

## **ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ПРОГРАММЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### ***1. Установлен возраст крупнейшего в истории биосферы эволюционного события.***

Впервые показано, что знаменитый «кембрийский взрыв морфологического и экологического разнообразия животных» (в том числе – появление ископаемых космополитных моллюсков *Aldanella attleborensis* и *Watsonella crosbyi*) совпадает с началом томмотского века, резким увеличением глубины и интенсивности переработки осадка роющими организмами, появлением фитопланктона и зоопланктона, пелагических и бентосных хищников, крупных и мелких скелетных организмов, становлением морских экосистем и пищевых цепей современного типа. Он сопровождался обогащением карбонатных осадков тяжелым изотопом углерода в глобальном масштабе и имеет U-Pb возраст  $529.7 \pm 0.3$  млн лет, установленный по цирконам из вулканических туфов.

Авторы: Гражданкин Д.В., Марусин В.В., Карлова Г.А., Кочнев Б.Б., Марков Г.Е., Наговицин К.Е., Сарсембаев Ж.

Grazhdankin D.V., Marusin V.V., Izokh O.P., Karlova G.A., Kochnev B.B., Markov G.E., Nagovitsin K.E., Sarsembaev Z., Peek S., Cui H., Kaufman A.J. Quo vadis, Tommotian? // Geological Magazine. 2020. V. 157. Special Issue 1 (Special Issue: Commemorating the 155th anniversary of Geological Magazine). P. 22–34. DOI: 10.1017/ S0016756819001286

### ***2. На основе обобщения новой геолого-геофизической информации построена современная модель геологического строения, выполнена оценка нефтегазоносности осадочных комплексов нижнего мела Западно–Сибирского сектора Арктической зоны России.***

Выделены осадочные мегакомплексы, изучены особенности их строения в Ямальской, Гыданской и Южно-Карской нефтегазоносных областях (НГО). Установлено, что залежи углеводородов в осадочных комплексах контролируются сложнопостроенными нефтегазоперспективными объектами – литологическими и структурно-литологическими ловушками. Закартированы десятки нефтегазоперспективных объектов на континенте и в акватории. Этот результат имеет фундаментальное и прикладное значение для решения вопросов рационального природопользования, планирования и проведения поисков месторождений нефти и газа в Арктических районах Российской Федерации.

Авторы: Конторович В.А., Сурикова Е.С., Федорович М.О.

Конторович В.А. Модель геологического строения и перспективы нефтегазоносности неоконских (берриас-нижнеаптских) отложений арктических регионов Западной Сибири и шельфа Карского моря // Геология и геофизика.

Сурикова Е.С., Конторович В.А., Федорович М.О. Восстановление обстановок осадконакопления батских и меловых отложений по данным сейсморазведки и ГИС (на примере Геофизического месторождения, п-в Гыдан) // Геофизические технологии.

### ***3. Показано, что Курайская зона разломов – одна из наиболее сейсмоопасных структур Горного Алтая.***

Несмотря на то, что современные наблюдения сети сейсмостанций не фиксировали здесь землетрясений с магнитудами более 5, с использованием современных геологических,

палеосейсмологических и геоэлектрических методов установлено, что с этой зоной связаны палеоземлетрясения с магнитудами 6.6–7.6 и интенсивностью VIII–XI баллов, которые произошли около 6300, 5800, 3200 и 1300 лет назад и во второй половине XVIII века н.э. Интервал событий составляет от 500 до 2 600 лет. Установленные закономерности необходимо учитывать при развитии инфраструктуры, в том числе при планировании строительства газопровода.

Авторы: Деев Е.В., Неведрова Н.Н., Турова И.В., Позднякова Н.И., Шапаренко И.О.

Turova I., Deev E., Pozdnyakova N., Entin A., Nevedrova N., Shaparenko I. et al., 2020. Surface-rupturing paleoearthquakes in the Kurai Fault Zone (Gorny Altai, Russia): Trenching and geophysical evidence. *Journal of Asian Earth Sciences*, v.197, p. 104399.

Турова И.В., Деев Е.В., Позднякова Н.И., Энтин А.Л., Неведрова Н.Н., Шапаренко И.О. и др., 2020. Результаты палеосейсмологических исследований вдоль планируемого маршрута газопровода в КНР (Курайская зона разломов, Горный Алтай) // Интерэкспо ГЕО-Сибирь - "Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология": Материалы XVI международной научной конференции (г. Новосибирск, 20-24 апреля 2020 г.). С. 639-949

#### ***4. Геодинамическая история и пространственное положение Сибирской платформы и кратонных террейнов её складчатого обрамления в палеозое.***

На основе хронологического анализа бентосных и планктонных групп фауны, реконструкции палеогеографических обстановок, оконтуривания и сопоставления однотипных биофацций и ареалов бентосной и пелагической фауны показано, что палеозойские тектонические блоки Верхояно–Чукотской складчатой области (Тас-Хаяхтахский, Селенняхский, Омудевский, 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.

Авторы: Каньгин А.Н., Гонта Т.В., Тимохин А.В.

Каньгин А.В., Гонта Т.В., Тимохин А.В. Пространственное положение Сибирской платформы и кратонных террейнов ее складчатого обрамления в палеозое по палеонтологическим и геологическим данным // *Геология и геофизика*. 2020. Т. 61, № 4. С. 447-467.

Каньгин А.В., Гонта Т.В., Тимохин А.В. Происхождение палеозойских террейнов северо-восточной Азии: геологические доказательства раскола перикратонной окраины Сибирского палеоконтинента и миграции ее фрагментов // *Геология и геофизика*. 2020. Т. 61, № 11. С. 1459-1475.

#### ***5. Процессы наработки и разложения гидрата метана в пористой среде на основе синхротронной динамической томографии.***

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 (переход в новое положение равновесия капиллярных сил). Такие перетоки влияют на распределение гидрата в образце (прерывается рост в одних областях и начинается в других).

При наработке гидрата в условиях избытка метана наблюдается не один (как ожидалось), а два типа формирования: в газовую полость и в объеме воды, которые в условиях самоконсервации (сброс давления при отрицательной температуре) разлагаются с разной

скоростью, т.е. разложение гидрата (разработка месторождения) зависит от истории его формирования.

Авторы: Дучков А.А., Дугаров Г.А., Дробчик А.Н., Никитин В.В., Фокин М.И.

Nikitin V.V., Dugarov G.A., Duchkov A.A., Fokin M.I., Drobchik A.N., Shevchenko P.D., de Carlo F., Mokso R. *Dynamic in-situ imaging of methane hydrate formation and self-preservation in porous media* // Marine and Petroleum Geology, 2020, v. 115, 104234 (WoS, Q1)

**6. Благодаря совместным исследованиям ИНГГ СО РАН, ИВиС ДВО РАН, КФ ФИЦ ЕГС РАН и нескольких зарубежных организаций, в 2020 году получена беспрецедентная по детальности и достоверности модель строения коры и верхов мантии, в результате чего сделан качественный прорыв в выявлении глубинных источников питания вулканов Северной группы.**

Северная группа вулканов – уникальный по разнообразию вулканических проявлений комплекс на Камчатке, куда входят вулканы Шивелуч, Ключевской, Безымянный и Толбачик, являющиеся одними из наиболее активных в мире.

Данная работа стала возможной благодаря установке сети KISS, включающей более сотни сейсмических станций. Полученные сейсмические структуры и выявленные землетрясения маркируют подъем горячего вещества под Шивелучем через разрыв в Тихоокеанской плите. При достижении подошвы коры этот поток распространяется в сторону Ключевской группы и Кизимена, формируя там магматические очаги. Дополнительным фактором является выделение из погружающейся Тихоокеанской плиты значительного количества флюидов, которые прослеживаются на результатах томографии, как «струи» с повышенным отношением скоростей продольных и поперечных волн.

Авторы: Кулаков И.Ю., Яковлев А.В., Егорушкин И.И., Гордеев Е.И., Чебров Д.В., Сеньюков С.Л., Шапиро Н.М.

Koulakov I. et al. Mantle and Crustal Sources of Magmatic Activity of Klyuchevskoy and Surrounding Volcanoes in Kamchatka Inferred From Earthquake Tomography // Journal of Geophysical Research: Solid Earth. – 2020. – Т. 125. – № 10.

Егорушкин И. И. и др. Структура верхней коры под вулканами Ключевской группы по данным шумовой томографии // Геология и геофизика. – 2021. – Т. 62. – № 1. – С. 85-102

Гордеев Е.И., и др. Система магматического питания Ключевской группы вулканов // Доклады РАН. – 2020. – Т. 493 - № 2 – С. 68-73.

Гордеев Е.И., и др. (2020), Особенности субдукции в зоне сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг // Доклады РАН. – 2020. – Т.494. - № 2. – С. 31-36.

Green, R. G. et al. Magmatic and Sedimentary Structure beneath the Klyuchevskoy Volcanic Group, Kamchatka, From Ambient Noise Tomography // Journal of Geophysical Research: Solid Earth. – 2020. – Т. 125. – № 3.

**7. Биофациальный анализ нижне- и среднеюрских отложений Сибири по микрофитофоссилиям.**

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 микрофитофоссилий. По количественным соотношениям различных групп микрофитофоссилий выделено 9 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.

Автор: Горячева А.А.

Горячева А.А. Биофациальный анализ ниже- и среднеюрских отложений Сибири по палиноморфам // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2020. Т. 28. № 1. С. 41-64.

**8. *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.

Авторы: Эпов М.И., Глинских В.Н., Сухорукова К.В., Нечаев О.В., Петров А.М. и др.

Епов М.И., Sukhorukova K.V., Nechaev O.V., Petrov A.M., Rabinovich M., & oth. Comparison of the Russian and Western Resistivity Logs in Typical Western Siberian Reservoir Environments: A Numerical Study // Petrophysics. – 2020. – Т. 61. – № 1. – С. 38-71.

Сухорукова К.В., Петров А.М., Нечаев О.В. Геоэлектрические модели меловых коллекторов Западной Сибири по результатам комплексной интерпретации данных электрокаротажа // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2020. – № 3 (41). – С. 77-86.

**9. *Выделение полезного сигнала в сейсмических данных с помощью частотно-временных масок и априорной информации, полученной в ходе многомерного локального суммирования.***

Разработан новый метод выделению 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.

Авторы: Неклюдов Д.А., Протасов М.И., Гадьльшин К.Г.

Bakulin, I. Silvestrov, M. Dmitriev, D. Neklyudov, M. Protasov, K. Gadylshin, and V. Dolgov, Nonlinear beamforming for enhancement of 3D prestack land seismic data // Geophysics. – 2020. – Vol. 85(3). – p. V283-V296.

Bakulin A., Neklyudov D., Silvestrov I., *Prestack data enhancement with phase corrections in time-frequency domain guided by local multidimensional stacking*// Geophysical Prospecting, 2020, vol. 68, p. 1811-1818.

Bakulin A., Silvestrov I., Neklyudov D., *Importance of phase guides from beamformed data for processing multi-channel data in highly scattering media*// The Journal of the Acoustical Society of America, 2020, vol. 147, p. EL447 – EL452.