Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта
Российской академии наук

# Научная конференция молодых ученых и аспирантов ИФЗ РАН

**5-6 ноября 2025 года**

# Тезисы докладов

Москва – 2025

УДК 55
ББК 26.3я43
Н34

Н34 Научная конференция молодых ученых и аспирантов ИФЗ РАН: Тезисы докладов. Москва, ИФЗ РАН, 5-6 ноября 2025 г. М.: ИФЗ РАН, 2025 – 68 с.

ISBN 978-5916820768

В сборнике публикуются тезисы докладов Научной конференции молодых ученых и аспирантов ИФЗ РАН, которая состоялась 5-6 ноября 2025 г. в Институте физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва. Представлены результаты научных исследований по геофизике и смежным областям наук о Земле (геология, геодезия, геоэкология), полученные при участии молодых ученых, аспирантов и студентов.

This issue contains abstracts of the Scientific Conference of Young Scientists and PhD students of the IPE RAS, which held at the Schmidt Institute of Physics of the Earth Russian Academy of Sciences, Moscow (November 5-6, 2025). The results of scientific research in geophysics and related fields of Earth sciences (geology, geodesy, geoecology) obtained with the participation of young scientists, graduate students and students are presented.

Ответственный редактор:
д.г.-м.н. Р.В. Веселовский

Редакторы: к.г.-м.н. А.М. Фетисова, Е.П. Кулакова, В.И. Дуданова

*Оргкомитет конференции*

**Председатель оргкомитета конференции:**
Веселовский Р.В. – заместитель директора ИФЗ РАН по научной работе, профессор РАН, д.г.-м.н.

**Заместитель председателя оргкомитета конференции:**
Кулакова Е.П. – н.с. лаборатории №105

**Члены оргкомитета:**
Фетисова А.М. – инж. лаборатории 105, к.г.-м.н., ученый секретарь конференции
Лиходеев Д.В. – ученый секретарь ИФЗ РАН, к.ф.-м.н.
Киреева А.А. – руководитель департамента по связям с общественностью
Стрельников А.А. – н.с. лаборатории №304, к.г.-м.н.
Дуданова В.И. – н.с. лаборатории №105
Ролдугина Е.Ю. – ведущий эксперт департамента по связям с общественностью
Гринева Д.В. – ведущий эксперт иностранного отдела

*Программный комитет конференции*

**Председатель программного комитета конференции:**
Тихоцкий С.А. – директор ИФЗ РАН, академик РАН, д.ф.-м.н.

**Заместитель председателя программного комитета конференции:**
Веселовский Р.В. – заместитель директора ИФЗ РАН по научной работе, профессор РАН, д.г.-м.н.

**Члены программного комитета:**
Собисевич А.Л. – заместитель директора ИФЗ РАН по научной работе, чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н.
Камзолкин В.А. – первый заместитель директора ИФЗ РАН, к.г.-м.н.
Анисимов С.В. – директор ГО «Борок» ИФЗ РАН, д.ф.-м.н.
Морозов Ю.А. – руководитель научного направления «Тектоника и геодинамика», д.г.-м.н., чл.-корр. РАН
Конешов В.Н. – руководитель научного направления «Потенциальные поля», д.т.н.
Маринин А.В. – в.н.с., заведующий лабораторией №204, к.г.-м.н.
Лиходеев Д.В. – ученый секретарь ИФЗ РАН, к.ф.-м.н.
Дубиня Н.В. – с.н.с. лаборатории №202, к.ф.-м.н.
Жостков Р.А. – с.н.с. лаборатории №703, к.ф.-м.н.
Казначеев П.А. – с.н.с. лаборатории №301, к.т.н.
Пасенко А.М. – с.н.с. лаборатории №105, к.г.-м.н.

**Ученый секретарь конференции:**
Фетисова А.М. – инж. лаборатории №105, к.г.-м.н.

***Тезисы докладов***

***Научной конференции молодых учёных и аспирантов ИФЗ РАН***

***5-6 ноября 2025 г., ИФЗ РАН, Москва***

## *Оглавление:*

# ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫДЕЛЕНИЯ СЕЙСМОАКТИВНЫХ УЧАСТКОВ ПО ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИМ И ТЕКТОНОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ СОЮЗ МЬЯНМА

***Агибалов А.О.[1,2], Сенцов А.А.[2], Балашов Г.Р.[2]***

*[1]МГУ имени М.В. Ломоносова*
*[2]ИФЗ РАН, лаборатория фундаментальных проблем экологической геофизики и вулканологии (703)*

В Республике Союз Мьянма за инструментальный период наблюдений известны разрушительные землетрясения, одно из которых с моментной магнитудой 7.7 произошло недавно — 28 марта 2025 года. Такая высокая сейсмотектоническая активность обусловила выбор этой территории в качестве изучаемого района, на примере которого рассмотрены возможности и перспективы морфометрического анализа рельефа и компьютерного геодинамического моделирования для выделения зон возникновения очагов коровых землетрясений. Несмотря на то, что упомянутые методы являются вспомогательными, совершенствование их возможностей при решении сейсмотектонических задач важно и интересно, поскольку позволяет получить практически значимые результаты без существенных расходов на материально-техническое обеспечение.

В основу работы положен статистический анализ взаимосвязи современной коровой сейсмичности и рельефа, позволивший выделить морфометрические параметры, положительные аномалии которых наилучшим образом соответствуют сейсмоактивным участкам. Для территории, расположенной к западу от трансформного разлома Сагайн, к ним относятся асимметрия высот и плотность водотоков, а к востоку — высота остаточного рельефа и разности базисных поверхностей 1–2 и 3–4 порядков. Благодаря обработке этих характеристик методом равнозначных градаций составлена схема индекса интегрального морфометрического параметра, отражающего степень сейсмотектонической активности. Она дополнена расчетом относительной величины горизонтальных напряжений с помощью компьютерного геодинамического моделирования. Таким образом, по значениям интегрального морфометрического параметра и относительной величины горизонтальных напряжений оконтурены участки, занимающие 27% площади рассмотренной территории, в которые попадает 12% эпицентров сейсмических событий и 75% — с моментной магнитудой ≥5.5. Они проинтерпретированы как зоны возникновения очагов коровых землетрясений.

Таким образом, на примере Мьянмы показана высокая информативность геоморфологических и тектонофизических данных для выделения сейсмоактивных участков. По нашему мнению, перспективы развития апробированной методики связаны с поиском новых, не только статистических, критериев выбора исходных морфометрических параметров рельефа, автоматизированных алгоритмов их обработки и улучшением качества компьютерных моделей, с большей полнотой и достоверностью объясняющих современные сейсмотектонические процессы.

*Работа выполнена в рамках НИР «Моделирование новейших геодинамических процессов, влияющих на сейсмичность и флюидную проницаемость осадочных толщ» (МГУ имени М.В. Ломоносова) и государственного задания ИФЗ РАН.*

Докладчик: **Агибалов Алексей Олегович**, с.н.с., к. г.-м. н., agibalo@yandex.ru

# ТРЁХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЛИТОСФЕРЫ КАВКАЗА И ОЦЕНКА МЕХАНИЗМА ЕЁ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ

***Акматов Д.Ж.*[1,2]**

*[1]Геофизический центр РАН, Лаборатория геодинамики (1.4)*
*[2]Университет науки и технологий МИСИС, Кафедра геологии и маркшейдерского дела*

В рамках исследования современного геодинамического состояния Кавказа выполнено трёхмерное численное моделирование напряжённо-деформированного состояния литосферы с учётом её структурно-блокового строения и вертикальной анизотропии механических свойств. Использована интегрированная модель, включающая осадочную толщу, кристаллический фундамент и верхнюю мантию, построенная на основе данных тектонических схем и сейсмических разрезов [1, 2].

В ходе моделирования проанализированы поля напряжений и вертикальных перемещений, а также энергетические и структурно-кинематические характеристики литосферы Кавказа. Для блочной структуры оценивались интегральные параметры деформационного состояния, отражающие распределение напряжений и энергетического потенциала. Для разломных зон дополнительно исследованы параметры, характеризующие их сдвиговую активность и особенности перераспределения напряжений на границах блоков.

Результаты моделирования показали, что современное поле напряжений Кавказа формируется в условиях преобладающего субмеридионального сжатия и поперечного растяжения вдоль основной горной системы региона. Наибольшие значения энергетических показателей деформации приурочены к крупным надвигово-сдвиговым структурам центральной части Кавказа, что указывает на их ключевую роль в формировании и перераспределении напряжений. Анализ пространственного распределения показал, что области с повышенными значениями градиента потенциальной энергии формоизменений и параметров, характеризующих тенденцию к сдвигу вдоль разломных зон, в определённой степени коррелируют с расположением гипоцентров землетрясений.

Выявленные зависимости указывают на возможную корреляцию временной сейсмической активности с фазами интенсивных вертикальных движений земной коры, отражающих цикличный характер геодинамической эволюции Кавказа.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Геофизического центра РАН, утвержденного Минобрнауки России.*

***Список литературы:***

1. *Philip H., Cisternas A., Gvishiani A., Gorshkov A.* The Caucasus: an actual example of the initial stages of continental collision // Tectonophysics. 1989. V. 161. № 1–2. P. 1–21.
2. *Татаринов В.Н., Кафтан В.И., Маневич А.И., Дзебоев Б.А., Дзеранов Б.В., Авдонина А.М., Лосев И.В., Королькова А.А.* Новейшая тектоническая эволюция Кавказа: современные вертикальные движения и механизм деформирования земной коры // Физика земли. - 2024. - №4. С. 76-99.

Докладчик: **Акматов Дастан Женишбекович**, с.н.с., к.т.н., d.akmatov@gcras.ru

# МОДЕЛИРОВАНИЕ СКОРОСТЕЙ УПРУГИХ ВОЛН ДЛЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНВЕРСИИ ПРИЁМНЫХ ФУНКЦИЙ (ЮЖНОЕ ПРЕДУРАЛЬЕ)

***Астаскевич А.И., Алёшин И.М., Баюк И.О.***

*Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН*

Сейсмостанция ORR входит в состав сети «Нефтегаз-сейсмика» и располагается на территории Оренбургской области. В работе [1] были описаны первые результаты инверсии приёмных функций, полученных для станции ORR. Разрез был охарактеризован осадочным чехлом мощностью 5-7 км. Мощность земной коры оценивалась в 35 км.

Особое внимание привлекла верхняя часть скоростного разреза. В ней отмечалось повышенное значение отношения $v_P/v_S$. Повышение данного параметра обусловлено понижение скорости поперечных волн $v_S$ = 2.8 км/с при отношении $v_P/v_S$ = 2.1.

Станция ORR находиться непосредственно над ОНГКМ, пласты-коллектора которого относятся к порово-трещинному типу в которых отмечались системы вертикальных трещин [2, 3]. Понижение скоростей $v_S$ может быть связано с наличием трещиноватых пород.

Для моделирования скоростей упругих волн методами теории эффективных сред рассматривался коллектор углеводородов, состоящий из карбонатной матрицы и пустот (пор и трещин), заполненных флюидом (газоконденсатом).

В качестве матрицы пласта-коллектора был использован кальцит. Поровая составляющая коллектора моделировалась методом Берримана [4] с аспектным отношением пор равным 1. Трещины с аспектным отношением 0.1 моделировались методом Хадсона и заполнялись флюидом методом флюидозамещения Гассмама [4].

Полученные результаты показали, что при пористости 10% (что соответствует средней пористости коллекторов ОНГКМ) и наличии системы ориентированных вертикальных трещин скорости поперечных волн $v_{SV}$ достигают 2.8 км/с при отношении $v_P/v_S$ = 2. Так как радиальная компонента сейсмограмм представляет собой поперечную волну с поляризацией типа *SV*, можно предположить, что наличие системы вертикальных трещин может приводить к занижению скорости $v_S$.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИФЗ РАН.*

## *Список литературы:*

1. *Нестеренко М. Ю.* и др. Оренбургская региональная сеть “Нефтегаз-сейсмика” // Сейсмические приборы. 2023. Т. 59. № 2. С. 5–17.
2. *Курамшин Р. М.* Анализ разработки нефтегазовых залежей системой горизонтальных и вертикальных скважин / Р. М. Курамшин, Г. С. Степанова // Бурение и нефть. 2004. № 12. С. 24-29.
3. *Монжерин М. А.* Определение параметров естественной трещиноватости карбонатных коллекторов артинского яруса на восточном участке Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения //Нефтегазовое дело. 2017. Т. 15. №. 4. С. 32-41.
4. *Mavko G., Mukerji T., Dvorkin J.* The rock physics handbook // Cambridge university press, 2020.

Докладчик: **Астаскевич Александра Игоревна**, м.н.с., аспирант, sashajedi@ifz.ru

# ТЕКТОНИЧЕСКАЯ РАЗДРОБЛЕННОСТЬ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА

***Балашов Г.Р.[1], Сенцов А.А.[1], Агибалов А.О.[1,2]***

*[1]ИФЗ РАН, Лаборатория фундаментальных проблем экологической геофизики и вулканологии (703)*
*[2]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

Проведённое исследование основано на методике оценки тектонической раздробленности земной коры, разработанной Ю.В. Нечаевым [1]. В качестве исходных данных использовались: цифровая модель рельефа Балтийского щита (ЦМР) FABDEM разрешением 1 угловая секунда (~30 м) [2], сейсмологический каталог университета «Хельсинки» [3]. Методика Ю.В. Нечаева основана на расчете коэффициента тектонической раздробленности, как функции от удельной длины линеаментов в каждой из выбранных элементарных ячеек. В качестве входных данных для данного метода используются схемы «слабых зон», построенные с помощью структурно-геоморфологического анализа Н.П. Костенко [4]. Для территории Балтийского щита была выбрана серия ячеек с ребром: 10, 20, 30 и 40 км.

Поле тектонической раздробленности, выраженное в виде вертикальных профилей, а также схем пространственного распределения на различных глубинах, сопоставлялось с положением разрывных нарушений докембрийского и голоценового возраста [5,6]. Исходя из совпадения выделенных разломов с данными рассмотренных источников (67% - среднее для 9 построенных профилей) установлено, что активные разрывные нарушения выделяются в виде градиентного перехода в цвете наиболее четко до глубины 10 км. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод об возможности применения анализа тектонической раздробленности на основе результатов структурно-геоморфологического анализа для картирования потенциальных активных разломов.

*Исследование выполнено в рамках Госзадания ИФЗ РАН.*

## *Список литературы:*

1. *Нечаев Ю.В.* Линеаменты и тектоническая раздробленность: дистанционное изучение внутреннего слоя литосферы / Под ред. акад. А.О. Глико. М., ИФЗ РАН, 2010. 215 с.
2. Цифровая модель рельефа FABDEM V1-0. URL: https://data.bris.ac.uk/data/dataset/25wfy0f9ukoge2gs7a5mqpq2j7/. Дата обращения 09.10.2024.
3. Earthquakes in Finland and adjacent areas URL: https://www.helsinki.fi/en/institute-seismology/earthquakes/earthquakes-finland-and-adjacent-areas. Дата обращения 11.01.2024
4. *Костенко Н.П.* Геоморфология. М., Изд-во МГУ, 1999. 398 с.
5. Международная тектоническая карта Европы. Тертье издание / Ред. Леонов Ю.Г., Хаин В.Е. М.: ГИН РАН. 1996.
6. *Kukkonen I.T., Olesen O., Ask Maria V.S.* The PFDP Working Group Postglacial faults in Fennoscandia: targets for scientific drilling // GFF. 2010. Vol. 132. P.71-81.

Докладчик: **Балашов Георгий Романович**, м.н.с., аспирант, george.balashow.00@yandex.ru

# ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ ПРИ СЪЁМКЕ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ТРЁХМЕРНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ РЕЛЬЕФА

***Бердышева А.М., Холодков К.И., Передерин Ф.В., Мокров Д.К., Харитонов Е.А.*[1,2]**

*[1]ИФЗ РАН, Лаборатория геоинформатики (501)*
*[2]Московский государственный университет геодезии и картографии*

Традиционные методы аэрофотосъемки сталкиваются с ограничениями в виде бликов и отражений на воде, что осложняет обнаружение подводных объектов и реконструкцию рельефа дна. В качестве решения предлагается применять поляризационные фильтры, однако их эффективность в морских приложениях остается спорной. В работах [1] и [2] поляризационные фильтры комбинировали с RGB-камерами и ИИ-моделями (RetinaNet) для обнаружения морской фауны (дельфины, дюгони). В результате удалось добиться снижения бликов, но вместе с тем ухудшения соотношения сигнал-шум (SNR) и метрики F1-score (до 28,8% vs 66,1% для RGB), особенно при надирной съемке.

Мы провели серию экспериментов по съёмке нескольких водоёмов и их прибрежных зон, чтобы оценить данный подход для целей реконструкции рельефа. В результате исследования можно сделать вывод, что поляризованные UAV-изображения улучшили видимость: снижены блики, повышена контрастность, открыты возможности точной реконструкции рельефа дна (DEM). Это подтверждает потенциал проведения поляризационной съёмки для детального изучения покрытого водой рельефа.

*Работа выполнена в рамках госзадания ИФЗ РАН.*

***Список литературы:***

1. *Fust P., Loos J.* Development Perspectives for the Application of Autonomous, Unmanned Aerial Systems (UASs) in Wildlife Conservation // Biological Conservation. 2020. V. 241. P. 108380.
2. *Colefax A. P., Walsh A. J., Purcell C. R., Butcher P.* Utility of Spectral Filtering to Improve the Reliability of Marine Fauna Detections from Drone-Based Monitoring // Sensors. 2023. V. 23, № 22. P. 9193.

Докладчик: **Бердышева Амина Маратовна**, лаборант, bam@ifz.ru

# КЛАСТЕРИЗАЦИЯ СУББУРЬ ПО ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ PI3-ПУЛЬСАЦИЙ

***Бондаренко А.М.[1,2], Ягова Н.В.[1], Пилипенко В.А.[1]***

*[1]ИФЗ РАН, Лаборатория физики околоземного пространства (402)*
*[2]НИУ «Высшая Школа Экономики», Факультет компьютерных наук*

Суббуря проявляется в виде значительного резкого уменьшения геомагнитного сигнала относительно среднего уровня на спокойном фоне, после чего следует продолжительная фаза восстановления до привычного фонового уровня. На фазе восстановления наблюдаются Pi3-пульсации, представляющие флуктуации геомагнитного сигнала. Согласно гипотезе, данные Pi3-пульсации можно кластеризовать на несколько классов. Для проверки данной гипотезы исследуются статистики распределений отношений амплитуды Pi3-пульсаций к амплитуде суббури, и из них при помощи метода главных компонент (PCA) и t-distributed Stochastic Neighbors Embedding (t-SNE) извлекаются латентные признаки, по которым возможно произвести кластеризацию.

Исследовались данные о локальном состоянии геомагнитного поля сети International Monitor for Auroral Geomagnetic Effects (IMAGE) со станции Ivalo, расположенной по географическим координатам: широта 68.56°, долгота 27.29°, геомагнитным координатам: 65.10°, долгота 108.57° [1] и данные об изменении AE-индекса, предоставляемые Центром анализа данных по геомагнетизму и космическому магнетизму от Высшей школы естественных наук, Киотского университета [2].

По рассматриваемым данным отобраны суббури по принципу: уровень локального состояния геомагнитного поля резко обрушивается на амплитуду более 100 нТл относительно среднего уровня сигнала, и данные AE-индекса находятся в значении не менее 300 нТл. В выделенных событиях рассматриваются восстановительные фазы – от минимумов бухтообразных возмущений, до восстановления сигнала до привычного уровня. На выделенных участках за счёт высокочастотной фильтрации от 0.0016 Гц выделяются Pi3-пульсации.

Рассматривая отношение амплитуд выделенных сигналов к амплитуде суббури, относительно каждой суббури вычисляются статистики: математическое ожидание, дисперсия и асимметрия. По распределениям вычисленных статистик и ряда прочих характеристик: амплитуда суббури, максимальное значение AE-индекса, время восстановления суббури, и при помощи метода главных компонент (PCA) [3] и t-distributed Stochastic Neighbors Embedding (t-SNE) [4] извлекаются латентные признаки, по которым возможно произвести кластеризацию.

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 24-77-10012 «Ультранизкочастотные волны в околоземном пространстве как активный фактор космической погоды».*

***Список литературы:***

1. *https://space.fmi.fi/image/www/index.php?page=monthly, (05.01.2025).*
2. *https://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/aeasy/,* (05.01.2025).
3. *Tipping M.E., Bishop C.M.* Probabilistic principal component analysis // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology).1999. V. 61(3). P. 611-622.
4. *Maaten L.J.P., Hinton G.E.* Visualizing High-Dimensional Data Using t-SNE // Journal of Machine Learning Research. 2008. V. 9. P. 2579-2605.

Докладчик: **Бондаренко Алексей Максимович**, инженер, bondarenkoam@ifz.ru

# ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЫ МЕТОДАМИ СПУТНИКОВОЙ ГЕОДЕЗИИ

***Брикова С.А.[1,2], Гридчина М.С.[1,2], Басманов А.В.[1]***

*[1]ППК «Роскадстр», г. Москва*
*[2]ИТПЗ РАН, г. Москва*

В работе представлены результаты исследования геодинамического режима Байкальской рифтовой зоны (БРЗ) и его сопоставления с сейсмической обстановкой. Для анализа использованы данные измерений на Байкальском геодинамическом полигоне (ГДП) Росреестра [1] за десятилетний период (2014-2024 гг.) и механизмы очагов землетрясений по данным каталога Global Centroid Moment Tensor.

Для каждого годового интервала с использованием специализированного ПО для прецизионной обработки спутниковых измерений оценены положения пунктов ГДП, составлены временные ряды и преобразованы в смещения относительно неподвижной Евразийской плиты согласно модели MORVEL56. Несмотря на проявление определенных трендов в движениях пунктов, на отдельных годовых интервалах наблюдаются отклонения в направлениях движений от средних за 10 лет, что можно ассоциировать с произошедшими сейсмическими событиями.

В среднем, сейсмические события с Mw>4.5 в БРЗ происходят с периодичностью около 5 лет. Землетрясение в центральной части БРЗ 03.02.2016, Mw=4.8 со сбросовым механизмом очага привело к разнонаправленным движениям на фоне ранее сонаправленных смещений. За период 07.2020-07.2021 гг. произошло несколько крупных землетрясения: два из них вблизи пос. Култук: 21.09.2020, Mw=5.5 и Mw=4.8. Годовые смещения пунктов соответствуют сдвиговой кинематике сейсморазрывов. Землетрясение у залива Провал 09.12.2020, Mw=5.5 со сбросовым механизмом привело к смене режима растяжения на сжатие в центральной части озера Байкал. Кроме того, достаточно сильные сейсмические события также произошли и в другие периоды (2014-2015, 2018-2019), однако измерения на ГДП не охватывали данную местность.

Результаты исследования показали согласованность наблюдаемого сейсмического режима и геодинамической обстановки, полученной по имеющимся геодезическим данным. Полученные материалы подтверждают, что накопленных данных достаточно для оценки общих движений пунктов сети и первичной оценки пространственно-временных вариаций этих движений. Совместное использование данных геодезических, сейсмологических, геофизических и геологических исследований позволит расширить существующие представления о геодинамическом режиме и сейсмичности БРЗ.

*Исследование выполнено под научным руководством Стеблова Григория Михайловича. Измерения выполнены в рамках ежегодного госзадания для ФГБУ «ЦГКиИПД» и в рамках федерального проекта «Национальная система пространственных данных».*

***Список литературы:***

1. *Басманов А.В.* Геодезический мониторинг Байкальского геодинамического полигона Росреестра // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2015. № 2 (30). С 48-54.

Докладчик: **Брикова Софья Андреевна**, аспирант, brikovasa@mail.ru

# СПОСОБ ВЫДЕЛЕНИЯ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ОРИЕНТИРОВ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ КООРДИНАТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ МОРСКИХ НОСИТЕЛЕЙ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

***Валов Г.Е.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория гравиинерциальных измерений (601)*

Исследование посвящено разработке способа выделения на территории Мирового океана гравиметрических ориентиров по критерию навигационной информативности. Навигационная информативность характеризует эффективность использования того или иного участка геофизического поля для решения задач корреляционно-экстремальных навигационных систем (КЭНС) [0]. Основным фактором, влияющим на информативность участка гравитационного поля Земли (ГПЗ), является значение модуля горизонтального градиента аномалии силы тяжести (АСТ) [0]. Под гравиметрическим ориентиром следует понимать участок ГПЗ заданных размеров и формы, обладающий достаточной информативностью для решения задачи КЭНС, направленной на локализацию неопределенности положения начальной точки съемочного маршрута, с заданной точностью.

Для учета изменения модуля горизонтального градиента АСТ на участке работы КЭНС был разработан способ оценки информативности, основанный на использовании в качестве определяющей величины средневзвешенного значения модуля горизонтального градиента АСТ. Экспериментально показано превосходство в точности предлагаемого способа по сравнению со способом оценки информативности, основанном на среднем значении модулей горизонтальных градиентов АСТ. Средством эксперимента выступала модель задачи КЭНС, представленная в работе [0].

Предлагаемый способ выделения гравиметрических ориентиров заключается в использовании «скользящего окна» (слепого перебора всех возможных ориентиров на рассматриваемом участке ГПЗ) заданных размеров и формы. Исходными данными, необходимыми для реализации способа является: регулярная сетка горизонтальных градиентов АСТ, заданная в какой-либо картографической проекции, линейный размер ориентира и его форма (та или иная геометрическая фигура, например, квадрат).

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИФЗ РАН.*

***Список литературы:***

1. *Степанов О.А., Носов А.С., Торопов А.Б.* Навигационная информативность геофизических полей и выбор траекторий в задаче уточнения координат с использованием карты // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018. № 5. С. 74–92.
2. *Белоглазов И.Н., Джанджгава Г.И., Чигин Г.П.* Основы навигации по геофизическим полям Земли. М.: Наука, 1985.
3. *Валов Г. Е., Михайлов П. С., Конешов В. Н.* Оценка потенциальной погрешности уточнения координат движущегося объекта по данным современной спутниковой модели гравитационного поля Земли // Геофизические исследования. 2024. Т. 25. № 4. С. 91–109.

Докладчик: **Валов Георгий Евгеньевич**, н.с., аспирант, GeorgeValov@mail.ru

# ВЛИЯНИЕ ВЕСОМОСТИ СРЕДЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ АНОМАЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ЗОНЕ РАЗДВИГОВЫХ РАЗЛОМОВ

***Васильев А.Н.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория современной и прикладной геодинамики (201)*

В существующих аналитических моделях, описывающих деформации в раздвиговых разломных зонах [1,2,4], учитывается только вклад тектонической составляющей, так как предполагается, что именно тектонические напряжения вызывают деформации разломов в земной коре, а вклад гравитационных сил в формирование аномальных деформаций в зонах разломов учитывался только на основе численных моделей [3, 7]. Однако фактическое напряженное состояние земной коры представляет собой суперпозицию литостатического и тектонических компонент [6, 7].

Разработанная аналитическая модель, являющаяся дальнейшим развитием 3d модели параметрически-индуцированных разломов для условий пороупругой среды [5, 7, 8], показывает, что вес среды играет важную роль в формировании аномальных деформаций. Сравнительный анализ распределения смещений в окрестности раздвиговых разломов для случая весомой и невесомой среды показал, что наличие веса приводит к увеличению амплитуды смещений до 10-20 % и не влияет на морфологию аномальных кривых. Учет весомой компоненты в модели раздвиговых разломов дает более точные прогнозы полей смещений, что необходимо для оценки геодинамической опасности и в других инженерных приложениях.

*Работа выполнена по Государственному заданию ИФЗ им. О. Ю. Шмидта РАН.*

***Список литературы:***

1. *Davis P.M.* Surface deformation associated with a dipping hydrofracture // Journal of Geophysical Research: Solid Earth. 1983. V. 88(B7). P. 5826–5834.
2. *Okada Y.* Surface deformation due to shear and tensile faults in a half-space // Bull. Seismol. Soc. Am. 1985. V. 75. P. 1135-1154.
3. *Кузьмин Ю.О.* Современная аномальная геодинамика асейсмичных разломных зон // Вестник отделения геологии, геофизики, геохимии и горных наук Российской академии наук. 2002. № 1. С. 1-27.
4. *Кузьмин Ю.О.* Тектонофизика и современная геодинамика // Физика Земли. 2009. №11, С. 44-60.
5. *Кузьмин Ю.О.* Современные объемные деформации разломных зон // Физика Земли. 2022. № 4. С. 3-18.
6. *Pollard D.D., Fletcher R.C.* Fundamentals of structural geology. – Cambridge University Press, 2005.
7. *Кузьмин Ю.О.* Современная геодинамика индуцированных разломов // Геофизические процессы и биосфера. 2023. Т. 22. № 3. С. 5-65.
8. *Кузьмин Ю. О.* Параметрические эффекты в современной геодинамике // Физика Земли. 2025. № 4. с. 216–236.

Докладчик: **Васильев Артем Николаевич**, инж.-иссл., аспирант, vasilev.an@phystech.edu

# ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОЙ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ОДНОМЕРНОГО И ТРЕХМЕРНОГО ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

***Воронов И.А.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория фундаментальных проблем нефтегазовой геофизики и геофизического мониторинга (202)*

Данная работа описывает исследования геомеханических свойств горных пород, расчет их напряженно-деформированного состояния и оценку естественной трещиноватости на основе полученных данных.

Перед началом моделирования был проведен аудит данных – собраны результаты интерпретации геофизический исследований скважин (ГИС), результаты лабораторных исследований керна, литологии, стратиграфии, результаты интерпретации скважинных микроимиджеров.

Первым этапом выполнялось одномерное геомеханическое моделирование, которое включало в себя моделирование упруго-прочностных свойств, расчеты давлений, оценку трех главных напряжений и, в конечном результате, анализа прочности горных пород в виде графиков устойчивости стволов скважин. Используя результаты одномерного геомеханического моделирования, такие как минимальное, максимальное горизонтальные и вертикальное напряжения, и данные скважинных микроимиджеров, углы и падения трещин, на основании концепции критически напряжённых трещин, изложенной Д. Бартоном [1], были рассчитаны нормальные и касательные напряжения на плоскостях каждой трещины [2]. В итоге, по данным параметрам получено распределение открытых и закрытых трещин по скважинам.

Вторым этапом осуществлялось трехмерное геомеханическое моделирование упруго-прочностных свойств и напряжений вдоль стволов скважин, подбор граничных условий модели, распространение упруго-прочностных свойств в межскважинном пространстве с использование данных сейсморазведки. Три главных напряжения моделировались в трехмерном пространстве методом конечных элементов [3]. Далее, основываясь на данных микроимиджеров, была рассчитана плотность трещин (количество трещин на 1 м глубины) по каждой скважине, построен куб интенсивности трещиноватости по всей площади и соответствующие карты в исследуемых продуктивных горизонтах.

***Список литературы:***

1. *Barton C.A., Zoback M.D., Moos D.* Fluid flow along potentially active faults in crystalline rocks // Geology. 1995. V. 23, N 8. P.683-686.

2. *Дубиня Н.В.* Изучение поведения критически напряженных трещин на разных глубинах // Геофизические исследования. 2019. Т. 20. №. 4. С. 5-24.

3. *Sabat L., Kundu C. K.* History of finite element method: a review //Recent Developments in Sustainable Infrastructure: Select Proceedings of ICRDSI 2019. 2020. С. 395-404.

Докладчик: **Воронов Иван Андреевич**, аспирант, ведущий инженер, iavoronov@ifz.ru

# ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТУРОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РУССКО-ЧАСЕЛЬСКОГО МЕГАВАЛА

***Выговский Т.В.***

*МГУ имени М.В. Ломоносова, Геологический факультет, Кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых*

Туронские отложения северо-восточной части Западно-Сибирского НГБ, в частности газсалинская пачка кузнецовской свиты, представляют значительный интерес для нефтегазовой отрасли. В условиях прогноза снижения добычи УВ из сеноманских коллекторов, в перспективе повышается значение туронских пород, как потенциальных резервуаров углеводородов.

Целью исследования является изучение петрофизических свойств, сравнение моделей туронских отложений на месторождениях Русско-Часельского мегавала и установление факторов, контролирующих фильтрационно-ёмкостные свойства пород газсалинской пачки.

Работа выполнена на основе комплекса геолого-геофизических данных и кернового материала из скважин Русского, Южно-Русского, Западно-Часельского, Усть-Часельского и Ново-Часельского месторождений. Использованы рентгеноструктурный анализ (XRD) для определения минерального состава пород, в частности глинистой фракции, интерпретация данных плотностного, нейтронного и гамма-каротажа в программном пакете Techlog, оценка пористости и проницаемости по лабораторным данным, статистическая обработка и построение различных кроссплотов для выявления корреляций между литотипами и фильтрационно-ёмкостными свойствами.

В результате выполненного исследования установлено, что песчано-алевролитовые породы газсалинской пачки при низких значениях гамма-активности и высокой пористости характеризуются крайне низкой проницаемостью (0,1–10 мД). Основной причиной низких фильтрационно-емкостных свойств является значительное содержание глинистого материала в межпоровом пространстве, снижающее эффективную проницаемость коллектора.

Дополнительно установлено, что вертикальная изменчивость состава глинистых минералов, обусловленная изменением обстановок осадконакопления [1,3], существенно влияет на пороговые значения гамма-каротажа при определении коэффициента глинистости. Присутствует значительное влияние газонасыщенных интервалов на модельные значения пористости [2]. Для повышения точности интерпретации необходимо выделять и учитывать наличие таких интервалов при петрофизическом моделировании.

## *Список литературы:*

1. *Zoback M.D.* Reservoir Geomechanics. Cambridge: University Press. 2007. 505 p.
2. *Barton C.A., Zoback M.D., Moos D.* Fluid flow along potentially active faults in crystalline rocks // Geology. 1995. V. 23, N 8. P.683-686.
3. *Дубиня Н.В.* Изучение поведения критически напряженных трещин на разных глубинах // Геофизические исследования. 2019. Т. 20. №. 4. С. 5-24.

Докладчик: **Выговский Тихон Викторович**, аспирант, tikhon.vygovskiy.geo@gmail.com

# АНАЛИЗ ВАРИАЦИЙ ИОНОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ВО ВРЕМЯ МАГНИТНЫХ БУРЬ

***Гурьева Д.А., Козьмина А.С., Галиченко С.В., Анисимов С.В.***

*ГО «Борок» ИФЗ РАН, Лаборатория геофизического мониторинга (ОБ-3)*

Модель Веймера — это эмпирическая модель высокоширотного ионосферного электрического потенциала, основанная на данных спутниковых измерений. Она описывает влияние межпланетного магнитного поля и солнечного ветра на распределение электрического потенциала в полярной ионосфере [1].

В рамках данного анализа был обработан период с 2014 по 2024 года. Исследовалась геомагнитная активность при магнитных бурях в указанный период. Было отобрано 142 дня с магнитными бурями, Кр-индекс которых превышал 5 баллов.

С помощью модели Веймера анализировалось влияние магнитных бурь на временные вариации ионосферного электрического потенциала.

Результаты моделирования для геомагнитных координат обсерватории показали отрицательные возмущения ионосферного потенциала, максимальная амплитуда которых зарегистрирована для магнитной бури (23.04.2023) с Кр-индексом равным 9 баллов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания ГО «Борок» ИФЗ РАН № FMWU-2025-0049.*

***Список литературы:***

1. *Weimer D.R.* Improved ionospheric electrodynamic models and application to calculating Joule heating rates // Journal of Geophysical Research. 2005. Vol. 110(A5).

Докладчик: **Гурьева Дарья Алексеевна**, ведущий инженер, lamilla@borok.yar.ru

# АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАСТЕРИЗАЦИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПЯТЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

***Десятерик Д.Д.[1], Холодков К.И.[1,2], Алёшин И.М.[1]***

*[1]Институт Физики Земли им. О. Ю. Шмидта Российской академии наук, Лаборатория геоинформатики (№501)*
*[2]Институт прикладной геофизики им. академика Е. К. Фёдорова*

Солнечные пятна являются ключевыми индикаторами солнечной активности, влияющими на космическую погоду и земные системы. В настоящей работе представлен обзор современных подходов к автоматическому определению и классификации солнечных пятен на основе машинного обучения, а также предлагается собственный метод, интегрирующий библиотеки компьютерного зрения и машинного обучения. Анализируются подходы на основе сверточных нейронных сетей (CNN), такие как семантическая сегментация и детекция объектов [1,2]. Предлагаемый метод включает обработку изображений с помощью OpenCV для поиска контуров, кластеризацию с использованием k-means, softmax и сглаживания Гаусса-Лапласа, с перспективой классификации через Extreme Gradient Boosting (XGBoost) и модель, обученную с нуля. Работа ориентирована на данные из обсерваторий, таких как SDO/HMI. Результаты показывают наличие потенциала в данном подходе для мониторинга солнечной активности в реальном времени.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИФЗ РАН.*

***Список литературы:***

1. *Jing Ch., Gyenge N.G., Jiang Y., Erdélyi R., Liu J., Wang Y.* A bias-free deep learning approach for automated sunspot segmentation // The Astrophysical Journal. 2025. V. 980, № 2. P. 261.
2. *Channabasava Ch., Benifa B.* Detection and classification of sunspots via deep convolutional neural network // Global Transitions Proceedings. 2022. V. 3, № 1. P.177-182.

Докладчик: **Десятерик Даниил Дмитриевич**, лаборант, 3d@ifz.ru

# НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ ИНВЕРСИИ МАТУЯМА-БРЮНЕС В ЛЁССОВО-ПОЧВЕННОЙ СЕРИИ ОТКАЗНЕНСКОГО ЛЁССОВОГО ПЛАТО (ВОСТОЧНОЕ ПРЕДКАВКАЗЬЕ)

***Дуданова В.И.[1], Константинов Е.А.[2], Пасенко А.М.[1]***

*[1]ИФЗ РАН, Лаборатория главного геомагнитного поля и петромагнетизма (105)*
*[2]ИГ РАН, Лаборатория палеоархивов природной среды*

Геомагнитная инверсия Матуяма-Брюнес (М/Б) является одним из наиболее значимых и широко используемых хроностратиграфических маркеров четвертичного периода. В настоящее время предполагается, что инверсия имеет сложную структуру, для которой характерны три последовательные фазы (прекурсор, смена полярности и ребаунд) [1]. Принятый возраст границы М/Б, т.е. последней смены полярности с обратной на прямую, составляет от 773 до 780 тыс. лет, а временные рамки прекурсора инверсии оцениваются в пределах 785–800 тыс. лет [2, 3]. Оценки продолжительности инверсии варьируют от 10 до 22–30 тыс. лет [1–3].

В ходе палеомагнитных исследований 2023–2025 гг. нами было проведено детальное изучение переходной зоны инверсии Матуяма-Брюнес в трех лесссово-почвенных разрезах, расположенных в пределах Отказненского лёссового плато (Ставропольский край). Палеомагнитная коллекция разреза ОТ-23-10 составила 1102 образца, разреза ОТ-24-9 – 895 образцов и разреза ОТ-24-10 – 750 образцов. Лабораторные измерения выполнялись согласно стандартным методикам в Лаборатории главного геомагнитного поля и петромагнетизма ИФЗ РАН.

В результате установлено, что переходная зона инверсии в лёссово-почвенной серии (ЛПС) Отказненского лессового плато, включающая в себя прекурсор и смену полярности (границу) М/Б, идентифицируется как по палеомагнитным направлениям, так и по снижению относительной палеонапряженности. Оценки продолжительности инверсии, рассчитанные через средние скорости осадконакопления (10 см/тыс. лет), составляют 14–25 тыс. лет. В результате работ выявлено, что в ЛПС Отказненского лессового плато зафиксирована одна из наиболее полных записей инверсии М/Б среди лессовых разрезов Европы.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания ИФЗ РАН.*

***Список литературы:***

1. *Valet J.-P., Fournier A., Courtillot V., Herrero-Bervera E.* Dynamical similarity of geomagnetic field reversals // Nature. 2012. V. 490 (7418). P. 89–93.
2. *Singer B., Jicha B.R., Mochizuki N., Coe R.S.* Synchronizing volcanic, sedimentary, and ice core records of Earth's last magnetic polarity reversal // Sci. Adv. 2019. V. 5 (8), eaaw4621.
3. *Mahgoub A.N., Korte M., Panovska S.* Characteristics of the Matuyama-Brunhes magnetic field reversal based on a global data compilation // J. Geophys. Res. 2023. Vol. 128. P. e2022JB025286.

Докладчик: **Дуданова Варвара Ивановна**, н.с. лаб. 105, аспирант, varyanich1212@gmail.com

# ИЗУЧЕНИЕ ЗАТУХАНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН В НАСЫЩЕННЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ СТАДИЯХ НАГРУЖЕНИЯ

***Егоров Н.А.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория фундаментальных проблем нефтегазовой геофизики и геофизического мониторинга (202)*

Параметр добротности (Q) служит интегральным индикатором влияния микромеханических процессов в горной породе, таких как внутреннее трение в кристаллической решётке минералов, вязкоупругие потери на границах зёрен, вязкое течение флюида в порах и волново-индуцированный поток жидкости (WIFF) между порами и трещинами различных масштабов [1, 2].

В настоящей работе представлен экспериментальный подход к определению частотно-зависимого параметра затухания *Q* в насыщенных горных породах при поэтапном увеличении всестороннего давления. На каждом этапе выполнялось ультразвуковое зондирование, а анализ сигналов осуществлялся методом спектральных отношений [3], который позволяет надёжно оценить добротность без априорных допущений о форме волнового фронта.

Выбор параметра *Q* обусловлен его способностью отражать комплекс изменений, происходящих в породе под действием нагрузки. В отличие от скоростных характеристик, чувствительных преимущественно к упругим свойствам, *Q* интегрирует эффекты неупругих и гидродинамических процессов, тем самым позволяя косвенно судить о развитии микроповреждений и степени подвижности флюида.

Результаты экспериментов показали закономерное увеличение *Q* с ростом давления, что связано с закрытием пор и трещин, снижением подвижности флюида и ослаблением механизма WIFF. На завершающей стадии, перед разрушением образца, наблюдается резкое падение *Q*, отражающее переход породы в неупругий режим деформации. Следует отметить, что полученные данные в работе не позволяют разделить вклад отдельных механизмов затухания, однако показывает их совокупное проявление.

Полученные зависимости добротности от эффективного напряжения могут быть использованы для масштабирования лабораторных оценок параметра на сейсмический диапазон частот, а также для интерпретации изменений напряженного состояния пород при разработке месторождений и при мониторинге устойчивости горных массивов.

## *Список литературы:*

1. *Tisato N., Madonna C., Saenger, E.H.* Attenuation of seismic waves in partially saturated Berea sandstone as a function of frequency and confining pressure // Frontiers in Earth Science. 2021. Vol. 9. Article 641177.

2. *Veltmeijer A., Naderloo M., Barnhoorn, A.* Precursors to rock failure in the laboratory using ultrasonic monitoring methods // Geomech. Geophys. Geo-energ. Geo-resour.2024. Vol. 10, 93.

3. *Tonn, R.* (1991). The determination of the seismic quality factor Q from VSP data: A comparison of different computational methods // Geophysical Prospecting. 1991. Vol. 39 (1), P. 1–27.

Докладчик: **Егоров Николай Александрович**, м.н.с., nikolay.egorov@ifz.ru

# АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

***Жарков Д.А., Жостков Р.А.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория фундаментальных проблем экологической геофизики и вулканологии (703)*

Микросейсмическое зондирование [1] становится популярным геофизическим методом пассивной сейсморазведки [2] благодаря относительной простоте и скромным требованиям к аппаратуре, а также высокой скорости полевых работ, что подтверждается экспедиционным опытом различных исследователей [3].

Тем не менее у метода микросейсмического зондирования (ММЗ) имеются недостатки по сравнению с иными подходами. В первую очередь это качественный характер результатов и их неочевидный физический смысл, заключающийся в невозможности корректного сопоставления выходных данных (пространственное распределение относительной интенсивности микросейсмических сигналов) с упругими параметрами среды в общем случае [4], что не позволяет обеспечить инверсию метода.

В рамках обобщения предыдущих результатов [4-6] в настоящем исследовании, во-первых, предложен подход к приближенному аналитическому решению прямой задачи микросейсмического зондирования для неоднородной геофизической среды и, во-вторых, используя полученные результаты, продемонстрирована возможность решения обратной задачи с помощью метода Марковской цепи Монте-Карло.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания ИФЗ РАН.*

***Список литературы:***

1. *Горбатиков А.В.* Патент на изобретение № RU2271554 «Способ сейсморазведки». 2005.
2. *Danilov K., Yakovlev E., Afonin N.* Study of Deep Structure of the Kimberlite Pipe Named After M. Lomonosov of the Arkhangelsk Diamondiferous Province Obtained by Joint Using of Passive Seismic and Radiometric Methods // Pure and Applied Geophysics. 2021. V. 178. № 10. P. 3933–3952.
3. *Овсюченко А.Н., Жостков Р.А., Едемский Д.Е., Собисевич А.Л., Сысолин А.И., Преснов Д.А.* Активная тектоника Северо-Восточного Таймыра (горы Бырранга) и вопросы сейсмотектонической регионализации российской Арктики // Физика Земли. 2023. № 6. С. 207–223.
4. *Жостков Р.А., Жарков Д.А.* Чувствительность амплитуды волны рэлеевского типа на поверхности к изменению параметров неоднородной среды // Акустический журнал. 2025. Т. 71. № 3. С. 438–448.
5. *Жостков Р.А., Жарков Д.А.* Амплитудные характеристики волн рэлеевского типа в горизонтально-неоднородных слоистых средах // Акустический журнал. 2024. Т. 70. № 6. С. 907–920.
6. *Собисевич А.Л., Жарков Д.А., Жостков Р.А.* Развитие теории амплитудных методов в поверхностно-волновых сейсмоакустических исследованиях // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2025. Т. 522. № 2. С. 137–145.

Докладчик: **Жарков Денис Александрович**, м.н.с., denis.Zharkov2014@yandex.ru

# ВЫЗЫВАЮТ ЛИ СОЛНЕЧНЫЕ ВСПЫШКИ И МЕЖПЛАНЕТНЫЕ УДАРНЫЕ ВОЛНЫ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ?

***Зинкин Д.В., Пилипенко В.А.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория физики околоземного пространства (402)*

В геофизической литературе активно обсуждается возможность триггерного воздействия солнечной активности и связанных с ней возмущений космической погоды на сейсмичность Земли [1, 2, 3, 4]. В частности, популярна идея о солнечных вспышках и межпланетных ударных волнах как триггерах планетарной сейсмической активности. В работе проведена статистическая проверка этих гипотез. Методом наложенных эпох рассмотрена статистика землетрясений до и после солнечных вспышек и межпланетных ударных волн 2000–2020 гг. в интервале ±2 дня и ±1 час, соответственно, а также в интервале ±2,5 месяца, для проверки идеи о том, что солнечная активность не столько выступает триггером землетрясений, сколько стимулирует процессы в литосфере, которые затем, с некоторой задержкой во времени, приводят к землетрясениям.

Статистически значимых и устойчивых во времени изменений сейсмичности на коротких временных интервалах не обнаружено, что ставит под сомнение гипотезу о солнечной вспышке или импульсе внезапного начала магнитной бури как возможных триггерах землетрясений. Однако обнаружена закономерность, сохраняющаяся с течением времени, статистически значимого увеличения числа землетрясений после SSC в течении 2,5 месяцев. Это говорит о том, что возможно стоит рассматривать солнечную активность не как быстродействующий, а как действующий с задержкой, триггер землетрясений.

## *Список литературы:*

1. *Тарасов Н.Т., Тарасова Н.В., Авагимов А.А., Зейгарник В.А.* Воздействие мощных электромагнитных импульсов на сейсмичность Средней Азии и Казахстана // Вулканология и Сейсмология.1999. №4-5. С. 152-160.
2. *Козырева О.В., Пилипенко В.А*. О взаимосвязи геомагнитной возмущенности и сейсмической активности для региона Аляски // Геофизические Исследования. 2020. Т. 21. № 1. С. 33-49.
3. *Новиков В.А., Сорокин В.М.* Электромагнитные триггерные эффекты в системе "ионосфера-атмосфера-литосфера" и их возможное использование для краткосрочного прогноза землетрясений, Физика земли. 2024. Т. 5. С. 97-112.
4. *Ouzounov D., Khachikyan G.* On the impact of geospace weather on the occurrence of M7. 8/M7. 5 earthquakes on 6 February 2023 (Turkey), possibly associated with the geomagnetic storm of 7 November 2022 //Geosciences. 2024. Т. 14. №. 6. С. 159.

Докладчик: **Зинкин Денис Владимирович**, аспирант, zinkin.deniz@yandex.ru

# РАЗВИТИЕ ШИРОКОПОЛОСНОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ СЕТИ В КАРЕЛЬСКОМ МИКРОКОНТИНЕНТЕ

***Иванов А.Г.[1], Гоев А.Г.[2], Зуева И.А.[3]***

*[1]Институт динамики геосфер им. ак. М.А. Садовского РАН*
*[2]Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН*
*[3]Институт геологии Карельского Научного Центра РАН*

Изучение особенностей строения докембрийской литосферы является ключевым для понимания процессов ранней эволюции Земли. В этой связи изучение древних щитов является чрезвычайно важным с фундаментальной точки зрения. Несмотря на достаточно высокую степень изученности Фенноскандинавского щита как геолого-геохимическими, так и геофизическими методами [2, 3, 4, 5], многие вопросы пока остаются без ответа.

В настоящий момент мировой практикой является применение методов пассивной сейсмологии к данным площадных сейсмических сетей [1, 6; 7]. Такие исследования в Российской части Кольско-Карельского микроконтинента ограничиваются недостаточной плотностью наблюдений. В настоящий момент совместно с Институтом геологии КарНЦ РАН проводится эксперимент по установке дополнительных широкополосных станций в Карельском микроконтиненте. Доклад посвящен описанию целей и задач этого проекта, а также характеристикам новой сейсмической станции “Сегежа” (SGZH), уже установленной и функционирующей в исследуемом регионе.

*Работа выполнена в рамках государственных заданий ИДГ РАН (№ 125012200561-3), ИФЗ РАН (№ 075-00272-25-00) и Института геологии КарНЦ РАН в рамках темы НИР 218 (№ 1022040500826-4).*

## *Список литературы:*

1. *Антоновская Г.Н., Данилов К.Б., Басакина И.М., Афонин Н.Ю., Капустян Н.К.* Опыт применения и возможности комплекса пассивных сейсмических методов для изучения глубинного строения земной коры // Геофизические исследования. 2023. Т. 24 (3). С.5-29.
2. Глубинное строение, эволюция и полезные ископаемые раннедокембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы: Интерпретация материалов по опорному профилю 1-ЕВ, профилям 4В и ТАТСЕЙС под редакцией *А.Ф. Морозова. М.*: ГЕОКАРТ: ГЕОС, 2010. 408 с. + 48 с. цв. вкл.
3. *Слабунов А.И.* Геология и геодинамика архейских подвижных поясов (на примере Беломорской провинции Фенноскандинавского щита). -Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. – 296 с.
4. *Слабунов А.И., С. А. Светов, А. В. Степанова, П. В. Медведев, А. К. Полин.* Новая тектоническая карта Карелии: Принципы построения и их реализация // Труды Карельского научного центра РАН. 2022. № 5. С. 132–138.
5. *Шаров Н.В., Свириденко Л.П.* Эволюция литосферы Фенноскандинавского щита в докембрии // Геофизический журнал. 2017 № 5. Т. 39, С.47-62.
6. *Koinsky et al. AdriaArray* – a Passive Seismic Experiment to Study Structure, Geodynamics and Geohazards of the Adriatic Plate // Annals of geophysics, 68. 2025.
7. *Mackay-Champion T., Hudson Th., Harmon N., Ogden Ch., Wilcox S., Finch L. et al.* The application of MEMS seismometers to regional-scale passive seismology: a case study of the Sercel WiNG nodes // Seismica.

Докладчик: **Иванов Алексей Григорьевич**, м.н.с., аспирант, alexaiv94@mail.ru

# ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОСТИМУЛИРОВАННОГО РАЗРУШЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ГИПСА, СОДЕРЖАЩИХ ЗЕРНА КВАРЦЕВОГО ПЕСКА РАЗНЫХ РАЗМЕРОВ

***Индаков Г.С.[1,2], Казначеев П.А.[1], Майбук З.-Ю.Я.[1], Пономарев А.В.[1], Шарычев И.В.[1], Подымова Н.Б.[1,2]***

*[1]Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия*
*[2]МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия*

Данная работа посвящена вопросу о взаимосвязи между микроструктурными особенностями материала и развитием процесса разрушения. В работе анализируются данные экспериментов по термическому воздействию на образцы модельной горной породы. Образцы изготовлены из гипса с добавлением фракций кварцевого песка, которые отличаются размерами частиц. Фракции получены путем просеивания песка через сита с разным размером ячеек. Каждый из образцов содержит одну из фракций, дополнительно изготовлены образцы без примеси песка. Нагрев образцов выполнен на экспериментальной установке ИФЗ РАН, подробно описанной в [1]. Каждый образец был подвергнут двум циклам нагрев-охлаждение, скорость изменения температуры составляла 3°C/мин, максимальная температура нагрева 650°C. Во время экспериментов регистрировалась термически стимулированная акустическая эмиссия (ТАЭ). Параметры распределения частиц песка по размерам (мода, медиана, среднее и т.д.) оценены по данным гранулометрического анализа, выполненного лазерно-дифрактометрическим методом в ИГ РАН на основе методики [2]. Статистическими параметрами ТАЭ, рассмотренными в работе, являются активность акустической эмиссии и параметр наклона графика повторяемости – b-value. Параметр b-value был пересчитан к величине, оцениваемой по энергиям событий [3]. Были оценены средние за этапы нагрева и охлаждения значения параметров ТАЭ для каждого эксперимента.

Совместный анализ параметров ТАЭ и микроструктуры показывает наличие взаимосвязи между наклоном графика повторяемости и размером зерна: с увеличением размера зерен b-value уменьшается. Для параметра активности не наблюдается зависимости от размера частиц. Выявленная зависимость для b-value может быть связана с особенностями структуры искусственных образцов, которая обуславливает связь развивающихся трещин с размером песчинок: в образцах с частицами большего размера с ростом термомеханических напряжений развиваются более крупные дефекты, что приводит к появлению более высокоамплитудных событий и уменьшению b-value. Более подробный анализ требует учета особенностей поведения гипса под воздействием высоких температур.

*Экспериментальные данные получены в рамках гос. задания ИФЗ РАН.*

## *Список литературы:*

*1. Казначеев П.А., Майбук З.-Ю.Я., Пономарев А.В.* Оборудование и методика исследования термоакустоэмиссионных эффектов памяти в горных породах // Сейсмические приборы. 2019. Т. 55, № 1. С. 29–45.

*2. Panin P.G., Timireva S.N. et al.* Plio-Pleistocene paleosols: Loess-paleosol sequence studied in the Beregovoye section, the Crimean Peninsula // Catena. 2019. V. 172. P. 590-618.

3. *Индаков Г.С., Казначеев П.А.* Оценка статистических параметров потока импульсов термически стимулированной акустической эмиссии в лабораторных экспериментах // Учен. зап. физ. фак-та Моск. ун-та. 2021. № 1. 2110501.

Докладчик: **Индаков Глеб Сергеевич**, м.н.с., indakov.gs16@physics.msu.ru

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА АДАПТИВНОГО КОСИНУСНОГО ОЦЕНИВАТЕЛЯ (ACE) ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО КАРТИРОВАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

***Камаев А.А.*[1,2]**

*[1]ГЦ РАН, Лаборатория геоинформатики и Больших данных Арктики*
*[2]Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»*

Работа посвящена использованию гиперспектральных и мультиспектральных данных дистанционного зондирования для геологического картирования редкоземельных элементов (РЗЭ) на примере Хибинского массива Кольского полуострова. РЗЭ представляют стратегически значимую группу металлов, необходимых для высокотехнологичных отраслей, однако их поиски осложнены редкостью промышленных месторождений и сложностью диагностики минералов-концентраторов [1].

В исследовании рассмотрены спектральные особенности минералов, обогащённых РЗЭ (монацит, бастнезит, эвдиалит), проявляющиеся в узких полосах поглощения ионов $Nd^{3+}$, $Pr^{3+}$ и $Sm^{3+}$ в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах [2]. Для выделения участков с характерными спектральными признаками применён метод адаптивного косинусного оценивателя (ACE), основанный на статистической оценке сходства спектров пикселей с эталонными библиотеками [3].

На примере Хибинского массива показано, что совмещение прямых спектральных признаков минералов с косвенными индикаторами метасоматической зональности и фенитизации позволяет повысить достоверность интерпретации и уточнить границы потенциально рудоносных зон. Полученные результаты подтверждают эффективность интеграции спектральных методов с геолого-геохимическими и структурно-тектоническими данными при прогнозировании РЗЭ в Арктической зоне России [4].

*Работа выполнена в рамках государственного задания Геофизического центра РАН, утвержденного Минобрнауки России.*

## *Список литературы:*

1. *Balaram V.* Rare earth elements: A review of applications, occurrence, exploration, analysis, recycling, and environmental impact // Geoscience Frontiers. 2019. Vol. 10. P. 1285–1303.
2. *Turner D. J., Rivard B., Groat L. A.* Visible and short-wave infrared reflectance spectroscopy of REE fluorocarbonates // American Mineralogist. 2014. V. 99. P. 1335–1346.
3. *Karimzadeh S., Tangestani M. H.* Potential of Sentinel-2 MSI data in targeting rare earth element ($Nd^{3+}$) bearing minerals in Esfordi phosphate deposit, Iran // The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences. 2022. V. 25(3). P. 697–710.
4. *Asadzadeh S., Koellner N., Chabrillat S.* Detecting rare earth elements using EnMAP hyperspectral satellite data // Scientific Reports. 2024. V. 14. 20766.

Докладчик: **Камаев Артем Анатольевич**, м.н.с., аспирант, a.kamaev@gcras.ru

# ВАРИАЦИИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ГРУНТА И ОБЪЁМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ НА ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ "БОРОК"

***Климанова Е.В., Галиченко С.В., Анисимов С.В.***

*ГО «Борок» ИФЗ РАН, Лаборатория геофизического мониторинга*

Ядерные превращения естественных радионуклидов $^{238}U$, $^{232}Th$ и $^{40}K$ происходят на протяжении всей истории Земли. В процессе распада исходных ядер образуется ряд промежуточных элементов, среди которых присутствуют изотопы инертного газа радона, способные эманировать из твёрдых пород в поровое пространство грунта. Концентрация радионуклидов невелика, однако этого достаточно, чтобы выделяющиеся в атмосферу изотопы радона существенным образом влияли на ионизацию её нижнего слоя [1, 2]. Изменения в концентрации радона и скорости ионообразования могут сопровождать деформационные процессы, что возможно использовать для предсказания землетрясений [3]. Однако, для непрерывного мониторинга объёмной активности (ОА) внутрипочвенного радона требуется изоляция заглубленных шпуров от влияния атмосферы. Альтернативный подход состоит в мониторинге спектров гамма-излучения грунта. Так как для измерений в гамма-спектрометре применяются сцинтилляционные детекторы, изолированные от пагубного влияния внешней среды, то наблюдения можно проводить там, где мониторинг радона осложнён или невозможен. Целью данной работы является поиск связанности гамма-излучения грунта и объёмной активности радона в приземной атмосфере. Для исследования, проводимого на полигоне ГО «Борок» ИФЗ РАН, использовались радиометр AlphaGUARD и гамма-спектрометр МКСП-01 «РАДЭК». В результате анализа полученных данных построены корреляционные поля ОА радона и поглощенной дозы гамма-излучения. Рассчитаны ФПВ для короткопериодных флуктуаций. С помощью спектральных методов аппроксимированы усредненные суточные вариации, выявлено влияние температурных колебаний и дождей.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22-17-00053-П) и государственного задания ГО «Борок» ИФЗ РАН № FMWU-2025-0049.*

***Список литературы:***

1. *Анисимов С.В., Галиченко С.В., Афиногенов К.В., Макрушин А.П., Шихова Н.М.* Объемная активность радона и ионообразование в невозмущенной нижней атмосфере: наземные наблюдения и численное моделирование // Физика Земли. 2017. № 1. С. 155–170.
2. *Анисимов С.В., Галиченко С.В., Климанова Е.В., Прохорчук А.А., Афиногенов К.В.* Вклад фотонной компоненты в ионизацию атмосферы радионуклидами земной коры и радиоактивными эманациями // Физика Земли. 2023. №6. С. 245-258.
3. *Ghosh, D.; Deb, A.; Sengupta, R.* Anomalous radon emission as precursor of earthquake. // J. Appl. Geophys. 2009. V 69. P. 67–81.

Докладчик: **Климанова Екатерина Вадимовна**, м.н.с., klimanova@borok.yar.ru

# КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКЕ ГИДРОМИНЕРАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЛИТИЯ

***Коваленко А.Д.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория фундаментальных проблем нефтегазовой геофизики и геофизического мониторинга (202)*

Гидроминеральные месторождения Южной Америки обеспечивают более двух третей мировых запасов лития и характеризуются контрастными физическими свойствами осадочного чехла и фундамента. Эффективность их изучения определяется выбором оптимального комплекса геофизических методов, обеспечивающих достоверную интерпретацию строения осадочного чехла и кристаллического фундамента.

Для обоснования такого комплекса выполнено моделирование сейсмических, электромагнитных и магнито- и гравиметрических данных на обобщённой геолого-геофизической модели гидроминерального месторождения. Сопоставление синтетических данных показало, что сочетание сейсморазведки и электроразведки позволяет наиболее надёжно решать задачи стратификации осадочных толщ и выделения зон минерализованных рассолов. Методы грави- и магниторазведки целесообразно рассматривать как вспомогательные для уточнения геометрии фундамента и регионального строения.

Результаты моделирования демонстрируют высокий потенциал комплексного подхода при поиске и разведке гидроминеральных месторождений и подчёркивают необходимость предварительной численной оценки информативности каждого метода до начала полевых работ.

## *Список литературы:*

1. *Боганик Г.Н., Гурвич И.И.* Сейсморазведка. Учебник для вузов. Тверь: (Издательство ЛИС, 2006. 744 с.
2. *Вишневский П.В., Вахромеев Г.С., Шаманский И.Л.* Геофизические методы поисков и разведки неметаллических полезных ископаемых. М.: «Издательский дом Недра», 1984. 222 с.
3. *Хмелевской В.К., Никитин А.А.* Комплексировапие геофизических методов. Учебник для вузов. М.: ВНИИгеосистем, 2012. 346 с.

Докладчик: **Коваленко Александр Дмитриевич**, аспирант, k.alexandrrr@yandex.ru

# РЕЗУЛЬТАТЫ И МЕТОДЫ АЭРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В ПОЛЕВОМ СЕЗОНЕ 2025 ГОДА

***Козьмина А.С., Галиченко С.В., Анисимов С.В.***

*ГО «Борок» ИФЗ РАН, Лаборатория геофизического мониторинга*

В полевом сезоне 2025 года в соответствии с программой исследований лаборатории Геофизического мониторинга ГО «Борок» ИФЗ РАН [58º04’ N; 38º14’ E] с помощью измерительного комплекса обсерватории осуществлялись разнесённые наблюдения вертикальной компоненты напряжённости атмосферного электрического поля, плотности атмосферного электрического тока, концентрации ионов и аэрозольных частиц, объёмной активности радона, интенсивности гамма-излучения, а также метеорологических параметров и характеристик турбулентности с 3 июля по 29 сентября.

Для комплексных метеорологических измерений используются ультразвуковые метеостанции «МЕТЕО-2Н», регистрирующие температуру, компоненты скорости ветра и ряд параметров, характеризующих турбулентность атмосферного пограничного слоя. Метеостанции обладают временным разрешением 10 Гц и могут устанавливаться на различных высотах и расстояниях друг от друга, что обеспечивает сбор статистически значимых данных и позволяет получить более детальную пространственно-временную картину атмосферных процессов.

Для измерений плотности атмосферного электрического тока используется уникальный токовый коллектор с эффективной площадью 2780 м$^2$. Вертикальная компонента напряжённости атмосферного электрического поля регистрируется с помощью набора электростатических флюксметров, расставленных по схеме линейки Голомба, что даёт возможность исследовать пространственный скейлинг вариаций поля.

Совместный анализ вариабельности метеорологических переменных, статистических характеристик турбулентности и геофизических параметров позволяет решать широкий спектр научных задач, стоящих перед лабораторией. [1-2]. В докладе представлены методы отбора, обработки и результаты статистического анализа полученных данных.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22-17-00053-П) и государственного задания ГО «Борок» ИФЗ РАН № FMWU-2025-0049.*

***Список литературы:***

1. *Anisimov S.V., Galichenko S.V., Prokhorchuk A.A., Kozmina A.S., Aphinogenov K.V.* Estimation of autocorrelation functions of atmospheric electric field variations using a Golomb array of sensors // Atmos. Res. 2025. V. 315. 107847.

2. *Анисимов С.В., Галиченко С.В., Климанова Е.В., Афиногенов К.В., Козьмина А.С., Прохорчук А.А.* Одновременные наблюдения гамма-фона почвенных радионуклидов и электрической проводимости приземной атмосферы // Известия РАН. Физика Земли. 2025, в печати.

Докладчик: **Козьмина Алина Сергеевна**, м.н.с., alina@borok.yar.ru

# ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ЦЕЛЯХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГЕОМАГНИТНЫХ БУРЬ

***Кондратов А.Д.[1,2], Холодков К.И.[1,2], Буров В.А.[2]***

*[1]Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Лаборатория геоинформатики (501)*
*[2]Институт прикладной геофизики им. Е.К. Федорова, АО ГИ*

С развитием технологий прогнозирование явлений космической погоды становится все более востребованным. Космическая погода может оказывать негативное воздействие на работу целого ряда критически важных инфраструктур и систем: коммуникации, навигации, линий электропередач и спутников.

Для оценки мощности геомагнитных возмущений в околоземной орбите используются измеряемые параметры: индекс повременного магнитного возмущения (Dst) и 3-х часовой планетарный K-индекс ($K_p$) [1]. Краткосрочный и долгосрочный прогноз значений данных параметров позволяет также прогнозировать мощность геомагнитных возмущений за аналогичные периоды времени.

Для прогнозирования значений $K_p$ широко используются модели, применяющие методы машинного обучения. В наших ранних работах была продемонстрирована эффективность работы моделей, использующих алгоритм случайного леса. Мы решили провести дальнейшую оптимизацию показателей, используемых при обучении и тестировании данных моделей, для возможного повышения точности выдаваемых прогнозов.

В моделях, используемых для прогнозирования значений $K_p$, в основном применяются показатели, связанные с солнечным ветром и магнитным полем Земли. Однако, в некоторых моделях было также зарегистрировано повышение точности выдаваемых прогнозов после включения в набор входных параметров показателей, связанных с потоками рентгеновского излучения [2].

В соответствии с этим, мы решили произвести отбор показателей потоков рентгеновского излучения по данным космических аппаратов в L1 и ГСО и провести анализ того, как их использование в наших моделях влияет на точность выдаваемых прогнозов.

*Работа выполнена при поддержке ФГБУ "ИПГ", участника Русско-Китайского Консорциума — глобального центра космической погоды ИКАО (А.К., К.Х., В.Б.) и в рамках госзадания ИФЗ РАН (А.К., К.Х.).*

***Список литературы:***

1. *Bartels J.* The standardized index, Ks, and the planetary index, Kp // IATME Bull. 1949. №12b. P. 97-112.
2. *Chakraborty S., Morley S.V.* Probabilistic prediction of geomagnetic storms and the Kp index // Journal of Space Weather and Space Climate. 2020. V. 10.

Докладчик: **Кондратов Андрей Дмитриевич**, инженер, аспирант, lermon54@ifz.ru

# ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ДНА ОЗЕРА СЕГОЗЕРО ПО ГЕОРАДАРНЫМ ДАННЫМ И ГИПОТЕЗА ФОРМИРОВАНИЯ ПОДВОДНОГО ОСТАНЦА (МЕДВЕЖЬЕГОРСКИЙ РАЙОН РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ)

***Королева А.О.*[1,2]**

*[1]ИФЗ РАН, лаборатория сейсмической опасности (302)*
*[2]ИГ РАН, лаборатория геоморфологии*

Летом 2025 года группа исследователей провела геофизические работы на акватории озера Сегозеро, близ деревни Карельская Масельга, севернее Онежского озера. Этот район привлекает своей уникальностью и ученых, и туристов. Ученых – наличием тектонических разломов и смещений, часть из которых вызваны постледниковыми землетрясениями, происходящими вследствие поднятия суши после отступания ледника [1]. Туристов – красотами и загадками местной природы, описанными в преданиях. Одно из таких преданий поведали местные жители: «однажды в Сегозеро опустилась пирамида, после чего стали происходить необычные явления: вода из озера куда-то уходила и возвращалась высокой горячей волной».

С научной точки зрения подобные явления могли быть следствием сейсмической активности, следы цунами не раз обнаруживались на побережьях Карельских и Кольских озер [2]. Разумеется, упоминание некой «пирамиды» вызвало у группы ученых скептицизм.

Однако, во время георадарной съемки прибором ОКО-3 АБ-100М3 при исследовании дна акватории на одной из радарограмм учеными действительно было зафиксировано пирамидальное тело, основание которого находится на глубине около 16 метров, а верхушка подходит практически к самой поверхности воды до 1 метра.

Эта неожиданная находка вызвала бурный интерес и обсуждение среди участников полевой группы. Для уточнения природы объекта были сделаны фотографии с подводного дрона Gladius Chasing Dory.

В докладе высказывается гипотеза формирования пирамидального останца в акватории Сегозера с геоморфологической точки зрения на основании интерпретации георадарных данных. Съемка и обработка результатов осуществлялась в программном обеспечении «CartScan». Исходя из условий съемки, развертка была выбрана 800 н.с., накопление – 32, скорость лодки составила 7 км/ч.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания ИФЗ РАН № FMWU-2025-0038.*

***Список литературы:***

1. *Шварев С.В.* Постледниковые сейсмогенные деформации озовой гряды в северной части Карельского перешейка // Геоморфология. 2019. № 3. С. 19–35.
2. *Никонов А.А.* Цунами на озерах Карелии? Уроки древних природных катастроф. // ГеоИнфо: [электронный журнал]. 2018. 6 нояб. URL: https://geoinfo.ru/

Докладчик: **Королева Александра Олеговна**, н.с., kao@ifz.ru

# ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЛИТОЛОГИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ПО ДАННЫМ ГИС

***Корочкин Г.М.***

*Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН*

Геофизические исследования скважин (ГИС) и анализ керна являются наиболее надежными методами для построения литологического разреза исследуемых горных пород. Однако процесс идентификации геологических объектов по каротажным данным требует значительных усилий, поскольку он осуществляется высококвалифицированными специалистами и занимает определенное время.

Целью данного исследования является дальнейшее развитие опробованных ранее методов машинного обучения для литологической классификации на основе данных геофизических исследований скважин. Ранее использованная модель, MLP (многослойный персептрон) [1], показала хорошие результаты в кластере близлежащих скважин, однако, для удаленных от обучающей выборки скважин точность оказалась невысокой [2].

Исследование основывается на данных, полученных из открытых источников, содержащих обширный набор геофизических исследований скважин, проведённых в регионе бассейна Таранаки, который находится в акватории Новой Зеландии. Данные представлены исследованиями в более чем 400 скважинах, вскрывших несколько месторождений нефти и газа, а также 21 геологическую формацию.

В данном исследовании были использованы методы оптимизации, призванные улучшить качество классификации, а также была использована принципиально другая модель машинного обучения - 1D CNN (одномерная сверточная нейронная сеть), было проведено сравнение с предыдущим методом и дана оценка новой модели [4].

## *Список литературы:*

1. *Khan S.Q., Kirmani F.U.D.* Applicability of deep neural networks for lithofacies classification from conventional well logs: An integrated approach // Petroleum Research. 2024. V. 9. № 3.P. 393-408.
2. Тезисы докладов, Научная конференция молодых ученых и аспирантов ИФЗ РАН. Москва, ИФЗ РАН, 6-7 ноября 2024 г. М.: ИФЗ РАН, 2024 – 33 с.
3. *Mollajan A., Memarian H., Quintal B.,* Nonlinear rock-physics inversion using artificial neural network optimized by imperialist competitive algorithm // Journal of Applied Geophysics. 2018. V. 155. P. 138-148.
4. *Meliboyev A., Alikhanov J., Kim W.* 1D CNN based network intrusion detection with normalization on imbalanced data // 2020. P. 218-224.

Докладчик: **Корочкин Георгий Максимович**, аспирант, georgiy.korochkin@gmail.com

# НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА УЧАСТКЕ БАЙКАЛО-АМУРСКОЙ МАГИСТРАЛИ

***Котов А.Н., Тощов С.А.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория фундаментальных проблем экологической геофизики и вулканологии (703)*

В сентябре 2024 года в рамках комплексной экспедиции Русского географического общества, приуроченной к 50-летнему юбилею Байкало-Амурской магистрали, сотрудниками ИФЗ РАН при помощи специализированного оборудования [1] были проведены сейсмоакустические исследования на ряде её объектов – на территории пос. Северобайкальск, в дренажно-технологической штольне Северомуйского тоннеля, а также на открытом участке БАМ и на удалении от него.

По результатам проведённых исследований оценены уровни фонового сейсмического шума в окрестности посёлка Северобайкальск, охватываемого сейсмогенерирующей Байкальской рифтовой зоной [2, 3]. Выявлены возникающие в конструкции Северомуйского тоннеля высокодобротные резонансные эффекты, проявляющиеся в спектральном составе зарегистрированных сейсмических волновых полей в виде ярко выраженной низкочастотной тональной компоненты, а также более высокочастотных её кратных гармоник. Оценены уровни сейсмического шума, создаваемого движением железнодорожных составов вблизи открытого участка БАМ, а также степень их затухания по мере удаления от железнодорожного полотна.

*Работа выполнена в рамках госзадания ИФЗ РАН и комплексной экспедиции Русского географического общества в честь 50-летнего юбилея БАМ.*

***Список литературы:***

1. *Собисевич А.Л., Преснов Д.А., Агафонов В.М., Собисевич Л.Е.* Вмораживаемый автономный гео-гидроакустический буй нового поколения // Наука и технологические разработки. 2018. №2. С. 25-34.
2. *Котов А.Н., Собисевич А.Л., Преснов Д.А., Жостков Р.А.* Натурное изучение пространственно-временных вариаций сейсмических шумов мегаполиса // Геофизика. 2021. №. 2. С. 82-88.
3. *Котов А.Н., Агибалов А.О., Сенцов А.А.* Низкочастотное шумовое загрязнение северо-восточной части пос. Мосрентген (г. Москва) // Геофизические процессы и биосфера. 2023. Т. 22. № 2. С. 109-121.

Докладчик: **Котов Андрей Николаевич**, н.с., and250195@yandex.ru

# АСИММЕТРИЯ ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ И ЕЁ СВЯЗЬ С АКТИВНЫМИ РАЗЛОМАМИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА (РЕСПУБЛИКА СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ - АЛАНИЯ)

***Кочубей К.А.***

*Геофизический центр РАН, Лаборатория геодинамики*

Асимметрия гидросети может отражать степень тектонического наклона земной поверхности и позволяет фиксировать деформации, связанные с разломами. В зарубежной практике популярен индекс поперечной топографической симметрии Transverse Topographic Symmetry index (TTSI) [1]. TTSI – безразмерный показатель, отражающий степень смещения русла водотока относительно центральной линии водосборного бассейна. Цель исследования – установить взаимосвязь индекса TTSI и активных разломов Центрального Кавказа и оценить возможность его применения для диагностики неотектонических движений. Исследование выполнено для территории Республики Северная Осетия–Алания. Исходные данные – векторные слои водосборов и линий водотоков 3-го порядка (по Стралеру), построенные на основе ЦМР FABDEM (30 м). Построение центральных линий водосборов и расчёт TTSI выполнялся в среде Python. TTSI определялся для каждого сегмента русла с шагом 500 м, вычислялись осредненные значения для каждого бассейна и азимуты векторов смещений русел. TTSI в пределах исследуемого участка варьирует от 0,07 до 0,84. Повышенные значения согласуются с местоположением активных разломов. Азимуты векторов смещений русел рек и простирания активных разломов хорошую согласуются друг с другом. Сопоставление TTSI со скоростями движений по разломам [2] показало противоречивые результаты: несмотря на самые высокие в регионе скорости смещений по Главному Кавказскому надвигу (>5 мм/год), значения TTSI здесь одни из самых низких. Это несоответствие может быть связано с особенностями ландшафтно-климатических условий трассы разлома: отметками абсолютных высот >3 км, наличием ледников в окрестностях и, как следствие, низкой водообеспеченностью, что ограничивает эрозионную активность и замедляет латеральную миграцию русел. Распределение TTSI в бассейнах с разной литологией демонстрирует зависимость показателя от прочности горных пород: в менее устойчивых породах TTSI выше. Таким образом, индекс TTSI может рассматриваться как информативный показатель для диагностики неотектонических движений (особенно в районах с низкой обеспеченностью геолого-геофизическими данными), вместе с тем чувствительность индекса к литологическим и ландшафтно-климатическим условиям ограничивает возможности интерпретации; наилучшие результаты могут быть достигнуты при его применении на территориях с однородными условиями.

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект №23-17-00176).*

***Список литературы:***

1. *Cox R. T.* Analysis of drainage-basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt-block tectonics: an example from the Mississippi Embayment // Geological Society of America Bulletin. 1994. Т. 106. № 5. С. 571–581.
2. *Zelenin E. et al.* The Active Faults of Eurasia Database (AFEAD): The Ontology and Design behind the Continental-Scale Dataset // Earth System Science Data. 2022. Т. 14. № 10. С. 4489–4503. [Электронный ресурс].

Докладчик: **Кочубей Ксения Александровна**, м.н.с., kochubey.ksenia@yandex.kz

# СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОЧАГОВОЙ ЗОНЫ ОДНОЙ ИЗ СИЛЬНЕЙШИХ СЕЙСМИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ XX В.: ЦЭЦЭРЛЭГСКИЙ СЕЙСМОРАЗРЫВ В СЕВЕРНОЙ МОНГОЛИИ)

***Кошевой Н.Г.[1,2], Овсюченко А.Н.[1], Бутанаев Ю.В.[2]***

*[1]ИФЗ РАН Лаборатория методов прогноза землетрясений*
*[2]ТувИКОПР РАН*

Цэцэрлэгский сейсморазрыв, образовавшийся в результате землетрясения 9 июля 1905 г. (M = 7.6-7.7, Io=10-11 баллов), представляет собой одну из ключевых структур в очаговой области катастрофических Болнайских (Хангайских) землетрясений 1905 г., сильнейшим из которых стало главное (Болнайское) землетрясение с M=8.2–8.3 (Io=11-12 баллов).

Цэцэрлэгский разлом, протяженностью по разным данным от 130 до 190 км, характеризуется левосторонним сдвигом с взбросовой компонентой. Нами были проведены полевые палеосейсмологические и структурно-геоморфологические исследования центрального участка Цэцэрлэгского разлома в левом борту р. Тэсийн-Гол (Тэс-Хем). Строение сейсморазрыва изучено в двух траншеях, где выявлены деформированные пойменные отложения с признаками трех сильных землетрясений. Радиоуглеродное датирование деформированных горизонтов позволило установить средний период повторяемости 1100–1300 лет [1].

Дальнейшим направлением исследований стал структурно-геоморфологический анализ вдоль всего разрыва с использованием дистанционных данных. Выполнено нескольких десятков надежных замеров горизонтальных смещений в разновозрастных формах рельефа, включая в основном сухие долины и конусы выноса. Сухие долины классифицированы по порядкам (первый порядок – самые молодые формы рельефа), что позволило предварительно связать их с хронологией террас долины р. Тэсийн-Гол. Замеры выполнены исключительно для форм рельефа, ортогональных разрыву для минимизации искажений амплитуд смещения. Погрешность измерений ±1.5 м. Сухие долины 3-его порядка смещены на 20-23 м, 2-ого порядка на 9-11 м, 1-ого на 4-6 м.

Характерные смещения молодых форм рельефа указывают на этапы активизации, включая голоценовые события, коррелирующие с интервалами трех последних, датированных эпизодов сейсмотектонического разрывоообразования. Эти данные позволяют оценить количество событий за поздний плейстоцен-голоцен и определить скорость смещений по разрыву. Смещения разновозрастных форм рельефа подтверждают долговременную активность разлома и его роль в региональной сейсмогеодинамике, подчеркивая необходимость учета структурного наследия для оценки сейсмической опасности в Алтае-Саянском регионе и на юге Сибири.

## *Список литературы:*

1. *Ovsychenko A. et al.* Recurrence of strong earthquakes in the source zone of the Tsetserleg earthquake of July 9, 1905, Northern Mongolia // Doklady Earth Sciences. 2025. Т. 524. №. 1.

Докладчик: **Кошевой Николай Георгиевич**, н.с., аспирант, koshevoi98@inbox.ru

# ТЕРМАЛЬНАЯ ИСТОРИЯ ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА ПО ДАННЫМ ТРЕКОВОГО ДАТИРОВАНИЯ АПАТИТА

***Кревсун Д.А., Багдасарян Т.Э., Веселовский Р.В., Чистякова А.В.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория трекового анализа и изотопной геохронологии (106)*

Метод трекового датирования апатита (Apatite Fission-Track, AFT) является одним из наиболее эффективных инструментов для реконструкции термальной истории пород в температурном интервале ~60–120°C [1]. Применение этого метода к изучению Фенноскандинавского щита является актуальным, поскольку его восточная часть, расположенная в пределах России, остается слабо изученной по сравнению с его западной частью на территории Норвегии, Швеции и Финляндии [2, 3].

В рамках исследования трековым методом был проанализирован апатит из интрузивных тел Карельского кратона: массива Кивакка, дайки Пирттигубы, Ропручейского и Валаамского силлов. Трековый анализ выполнялся с использованием метода LA-ICP-MS в Лаборатории трекового анализа и изотопной геохронологии ИФЗ РАН. Получены следующие определения трекового возраста: массив Кивакка – 901±95 млн лет, дайка Пирттигубы – 957±87 и 1024±91 млн лет, Ропручейский силл – 990±101 млн лет, Валаамский силл – 1165±79 млн лет. Распределение длин треков во всех образцах унимодальное, что свидетельствует об отсутствии прогрева территории Карельского кратона выше 120°C в течение последних 0.9–1.2 млрд лет. Рассчитанные средние скорости охлаждения для изученных объектов составляют 0.12–0.31°C/млн лет, что соответствует скоростям денудации 6–16 м/млн лет.

Все полученные данные будут включены в созданную нами базу трекового датирования RUFT. Проведенное исследование вносит вклад в понимание термальной эволюции восточной части Фенноскандинавского щита и создает надежную основу для планирования дальнейших термохронологических исследований щитов древних платформ.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ 24-77-00040.*

***Список литературы:***

1. *Malusà M.G., Fitzgerald P.G.* Fission-Track Thermochronology and its Application to Geology // Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment. Springer International Publishing, Cham. 2019.
2. *Hendriks B., Andriessen P., Huigen Y., Leighton C., Redfield T., Murrell G., Gallagher K., Nielsen S.B.* A fission track data compilation for Fennoscandia // Norwegian Journal of Geology. 2007. P. 143-155.
3. *Veselovskiy R.V., Arató R., Bagdasaryan T.E., Samsonov A.V., Stepanova A.V., Arzamastsev A.A., Myshenkova M.S.* New Apatite Fission-Track Data from the Murmansk Craton, NE Fennoscandia: An Echo of Hidden Thermotectonic Events // Minerals. 2020. V.10 (12), 1095.

Докладчик: **Кревсун Дарья Алексеевна**, студент, dasha@krevsun.ru

# ВОЗНИКНОВЕНИЕ УДАЛЕННЫХ АФТЕРШОКОВ ПЕРЕД СИЛЬНЫМИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ

***Крушельницкий К.В.*[1,2]**

*[1]ИТПЗ РАН*
*[2] ИФЗ РАН, лаборатория сейсмической опасности (302)*

В настоящей работе анализируется явление увеличения радиуса корреляции перед сильными землетрясениями путем построения алгоритма прогноза, в котором предвестником сильных землетрясений является локальное увеличение числа удаленных афтершоков. В качестве региона исследования используется Курило-Камчатская зона субдукции по каталогу ISC с 1976 года по 3 октября 2025 года [3].

Удаленными афтершоками мы называем те афтершоки, которые удалены от основного толчка на расстояние, в n раз превышающее размер очага основного толчка, рассчитанного по формуле $L = 10^{-2.49+0.57M}$ [3], где M – магнитуда основного толчка. Производится поиск групп пар основной толчок-удаленный афтершок. Для их группировки между парами рассчитывается величина $z = \sqrt{r^2 + (ct)^2}$, где r – расстояние в километрах между центрами отрезков, соединяющих основной толчок и афтершок в каждой паре, t – время между парами в сутках, c = 1 км/сут – коэффициент. Пары объединяются в группу, если величина z между ними не превосходит порог $z_0$. Если число пар в группе достигает N, то объявляется тревога возможного возникновения землетрясения магнитуды M и выше на время T лет в круге радиуса R километров с центром в геометрическом центре середин отрезков, соединяющих основной толчок и афтершок в этих N парах.

Оценка эффективности алгоритма прогноза производится путем подсчета величины доли пропусков целей $\nu$ и относительного пространственно-временного объема тревог $\tau$, рассчитываемого с учетом распределения эпицентров землетрясений. Чем меньше обе эти величины, тем эффективней прогноз. Среди всех наборов параметров наиболее удачный прогноз был реализован с параметрами n = 6, N = 3, M = 7.5, z0 = 250, R = 250, T = 2.5. При этих параметрах $\nu$ = 0.08 (предсказано 11 целей магнитуды 7.5 и выше из 12), а $\tau$ = 0.28. Отметим, что также удалось ретроспективно предсказать и землетрясение M8.8 30.07.2025. Также была рассчитана величина вероятности случайного угадывания 11 целей из 12 при значении объема тревог 0.28, которая составила 0.001%, что говорит о высокой значимости полученных результатов.

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ (проект № 25-17-00094).*

***Список литературы:***

*1. Zaliapin I., Ben-Zion Y.* Earthquake clusters in Southern California I: Identification and stability // Journal of Geophysical Research: Solid Earth. 2013.
*2. Wells D., Coppersmith K.* New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement // Bulletin of the Seismological Society of America. 1994. V. 84. P. 974-1002.
*3. International Seismological Centre (2025), On-line Bulletin*

Докладчик: **Крушельницкий Кирилл Валерьевич**, м.н.с., аспирант, kirillkrush@mail.ru

# АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ МОРСКОГО ДНА ПРИ ОСВОЕНИИ ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

***Кузьмин Д.К.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория современной и прикладной геодинамики (201)*

В условиях постоянно растущего мирового спроса на энергию и необходимости устойчивых методов добычи, на сегодняшний день является актуальным комплексный обзор существующих методов мониторинга за деформациями земной поверхности, используемых в морских условиях. Цель данного исследования заключается в создании сводной классификации методов по точности, применимости и ограничении в условиях морских операций. Установлено, что не существует одного универсального метода, оптимального для всех условий [1-3]. Более надежные результаты достигаются при комбинировании различных подходов. В ходе исследования изучена большая база существующих на сегодняшний день методов геодинамического мониторинга при разработке месторождений углеводородов, включая шельфовые [4-7]. Комплексные системы мониторинга являются ключевыми для безопасности, охраны окружающей среды и устойчивой эксплуатации углеводородных ресурсов.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН*

***Список литературы:***

1. *Кузьмин Ю.О., Никонов А.И.* Геодинамический мониторинг объектов нефтегазового комплекса / Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности. Вып.2. М.: ГЕОС. 2002. С. 427-433.
2. *Кузьмин Ю. О.* Проблемные вопросы изучения деформационных процессов в современной геодинамике // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2008. № 3. С. 98-107.
3. *Кузьмин Ю. О.* Парадоксы сопоставительного анализа измерений методами наземной и спутниковой геодезии в современной геодинамике // Физика Земли. 2017. № 6. С. 24–39.
4. *Кузьмин Ю. О., Дещеревский А. В., Фаттахов Е. А., Кузьмин Д. К., Казаков А. А., Аман Д. В*. Инклинометрические наблюдения на месторождении им. Ю. Корчагина // Геофизические процессы и биосфера. 2018. Т. 53. №3. С. 31–41.
5. *Кузьмин Ю. О., Дещеревский А. В., Фаттахов Е. А., Кузьмин Д. К., Казаков А. А., Аман Д.В.* Анализ результатов деформационных наблюдений системой инклинометров на месторождении им. В. Филановского // Геофизические процессы и биосфера. 2019. Т. 18, № 4. С. 86–94.
6. *Кузьмин Ю.О., Кузьмин Д.К., Фаттахов Е.А.* Сравнительный анализ результатов измерений донными и платформенными инклинометрами на месторождении Северного Каспия // Геофизические процессы и биосфера. 2023. Т. 22. № 4. С. 55-66.
7. *Thomas F.; Livio F.A.; Ferrario F.; Pizza M.; Chalaturnyk R.A.* Review of Subsidence Monitoring Techniques in Offshore Environments // Sensors. 2024. V. 24. P. 4164.

Докладчик: **Кузьмин Дмитрий Кузьмич**, н.с., к.т.н., dimak1292@mail.ru

# ДИНАМИКА АТМОСФЕРНОЙ ПЫЛИ В АФГАНО-ТАДЖИКСКОЙ ДЕПРЕССИИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 1,2 МИЛЛИОНА ЛЕТ

***Кулакова Е.П.[1], Шнайдер Р.[2], Стивенс Т.[2]***

*[1]ИФЗ РАН, Лаборатория главного геомагнитного поля и петромагнетизма (105)*
*[2] Уппсальский университет, Уппсала, Швеция*

Применение петромагнитных методов в изучении лёссово-почвенных серий может играть решающую роль в изучении динамики переноса пыли и эволюции воздушной среды. В частности, анизотропия магнитной восприимчивости (АМВ), характеризующая магнитную текстуру горной породы, может дать представление о направлении палеоветра, который упорядочивает магнитные зерна в момент их осаждения из воздуха. На основе изучения АМВ в двух опорных разрезах Ховалингского лёссового плато в Южном Таджикистане – в разрезе Хонако-II и Кульдара – мы провели оценку возможности реконструкции направлений палеоветров для региона Афгано-Таджикской депрессии.

Предварительный анализ современных метеорологических данных со станций наблюдения в Кулябе и Курган-Тюбе позволил выявить основные паттерны воздушной динамики в предгорной области, а также установить направления приповерхностных ветров, связанных с пылевыми событиями в регионе исследования. Для изучения направления современных ветров в регионе на более высоких уровнях атмосферы, был проведен анализ модельных данных «ERA5 reanalysis data», который выявил три системы ветров. Первая, на высоте 10 км над земной поверхностью, является планетарной и показывает преобладание западных ветров. Вторая, на высоте 2.5 км – высоте переноса пыли в регионе – является региональной и зависит от орографии, для нее характерны Ю, ЮЗ ветра. Последняя, на высоте 10 м над поверхностью, является локальной и зависит от геоморфологии – простирания крупных речных долин, которые имеют ЮЗ-СВ ориентировки в исследуемом районе.

Анализ данных АМВ показал, что в разрезе Хонако-II, находящимся на водоразделе р. Оби-Мазар и Яхсу, превалирует региональная, южная, система, которая не менялась за последние 1,2 млн лет. Данные АМВ разреза Кульдара свидетельствуют о сохранении в магнитной текстуре региональной ветровой системы (поступлении материала с ЮЗ), однако направления максимальных осей анизотропии в большей степени соответствуют локальной системе приповерхностных ветров (вдоль долины р. Оби-Мазар и ручья Кульдара), что, вероятно, связано с близким положением разреза к крупной долине. Полученные результаты указывают на постоянство источника материала, располагающегося на юге в предгорьях Гиндукуша в северном Афганистане [1], а также на стабильность орографического плана Афгано-Таджикской депрессии за последние 1,2 млн лет.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИФЗ РАН (FMWU-2025-0033).*

***Список литературы:***

1. *Li Y., Song Y., Kaskaoutis D., Chen X., Mamadjanov Y., Tan L.* Atmospheric dust dynamics in southern Central Asia: Implications for buildup of Tajikistan loess sediments // Atmospheric Research. 2019. Vol. 229. P. 74-85.

Докладчик: **Кулакова Екатерина Петровна**, н.с., ek.kula@yandex.ru

# ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОЗНЫХ МОДЕЛЕЙ ПУСТОТНОГО ПРОСТРАНСТВА ТЕРРИГЕННЫХ ФОРМАЦИЙ

***Куприн Д.Ю.[1], Баюк И.О.[1], Дубиня Н.В.[1,2]***

*[1]ИФЗ РАН, Лаборатория фундаментальных проблем нефтегазовой геофизики и геофизического мониторинга (202)*
*[2]Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)*

Основными факторами, влияющими на скорость упругих волн в глинистых терригенных горных породах, являются: объёмное содержание пустот в горной породе, их форма, а также объёмное содержание минеральных включений, слагающих горную породу. При петроупругом моделировании, глинистые терригенные горные породы упрощаются до двух минеральных компонент - включений кварца и глины заданной формы. Пустотное пространство зачастую является литологически зависимым, сложенным из пустот в кварцевой и глинистой составляющих соответственно. Для построения петроупругих моделей таких пород использовалась модифицированная модель Шу-Уайта [1], позволяющая задать произвольную форму всех включений.

Обрабатывалась формация Mount Messenger, нефтегазоносного бассейна Таранаки, расположенного на шельфе Новой Зеландии. Для разделения исследуемой формации на петротипы использовались методы кластерного анализа K-средних [2] и DBSCAN [3], позволившие выделить 5 петротипов различной степени глинистости. Репрезентативные значения глинистости были получены с помощью подхода, основанного на распределениях Пирсона [4]. Петроупругие модели для каждого из 5 петротипов рассчитывались с помощью метода самосогласования Берримана [5]. Результатом расчётов являлись палетки скоростей упругих волн, для которых параметром являлось аспектное отношение пустот глинистой составляющей моделируемой горной породы, на которые накладывались экспериментальные значения скоростей упругих волн, полученные при проведении геофизических исследований в скважине Kaimiro-18 вскрывшей формацию Mount Messenger. Область значений аспектных отношений, в которую попали экспериментальные значений скоростей, принимались за область возможных решений обратной задачи.

## *Список литературы:*

1. *Xu S., White R.E.* A new velocity model for clay-sand mixtures // Geophysical Prospecting. 1995. V. 43. P. 91–118.
2. *MacQueen J.* Some methods for classification and analysis of multivariate observations // Proc. Fifth Berkley Sympos. Math. Statist. And Probability. 1967. V. I: Statistics. P. 281–297.
3. *Ester M. et al.* A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise // kdd. 1996. V. 96. P. 226–231.
4. *Pearson K.* Mathematical contributions to the theory of evolution, XIX: Second supplement to a memoir on skew variation // Philosophical Transactions of the Royal Society. 1916. V. 216. P. 538-548.
5. *Berryman, J.G. and Milton, G.W.* Microgeometry of random composites and porous media. // J. Physics D. 1988. V. 21. P. 87–94.

Докладчик: **Куприн Даниил Юрьевич**, аспирант, kuprin.daniil.geo@gmail.com

# ПАЛЕО- И ПЕТРОМАГНИТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САРМИНСКОЙ СВИТЫ РАЗРЕЗА ГОРЫ БОЛЬШОЕ БОГДО

***Ладыгина Л.А.[1,2], Фетисова А.М[1,3]***

*[1]МГУ им. М.В. Ломоносова*
*[2]ИФЗ РАН, Центр коллективного пользования*
*[3]ИФЗ РАН, Лаборатория главного геомагнитного поля и петромагнетизма (105)*

Гора Большое Богдо (Ахтубинский район, Астраханская область) является уникальным геологическим объектом, с которым связана история геологического и палеонтологического изучения триасовых отложений России. Гора расположена в Богдо-Баскунчакском природном заповеднике в Прикаспийской впадине.

Разрез относится к перми и нижнему триасу, однако пермский интервал расчленён исключительно по литологической характеристике из-за отсутствия в этих породах органических остатков [1]. Магнитостратиграфические исследования пермской части разреза проводились фрагментарно (всего 6 образцов) Э.А. Молостовским [2] и требуют заверки с использованием современных методов и детального опробования. В полевые сезоны 2024 и 2025 гг. нами была опробована часть разреза мощностью 10 м, предположительно относящаяся к сарминской свите верхнепермского отдела.

В области отбора залегание пород моноклинальное (Аз пд 244 20°). Палеомагнитная коллекция составила 161 кубический образец (100 штуфов). Величина естественной остаточной намагниченности выдержана в исследуемом интервале, значения магнитной восприимчивости скачкообразно увеличиваются в верхней части. По результатам проведённой температурной магнитной чистки в большинстве образцов выделена характеристическая компонента намагниченности прямой и обратной полярности. На основании распределения широты виртуальных геомагнитных полюсов, рассчитанных для каждого образца, составлена предварительная магнитостратиграфическая схема.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания ИФЗ РАН.*

***Список литературы:***

1. *Мазарович А.Н.* Стратиграфия пестроцветных образований верхней перми и нижнего триаса Русской платформы // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1939. Т. XVII (I). С. 1-22.
2. Стратотипический разрез баскунчакской серии нижнего триаса горы Большое Богдо. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та. 1972. 165 с.

Докладчик: **Ладыгина Любовь Александровна**, магистрант, ladurfin@gmail.com

# ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАЛЕОКЛИМАТА НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЯ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ЛЁССОВО-ПОЧВЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

***Лазарева М.Н.[1], Константинов Е.А.[2], Дуданова В.И.[3]***

*[1]МГУ имени М.В. Ломоносова*
*[2]ИГ РАН, Лаборатория палеоархивов природной среды*
*[3]ИФЗ РАН, Лаборатория главного геомагнитного поля и петромагнетизма (105)*

Природной среде, её функционированию и развитию в настоящее время уделяется пристальное внимание. Неизбежное и очевидное изменение климата ставит перед исследователями задачу определения закономерностей климатических трендов. Для её решения применяется реконструкция природных обстановок былых геологических эпох. Одним из инструментов количественных оценок палеоклимата служат петромагнитные свойства лёссово-почвенных отложений, которые являются чувствительным индикатором палеоклиматических изменений [2].

Лёссово-почвенные серии (ЛПС) Восточного Предкавказья отличаются наибольшими мощностями на территории нашей страны, что обеспечивает высокое разрешение получаемой геологической записи. Объектом исследования данной работы является лёссово-почвенный разрез Отказное мощностью 75 м, в котором представлена непрерывная запись изменения ландшафтно-климатических событий с начала неоплейстоцена и по настоящее время. В отобранных через каждые 10 см образцах была измерена магнитная восприимчивость (МВ), величина которой использовалась в дальнейших расчётах некоторых климатических индексов (индекса Де-Мартона - IDM, среднегодового количества осадков - MAP, коэффициента увлажнения - MI), позволяющих реконструировать динамику природной среды конкретной территории от конца раннего плейстоцена до современности [1]. Анализ проводился в лаборатории Палеоархивов природной среды ИГ РАН (г. Москва). Измерения образцов осуществлялось на каппаметре ZHinstruments SM-30 на частотах 500 и 4000 Hz. Рассматриваемый временной интервал: от МИС 1 (голоценовая почва) до МИС 19. Результаты измерений были сопоставлены с выводами, сделанными на основе морфологического описания палеопочв.

Для рассматриваемой территории в настоящее время характерны сухостепные условия (IDM = 23, MAP = 465-467 мм, MI = 0,59) с зональными тёмно-каштановыми почвами (Haplic Kastanozems). Полученные в ходе работы данные указывают на то, что наиболее влажные условия здесь господствовали в МИС 11 (морская изотопная стадия 11, возраст ~ 400 т.л.), формируя лесостепные ландшафты (IDM = 35, MAP = 615 мм, MI = 0,74) с выщелоченными чернозёмами. Самые близкие природные условия к современным, вероятно, соответствуют временному периоду МИС 5e (возраст ~ 120 т.л.), о чём свидетельствуют не только рассчитанные индексы (IDM = 23, MAP = 428 мм, MI = 0,48), но и морфологическое описание палеопочвы.

## *Список литературы:*

1. *Alekseev A.O., Shary P.A., Malyshev V.V.* Magnetic susceptibility of soils as an ambiguous climate proxy for paleoclimate reconstructions // Quat. International. 2023. V. 661. P. 10-21.
2. *Maher B.A.* Palaeoclimatic records of the loess/palaeosol sequences of the Chinese Loess Plateau // Quat. Sci. Rev. 2016. V. 154. P. 23-84.

Докладчик: **Лазарева Мария Николаевна**, аспирант, lazarevamn@my.msu.ru

# НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ ОСНОВНЫХ СТРАТОНОВ ВОСТОЧНО-ЧУКОТСКОГО СЕКТОРА ОХОТСКО-ЧУКОТСКОГО ВУЛКАНОГЕННОГО ПОЯСА

***Лебедев И.Е.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория главного геомагнитного поля и петромагнетизма (105)*

Охотско-Чукотский вулкано-плутонический пояс (ОЧВП) – одна из крупнейших окраинно-континентальных вулканических провинций в истории Земли. Однако возраст вулканических комплексов ОЧВП является предметом острых дискуссий. Основная причина этих дискуссий — это методика определения возраста. Активная разработка стратиграфических схем для вулканитов ОЧВП началась в середине 20 века, когда господствовали традиционные методы, главным образом основанные на отпечатках палеофлоры. Специалисты в области палеоботаники сегодня признают, что возможности данного метода для вулканогенных толщ оказались более скромными, чем долгое время считалось. Согласно [1], палеофлористическим методом в вулканогенных породах Северо-Востока Евразии уверенно определяется лишь один рубеж, который примерно соответствует границе коньякского и сантонского ярусов. Альтернативой фитостратиграфическим методам являются изотопно-геохронологические методы. Однако активное использование современных прецизионных методов в данном регионе началось лишь в последние десятилетия. Новые $^{40}Ar/^{39}Ar$ и U-Pb определения часто противоречат возрасту стратонов, определенному палеоботаническими методами, и это в ряде случаев указывает на необходимость существенной ревизии стратиграфических схем.

Последние годы в стенах лаборатории Главного геомагнитного поля и петромагнетизма ИФЗ РАН ведется активное изучение разных аспектов палеомагнетизма самой Северо-Восточной окраины Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП) и эти данные требуют надежных оценок возраста исследуемых пород. В рамках этих работ был получен целый ряд новых определений возраста современными изотопно-геохронологическими методами для Восточно-Чукотского сектора ОЧВП. Эти определения оказались отличными от ожидаемых согласно принятым стратиграфическим схемам [2]. Компиляция всех имеющихся опубликованных изотопных определений для западной части Восточно-Чукотского сектора указывает на необходимость пересмотра возраста его основных стратонов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 23-17-000112.*

***Список литературы:***

1. *Щепетов С.В.* Фитостратиграфия неморского мела Северо-Востока Азии 1972-2022 гг.: успехи и проблемы. Санкт-Петербург: Марафон, 2022. 228 с.
2. Решения 3-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России (Санкт-Петербург, 2002) СПб: ВСЕГЕИ, 2009. 268 с.

Докладчик: **Лебедев Иван Евгеньевич**, н.с., lebedev232@ya.ru

# РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ТЕКТОНОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ФЛАНГА БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЫ

***Мануилова Е.А., Тверитинова Т.Ю.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики (204)*

Часть трассы Байкало-Амурской магистрали проходит по северо-восточному флангу сейсмически активной Байкальской рифтовой системы. Результаты исследований современного напряженного состояния этого участка коры, выполненные сотрудниками ИФЗ РАН г. Москва и ИЗК СО РАН г. Иркутск [1] в 2020-2024 гг, позволили провести тектонофизическое районирование активных разломов по уровню кулоновых напряжений, определяющих близость разломов к критическому состоянию [2]. В результате этих исследований выделены области, для которых вдоль разломов выделяются участки высокого уровня кулоновых напряжений. Эти области могут рассматриваться как очаги возможных сильных землетрясений с магнитудой 6.5-7.0. Часть таких участков расположена в районе Байкало-Амурской магистрали. Поскольку для этих зон характерна высокая сейсмичность и различные проявления неустойчивости горных пород, то для этих участков необходимо уточнение локального напряженного состояния полевыми тектонофизическими методами.

В связи с этим, с 19 августа по 3 сентября 2025 года сотрудники ИФЗ РАН приняли участие в экспедиции по маршруту Байкало-Амурской магистрали, организованной Русским географическим обществом. Исследования посвящены изучению сейсмотектонических проявлений на опасных участках активных разломов северо-восточного фланга Байкальской рифтовой зоны. В ходе экспедиции изучены структурно-геологические особенности горных пород и проведены полевые тектонофизические замеры в пределах трех полигонов: Северобайкальский, Северомуйский и Чарский.

В докладе представлены результаты анализа напряженно-деформированного состояния массивов горных пород, полученные по собранным полевым замерам. Имеющиеся в точках наблюдения характеристики локальных стресс-тензоров позволили определить усредненное региональное поле напряжений, ответственного за формирование региональной тектонической структуры. А также намечены опасные участки возле железнодорожного полотна, в которых могут происходить обвалы и сходы лавин.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания ИФЗ РАН № FMWU-2025-0036. Выражаем благодарность РГО за участие в экспедиции.*

***Список литературы:***

1. *Ребецкий Ю.Л., Добрынина А.А., Саньков В.А.* Напряженное состояние коры Байкальской рифтовой зоны // Геология и геофизика. 2022. Т.62. №8. С. 87-111.
2. *Ребецкий Ю.Л., Добрынина А.А., Саньков В.А.* Тектонофизическое районирование активных разломов байкальской рифтовой системы // Геодинамика и тектонофизика. 2024. Т.15(4). 0775.

Докладчик: **Мануилова Екатерина Алексеевна**, с.н.с., к.г.-м.н., e.manuilova@ifz.ru

# ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ АЭРОМАГНИТНОЙ СЪЁМКИ В ОКРЕСТНОСТЯХ ГЕОМАГНИТНЫХ ОБСЕРВАТОРИЙ

***Мокров Д.К.[1,2], Передерин Ф.В.[1,2], Холодков К.И.[1,2], Таран Я.В.[1], Алёшин И.М.[1,2], Соловьев А.А.[1,2]***

*[1]ИФЗ РАН, Лаборатория геоинформатики (501)*
*[2]Геофизический центр РАН*

Разработка моделей литосферы и интерпретация геофизических аномалий являются ключевыми задачами современной геофизики. В рамках проекта по созданию моделей аномального магнитного поля Земли (АМПЗ) на основе градиентной аэромагнитной съемки с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [1, 2] проведены полевые работы в окрестностях геомагнитных обсерваторий Российской Федерации. Цель – получение детальных данных о распределении источников аномалий в земной коре для уточнения пространственно-временных особенностей МПЗ и оценки вклада геомагнитно-индуцированных токов [3, 4].

В европейской части России находится несколько геомагнитных обсерваторий. Измерения проводились близ геомагнитных обсерваторий. Аэромагнитная съемка осуществлялась на нескольких высотных эшелонах с применением БПЛА Геоскан 401, оснащенного квантовым магнитометром GeoShark. В общем случае, районы установки геомагнитных обсерваторий, как правило, не содержат значительных аномалий. Однако в процессе измерений в ряде случаев были выявлены аномалии, связанные, предположительно, с геологическими структурами, такими как интрузивные тела и зоны разломов.

Мониторинг АМПЗ критически важен для точного учёта данных обсерваторий. Регулярные аэромагнитные съемки позволяют корректировать вклад внешних полей и геологических структур, минимизируя ошибки в оценке векового хода главного магнитного поля Земли (ГМПЗ) [3]. Это способствует повышению надежности глобальных моделей МПЗ, улучшению навигации в нефтегазовой отрасли (например, при наклонно-направленном бурении) и оптимизации поисков полезных ископаемых. Полученные результаты подчеркивают необходимость внедрения методов аэромагнитной съёмки для комплексного анализа состояния АМПЗ близ геомагнитных обсерваторий.

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РНФ № 24-17-00346.*

***Список литературы:***

1. Методические рекомендации по выполнению маловысотной аэромагнитной съемки. М: Министерство природных ресурсов и экологии РФ. 2018. 32 с.
2. *Aleshin I.M., Soloviev A.A., Aleshin M.I., Sidorov R.V., Solovieva E.N., Kholodkov K.I.* Prospects of using unmanned aerial vehicles in geomagnetic surveys // Seismic Instruments. 2020. V. 56. No. 5, P. 522–530.
3. Инструкция по магниторазведке (Утв. М-вом геологии СССР 23.03.79). Л: Недра, 1981. 263 с.
4. *Алёшин И.М., Соловьёв А.А., Холодков К.И., Передерин Ф.В., Таран Я.В.* Вертикальный градиент геомагнитного поля по результатам повысотной аэромагнитной съемки // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2025. Т. 520. №1, с. 124–128.

Докладчик: **Мокров Данила Кириллович**, лаборант, noov222@ifz.ru

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАГНИТУД ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КЛЮЧЕВСКОЙ ГРУППЫ ВУЛКАНОВ

***Молокова А.П.*[1,2]**

*[1]ИТПЗ РАН, Лаборатория теории прогноза землетрясений и георисков*
*[2]МГУ имени М.В. Ломоносова, Физический факультет, кафедра физики Земли*

Вулканические землетрясения отличаются от тектонических землетрясений как механизмом возникновения, так и характеристиками сейсмических сигналов. Вулканические землетрясения возникают в районах активных вулканов и обусловлены процессами, происходящими внутри них. Извержения представляют серьезную угрозу для жизни людей и состояния инфраструктуры, поэтому важно следить за вулканической активностью, анализируя получаемые сейсмические данные. Часто перед извержениями наблюдается усиление сейсмической активности. Несмотря на то, что магнитуда является ключевым параметром сейсмичности, вулканические землетрясения обычно порождают слабые сейсмические сигналы.

Ключевская группа вулканов (КГВ) – одна из самых крупных и активных вулканических структур в зоне субдукции. В 2015-2016 гг. в районе КГВ был проведен уникальный эксперимент KISS (Klychevskoy Investigation – Seismic Structure of an Extraordinary Volcanic System), главной целью которого являлось изучение глубинной структуры коры и верхней мантии в районе КГВ [1]. В результате эксперимента KISS было записано 2136 событий [2], из которых выделено 343 вулканических землетрясения под Ключевской группой вулканов.

В настоящем исследовании была проведена предварительная оценка магнитуд по длительности MD для вулканических землетрясений Ключевской группы вулканов. Преимущество оценки магнитуды по длительности заключается в том, что она позволяет быстро оценить силу землетрясения с помощью довольно простой процедуры, основанной на измерении продолжительности зарегистрированного сейсмического сигнала. Данная процедура была автоматизирована и применена для сейсмограмм, полученных в рамках эксперимента KISS.

## *Список литературы:*

1. *Шапиро Н.М., Гордеев Е.И., Абкадыров И.Ф., Кулаков И.Ю., Яковлев А.В.* Широкомасштабный полевой сейсмологический эксперимент для изучения Ключевской группы вулканов // Вестник ДВО РАН, 2017. № 1 (191). С. 75-78.
2. *Сенюков С.Л., Дрознин Д.В., Дрознина С.Я., Шапиро Н.М., Нуждина И.Н., Кожевникова Т.Ю., Соболевская О.В., Назарова З.А., Должикова А.Н., Толокнова С.Л., Карпенко Е.А.* Каталог землетрясений по данным сети KISS в 2015-2016 гг. //Проблемы комплексного геофизического мониторинга сейсмоактивных регионов: Труды Восьмой Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, г. Петропавловск-Камчатский: КФ ФИЦ ЕГС РАН, 2021. С. 216-220.

Докладчик: **Молокова Алисия Павловна**, м.н.с., аспирант, molokovaap@my.msu.ru

# АКУСТИЧЕСКАЯ ЭМИССИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЯ ПО ГЕТЕРОГЕННОМУ РАЗЛОМУ

***Морозова К.Г., Остапчук А.А., Павлов Д.В.***

*Институт динамики геосфер имени академика М.А. Садовского РАН*

Землетрясения в основном инициируются в результате проскальзывания по уже сформированным тектоническим разломам. Такие разломы имеют пространственно-неоднородную структуру не только в крест, но и вдоль простирания. Закономерности распределения участков с разными фрикционными свойствами в плоскости разлома в значительной степени контролируют динамику скольжения разломов. Невозможность прямого изучения структуры разломов на сейсмогенных глубинах делает особо актуальным разработку методов диагностики разломов, позволяющих получать информацию о структурных особенностях областей формирования очагов землетрясений и их динамике.

В работе представлены результаты серии экспериментов по сдвиговому деформированию модельного разлома с пространственно-неоднородной структурой на крупномасштабной установке RAMA (ИДГ РАН) [1]. Моделью разлома служил нагруженный контакт двух блоков диабаза размером 750×120 мм². На интерфейсе разлома были сформированы зоны, которые обладают повышенной прочностью со свойством скоростного разупрочнения – аналоги зон асперити в модели Канамори [2]. В данной серии экспериментов варьировалась их конфигурация и взаимное расположение. Исследовались пространственно-временные закономерности эволюции сдвигового деформирования на гетерогенном разломе. В ходе экспериментов данные пространственного распределения импульсов позволили выявить особенности внутренней структуры разломной зоны.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ № 122032900178-7.*

***Список литературы:***

1. *Гридин Г. А., Кочарян Г. Г., Морозова К. Г., Новикова Е. В., Остапчук А. А., Павлов Д. В.* Развитие процесса скольжения по гетерогенному разлому. Крупномасштабный лабораторный эксперимент // Физика Земли. 2023. № 3. С. 139–147

2. *Kanamori H., Stewart G.S.* Seismological aspects of the Guatemala earthquake of February 4, 1976 // J. Geophysical Research: Solid Earth. 1978. V. 83. № B7. P. 3427–3434.

Докладчик: **Морозова Ксения Георгиевна**, н.с., к.ф.-м.н., morozova.kg@idg.ras.ru

# МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРУЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ В ОБЛАСТИ РАЗВИТИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ ТЕЛ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

***Мягков Д.С.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики (204)*

В работе исследуется механизм генерации надлитостатических коровых напряжений при формировании магматических тел различных типов и геометрии: даек, лакколитов, транскоровых интрузий. Нагружение среды происходит за счёт давления магматического расплава в процессе его продвижения при формировании интрузий и до его застывания. Давление расплава при этом контролируется давлением в очаге и может существенно превышать величину нормальных напряжений в среде, что приводит к существенной перестройки напряжённо-деформированного состояния коры при образовании крупнейших, в первую очередь – транскоровых систем интрузий. Степень нагружения контролируется также плотностью магмы, подробно тектонофизический анализ генерации рассматриваемых аномальных напряжений представлен в [1].

Методика моделирования разработана Уилкинсом для исследования упруго-пластических тел и усовершенствована Стефановым [2] для применения в геомеханике. В её рамках среда рассматривается как упрочняющееся упругопластическое тело, используется неассоциированный закон пластического течения, подробное описание представлено в работе [3].

Рассматриваются интрузии различных типов – показана геометрия зон генерации аномальных напряжений при формировании крупных даек различной длины при вариации уровня давления магмы. Показано, что наиболее обширная зона в области нагружения имеет геодинамический тип «горизонтальный сдвиг». Рассматривается модель с изометричной интрузией в приложении к проблеме формирования напряжённо-деформированного состояния Хибинского массива. В данной работе также представлена модель генерации напряжений юго-западной части Сибирского кратона и обрамляющих его структур (Алтае-Саяны, впадины западной Монголии). В численной модели представлены магматические пояса девон-юрского возраста, формирование которых связано с действием Алтайской, Селенгинской и Южно-Монгольской вулканических дуг. Расчёты выполнены для различных глубинных уровней, из полученных моделей собрана общая 2.5D модель напряжённого состояния коры для диапазона глубин 0-15 км.

*Работа выполнена в рамках госзадания ИФЗ РАН.*

***Список литературы:***

1. *Ребецкий Ю.Л., Стефанов Ю.П.* О механизме взаимодействия сильных землетрясений и вулканизма в зонах субдукции // Вестник Камчатской региональной ассоциации "Учебно-научный центр". Серия: Науки о Земле. Т.: 4. №: 56. 2022. С. 41-58.
2. *Стефанов Ю.П.* Некоторые особенности численного моделирования поведения упруго-хрупкопластичных материалов // Физ. мезомех. 2005. Т. 8, № 3. С. 129–142.
3. *Ребецкий Ю.Л., Погорелов В.В., Мягков Д.С., Ермаков В.А.* О генезисе напряжений в коре островной дуги по результатам численного моделирования // Вестник КРАУНЦ. 2018. № 3. С. 54-73.

Докладчик: **Мягков Дмитрий Сергеевич**, с.н.с., к.ф.-м.н., dsm@ifz.ru

# ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ДОБРОТНОСТИ ВО ВНУТРЕННЕМ ЯДРЕ ЗЕМЛИ ПОД ВОСТОЧНОЙ АФРИКОЙ

***Опарина Д.С.***

*ФГБУН Институт динамики геосфер имени академика М.А. Садовского РАН*

Актуальность и фундаментальная неопределенность данной темы заключается в сложности объекта и ограниченности данных. Внутреннее ядро (ВЯ) Земли остается одной из наименее изученных геосфер. Его физические свойства и динамика не могут быть исследованы напрямую, а познаются исключительно через косвенные сейсмологические методы. Цель работы – исследовать поглощение сейсмических волн в локальной области ВЯ под Восточной Африкой.

Сейсмическая добротность (Q) – это параметр, который характеризует способность среды поглощать упругую энергию и очень важен для исследования внутреннего ядра Земли. Высокие значения Q возможно связаны с высокоупорядоченной кристаллической структурой железа или его соединений во ВЯ, а низкие — с наличием неоднородностей, расплавленных включений, дефектов кристаллической решетки. Зависимость Q от координат точек поворота луча несет информацию о размере и форме неоднородностей во ВЯ. Распределение Q в пространстве отражает современную динамику роста и деформации ВЯ и помогает проверить различные модели его формирования. Анализировались характеристики рефрагированных волн $PKP_{df}$ и $PKP_{bc}$ с точками поворота во внутреннем и внешнем ядре соответственно, зарегистрированные станциями Алтай-Саянской сейсмической сети от землетрясений, произошедших на Южных Сандвичевых островах. Добротность Q определялась с помощью измерения отношения амплитуд $A_{PKPdf}/A_{PKPbc}$ с использованием гребенки полосовых октавных фильтров Баттерворта в частотном диапазоне 0.2–1.2 Гц аналогично [1]. Расчет добротности, в предположении, что Q не зависит от частоты проводился по упрощенной формуле: $Q = \frac{\pi \cdot t}{k}$, где $t$ – время пробега волны $PKP_{df}$ во внутреннем ядре, $\kappa$ – коэффициент наклона графика $ln(A_{BC}(f)/A_{DF}(f))$ от $f$. Правильность работы метода протестирована на синтетических сейсмограммах.

Проведенное исследование на основе анализа сейсмограмм Алтай-Саянской сейсмической сети уточняет затухающие свойства внутреннего ядра на глубинах 100-300 км в зоне возможного сочленения квазизападного и квазивосточного полушарий. Рассчитанные в работе значения добротности в основном ниже, чем в стандартной модели AK135 во внутреннем ядре. В опубликованных в 2019 и в 2024 гг. картах добротности верхней части ВЯ в области между южными меридианами 0-15$^o$ и западными параллелями 30-40$^o$ также отмечается пониженная добротность 50-350 с увеличенной ошибкой определения добротности по сравнению с другими районами [2]. Большой разброс полученных величин Q демонстрируют неоднородный состав ВЯ на исследуемых глубинах, или же объясняется недостаточно верной интерпретацией имеющейся волновой картины, связанной с пока не выявленными структурными особенностями для рассматриваемых сейсмических трасс.

## *Список литературы:*

1. *Каазик П.Б., Краснощеков Д.Н., Овчинников В.М., Усольцева О.А.* О затухании сейсмических волн в локальной области внутреннего ядра под Юго-Восточной Азией.
2. *Tkalčić H., Belonoshko A.B., Muir J.B., Mattesini M., Moresi L. et al.* Imaging the top of the Earth's inner core: a present-day flow model // Scientific Reports. 2024. V. 14. No. 8998.

Докладчик: **Опарина Дарья Сергеевна**, аспирант, doparina@mail.ru

# КАК ИЗУЧАЮТ ЭВОЛЮЦИЮ ДРЕВНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ВНУТРЕННИХ ОБОЛОЧЕК ЗЕМЛИ?

***Пасенко А.М., Лебедев И.Е., Ушаков Д.А.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория главного геомагнитного поля и петромагнетизма (105)*

Изучение эволюции магнитного поля Земли важно для понимания его природы и механизмов его генерации, что, в свою очередь, крайне важно для понимания законов по которым оно функционирует в настоящее время. Считается, что магнитное поле Земли зародилось на самых ранних этапах эволюции планеты, в момент формирования ее жидкого ядра. С этого времени и до начала фанерозоя (интервал длительностью ~4 млрд лет) в том или ином виде геомагнитное поле существовало, однако его вероятные состояния, а также механизмы генерации обсуждаются. Однако, ряд исследований показывают, что дифференциация ядра на твердое внутреннее и внешнее жидкое состоялась относительно недавно – в эдиакарии [1, 2].

Изменения параметров магнитного поля Земли могут отражать эволюцию геодинамо и, как следствие, эволюцию внешнего ядра Земли. Основными параметрами магнитного поля, доступными для изучения и которые могут быть использованы для сравнения его состояний, являются: его геометрия (т.е. прямое соотношение дипольных и недипольных компонент геомагнитного поля), частота инверсий, напряженность и характер палеовековых вариаций. Палеомагнитных данных позволяющих оценить эти параметры, в частности соответствие геометрии поля гипотезе центрального осевого диполя, и в особенности для докембрия, остро недостаточно.

На основании палеомагнитных данных для большого количества одновозрастных интрузивных тел, сформировавшихся ~1500 млн лет назад на севере Сибирской платформы, была получена новая оценка дисперсии виртуальных геомагнитных полюсов (палеовековые вариации). Новая оценка рассчитана по 38 отдельным телам и составляет 10.1° (min=9.5°; max=12.6°). Она уверенно согласуется с одними из последних моделей зависимости палеовековых вариаций геомагнитного поля от палеоширoты, предлагаемыми как для мезозоя-кайнозоя, так и для докембрия [3]. Это указывает на то, что в мезопротерозое время вклад симметричного семейства в геомагнитные вариации был сопоставим с мезозойским и с современным.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ № 24-77-10026.*

***Список литературы:***

1. *Tarduno, J. A., Cottrell, R. D., Smirnov, A. V.* The paleomagnetism of single silicate crystals: Recording geomagnetic field strength during mixed polarity intervals, superchrons, and inner core growth // Rev. Geophys. 2006. V. 44. № 1. P. RG1002–RG1002.
2. *Zhou T., J. A. Tarduno, F. Nimmo, R. D. et al.* Early Cambrian renewal of the geodynamo and the origin of inner core structure //Nature communications. 2022. V. 13. №. 1. P. 4161.
3. *Doubrovine, P.V., Veikkolainen, T., Pesonen, L.J., Piispa, E., Ots, S., Smirnov, A.V., Kulakov, E.V., Biggin, A.J., 2019.* Latitude Dependence of Geomagnetic Paleosecular Variation and its Relation to the Frequency of Magnetic Reversals: Observations From the Cretaceous and Jurassic // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. 2019. V. 20. P. 1240–1279.

Докладчик: **Пасенко Александр Михайлович**, с.н.с., к.г.-м.н., pasenkoal@ya.ru

# МЕТОДИКА АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ ОЦЕНОК ПАРАМЕТРОВ СЕЙСМИЧНОСТИ

***Петрушов А.А.[1,2], Смирнов В.Б.[1,2]***

*[1]ИФЗ РАН, Лаборатория физики землетрясений и неустойчивости горных пород (301)*
*[2]Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова*

Для анализа стадий подготовки сильных землетрясений широко применяются параметры сейсмичности, такие как комплексный параметр RTL и параметр Гутенберга–Рихтера (b-value), основанные на пространственно-временном распределении очагов и их энергетических характеристиках [1,2]. Получаемые оценки этих параметров могут существенно зависеть от выбора конкретных значений настроек алгоритмов расчета (размер расчетного окна, пороговая магнитуда фильтрации каталога, эмпирические коэффициенты и др.), однако комплексная количественная оценка влияния этих настроек ранее в работах не проводилась.

В настоящем исследовании предложена методика анализа чувствительности параметров сейсмического режима к значениям алгоритмических настроек. Определены и рассчитаны функции чувствительности, отражающие степень изменчивости временных рядов параметров сейсмичности при варьировании отдельных настроек алгоритмов. Исследование выполнено для каталогов землетрясений Камчатки и Северной Калифорнии.

Результаты показывают, что параметры RTL и b-value наиболее чувствительны к значениям радиуса пространственного окна и эмпирических коэффициентов в области их относительно малых значений. При увеличении значений этих настроек выше пороговых величин чувствительность существенно снижается, указывая на стабилизацию расчетных результатов. Влияние пороговой магнитуды фильтрации каталога не продемонстрировало выраженных особенностей.

Предложенная методика обеспечивает количественную оценку устойчивости оценок параметров сейсмического режима и может быть применена для оптимизации настроек алгоритмов анализа сейсмичности и проверки их надежности. Подробнее о результатах исследования изложено в работе [3].

***Список литературы:***

1. *Петрушов А.А., Смирнов В.Б., Михайлов В.О., Фомина С.А.* Особенности проявления аномалий сейсмического режима перед сильными землетрясениями Калифорнии // Физика Земли. 2024. № 5. С. 113–128.
2. *Smirnov V.B., Petrushov A.A.* Staging of Occurrence of Seismicity Anomalies before Earthquakes in Kamchatka, Japan and Iceland // Izvestiya, Physics of the Solid Earth. V. 59. №. 5. P. 717–732.
3. *Петрушов А.А., Смирнов В.Б.* Устойчивость оценок параметров сейсмического режима RTL и Гутенберга-Рихтера // Геофизические исследования. 2025. №4 – в печати.

Докладчик: **Петрушов Андрей Александрович**, м.н.с., аспирант, petrushov.aa18@physics.msu.ru

# МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МГД ВОЛН ЧЕРЕЗ ИОНОСФЕРУ К ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

***Позднякова Д.Д.[1,2], Пилипенко В.А.[1], Федоров Е.Н.[1]***

*[1]ИФЗ РАН, Лаборатория физики околоземного пространства (402)*
*[2]Институт солнечно-земной физики СО РАН*

Источником электромагнитных возмущений ультранизкочастотного (УНЧ) диапазона – от минут до первых десятков минут (*Pc*3-5 и *Pi*2-3 диапазоны геомагнитных пульсаций) – являются динамические процессы на дневной магнитопаузе или в ночной магнитосфере. Крупномасштабные УНЧ возмущения, которые можно описывать как магнитогидродинамические (МГД) волны, переносят энергию возмущений вглубь магнитосферы и в конечном счете – к земной поверхности. Волновой перенос может происходить как локально – вдоль силовых линий геомагнитного поля альвеновской модой, так и захватывать значительные объемы магнитосферной плазмы быстрыми магнитозвуковыми (БМЗ) колебаниями. Возможность регистрации УНЧ волн в верхней ионосфере на современных спутниках с высокочувствительными магнитометрами значительно продвинула физику взаимодействия МГД волн с ионосферой, а координированные спутниковые и наземные наблюдения позволяют выявить канал распространения энергии волн из внешней магнитосферы к Земле. Однако надежная интерпретация наблюдений требует наличия адекватной теоретической модели.

При рассмотрении взаимодействия МГД волн с периодами $T > 10$ с ионосферой следует учитывать, что толщина проводящего *E*-слоя меньше длины волны и этот слой можно аппроксимировать проводящей пленкой с интегральной анизотропной проводимостью, то есть использовать приближение «тонкой ионосферы». Построение модели прохождения альвеновской и БМЗ мод через ионосферу к земной поверхности и является целью работы. Модель основана на громоздких аналитических соотношениях, описывающих взаимодействие МГД волн с плоскослоистой системой «магнитосфера (верхняя ионосфера) – тонкая ионосфера – атмосфера – Земля» [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], и позволяет выделить влияние отдельных факторов и получить более наглядное представление о физике процесса. В работе изучена отражающая способность плоскослоистой системы для случаев высоко- и низкопроводящей ионосфер. Рассчитана поляризационная структура трёхкомпонентного магнитного поля, образующаяся в верхней ионосфере на высотах низкоорбитальных спутников при падении альвеновской или БМЗ волн, а также амплитуда наземного отклика. Модель представляет собой простой инструмент для интерпретации синхронных наблюдений УНЧ волн на низкоорбитальных спутниках и на наземных станциях. Сравнение предсказаний модели с результатами одновременных наблюдений на спутниках *SWARM* и на сети станций на Дальнем Востоке подтверждает работоспособность модели.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 24-77-10012.*

***Список литературы:***

1. *Alperovich L.S., Fedorov E.N.* Hydromagnetic Waves in the Magnetosphere and the Ionosphere. Dordrecht: Springer, 2007.

Докладчик: **Позднякова Дарья Дмитриевна**, м.н.с., d_pozdnyakova@live.ru

# ВЛИЯНИЕ СИЛЬНЕЙШЕГО КАМЧАТСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 2025 ГОДА НА ПАРАМЕТРЫ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ШУМА

***Преснов Д.А.[1], Белобородов Д.Е.[1], Нуждаев И.А.[2], Тощов С.А.[1]***

*[1]ИФЗ РАН, Лаборатория фундаментальных проблем экологической геофизики и вулканологии (703)*
*[2]Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН*

В работе анализируются экспериментальные данные, полученные в период с июля по август 2025 года при исследовании Кошелевского вулкана и связанного с ним геотермального района на Камчатке [1]. С целью изучения глубинной структуры гидротермальных месторождений, а также определения глубин залегания зон разгрузки гидротерм выполнялись полевые работы по методу микросейсмического зондирования [2], а также другими геофизическими методами. В качестве измерительного оборудования использовались широкополосные однокомпонентные вертикальные гео-гидроакустические измерительные буи [3] и трехкомпонентные сейсмометры CME-6111ND на базе молекулярно-электронного преобразователя. Измерения проводились в 74 точках, общая длина микросейсмических профилей составила около 25 км. Интерес представляет сильнейшее землетрясение M8.8 произошедшее 30 июля 2025 года в нескольких сотнях километрах от места проведения полевых работ. Несмотря на то, что само землетрясение привело к зашкалу велосиметров было зарегистрировано много афтершоков этого мощного события. Это привело к нарушению изотропности микросейсмического шумового поля, необходимой для применения метода. Кроме того, общий уровень фонового сейсмического шума повысился. По результатам обработки полученных данных было выявлено, что эффекты землетрясения не искажают относительную интенсивность микросейсмических сигналов. Это позволило воспользоваться методом микросейсмического зондирования и показать, что зоны разгрузки подземных гидротерм в районе вулкана соответствуют приповерхностным слоям мощностью до 500 м. Также выявлена глубинная низкоскоростная неоднородность, вероятно, соответствующая зоне миграции глубинных гидротерм к поверхностным слоям.

*Работа выполнена за счет госзадания ИФЗ РАН.*

***Список литературы:***

1. *Нуждаев И.А., Рычагов С.Н., Феофилактов С.О., Денисов Д.К.* Особенности магнитного поля геотермальных систем Паужетского района (Южная Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 2023. № 2. С. 33-51.
2. *Преснов Д.А., Жостков Р.А., Лиходеев Д.В., Белобородов Д.Е., Дударов З.И., Долов С.М.* Новые данные о глубинном строении грязевого вулкана Джау-Тепе // Вулканология и сейсмология. 2020. № 3. С. 34-45.
3. *Собисевич А.Л., Преснов Д.А., Жостков Р.А., Собисевич Л.Е., Шуруп А.С., Лиходеев Д.В., Агафонов В.М.* Геогидроакустический шумовой мониторинг подледных акваторий северных морей // Наука и технологические разработки. 2017. Т. 96. № 3. С. 3-18.

Докладчик: **Преснов Дмитрий Александрович**, с.н.с., к.ф.-м.н., presnov@physics.msu.ru

# НОВЕЙШАЯ ВНУТРИКОРОВАЯ ГЕОДИНАМИКА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТЕКТОНИЧЕСКОЙ РАЗДРОБЛЕННОСТИ

***Сенцов А.А.[1], Агибалов А.О.[1,2], Балашов Г.Р.[1]***

*[1]ИФЗ РАН, Лаборатория фундаментальных проблем экологической геофизики и вулканологии (703)*
*[2]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

Развитие геоинформационных технологий и появление новых данных дистанционного зондирования обусловливает возможность совершенствования методики оценки степени тектонической раздробленности земной коры по результатам линеаментного анализа [1]. Она основана на том, что удельная длина линеаментов — отношение суммарной протяженности линеаментов в расчетной ячейке с ребром a к ее площади — в определенном приближении служит мерой тектонической раздробленности геосреды на глубине a/2. Применение структурно-геоморфологического подхода Н.П. Костенко [2] к выделению линеаментов позволило разработать модели тектонической раздробленности верхней части литосферы сейсмоактивных областей — Большого Кавказа, острова Сахалин и Алтае-Саянского региона. Установлено, что более 70% активных разрывных нарушений, приведенных в [3], приурочены к зонам резкого (градиентного) изменения значений удельной длины линеаментов, наблюдаемым как в горизонтальных, так и вертикальных сечениях упомянутых моделей. По горизонтальным срезам, соответствующим глубине 10 км, были выделены предполагаемые активные разломы, наиболее четко выраженные в самой верхней части литосферы, где преобладают хрупкие деформации. Кроме того, показано, что характер положительных и отрицательных аномалий удельной длины линеаментов на вертикальных профилях объясним в рамках представлений о термофлюидных конвективных процессах в земной коре [4], приводящих к увеличению степени тектонической раздробленности в областях новейших поднятий и уменьшению — во впадинах.

Таким образом, проанализированная методика оценки тектонической раздробленности информативна для выделения активных разломов и значима для понимания тектонофизических механизмов внутрикоровых деформаций, связанных с конвективными движениями.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания ИФЗ РАН и НИР «Моделирование новейших геодинамических процессов, влияющих на сейсмичность и флюидную проницаемость осадочных толщ» (МГУ имени М.В. Ломоносова).*

***Список литературы:***

1. *Нечаев Ю.В.* Линеаменты и тектоническая раздробленность: дистанционное изучение внутреннего строения литосферы / Под ред. акад. А.О. Глико. М.: ИФЗ РАН, 2010. 215 с.
2. *Костенко Н.П.* Геоморфология М.: МГУ, 1999. 379 с.
3. *Zelenin E.A, Bachmanov D.M., Garipova S.T., Trifonov V.G., Kozhurin A.I.* The Active Faults of Eurasia Database (AFEAD): the ontology and design behind the continental-scale dataset // Earth System Science Data. 2022. V. 14. P. 4489–4503.
4. *Гончаров М.А.* Инверсия плотности в земной коре и складкообразование. М.: Недра, 1979. 246 с.

Докладчик: **Сенцов Алексей Андреевич**, с.н.с., к.г.-м.н., alekssencov@yandex.ru

# РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОДНЯТИЯ ТАЛАССКОЙ ВПАДИНЫ, ЗАПАДНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ

***Стрельников А.А.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория палеосейсмологии и палеогеодинамики (304)*

Информацию о периодизации высокомагнитудных землетрясений, череду их повторяемости и затиший, а также определение фактических параметров землетрясений для подготовки защиты сооружений от сейсмических воздействий, получают комплексными палеосейсмологическими методами [1]. Это необходимо для возможности дальнейшего расчета возможного физического и экономического ущерба, а также готовности к ликвидации последствий сейсмического события. В 2025 году были проведены комплексные палеосейсмологические исследования в Таласской области с целью уточнения сейсмической опасности региона. Были выявлены вертикальные подвижки по разлому, проходящему вдоль центрального поднятия. Отмечено нарушение последовательности слоев в центральной части рассматриваемого поднятия. Для оценки возможных магнитуд разрывных землетрясений было выбрано несколько вариантов расчета с использованием формул по Wells, Coppersmith [2].

Получена возможная средняя магнитуда сейсмического события на западном участке Таласского поднятия M~6.6, что не выходит за рамки установленного уровня сейсмической опасности для данного региона [3], так как Таласская область считается сейсмически активным регионом, относящимся к зоне вероятной максимальной интенсивности сотрясений в 8 баллов по шкале МСК-64.

*Работа выполнена в рамках государственного задания «Структуры Земной коры в различных геодинамических обстановках, параметризация и пространственно-временное распределение связанных с ними сильных землетрясений» лаборатории палеосейсмологии и палеогеодинамики Института физики Земли имени О. Ю. Шмидта РАН.*

## *Список литературы:*

1. *McCalpin, J.P.* Paleoseismology. 2nd edn, Academic Press, Amsterdam-London. (2009) 615 p.
2. *Wells D.L., Coppersmith K.J.* Empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture area, and surface displacement // Bull. Seismol. Soc. Am. 1994. V. 84. P. 974-1002.
3. *Абдрахматов К.Е., Джанузаков К.Д., Фролова А.Г., Погребной В.Н.* Карта сейсмического районирования территории Кыргызской Республики, масштаб 1:1000 000. Институт сейсмологии НАН КР, 2018.

Докладчик: **Стрельников Андрей Андреевич**, с.н.с., к.г.-м.н., aas@ifz.ru

# ВОЗРАСТАНИЯ ПОТОКА СУБРЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ НА ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЕ ВНЕ МАГНИТНЫХ БУРЬ И СИЛЬНЫХ СУББУРЬ

***Стуков Д.А., Ягова Н.В.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория физики околоземного пространства (402)*

Потоки электронов с энергиями в десятки и сотни кэВ являются промежуточным звеном между авроральными (~ кэВ) и релятивистскими (>1 МэВ) электронами. Такие электроны во внутренней магнитосфере являются затравочной популяцией для релятивистских электронов внешнего радиационного пояса [Jaynes et al., 2015] и эффект от их воздействия на спутники оказывается значимым [Garrett, Whittlesey, 2000]. Среди внемагнитосферных факторов, влияющих на потоки электронов, основными являются скорость солнечного ветра, $B_Z$ компонента ММП, и вариации динамического давления солнечного ветра. [Christodoulou, et al., 2025]. Хуже всего исследованными остаются быстрые усиления потока электронов вне магнитных бурь и сильных суббурь. Их изучению посвящена настоящая работа. На основе данных 5 лет наблюдений на геостационарном спутнике GOES-15 отбираются достаточно быстрые усиления потока электронов вне сильных геомагнитных возмущений. Для контроля используются интервалы без усилений. Показано, что в течение последних нескольких часов перед усилением спектры оказываются обогащены энергиями в окрестности 100 кэВ за счет более низких и более высоких энергий. Выявлено, что отличия в скорости солнечного ветра наблюдаются в течение по крайней мере 6 часов до усиления, а непосредственным «предвестником» усиления, возникающим в течение 1-2 часов до достижения потоком максимального значения, является подъем динамического давления солнечного ветра.

*Работа выполнена в рамках госзадания ИФЗ РАН.*

***Список литературы:***

1. *Jaynes A.N., Baker D.N., Singer H.J. et al.* Source and seed populations for relativistic electrons: Their roles in radiation belt changes // J. Geophys. Res.: Space Phys. 2015. Vol. 120. P. 7240–7254.
2. *Garrett H.B., Whittlesey A.C.* Spacecraft charging, an update. // IEEE Transactions on Plasma Science. 2000. V. 28(6). P. 2017-2028.
3. *Christodoulou E., Katsavrias C., Kordakis P., Daglis I.A.* Influence of Solar Wind Driving and Geomagnetic Activity on the Variability of Sub-Relativistic Electrons in the Inner Magnetosphere // Universe. 2025. Vol. 11. P. 101.

Докладчик: **Стуков Данила Алексеевич**, инж.-иссл., dstkov922@yandex.ru

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ ВРЕМЕННОЙ МАЛОАПЕРТУРНОЙ ГРУППЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГЛУБИННОГО СКОРОСТНОГО РАЗРЕЗА МЕТОДОМ ФУНКЦИЙ ПРИЕМНИКА

***Тарасова М.А.[1], Гоев А.Г.[1,2]***

*[1]Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН*
*[2]Институт динамики геосфер РАН*

Сейсмические группы различной апертуры зарекомендовали себя как эффективное средство в решении задачи локации сейсмических событий [1]. Целью применения групп различной апертуры является минимизация влияния помех и выделение полезного сигнала при некогерентном шуме на каждой из точек группы. Группирование позволяет существенно понизить магнитудный порог регистрируемых событий и повысить полноту каталогов. По этой причине временные малоапертурные группы получили свое распространение для мониторинга сверхслабых событий вблизи различных особо ответственных объектов. Такие группы ставились на ограниченные периоды (обычно 4-5 месяцев) несколько сезонов.

Использование метода функций приемника позволяет на основе анализа обменных волн по записям одиночных широкополосных сейсмических станций восстановить кинематические параметры земной коры и верхней мантии с высоким вертикальным разрешением [2]. Однако, недостатком методики является длительное время записи (обычно 3-5 лет), необходимое для накопления сигнала.

В докладе приведены результаты применения метода функций приемника к данным временной малоапертурной группы (апертура 600 м), функционировавшей в районе Нижнего Новгорода суммарно на протяжении одного года (в течении 4х сезонов). В группу входили 4 широкополосные точки наблюдения: 3 на большом кольце и один в центре. Рабочий диапазон частот установленных сейсмических датчиков составляет 50 Гц – 30 сек. Также в работе были получены количественные оценки модуля когерентности сигналов для всех пар каналов по 4-м станциям, необходимые для анализа качества шумоподавления при суммировании сейсмических записей. Продемонстрировано, что несмотря на относительно малое время работы, суммирование сигналов позволило эффективно восстановить глубинный скоростной разрез.

*Работа выполнена в рамках государственных заданий ИФЗ РАН (№ 075-00272-25-00) и ИДГ РАН (№ 125012200561-3).*

***Список литературы:***

1. *Schweitzer J., Köhler A., Christensen J.M.* Development of the NORSAR Network over the Last 50 Yr. // Seismological Research Letters. 2021. Vol 92. No 3. P. 1501–1511.
2. *Винник Л. П.* Сейсмология приемных функций // Физика Земли. 2019. № 1. С. 16–27.

Докладчик: **Тарасова Мария Александровна**, н.с., mashatarasova280798@gmail.com

# ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СОСТАВА ПОРОД ДОМАНИКОВОЙ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ ФОРМАЦИИ

***Тюрина Н.А.[1,2], Краснова М.А.[1], Дубиня Н.В.[1]***

*[1]ИФЗ РАН, Лаборатория фундаментальных проблем нефтегазовой геофизики и геофизического мониторинга (202)*
*[2]МГУ имени М.В. Ломоносова*

В условиях истощения нефтяных месторождений восполнение ресурсной базы возможно за счет двух направлений: вовлечения в разработку трудноизвлекаемых запасов сланцевых формаций и получения синтетической нефти из незрелых нефтематеринских пород [1]. На территории России для этих целей перспективными являются отложения доманиковой высокоуглеродистой формации (ДВУФ). Для реализации обоих способов необходимо применение гидроразрыва пласта (ГРП). Успешное проведение ГРП требует точного знания упругих свойств пород, что особенно важно для ДВУФ, характеризующейся сложным слоистым строением и высокой латеральной изменчивостью. В данной работе были проведены исследования механических свойств пород доманиковой формации.

Экспериментальные исследования показали устойчивую зависимость акустических характеристик от содержания органического вещества. Установлены единые обратные зависимости для скоростей продольных и поперечных волн в пластовых условиях. Определены интервальные времена пробега для 100% керогена ДВУФ: DTP = 433,27 мкс/м, DTS = 730,08 мкс/м. Полученные значения позволят в будущем рассчитать объемную минерально-компонентную модель по ГИС, с помощью которой станет возможно охарактеризовать весь разрез.

Ключевым результатом работы является установление единой линейной зависимости между статическим и динамическим модулем Юнга, а также модулем сдвига: Полученные результаты позволяют прогнозировать механические свойства пород ДВУФ по данным акустического каротажа без привязки к составу пород., что в условиях сложного и изменчивого строения отложений облегчает задачу определения необходимых условий для проведения ГРП.

***Список литературы:***

1. *Морариу Дан, Аверьянова О. Ю.* Некоторые аспекты нефтеносности сланцев: понятийная база, возможности оценки и поиск технологий извлечения нефти // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2013. Т.8. №1. С.1-21.

Докладчик: **Тюрина Наталья Андреевна**, м.н.с., turina2000@gmail.com

# ПЕТРО-ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ, ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗАЛЬТОВ АПТЕЧНОГОРСКОЙ СВИТЫ РАННЕГО ДЕВОНА (D1AP) СРЕДНЕГО УРАЛА

***Урбанович С.Е.[1,2], Казанский А.Ю.[2], Тевелев А.В.[1,2]***

*[1]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*
*[2]Геологический институт РАН*

Материал для работы собран на Среднем Урале в северной части Бардымского аллохтона в опорном разрезе аптечногорской свиты. Верхняя часть разреза сложена покровами подушечных миндалекаменных базальтов. Возраст свиты обоснован находкой конодонта в известняках межподушечного пространства [1].

Изучение шлифов базальтов из разных частей разреза показало слабую изменчивость пород. Структура порфировая, текстура миндалекаменная, иногда неясно флюидальная. В составе резко преобладают плагиоклазы размером до 1,7 мм, образующие скелетные, удлинённые, в ряде случаев футляровидные кристаллы. Реже встречаются оливин и пироксены, практически полностью замещённые карбонатом и хлоритом.

Совокупность геохимических признаков: повышенная щелочность и титанистость, слабая дифференциация, близость спектров элементов-примесей к стандарту OIB, обеднение тяжелыми РЗЭ – указывает на происхождение базальтоидов аптечногорской свиты из глубинного обогащенного мантийного источника и их формирования во внутриплитной океанической обстановке.

Измерения анизотропии магнитной восприимчивости (АМВ) показали, что базальты имеют нормальную магнитную текстуру (N-тип). При этом эллипсоиды АМВ имеют как вытянутую, так и сплюснутую форму. Вкупе с низкой степенью анизотропии (P<1.03) это указывает на возможность сохранения первичной остаточной намагниченности.

Компонентный анализ показал, что во всех образцах базальтов присутствует одна характеристическая компонента ЕОН, которая размагничивается к 550-610°С и близка по направлению во всех сайтах. Полюс, рассчитанный для среднего направления данной компоненты, значительно отличается от палеозойского сегмента траектории кажущейся миграции полюсов (ТКМП) Восточно-Европейской платформы, в частности, от девонского интервала [2]. Характеристическая компонента намагниченности в габброидах резко отличается от таковой в базальтах и в географической системе координат близка к известным направлениям позднепалеозойского синколлизионного перемагничивания, широко проявленного на Урале.

## *Список литературы:*

1. *Пучков В.Н., Иванов К.С.* Новые данные по стратиграфии вулканогенно- кремнистых толщ Нязепетровского района // Ежегодник ИГГ-1981, УНЦ АН СССР, Свердловск. 1982. С. 5–8.
2. *Torsvik T.H., Van der Voo R., Preeden U., et al.*, Phanerozoic polar wander, palaeogeography and dynamics // Earth-Science Reviews. 2012. № 114. P. 325–368.

Докладчик: **Урбанович Светлана Евгеньевна**, студент, sveta.urbanovich.04@mail.ru

# ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ МИКРО- И НАНОЧАСТИЦ МЕТОДОМ МАГНИТОСИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

***Целебровский А.Н., Максимочкин В.И., Грачёв Р.А., Рытов Р.А.***

*МГУ имени М.В. Ломоносова, Физический факультет*

Магнитосиловая микроскопия является мощным инструментом для прямого изучения связи между микроструктурой магнитных минералов и их макроскопическими магнитными свойствами. Исследования показывают, что стабильность намагниченности определяется не только размером зерна, но и его внутренней морфологией и взаимодействиями между частями структуры [1], а также выявляют прямые доказательства необратимого изменения доменной структуры при нагреве [2], что объясняет систематические ошибки в определении палеонапряжённости. Наблюдение магнитного поведения отдельных магнитных частиц позволяет связать магнитные свойства отдельных однодоменных частиц с магнитными свойствами макроскопического образца. Показана разница в магнитной жёсткости взаимодействующих частиц синтетического магнетита в магнитном поле, получено распределение магнитной структуры частиц магнетита в базальте вулкана Толбачик, обладающего перетянутой петлёй гистерезиса.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 24-27-00250.*

***Список литературы:***

1. *Shaar R., Feinberg J.M.* Rock magnetic properties of dendrites: Insights from MFM imaging and implications for paleomagnetic studies. // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. 2013. V. 14(2). P. 407-421.
2. *Groot L. V. et al.* Magnetic force microscopy reveals meta-stable magnetic domain states that prevent reliable absolute palaeointensity experiments // Nat. Commun. 2014. Vol. 5:4548.

Докладчик: **Целебровский Алексей Николаевич**, м.н.с., tselebr@physics.msu.ru

# ЗАВИСИМОСТЬ ДИАГРАММ НАПРАВЛЕННОСТИ ОПТОВОЛОКОННОЙ ЛИНИИ ОТ ГЕОМЕТРИИ НАМОТКИ В DAS-СИСТЕМАХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ

***Цховребов Т.А.***

*ИФЗ РАН, Лаборатория фундаментальных проблем нефтегазовой геофизики и геофизического мониторинга (202)*

Распределённое акустическое зондирование (Distributed Acoustic Sensing, DAS) представляет собой один из наиболее перспективных методов современной инженерной геофизики. DAS-системы позволяют регистрировать изменения физических параметров среды с высоким пространственным разрешением вдоль волоконной линии, что делает возможным создание протяженной приемной линии из «виртуальных» датчиков без необходимости установки большого числа геофонов.

Однако важной проблемой остаётся узкая диаграмма направленности для прямолинейного волокна, чувствительной преимущественно к продольным волнам, распространяющимся вдоль оси волокна. Как показывают исследования [1], чувствительность DAS-кабеля описывается зависимостью $S(\theta) \propto \cos^2\theta$, где $\theta$ – угол между направлением прихода волны и осью волокна. При углах близких к 90° отклик кабеля минимален, что снижает эффективность регистрации волн, приходящих нормально к оси волокна. Для инженерной сейсморазведки, где волны имеют сложную кинематику, такая диаграмма направленности требует корректировки. Одним из решений является формирование заданной диаграммы направленности путём изменения геометрии приемной линии. В работе [2] показано, что спиральная намотка (helically wound fiber) повышает чувствительность приемной линии. Выбор угла намотки позволяет адаптировать чувствительность кабеля под разные задачи инженерной сейсморазведки. Исследования [3] подтверждают, что спиральная и синусоидальная намотки формируют диаграмму направленности близкую к круговой, что делает возможным применение DAS-систем при решение инженерных задач. Подобные решения требуют оптимизации угла подъема спирали, надёжного сцепления кабеля с грунтом и учёта свойств оболочки.

Создание DAS-систем с требуемой диаграммой направленности — перспективное направление инженерной сейсморазведки. Геометрическое проектирование волоконных линий повышает точность регистрации сейсмических сигналов. Дальнейшие исследования должны быть направлены на моделирование оптимальных углов намотки и разработку дизайнов оптоволоконных систем для различных условий.

## *Список литературы:*

1. *Shang, Y. et al.* Research Progress in Distributed Acoustic Sensing Technology // Sensors. 2022. V. 22. № 16. P. 6060.
2. *Rafi M. et al.* Application of distributed acoustic sensing in geophysics exploration: Comparative review of single-mode and multi-mode fiber optic cables // Applied Sciences. 2024. V. 14. №. 13. P. 5560.
3. *Тихоцкий С. А., Чулков Е.* Исследование возможности создания сейсмических датчиков на основе оптического волокна с заданной диаграммой направленности // BalticPetroModel-2022. Петрофизическое моделирование осадочных пород. 2022. С. 47-51.

Докладчик: **Цховребов Тимур Автандилович**, аспирант, tskhovrebov1998@list.ru

# ТРЕКОВОЕ ДАТИРОВАНИЕ ЦИРКОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ LA-ICP-MS: ПОСТАНОВКА И АПРОБАЦИЯ МЕТОДА В ИФЗ РАН

***Чистякова А.В.[1,2], Веселовский Р.В.[1,2], Шарыгин И.С.[3]***

*[1]ИФЗ РАН, Лаборатория трекового анализа и изотопной геохронологии (106)*
*[2]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*
*[3]Институт земной коры СО РАН*

Трековое датирование циркона – востребованный инструмент для решения широкого спектра термохронологических и геохронологических задач [1]. Метод основан на явлении спонтанного деления ядер урана, осколки которых оставляют линейные ослабленные зоны в минерале – треки. В результате травления циркона в эвтектическом расплаве щелочей, треки можно наблюдать через оптический микроскоп. Плотность треков определяется временем, прошедшим с начала их накопления, и концентрацией урана. Накопление треков спонтанного деления происходит непрерывно при нахождении минерала в относительно низкотемпературных условиях – ниже температуры закрытия, а при нагреве выше этой температуры они полностью отжигаются (исчезают). Трековый возраст циркона позволяет определить время, прошедшее с момента последнего остывания породы ниже 330°C [2]. Метод позволяет получать уникальные данные при анализе источников сноса обломочного материала, датировании низкоурановых «кимберлитовых» цирконов, создании моделей тектоно-термальной эволюции древних платформ и горно-складчатых сооружений. Современный подход к определению концентраций урана для трекового датирования с применением масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой и лазерным пробоотбором (LA-ICP-MS) значительно оптимизирует методику и расширяет возможности метода. В лаборатории трекового анализа и изотопной геохронологии ИФЗ РАН на базе протоколов [3, 4] реализован полный цикл трекового датирования циркона с использованием LA-ICP-MS, а также одновременным U-Pb LA-ICP-MS датированием. Апробация методики была успешно проведена для стандартных образцов циркона с известным U-Pb и трековым возрастами, а также для мегакристового циркона из ранневендской лампроитовой трубки взрыва Натальинская (Чапинское поле, Енисейский кряж) и кимберлитовой диатремы мелового возраста поля Кимберли (Южно-Африканская Республика).

***Список литературы:***

1. *Malusà M.G., Fitzgerald P.G.* Fission-Track Thermochronology and its Application to Geology // Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment, 2019. 393 p.
2. *Kohn B.P., Ketcham R.A., Vermeesch P., Boone S.C., Hasebe N., Chew D., Sobel E.R.* Interpreting and reporting fission-track chronological data // Geological Society of America Bulletin. 2024. V. 136. P. 3891–3920.
3. *Cogne N, Chew D.M., Donelick R.A., Ansberque C.* LA-ICP-MS apatite fission track dating: a practical zeta-based approach // Chem. Geol. 2020. V. 531. 119302.
4. *Iwano H., Danhara T., Danhara Y., Hirabayashi S., Nakajima T., Sakai H., Hirata T.* Zircon fission-track and U–Pb double dating using femtosecond laser ablation–inductively coupled plasma–mass spectrometry: A technical note // Island Arc. 2020. V. 29(1). e12348.

Докладчик: **Чистякова Альвина Владимировна**, н.с., sinematograf11@ya.ru

# ОЦЕНКА АНОМАЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НИЖНЕ-КАНСКОГО ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО ПОЛИГОНА С УЧЕТОМ ИХ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МАСШТАБИРУЕМОСТИ

***Шевчук Р.В.*[1,2,3]**

*[1]ИФЗ РАН, Лаборатория геоинформатики (501)*
*[2]ГЦ РАН, Лаборатория геодинамики (1.4)*
*[3]НИТУ МИСИС, МГИ Кафедра геологии и маркшейдерского дела*

В работе рассматривается влияние пространственно-временного масштабного эффекта на результаты геодинамических наблюдений и оценку деформационных процессов в пределах Нижне-Канского геодинамического полигона. Показано, что точность прогнозирования и интерпретации деформаций земной поверхности существенно зависит от плотности сети ГНСС-пунктов и частоты наблюдений. Использование данных многолетнего мониторинга (2012–2024 гг.) позволило выявить зависимость величин деформаций от масштаба наблюдений и характера напряжённого состояния земной коры [1].

Сравнительный анализ деформационных характеристик геодинамических полигонов различной тектонической активности подтвердил закономерность уменьшения градиента скорости деформаций с увеличением площади наблюдений [2]. Построенные регрессионные зависимости горизонтальной дилатации (растяжения/сжатия) от площади конечных элементов позволяют выделить типичные диапазоны скоростей деформаций и установить пороговые значения, отделяющие фоновые процессы от аномальных.

На примере Нижне-Канского полигона показано, что локальные аномалии дилатации могут превышать фоновые значения более чем в пять раз, что указывает на наличие скрытых разломов и зон повышенной тектонической подвижности. Установлено, что учёт масштабного эффекта необходим при оценке геодинамической устойчивости площадок размещения объектов использования атомной энергии. Полученные результаты согласуются с выводами М.В. Гзовского о зависимости градиента скоростей тектонических движений от продолжительности осреднения и пространственного масштаба [3].

Таким образом, выявленный эффект пространственной масштабируемости деформаций подчеркивает необходимость комплексного подхода к мониторингу земной поверхности, включающего ГНСС-измерения.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, утвержденного Минобрнауки России.*

## *Список литературы:*

1. *Татаринов В.Н., Татаринова Т.А.* Учёт масштабного эффекта при наблюдениях за деформациями земной поверхности спутниковыми навигационными системами // Маркшейдерский вестник. 2012. № 5. С. 15–19.
2. *Гусева Т.В., Мишин А.В., Сковородкин Ю.П.* Современные горизонтальные движения на разных масштабных уровнях // Физика Земли. 1996. № 12. С. 86–91.
3. *Гзовский М.В.* Основы тектонофизики. М.: Наука, 1975. 536 с.

Докладчик: **Шевчук Роман Васильевич**, н.с., к.т.н., shevchuk.002@mail.ru

# ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ РАБОТ ПО ВОЗДУШНОМУ ЛАЗЕРНОМУ СКАНИРОВАНИЮ В РАМКАХ КОМПЛЕКСНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ НА УЧАСТКЕ ПРОФИЛЯ ВЫБОРГ-СУОЯРВИ В МАЕ 2025 Г.

***Щербаков В.М.[1,2,3,4], Холодков К.И.[1,4], Передерин Ф.В.[1,4], Мокров Д.К.[1], Шевчук Р.В.[1,4], Алешин И.М.[1,4]***

*[1]ИФЗ РАН, Лаборатория геоинформатики (501)*
*[2] Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК)*
*[3] АО «ГосМКБ «Радуга» им. А.Я. Березняка»*
*[4]Геофизический центр РАН*

В мае 2025 года в рамках междисциплинарной экспедиции ИФЗ РАН, ГЦ РАН и МИИГАиК по изучению геомагнитного поля Земли, состоялась экспедиция научных сотрудников на территорию интрузивного массива Вялимяки. Работы проходили на профиле Выборг – Суоярви, севернее населенного пункта Леппясюрья, близ ур. Манунмяки. В это время года лиственный покров на деревьях еще практически отсутствует, что благоприятно влияет на качество выходных фотограмметрических продуктов после аэрофотосъемочных работ (АФС) и воздушного лазерного сканирования (ВЛС) [1]. Одной из задач экспедиции было построение высокоточных цифровых моделей рельефа. В рамках полевых работ было проведено исследование и пилотное тестирование технологий сбора и обработки геопространственных данных, полученных с беспилотных летательных аппаратов, посредством организации лидарной съемки с БАС при помощи комплекса «Геоскан 401 Лидар».

Воздушное лазерное сканирование выполнялось лидаром «АГМ-МС3» (Россия), планирование маршрутов для выполнения работ по ВЛС проводилось в ПО «Geoscan Planner 2.8». На протяжении проведения работ ГНСС-приемник «PrinCE i50» (ровер) непрерывно обменивался поправками со стационарно установленной базовой станцией, в качестве которой выступал ГНСС-приемник «4GNSS ОС 113 Pro» с антенной «CHCCNAV» типа «choke-ring». На постобработке ошибка закоординированных ранее контрольных точек, в плановом и высотном положении на ортофотоплане составила не более 10 см. Камеральная обработка материалов производилась в специально поставляемом вместе с лидаром программном обеспечении – «ScanWorks Pro». Во время экспедиции было выполнено 7 полетных заданий БАС с воздушным лазерным сканером «АГМ-МС3» с последующим построением высокоточных и геопривязанных цифровых моделей местности/рельефа и ортофотопланов. Также во время полевых работ были обнаружены, предварительно, заброшенные после «Русско-Финской войны» 1939 г., хутора местных жителей с местами их стоянок и жизнедеятельности. Следующие открытия позволят провести более детальный анализ в дальнейшем.

*Работа выполнена в рамках государственных заданий Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН и Геофизического центра РАН*

***Список литературы:***

1. *Кадничанский С.А.* Аэрофотограмметрия и аэрофототопография // С. А. Кадничанский. – Санкт-Петербург: Первый ИПХ, 2025. – 444 с

Докладчик: **Щербаков Валерий Максимович**, м.н.с, valera666883@mail.ru

Научное издание

Научная конференция молодых ученых и аспирантов
ИФЗ РАН, 5-6 ноября 2025 г.

Тезисы докладов и программа Конференции

Ответственный редактор:
д.г.-м.н. Р.В. Веселовский

Редакторы: к.г.-м.н. А.М. Фетисова, Е.П. Кулакова, В.И. Дуданова

Оригинал-макет подготовлен в ИФЗ РАН
123242 Москва, ул. Б. Грузинская, д.10 стр.1

Москва, 2025