

ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ПРОГРАММЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭПИЗОДА ПЛЮМОВОГО МАГМАТИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ КУЗНЕЦКОГО ПРОГИБА ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СИБИРСКОЙ КРУПНОЙ ИЗВЕРЖЕННОЙ ПРОВИНЦИИ НА РУБЕЖЕ ПЕРМИ - ТРИАСА

На основе детального палеомагнитного изучения пермско-триасовых разрезов траппового комплекса дана оценка возраста и продолжительности плюмового магматизма в Кузнецком прогибе и его корреляция с эволюцией Сибирской крупной изверженной провинции. Появление первых базальтовых покровов на периферии провинции (Кузнецкий ареал) произошло 251.2 млн л. н., на 800 тыс л. позже чем в центре (Норильский ареал). Весь магматический эпизод в Кузнецком прогибе соответствует заключительной стадии формирования провинции, длился не более 600 тыс л. и включает два кратких (~ 100 тыс л.) вулканических импульса. Фиксируемое на инициальной стадии резкое (более чем в 3 раза) снижение напряженности геомагнитного поля, согласно теоретической модели, отражает состояние перегретого ядра. Отвод избытка тепла плюмами способствовало восстановлению обычного режима работы геодинамо и значений абсолютной величины магнитного поля Земли.

Авторы: В.А. Верниковский, Д.В. Метелкин, В.В. Абашев, Н.Э. Михальцов, В.Ю. Брагин, А.А. Елисеев, Е.В. Виноградов

Публикация:

Елисеев А.А., Метелкин Д.В., Абашев В.В., Михальцов Н.Э., Виноградов Е.В., Брагин В.Ю. Палеомагнетизм абинской серии Кузнецкого прогиба (Южная Сибирь) в связи с проблемой формирования Сибирской крупной магматической провинции на рубеже перми и триаса // Геология и геофизика, 2024, т.65, №4, с.533-551, DOI: 10.15372/GIG2023205 (IF – 1.2)

Metelkin D.V., Eliseev A.A., Shcherbakova V.V., Mikhaltsov N.E., Zhidkov G.V., Abashev V.V. Absolute Geomagnetic Paleointensity at the Permian-Triassic Boundary: the Problem of the Mesozoic Dipole Low // Doklady Earth Sciences, 2024, DOI: 10.1134/S1028334X24603687 (IF – 0.7)

МИКРОФОССИЛИИ (СТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕООБСТАНОВКИ) И ВАРИАЦИИ ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ В РАЗРЕЗАХ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Анализ данных по распределению микрофоссилий (конодонты и остракоды), изотопных вариаций позволяет впервые точно определять положение нижней границы фамена (верхний девон) в разрезах Западной Сибири. На основе вариаций изотопных данных в разрезе франа и фамена обосновляются два положительных и один отрицательный экскурс стабильных изотопов $\delta^{13}\text{Сорг}$ и $\delta^{13}\text{Скарб}$. К первым приурочено максимальное таксономическое разнообразие в ассоциациях остракод, тогда как для отрицательного экскурса в верхах франа и основании фамена отмечается резкое снижение таксономического разнообразия, что согласуется с мировыми данными.

Палеоэкологический анализ ассоциаций остракод и фациальные особенности строения вмещающих толщ позволили выделить семь экологических типов ассоциаций в позднедевонском Западносибирском палеобассейне. Согласно палеоэкологическим моделям распределения таксонов остракод в девонских морских бассейнах Западной Европы, впервые установлено, что западносибирские ассоциации относятся к мелководному I-III «эйфельскому экотипу», что исключает присутствия в этой части бассейна глубоководных фаций. Полученные новые данные позволяют существенно уточнить стратиграфию и особенности фациального строения девона

Западносибирской нефтегазоносной провинции. На основе оценки оценке таксономического состава, экологических показателей биоты и литологических индикаторов предложен метод определения температур воды для Сибирских бассейнов палеозоя. Определена последовательная картина динамики палеозойских палеоклиматов в Сибири. Это способствуют более четкому пониманию климатической и тектонической динамики развития региона в палеозое. Использование предложенного метода позволяет эффективно решить множество геологических проблем, в том числе в климатологии, палеогеографии, океанологии, биогеографии и тектонике.

Авторы: Б.М. Попов, О.П. Изох, Н.Г. Изох, С.В. Сараев, Е.А. Попова

Публикации:

1. Изох О.П., Изох Н.Г., Попов Б.М., Сараев С.В. Био-, литостратиграфические и геохимические маркеры глобальных событий верхнего девона юга Западной Сибири и их потенциал для межрегиональных корреляций // Геология и геофизика, 2024, – том 65 – № 8 – С. 1142-1169; IF 1.203
2. Popov B.M. Distribution of Frasnian and Famennian Ostracods in the Northwestern Kuznetsk Basin (Western Siberia) // Paleontological Journal, 2024, Vol. 58, No. 9, pp. 79–87; IF 0.7
3. Davydov V. I., Karasev E. V., Popova E. V., Poletaev V. I. Method of estimating sea- surface paleotemperatures through biotic proxies: A case study in Upper Paleozoic paleoclimatic, paleogeographic and paleotectonic reconstructions of Siberia // Ecology and Evolution, 14, e70265. <https://doi.org/10.1002/ece3.70265>; IF 3.167

ЭВОЛЮЦИЯ ПАЛЕОКЛИМАТА В КАЙНОЗОЕ НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Впервые в палеогене и неогене юга Западной Сибири найдена ископаемая пыльца предковых форм хвойных *Cathaya* – современного реликта, произрастающего в условиях горного влажного субтропического климата на юге Китая. Палиноморфы отнесены к виду *Abietineaeropollenites sellowiformis*. Максимальное содержание (до 23.7%) палиноморф установлено в спектрах конца олигоцена и раннего миоцена, а последнее появление зафиксировано в среднем–позднем миоцене. Эти находки позволяют сделать предположение о теплом и влажном климате в это время на юге Западной Сибири. Полученные данные расширяют наши представления об ареале произрастания предковой формы катайи, её роли в растительных сообществах Центральной Азии в кайнозое и эволюции климата прошлого. На основе анализа ряда палиноморф реконструированы локальные экологические условия озера Балыктукель (Горный Алтай) на протяжении среднего и позднего голоценена (за последние ~7 тыс. лет). Установлены теплые условия и цветение водоема с начала палеозаписи и до 6.5 калиброванных тыс. лет назад, а также в последние 500 лет. На рубеже 4.3 кал. тыс. лет назад фиксируется похолодание климата. Полученные данные можно использовать для прогноза климатических изменений ближайшего будущего.

Авторы: О.Б. Кузьмина, Ю.Д. Внуковская

Публикации:

1. Kuzmina O.B., Nikitenko B.L. First Findings of Fossil Pollen of Ancestor Forms of Cathaya Conifers, a Modern Relic, and a Climate Indicator in the Paleogene and Neogene of West Siberia (Kulunda) // Doklady Earth Sciences – том 518 – № 2 – С. 1709-1716 – 2024 – DOI: 10.1134/S1028334X24602177 – IF 0.7.
2. Vnukovskaya Y., Kuzmina O., Rudaya N. Local Environmental Conditions of Lake Balyktukel (Russian Altai) in the Holocene from Non-Pollen Palynomorphs // Paleontological Journal – том 58 – № 7 – С. 99-108 – 2024 – DOI: 10.1134/S0031030124600501 – IF 0.7

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И НЕФТЕГЕНЕРАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ ПОРОД КУОНАМСКОГО КОМПЛЕКСА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

На основе современных палеогеографических реконструкций и теоретических моделей накопления ОВ в осадках построены схемы толщин пород куонамского комплекса, обогащенных органическим углеродом (Рисунок 1). Они послужат основой для решения задач реконструкции масштабов, динамики процессов нафтогенеза, формирования залежей и оценки ресурсов углеводородов в нефтегазовых системах Лено-Тунгусской и Лено-Вилюйской нефтегазоносных провинций.

Уточнены контуры очагов генерации УВ куонамским комплексом в пределах Курейской синеклизы. Суммарные масштабы генерации УВ составили 670 млрд т УУВ (условных углеводородов). Косвенно оценивая возможные масштабы аккумуляции сгенерированных углеводородов, можно предположить, что ресурсы, связанные с куонамской НГПТ рассматриваемой территории, могут составлять от 1 до 10% (7-67 млрд т УУВ).

Авторы:

А.Э. Конторович, Л.М. Бурштейн, И.А. Губин, Т.М. Парфенова, П.И. Сафонов, Е.С. Ярославцева

Публикации:

1. Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Губин И.А., Парфенова Т.М., Сафонов П.И. Глубокопогруженные нефтегазовые системы нижнего палеозоя на востоке Сибирской платформы: геолого-геофизическая характеристика, оценка ресурсов углеводородов // Записки горного института. – 2024. – Т. 269. – с. 721-737. Q1.
2. Ярославцева Е.С., Парфенова Т.М., Конторович А.Э., Бурштейн Л.М. Распределение органического углерода в породах куонамского комплекса (кембрий Сибирской платформы) // Геология нефти и газа. – 2024. – № 4. – с. 69-78.
3. Бурштейн Л.М., Дешин А.А., Парфенова Т.М., Ярославцева Е.С., Козырев А.Н., Сафонов П.И. Кинетические характеристики керогенов куонамского комплекса нижнего и среднего кембрия Сибирской платформы // Геология и геофизика. – 2024. – Т. 65. – № 1. – с. 133-158.
4. Коровников И.В., Вараксина И.В., Конторович А.Э., Парфенова Т.М. Биостратиграфия, литология и геохимия пород нижнего и среднего кембрия в бассейне реки Кюленке (первые результаты исследования керна скважин) // Геология и геофизика. – 2024. – Т. 65. – № 1. – с. 151-163.
5. Ярославцева Е.С., Сафонов П.И., Губин И.А., Бурштейн Л.М. Историко-геологическое моделирование процессов генерации углеводородов куонамским комплексом Курейской синеклизы // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2024. – Т. 19. – № 2. – https://www.ngtp.ru/tub/2024/13_2024.html EDN: SFHJXN.

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕГО ПАЛЕОЗОЯ НА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЕ

На континентальной окраине Сибирской платформы в разрезе осадочного чехла выделяются рифейский, вендский, нижне-среднепалеозойский, пермский и мезозойский нефтегазопрекивные осадочные комплексы.

В Лено-Анабарской НГО геологические/извлекаемые ресурсы углеводородов составляют 1783/610 млн т, в том числе нефти - 1608/482 млн т, конденсата – 6/4 млн т, растворенного в нефти (попутного) газа – 64 млрд м³ / 19 млрд м³, свободного газа – 105 млрд м³.

Суммарные начальные геологические ресурсы углеводородов Анабаро-Хатангской НГО составляют 1771 млн т УУВ, в том числе нефти 1332 млн т; суммарные извлекаемые ресурсы УВ - 735 млн т, в том числе нефти – 337 млн т, конденсата – 13 млн т, растворенного газа – 12 млрд м³, свободного газа – 372 млрд м³.

Выявлены особенности строения и условий формирования неокомского клиноформного комплекса западных районов Енисей-Хатангской нефтегазоносной области, которые обусловлены низкими скоростями его проградации, существованием нескольких источников сноса, палеобатиметрией и палеогеоморфологией дна бассейна, огромной толщиной подстилающих триас-юрских отложений и другими факторами. В западной, наиболее перспективной на поиски залежей углеводородов части прогиба, выделены Танамо-Агапская и Малохетско-Пясинская зоны, которые имеют разный характер распространения меловых проницаемых комплексов и флюидоупоров, тип напластования пород, структурные условия залегания, закономерности распределения залежей углеводородов по разрезу. В каждой из зон выделены резервуары и нефтегазоносные комплексы, дана их характеристика.

Наиболее перспективными в Хатагско-Ленском регионе являются пермские отложения - 61% начальных извлекаемых ресурсов углеводородов; нижний-средний палеозой - 21%, верхний протерозой - 13%, мезозой- 5 %.

Авторы: В.А. Конторович, А.Э. Конторович, А.К. Башарина (Карташова), Е.В. Борисов, Л.М. Бурштейн, С.В. Ершов, А.Ю. Калинин, Л.М. Калинина, Е.А. Костырева, Д.С. Мельник, С.А. Моисеев, А.Ю. Нехаев, Т.М. Парфенова, П.И. Сафонов, М.В. Соловьев, А.Н. Фомин, Е.А. Фурсенко, Н.И. Шестакова.

Публикации:

1. Конторович В.А., Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Калинин А.Ю., Калинина Л.М., Костырева Е.А., Мельник Д.С., Моисеев С.А., Парфенова Т.М., Сафонов П.И., Соловьев М.В., Фомин А.Н., Фурсенко Е.А. Геологическое строение, нефтегазоносность, ресурсы углеводородов и направления геолого-разведочных работ на северо-восточной континентальной окраине Сибирской платформы (Анабаро-Хатангская и Лено-Анабарская НГО) // Геология и геофизика. - 2024. - 65. - № 6. - С.823-849. DOI 10.15372/GiG2023184
2. Борисов Е.В., Шестакова Н.И., Нехаев А.Ю. Байос-батские отложения северо-восточных районов Западной Сибири: геологическое строение, сейсмостратиграфия, районирование по типам разрезов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2024. - Т.19. - №4.
3. Ершов С.В., Башарина А.К. Нефтегазоносные комплексы меловых отложений западных районов Енисей-Хатангского регионального прогиба // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2024. - Т. 19. - № 4. - https://www.ngtp.ru/tub/2024/32_2024.html EDN: BSQIAH
4. Карташова А.К., Ершов С.В., Шестакова Н.И. Особенности строения и условий формирования берриас-нижнеантских отложений западных районов Енисей-Хатангской нефтегазоносной области // Геология нефти и газа. - 2024. - № 1. - С. 73–88. DOI 10.47148/0016-7894-2024-1-73-88

НОВЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАКРОАНИЗОТРОПИИ ПОЛНОРАЗМЕРНОГО ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО КЕРНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОРОИДАЛЬНЫХ КАТУШЕК

Предложен и обоснован математическим и численным моделированием новый способ определения удельного электрического сопротивления и электрической макроанизотропии полноразмерного цилиндрического керна с использованием тороидальных катушек на металлической трубе вокруг керна. Разработаны программно-алгоритмические средства двумерного конечно-разностного моделирования сигналов от стороннего кругового магнитного тока, эквивалентного тороидальной катушке. По результатам численного моделирования выбраны оптимальная длина измерительной системы, операционные частоты и тип измеряемых сигналов. Способ предназначен для определения УЭС по данным измерения непосредственно в скважине на образце только что выбуренного керна или в условиях лаборатории.

Авторы: М.И. Эпов, И.В. Михайлов, И.В. Суродина, М.Н. Никитенко, В.Н. Глинских.

Публикация:

1. Эпов М.И., Мамяшев В.Г., Михайлов И.В., Суродина И.В., Никитенко М.Н. Определение удельного электрического сопротивления керна с помощью тороидальных катушек: математическое моделирование // Георесурсы. – 2024. – Т. 26. – № 3. – с. 151–161. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2024.3.16>, Q2, SJR 0.41

СТРУКТУРА МАГМАТИЧЕСКИХ И ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПОД ВУЛКАНОМ ЭБЕКО (О. ПАРАМУШИР)

Вулкан Эбеко в северной части острова Парамушир является одним из активнейших на Курильской дуге. По данным сейсмической сети, установленной на острове в 2021-2022 годах, построена трехмерная модель скоростей P и S волн, а также их отношения Vp/Vs. Выявленное на срезах модели непосредственно под влк. Эбеко сосуществование низкой Vp, высокой Vs, низкого отношения Vp/Vs и кластера сейсмичности до ~10 км указывает на присутствие большой газонасыщенной области, которая образовалась вследствие контакта жидких флюидов с горячими магматическими интрузиями. Под восточным склоном вулкана наблюдается малоглубинная аномалия с низкой Vs и высоким Vp/Vs, маркирующая наличие приповерхностного водоносного горизонта (рис.1). Эти результаты имеют принципиальное значение для разведки геотермальных ресурсов на о. Парамушир.

Авторы: И.Ю. Кулаков, В.П. Комзелева, И.В. Медведь, Т.А. Ступина, Я.М. Бережнев, Н.Н. Беловежец

Публикации:

1. Koulakov, I., Komzeleva, V., Medved, I., Stupina, T., and Novgorodova A. Seismic structure beneath Ebeko Volcano and surrounding areas of Paramushir Island (Kuril Arc) inferred from local earthquake tomography // Journal of Volcanology and Geothermal Research. – 2024. – Т. 455. – №108201, <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2024.108201>, импакт-фактор журнала: 2.4
2. Бережнев Я.М., Беловежец Н. Н., Кулаков И.Ю., Яковлев А.В., Алажми М.С. и Гордеев Е.И. (2024). Изменения сейсмических скоростей под вулканом Эбеко (Курильские острова) в июле-августе 2021 года // Доклады РАН. Науки о Земле. – Т. 515. – №1. – С. 110-117 –2024. DOI: 10.31857/S2686739724030132, импакт-фактор журнала: 1.9.

АЛГОРИТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОФАЗНЫХ ПОТОКОВ В ПОРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ ГОРНЫХ ПОРОД, ОРИЕНТИРОВАННЫЙ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ С ГИБРИДНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ

Разработан и реализован численный алгоритм, позволяющий моделировать двухфазные потоки в поровом пространстве горных пород. Алгоритм основан на методе конечных разностей, что позволяет напрямую использовать микротомографические изображения горных пород в качестве моделей порового пространства. Данный алгоритм может применяться для оценки относительной фазовой проницаемости горных пород, построения капиллярных кривых, анализа эффективности и оптимизации методов повышения нефтеотдачи и пр. Реализация алгоритма основана на современных методах параллельного программирования и ориентирована на вычислительные системы с графическими ускорителями и с распределенной памятью, что позволяет проводить расчеты для моделей сколь угодно большого размера.

Авторы: Т.С. Хачкова, Е.А. Гондюл, Д.И. Прохоров, **В.И. Костин**, В.В. Лисица

Публикации:

1. Khachkova T. S., Lisitsa V. V., Gondul E. A., Prokhorov D. I., Kostin V. I. Two-phase flow simulation algorithm for numerical estimation of relative phase permeability curves of porous materials // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling. - 2024. - V. 39. - N. 4. - pp. 209-221 статья – DOI: 10.1515/rnam-2024-0020.

ГАЗОВО-ЖИДКАЯ ФАЗА В ТЕХНОГЕННЫХ ТЕЛАХ: СОСТАВ, ТОКСИЧНОСТЬ

Определен состав газов в межпоровом пространстве техногенных тел по включениям во вторичных сульфатах и арсенатах (антлерите $\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4$, копиапите $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_4(\text{SO}_4)_6(\text{OH})_2\cdot 20\text{H}_2\text{O}$, эритрине $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2\cdot 8\text{H}_2\text{O}$, пикрофармаколите $\text{Ca}_4\text{Mg}(\text{AsO}_3\text{OH})_2(\text{AsO}_4)_2\cdot 11\text{H}_2\text{O}$). Основные компоненты – азот, вода, CO_2 и SO_2 . Обнаружены органические соединения *n*-алканы, арены, олефины, альдегиды, карбоновые кислоты. Серо- и мышьяксодержащие газы представлены H_2S , CS_2 , COS , $\text{C}_5\text{H}_6\text{S}$, $\text{C}_2\text{H}_6\text{S}$, $\text{C}_2\text{H}_6\text{S}_2$, H_3As . В составе конденсатов паро-газовой смеси, поднимающейся от техногенных тел, присутствуют химические элементы: металлы (Al, Mn, Cu, Zn, Ni) и металлоиды (As, Sb, Se). Сочетанное воздействие газов и элементов в воздухе в подвижной, биодоступной форме, определяет высокое токсичное воздействие на живые организмы. В эксперименте с белыми крысами после 3-х дневной ингаляции у животных произошла дистрофия печени, кровоизлияния в легких, почках и мозге. Полученные впервые результаты ставят проблему оценки состава приземного слоя атмосферы в районах складирования отходов и воздействия на население.

Авторы: С.Б. Бортникова, А.В. Еделев, Е.А. Фурсенко, Н.А. Абросимова

Публикации:

1. Бортникова С.Б. Гаськова О.Л. Томиленко А.А. Макась А.Л. Фурсенко Е.А. Пальчик Н.А. Даниленко И.В. Абросимова Н.А. Состав газов межпорового пространства техногенных тел. Геология и геофизика, 2024, т. 65, № 10, с. 1385 -1397. DOI: [10.15372/GIG2024120](https://doi.org/10.15372/GIG2024120). ИФ 1.061
2. Бортникова С.Б., Мыцик А.В., Еделев А.В., Хващевская А.А. Токсичность парогазовых потоков от техногенного вещества. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2024, т. 335. С. 95 – 107. DOI: [10.18799/24131830/2024/4/4298](https://doi.org/10.18799/24131830/2024/4/4298). ИФ 0.882