление IX.138. Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли, атмосферы, включая ионосферу и магнитосферу Земли, гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика (инфраструктура пространственных данных и ГИСТехнологии)

0266-2019-0008 Комплексные исследования динамики развития природно-техногенных систем с оценкой ресурсного потенциала и воздействия на окружающую среду. Рук. к.т.н. Н.В. Юркевич

- Рассмотрены результаты комплексирования данных методов электротомографии (ЭТ), аэрофото-, магнитной съемки, ГИС анализа и геохимического анализа для повышения точности методов исследования техногенных объектов. Зонирование складированных отходов добычи золота из руд Урского месторождения по электрическим и магнитным свойствам с построением ортофотоплана и цифровой модели рельефа позволили построить объемную модель дренажной системы на основе сопоставления их с данными геохимических исследований.
- Рассмотрены методологические основы комплексирования метода электротомографии и гидрохимического опробования для повышения точности определения техногенных дренажных потоков. Сопоставление геоэлектрических параметров среды с результатами гидрохимического опробования в системе «пруд-отстойник-дренаж-река» позволило оконтурить направление просачивания техногенных вод, выявить фильтрационные зоны и каналы утечек дренажа за пределы хвостохранилища (на примере гидроотвала Салаирского горно-обогатительного комбината). Обнаружено, что направление подземного стока жидкости с хвостохранилища можно проследить с помощью геофизических методов, что верифицируется результатами гидрохимического опробования подземных и речных вод, принимающих дренаж.
- Рассмотрены особенности ореолов рассеяния химических элементов в районе старых заброшенных техногенных объектов. Исследованы ореолы рассеяния химических элементов в составе почвенного покрова и поверхностных вод в районе старых рудников киновари Чаган-Узунского рудного поля (г. Сукор, урочище Кызыл-Чин, республика Алтай), выявлены аномалии по концентрациям сульфат-аниона, Li, Ti, As, Sb, Ba.
- Рассмотрены особенности регионального фона на территории, продолжительное время подвергающейся техногенному воздействию со стороны добывающего предприятия, сделана оценка экологического состояния территории. Определено, что содержания металлов (Fe, Cu, Ni, Mn) и нефтепродуктов в фоновых природных водах на севере Красноярского края, в Норильском регионе, как правило, не соответствуют нормативным предельно допустимым концентрациям, установленным Российским законодательством. Для поверхностных вод, подверженных техногенному воздействию в районе г. Норильска категория чистоты в основном определяется концентрациями металлов, сульфатов и нефтепродуктов, а при удалении на несколько километров (более 20 км) основной вклад в суммарном загрязнении вносят начинают играть металлы рудной ассоциации, характерной для медно-никелевых руд месторождений региона.
- Обоснована актуальность физического моделирования для расчёта эффекта техногенного растепления грунтов под воздействием отходов горнодобывающего предприятия. Смоделирован процесс растепления мерзлых пород грунтов основания дамбы хвостохранилища в контакте с сульфатными высокоминерализованными технологическими водами, произведена оценка экзотермического эффекта за счёт химических реакций растворения известняков за 10-летний период. По результатам физического моделирования зона растепления расположена радиально вокруг центра трещины, по которой осуществляется ток оборотной воды, количество энергии, которое получила порода за счёт растворения породы и уравнивания растворов, составило 0.17 % от энергии, полученной грунтами за счёт нагрева технологическими водами.
- Рассмотрен методологический подход и обоснована актуальность экономической оценки экологического ущерба от сульфидсодержащих отходов горнорудного производства. Были сделаны прогнозные расчёты экологического ущерба на территории около золотоизвлекательного завода на период 2019-2030 гг. при принятии мер ликвидации загрязнения.

0331-2019-0029 Полевые химико-аналитические технологии для геологоразведки, геоэкологии и контроля техногенных объектов. Рук. д.т.н. В.М. Грузнов

- Существенно усовершенствована геохимическая технология «ПК+ЭХО» поиска залежей углеводородов с пассивным концентрированием и экспрессным анализом проб в поле введением автоматизированной текущей (непрерывной) калибровки газового хроматографа, повышающей точность анализа с 30% до нескольких единиц процентов.
- Впервые технология «ПК+ ЭХО» апробирована в условиях Заполярья и показано, что она по информативности не уступает существующей съёмке с анализом грунтовых проб. А портативность и экспрессность технологии обеспечивают на перспективу возможность оперативного геохимического углеводородного районирования обширных территорий РФ на предмет потенциальных залежей углеводородов.

0331-2019-0030 Разработка новых технологий разновысотной съёмки земного магнитного поля с помощью БПЛА и геомагнитная томография. Рук. академик РАН М.И. Эпов

- Разработан и изготовлен прототип мобильной магнитометрической системы для измерения трех компонент вектора индукции магнитного поля Земли с привязкой к фиксированной системе координат с использованием оригинального модуля инерциальной навигационной системы. Оборудование позволяет исследовать тонкую структуру векторного поля магнитной индукции Земли в верхнем полупространстве с использованием технологии разновысотной аэромагнитной съёмки с борта беспилотных воздушных судов.
- Проведен комплекс лабораторных и натурных испытаний изготовленного прототипа. Испытания проведены с целью проверки системы фиксации измерительных осей магнитометрической системы, предназначенной для измерения полного вектора индукции магнитного поля Земли с жесткой стабилизацией измерительной системы координат векторного магнитометра путем синхронной обработки данных с использованием информации от инерциальной навигационной системы. Обработка первичных данных эксперимента показала, что использование совместной обработки синхронных первичных данных от магнитометра и модуля СНС обеспечивает надежную фиксацию измерительных осей.
- Результаты предварительных испытаний прототипа показали, что использование данных от оригинального модуля инерциальной навигационной системы (ИНС) позволяет выполнять измерения значений компонент вектора индукции магнитного поля в фиксированной системе координат (например, географической), независимо от текущей ориентации магнитометра, что обеспечивает повышение точности измерения углов склонения и наклона регионального магнитного поля Земли.
- Разработан оригинальный алгоритм и реализована программа сплайн-аппроксимации неравноточных данных аэромагнитной съёмки с применением БВС на пространственно-неоднородных сетях. Применение сплайнов позволило построить регулярный куб аномальных значений индукции магнитного поля, ее пространственных производных, а также модуля градиента и вертикальной производной от магнитной индукции.

0331-2019-0031 Оценка и прогноз развития природно-техногенных систем по данным геохимических и геофизических методов исследования. Рук. д.г.-м.н. С.Б. Бортникова

- Путём проведения натурных и лабораторных экспериментов по исследованию низкотемпературной миграции химических элементов в паро-газовой фазе установлено, что воздушные потоки над техногенными телами (складированными сульфидными отходами горно-рудной промышленности) содержат многие химические элементы в летучей форме. Наиболее контрастные отличия в составе конденсатов, собранных на отвалах, по сравнению с фоновой точкой, обнаруживают металлы: Cu, Zn, Pb, Co, Ni, Cr, Cd, и некоторые анионогенные элементы: As, Sb, Sn, Mo, характерные для минералов рудной ассоциации. Основным источником элементов в паро-газовых потоках являются вторичные сульфаты – кристаллогидраты. Главной формой переноса Ca и Mg в кислых конденсатах являются аква-ионы. В виде комплексов с оксалатами, формиатами и ацетатами может переноситься <3%

Ca и 0.74% Mg. Наиболее подвижные щелочные металлы практически полностью находятся в виде Me^+ . Железо и медь почти на 100% связаны с оксалатами. Пары, в отличие от пылевых фракций различной дисперсности, могут проникать в респираторные отделы легких, повреждая эпителий, обеспечивающий газообмен, и поступать в кровь со скоростью, сопоставимой с непосредственным парентеральным введением.