

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

**Научная конференция молодых ученых и аспирантов  
ИФЗ РАН, 25-26 апреля 2016 г.**

**Тезисы докладов  
и программа Конференции**

Москва– 2016



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

**Научная конференция молодых ученых и аспирантов  
ИФЗ РАН, 25-26 апреля 2016 г.**

**Тезисы докладов  
и программа Конференции**

Москва– 2016

**УДК 55+52**

Научная конференция молодых ученых и аспирантов ИФЗ РАН: Тезисы докладов и программа Конференции. ИФЗ РАН, Москва, 25-26 апреля 2016 г. / М.:ИФЗ РАН, 2016 - 84 с.

В сборнике публикуются тезисы докладов, сделанных на Научной конференции молодых ученых и аспирантов ИФЗ РАН, которая состоялась 25-26 апреля 2016 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.

Ответственный редактор:  
к.ф.-м.н. В.В. Погорелов

*Оргкомитет Конференции:*

Председатель:

О.Н. Галаганов - к.ф.-м.н., заместитель директора ИФЗ РАН

Секретарь:

В.В. Погорелов ИФЗ РАН - к.ф.-м.н, ученый секретарь ИФЗ РАН

Члены оргкомитета:

Л.В. Афанасьева – помощник секретаря Конференции

О.В. Балакина – технический секретарь Конференции.

*Программный комитет Конференции:*

Председатель Программного комитета:

Филатов Д.М., к.ф.-м.н., ИФЗ РАН

Заместитель председателя Программного комитета:

Камзолкин В.А., к.г.-м.н., ИФЗ РАН

Ученый секретарь Конференции:

Погорелов В.В., к.ф.-м.н., ИФЗ РАН

Члены Программного комитета:

Казначеев П.А., к.т.н, ИФЗ РАН

Паверман В.И., ИФЗ РАН

Конференция организована при поддержке гранта Правительства РФ №14.Z50.31.0017,

При участии сотрудников лаборатории Археомagnetизма и эволюции магнитного поля Земли (106) ИФЗ РАН в рамках конференции организована секция по палеомagnetизму и геодинатике, на которой молодыми учеными, аспирантами и студентами – участниками проекта по теме «Эволюция геомагнитного поля и взаимодействие планетарных оболочек» представлены некоторые полученные результаты."

## *О Конференции*

Научная конференция молодых ученых и аспирантов ИФЗ РАН в нынешнем формате проводится с 2009 г., когда она стала одной из форм аттестации аспирантов и соискателей, которые работают над диссертационными работами в ИФЗ РАН.

Еще одной функцией Конференции традиционно является всестороннее стимулирование к активной научной работе молодых ученых ИФЗ, аспирантов и студентов.

С 2009 года конференция проводилась в один день, время на доклад и ответы на вопросы регламентировалось исходя из количества поданных заявок. Ввиду последнего обстоятельства довольно быстро конференция приобрела формат интенсивного коллоквиума: выступающий молодой специалист должен был за 10 минут изложить свой доклад и ответить на вопросы оценочной комиссии, в которую традиционно входят ведущие ученые ИФЗ РАН, а также диссертационного совета ИФЗ РАН. По итогам работы комиссия определяла лауреатов, которым вручался Памятный диплом, а представленные работы могли быть рекомендованы для публикации в журналах, издаваемых институтом.

Когда количество докладов превысило 50, стало очевидным, что необходимо менять формат конференции. С 2013 г. Конференция молодых ученых стала проходить уже в два дня, появились тематические секции, оценочные комиссии стали формироваться на каждую секцию в отдельности. Тем не менее, интерес к обсуждению многих представляемых докладов не позволил сделать программу конференции более разряженной.

Для объективной оценки всех представляемых докладов тематика секций конференции не определяется тематикой научных отделений ИФЗ РАН или постоянно действующих семинаров. Для возможности исключения из рассмотрения оценок непосредственных коллег по лаборатории, где работает молодой ученый, в состав оценочной комиссии каждой секции (как правило, 12-14 докладов) входит от 7 до 10 человек. Приглашение к участию в оценочной комиссии опытных ученых, которые работают в научных направлениях, объединенных некоторым «замыслом» тематики конкретной секции, позволяет сделать обсуждение докладов более всесторонним, а вопросы - более неожиданными для докладчиков.

Интересным явлением стало то, что определенная полифазная направленность тематических секций в последние 2 года привела к повышению внимания к работам молодых ученых со стороны участников конференции – членов оценочных комиссий.

Для более интенсивной работы в этом году у конференции появился программный комитет, также выросло количество участников из других институтов (в том числе - студентов). То обстоятельство, что на конференции 2016 года число докладов превысило 70, с одной стороны, свидетельствует о повышении активности молодых исследователей, а с другой стороны обуславливает необходимость работы над дальнейшим изменением формата. В частности, предполагается в рамках следующих конференций реализовать форматы круглых столов и защиты проектов по прикладным исследованиям, что, как ожидается, должно стимулировать развитие инновационного направления.

Конференция традиционно ориентирована на молодых исследователей в возрасте до 35 лет (включительно) и проводится в начале последней недели апреля.

С целью привлечения талантливых студентов для работы в области геофизики и смежных направлений, которые ведутся в ИФЗ РАН, дирекция Института приветствует участие в конференции студентов ВУЗов. Это хорошая площадка, позволяющая рассказать о себе, для тех, кто рассматривает возможность подготовки дипломов и диссертаций или поступить на работу в ИФЗ РАН.

В последние годы принято решение о награждении студентов памятными свидетельствами участника конференции.

Будем рады приветствовать Вас и Ваших коллег на наших следующих конференциях.

*От имени организаторов конференции,  
ученый секретарь Виталий Погорелов*

**Программа**  
**Научной конференции молодых учёных и аспирантов ИФЗ РАН-2016**  
 25-26 апреля 2016 г., ИФЗ РАН, Москва

**Место проведения конференции: г. Москва, ул. Большая Грузинская, 10, стр.1**  
**Конференц-зал ИФЗ РАН (3 этаж)**

<b>Понедельник, 25 апреля 2016 г.</b>		<b>Утренняя секция</b>	
<b>Открытие конференции</b>		<i>Конвинер: Владимир Камзолкин</i>	<b>9:45</b>
1	Фокин Илья Владимирович (вед.инж. ИФЗ РАН)	Ввод в эксплуатацию сервогидравлической испытательной установки высокого давления GCTS RTR-4500	10:00
2	Шаталова Ирина Александровна (асп. ИФЗ РАН)	Определение действительных метрологических характеристик сервогидравлической испытательной установки высокого давления GCTS RTR-4500	10:15
3	Гасеми Мохаммадфарид (асп. ИФЗ РАН; NPO SNGS Russian Service Company)	Изучение влияния состава и микроструктуры на геомеханические свойства горных пород	10:30
4	Камзолкин Владимир Анатольевич (н.с. ИФЗ РАН)	Формирование доманиковых отложений восточной части Русской плиты	10:45
5	Сысолин Александр Иванович, (вед.инж. ИФЗ РАН), Овсяченко А.Н., Собисевич А.Л.	О взаимосвязи современных тектонических процессов и грязевого вулканизма на примере горы Карabetова (Таманский п-ов).	11:00
6	Преснов Дмитрий Александрович (асп. ИФЗ РАН), Белобородов Д.Е., Долов С.М., Дударов З.И., Жостков Р.А., Лиходеев Д.В.	Трёхмерное строение грязевого вулкана Джау-Тепе по данным микросейсмического зондирования.	11:15
7	Имранов Элмин Тавегюл оглы (асп. ИФЗ РАН)	Воздействие грязевулканической деятельности на месторождения	11:30
8	Горбатов Евгений Сергеевич (с.н.с. ИФЗ РАН)	Происхождение деформационных текстур в позднечетвертичных осадках Хибинского горного массива	11:45
9	Ялаев Тагир Рустамович (асп. МФТИ(ГУ))	Прогноз теплопроводности терригенной породы в условиях напряженного состояния по данным о ее упругих свойствах	12:00
10	Агибалов Алексей Олегович (студ. МГУ) Морозов Ю.А.	Стадийность формирования пликативных и дизъюнктивных структур в области развития палеопротерозойского Ладожского комплекса и их активизация в новейшее время	12:15
<b>кофе-брейк</b>			<b>12:30</b>

11	Тримонова Мария Александровна (асп.ИДГ РАН), Дубиня Н.В., Зенченко Е.В., Зенченко П.Е., Турунтаев С.Б.	Математическое и физическое моделирование процесса распространения трещины автоГРП	12:45
12	Саввичев Павел Александрович (вед. инж. ИФЗ РАН)	Реконструкция поля напряжений сейсмически активных зон коры Западной Европы	13:00
13	Алексеев Роман Сергеевич (м.н.с. ИФЗ РАН)	Результаты первого этапа реконструкции напряженного состояния коры Высокой Азии по методу катакластического анализа	13:15
14	Русина Оксана Алексеевна (студ. МГУ), Дубовская Алина Владимировна (н.с. ИФЗ РАН)	Апскейлинг упругих свойств слоистой среды для построения геомеханических моделей месторождений	13:30
15	Дубиня Никита Владиславович (Газпромнефть-НТЦ) Ежов Кирилл Александрович (Schlumberger)	Возможность уточнения профилей горизонтальных напряжений вдоль траекторий скважин на основании анализа трещиноватости	13:45
16	Паверман Владислав Игоревич (вед. инж. ИФЗ РАН)	Палеомагнетизм на службе у нефтегазовой индустрии: ориентирование керна	14:00
17	Бондаренко Никита Борисович (студ. МГУ)	Апробация сервогидравлической испытательной установки высокого давления GCTS RTR-4500 для моделирования афтершоковых последовательностей	14:15
18	Юдочкин Никита Анатольевич (вед. инж. ИФЗ РАН)	Экологические проблемы при строительстве и эксплуатации гидроэлектростанций	14:30
	<b>кофе-брейк</b>		<b>14:45</b>



	<b><u>Понедельник, 25 04. 2016</u></b> Начало заседания	<b><u>Вечерняя секция</u></b> Конвинер: Денис Филатов	14:55
19	Крупенникова Ирина Сергеевна (н.с. ИФЗ РАН ), Мокрова Анна Николаевна (м.н.с. ИФЗ РАН)	Современные деформации и сейсмичность земной коры Балтийского щита	15:00
20	Яковлев Павел Викторович (асп. МГРИ-РГГРУ)	Анализ сигналов GPS для выделения областей интенсивных медленных движений земной коры	15:15
21	Фаттахов Евгений Альбертович (асп. ИФЗ РАН)	Изучение современной геодинамики разломов методами геометрической теории деформации	15:30
22	Тужиков Максим Евгеньевич (вед. инж. ИФЗ РАН)	Методы лазерного сканирования для мониторинга изменений городской среды	15:45
23	Головин Сергей Станиславович (инж. ИФЗ РАН)	Сравнение плановых смещений геодезических реперов и показаний наклономеров на Загорской гидроаккумулирующей электростанции	16:00
24	Сдельникова Ирина Александровна (м.н.с. ГС РАН)	Пространственно-временные вариации деформационных процессов в районе Курило-Камчатской зоны субдукции	16:15
25	Шозиёв Ш.П., Айдаров Ф.А. (асп. МГУ )	Анализ цикличности землетрясений Таджикистана	16:30
	кофе-брейк		16:45
26	Молоденский Михаил Сергеевич (н.с. ИФЗ РАН)	Анализ данных сейсмографической сети F-NET в диапазоне сверхнизких частот: временные изменения приливного отклика и упругих модулей в окрестностях очага землетрясения Тохоку ( $M_w=9$ ) с 2005 по 2015 гг.	17:00
27	Галина Наталия Александровна (студ. МГУ)	Определение скоростной модели и гипоцентров землетрясений в районе магистрального газопровода, Республика Сербия	17:15
28	Жостков Руслан Александрович (н.с. ИФЗ РАН), Преснов Д.А., Лиходеев Д.В., Горбенко В.И.	Молекулярно-электронные сейсмометры в сравнении с СМ 3-ОС	17:30
29	Никифоров Олег Вячеславович (с.н.с. ГЦ РАН)	Принципы подготовки картографической информации и формирования изображений для визуализации на устройстве со сферическим экраном	17:45
30	Холодков Кирилл Игоревич (н.с. ИФЗ РАН)	Оперативная запись высокочастотных ГНСС-данных с использованием приёмника Javad Alpha 2	18:00

31	Спесивцев Александр Александрович (асп. МИИГАиК)	Изменения гравитационного поля Земли, определенные по данным спутниковой миссии GRACE	18:15
32	Михайлов Павел Сергеевич (н.с. ИФЗ РАН)	Практическое сравнение различных способов оценки морских гравиметрических измерений	18:30
33	Боев Иван Алексеевич (асп. ИФЗ РАН)	Низкочастотные спутниковые акселерометры и их применение в системах инерциальной навигации КА	18:45

	постеры:		19:00
п1	Раевский Дмитрий Николаевич (асп. ИФЗ РАН)	Выявление разломных структур модифицированным методом S-аппроксимаций по спутниковым гравиметрическим данным на примере северо-западной части Тихого океана	
п2	Скоркина Анна Александровна (асп. ИФЗ РАН, м.н.с. КФ ГС РАН), Гусев А.А.	Скейлинговые свойства трех корнер-частот очаговых спектров землетрясений Авачинского залива по данным S волн	
п3	Батов Алексей Владимирович (н.с. ИПУ РАН) (в сотрудничестве с Т.В.Гудковой и В.Н.Жарковым, ИФЗ РАН)	Расчет нагрузочных чисел и оценка напряжений на границе кора-мантия для упругой модели Марса	
п4	Передерин Фёдор Викторович, (н.с. ИФЗ РАН) Погорелов В.В.	Опыт использования системы оперативной регистрации сигналов глобальной навигационной системы (ГНСС) с высокой частотой опроса	

<b>Вторник, 26 апреля 2016 г.</b>		<b>Утренняя секция</b>	
<i>Конвюнер: Павел Казначеев</i>			
	<b>Открытие конференции</b>		<b>10:00</b>
34	Носикова Наталия Сергеевна (вед.инж. ИФЗ РАН)	Триггер «бестриггерных» суббурь	10:15
35	Шэнь То (асп. ИФЗ РАН)	Инструментальные наблюдения геомагнитных возмущений перед сейсмическими событиями в отдельных районах КНР	10:30
36	Казначеев Павел Александрович (н.с. ИФЗ РАН)	Измерение сейсмоэлектрического сигнала при помощи локального измерителя тока	10:45
37	Бричёва Светлана Сергеевна (асп. МГУ)	Георадиолокация как способ картирования повторно-жильного льда	11:00
38	Ольшанская Екатерина Вячеславовна (н.с. ИФЗ РАН)	О связи излучённой сейсмической энергии землетрясения и модуля косейсмической поверхностной деформации с косейсмическим откликом ионосферы на подводные землетрясения с $M_w > 8.1$ по данным GPS	11:15
39	Лавров Иван Павлович (м.н.с. ГО «Борок» ИФЗ РАН)	Особенности форшоковых и афтершоковых последовательностей сильных землетрясений	11:30
	кофе-брейк		11:45
40	Прохорчук Александр Андреевич (инж.-иссл. ГО «Борок» ИФЗ РАН)	Результаты моделирования распространения радона из атмосферного пограничного слоя в нижнюю свободную атмосферу	12:00
41	Филиппов Василий Андреевич (инж. ГО «Борок» ИФЗ РАН), Дмитриев Э.М.	Анализ результатов одновременных измерений объемной активности радона разными приборами	12:15
42	Карташов Иван Максимович (студ. МГУ)	Вариации уровня воды в водохранилищах Койна и Варна (Западная Индия) и изменение сезонного фактора в наведенной сейсмичности	12:30
43	Демидкова Анастасия Николаевна (н с. ИФЗ РАН)	Исследование сезонных вариаций наклонов основания водоприемника Загорской ГАЭС	12:45

	<b>постеры:</b>		<b>13:00</b>
п5	Козьмина Алина Сергеевна (инж. ГО «Борок» ИФЗ РАН)	Оценки параметров турбулентного режима пограничного слоя атмосферы по данным натуральных наблюдений	
п6	Афиногенов Константин Викторович (н.с. ГО «Борок» ИФЗ РАН)	Различия аэроэлектрических характеристик приземной атмосферы над земной и водной поверхностью	
п7	Белаховский Владимир Борисович (н.с. ИФЗ РАН)	Модуляция параметров ионосферы глобальными Pc5 пульсациями, наблюдаемыми одновременно с помощью GPS-приемников и радара EISCAT	

<b>Вечерняя секция</b>			
<i>Конвинер: Владислав Паверман</i>			
	<b>Начало заседания</b>		13:45
44	Акимова Станислава Всеволодовна (асп.), Yves Gallet (ИФЗ РАН, Institut de Physique du Globe de Paris)	Новые данные археонапряженности , полученные при изучении археологического памятника Ярым Тепе II (Северный Ирак, 6 <sup>е</sup> тысячелетие до НЭ)	14:00
45	Ивлева Анна Сергеевна (асп. СПбГУ, Инст-т наук о Земле), Подковыров В.Н., Ершова В.Б., Анфинсон О., Худoley А.К., Федоров П.В.	Источники сноса терригенных отложений верхнего венда Балтийской моноклизы по результатам U-Pb датирования обломочных цирконов	14:15
46	Мягков Дмитрий Сергеевич (м.н.с., асп. ИФЗ РАН)	Исследование особенностей эпиплатформенного орогенеза методами аналитического моделирования	14:30
47	Евсеев Михаил Николаевич (м.н.с. ИФЗ РАН)	Природа мантийных плюмов	14:45
48	Федюкин Иван Владимирович (вед. инж. ИФЗ РАН)	Меловое перемагничивание южной и восточной окраин Сибирской платформы	15:00
49	Мирсаянова Элина Марселевна (студ. МГУ) Латышев А.В. (н.с. ИФЗ РАН, доц. МГУ)	Сравнительная характеристика пермо-триасового интрузивного магматизма Ангаро-Тасеевской впадины и центральной части Тунгусской синеклизы	15:15
50	Сальная Наталья Викторовна (асп. ИФЗ РАН), Yves Gallet, Антипов И.В.	Археомангнитные исследования Европейской части России	15:30
	кофе-брейк		15:45
51	Иванов Станислав Дмитриевич (асп. ИФЗ РАН)	Интерактивный реестр методов обработки петролого-геохимических данных	16:00
52	Баранов Алексей Андреевич (в.н.с. ИФЗ РАН), Бобров А.М.	Некоторые аспекты эволюции системы двух континентов разного размера и их столкновения : модели мантийной конвекции с ньютоновской реологией	16:15
53	Пасенко Александр Михайлович (асп. ИФЗ РАН)	Палеомагнетизм неопротерозоя северо-востока Сибирской платформы	16:30
54	Паверман Владислав Игоревич (асп., вед. инж. ИФЗ РАН) Шацилло А.В. (ИФЗ РАН) Хуриган Джереми (University of California, Santa Cruz)	Раннекаменноугольная река "Палеоангара": новые геохронологические данные по детритным цирконам Точерской (ЦАСП), Балтуринской (ЮЗ Сибирской платформы) и Эмяксинской (р. Вилюй) свит	16:45

55	Ульяхина Полина Сергеевна (студ. МГУ), Латышев А.В.	Пермо-триасовый магматизм Ангаро-Тасеевской впадины	17:00
56	Горбатов Евгений Сергеевич (с.н.с. ИФЗ РАН) Яковлев Ф.Л.	Изучение геодинамического развития сооружения Большого Кавказа методами многомерной статистики	17:15
	кофе-брейк		17:30
57	Мотова Зинаида Леонидовна (м.н.с. ИЗК СО РАН)	Возрасты детритовых цирконов в позднедокембрийских осадочных толщах юго-западного фланга Сибирского кратона и их геодинамическая интерпретация	17:45
58	Сорокин Андрей Андреевич (студ. МИИГАиК; вед. инж. ИФЗ РАН), Яковлев Ф.Л.	Уточнение объемов размыва верхней части Альпийского осадочного чехла Большого Кавказа в связи с анализом геодинамических моделей его развития	18:00
59	Гордеев Никита Александрович (студ. МГУ; инж. ИФЗ РАН)	Новейшая структура и эволюция развития Оленёкского поднятия (Восточная Сибирь)	18:15
60	Гаврюшкин Дмитрий Александрович (вед. инж. ИФЗ РАН)	Спелеотемы – источник данных о геомагнитном поле антропогена	18:30

	постеры:		18:45
п8	Смирнов Михаил Анатольевич (инж.-иссл. ГО «Борок» ИФЗ РАН), Сычев А.Н., Виноградов Ю.К.	Программируемый трехкомпонентный термомагнитометр для исследований в области палеомагнетизма и магнетизма горных пород	
п9	Фетисова Анна Михайловна, Веселовский Роман Витальевич (МГУ, ИФЗ РАН)	Магнитостратиграфические исследования пермо-триасовых разрезов Центральной Европы (Германия)	
п10	Кухарик Евгений Александрович (студ. ГГУ им. Ф. Скорины)	Строение Осницко-Микашевичского вулканоплутонического пояса в пределах Припятского Полесья	
п11	Жидков Григорий Викторович (н.с. ГО «Борок» ИФЗ РАН)	Палеонапряженность девонских магматических пород Минусинской впадины и Кольского полуострова	
<b>заккрытие конференции</b>			

*Тезисы докладов*  
*Научной конференции молодых учёных и аспирантов ИФЗ РАН-2016*  
*25-26 апреля 2016 г., ИФЗ РАН, Москва*

**СТАДИЙНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛИКАТИВНЫХ И ДИЗЬЮНКТИВНЫХ  
СТРУКТУР В ОБЛАСТИ РАЗВИТИЯ ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКОГО ЛАДОЖСКОГО  
КОМПЛЕКСА И ИХ АКТИВИЗАЦИЯ В НОВЕЙШЕЕ ВРЕМЯ**

*Агибалов Алексей Олегович<sup>1</sup>, Морозов Ю.А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *магистрант 2 года обучения, кафедра динамической геологии,  
Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова*

<sup>2</sup> *Лаборатория тектоники и геодинамики (103) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

Северное Приладожье, расположенное в зоне соединения двух крупнейших элементов Балтийского щита – архейского Карельского кратона и раннепротерозойского Свекофеннского пояса, относится к областям развития докембрия, испытавшим полистадийную деформационную эволюцию в эпоху карельского тектогенеза.

Применение метода структурного анализа позволяет обосновать выделение, по меньшей мере, 4 деформационных этапов. Представляется вероятным соответствие первых трех этапов деформаций этапам мигматитообразования, для которых получены определения изотопного возраста  $1878,5 \pm 5,5$ , 1876-1871 и  $1848,7 \pm 4,4$  млн. лет [1]. Проявление нескольких этапов деформаций в пределах единого метаморфического комплекса привело к образованию интерференционных структур. Ряд исследователей относит к ним гранито-гнейсовые купола, однако результаты физического моделирования указывают на возможность сочетания разных механизмов структурообразования в процессе эволюции последних. Закономерности ориентировки осевых поверхностей складок и сопряженных с ними деформационных текстур разных генераций могут быть обусловлены последовательным разворотом оси укорочения по часовой стрелке в течение докембрийской структурно-кинематической эволюции ладожского комплекса или поступательным перемещением, сопровождающимся вращением и деформацией, элементарных объемов в процессе конвективного тектонического течения. Характер взаимосвязи геологического строения и современного рельефа позволяет сделать предположение об активизации пликативных и дизьюнктивных структур Приладожья в новейшее время.

**Список литературы:**

1. Балтыбаев Ш. К., Левченков О. А., Левский Л. К. Свекофеннский пояс Фенноскандии: пространственно-временная корреляция раннепротерозойских эндогенных процессов. М.: Наука, 2009. - 276 с.

НОВЫЕ ДАННЫЕ АРХЕОНАПРЯЖЕННОСТИ, ПОЛУЧЕННЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ  
АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА ЯРЫМ ТЕПЕ II  
(СЕВЕРНЫЙ ИРАК, 6<sup>Е</sup> ТЫСЯЧЕЛЕТИЕ ДО НЭ)

*Акимова Станислава Всеволодовна*<sup>1,2</sup>, *Yves Gallet*<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> аспирант, Лаборатория археомагнетизма и эволюции геомагнитного поля (106) ИФЗ РАН

<sup>2</sup> *Equipe de Paleomagnetisme, Institut de Physique du Globe de Paris, Paris, France.*

(Устный доклад)

Целью данного исследования является изучение напряженности геомагнитного поля на протяжении 6 тысячелетия до НЭ на Ближнем Востоке. В докладе сообщается о новых данных археонапряженности, полученных при измерении образцов археологического памятника Ярым Тепе II, который представляет собой многослойное поселение на территории историко-географической области Междуречья (современная территория Северного Ирака). Время оккупации поселения датируется Халафским периодом Позднего Неолита (~5950 – 5300 лет до НЭ). Этот археологический объект был открыт Советской экспедицией в Ираке 1969 – 1976 гг. Поселение представляет собой семиметровую толщу культурных отложений, разделенных на 9 археологических уровней (строительных горизонтов) [1].

Для анализа были отобраны последовательные серии групп фрагментов из коллекции Археологического Института РАН, насчитывающей несколько тысяч образцов исследуемого поселения. Каждая серия включала от 3 до 10 фрагментов. Значения археонапряженности были получены с помощью экспериментального протокола, написанного для трехосного вибрационного магнитометра Триакс, который позволяет при вычислениях автоматически делать поправку за анизотропию термоостаточной намагниченности и так называемый эффект времени охлаждения. Вместе с данными, полученными ранее при изучении археологических памятников в Сирии [2, 3] и Болгарии [4], данные по Ярым Тепе II выявляют наличие ясного пика напряженности в районе ~5500 лет до НЭ, сопровождающийся довольно высокой скоростью вариаций, ~0.2-0.3 мТ/год на протяжении нескольких десятилетий.

Также будут представлены археологические приложения выполненных исследований, в частности – будут продемонстрированы возможности археомагнетизма для синхронизации различных археологических объектов.

*Исследования выполнены при поддержке гранта Правительства Российской Федерации № 14.Z50.31.0017.*

**Список литературы:**

1. *Y. Gallet et al.* Archaeomagnetism at Ebla (Tell Mardikh, Syria). New data on geomagnetic field intensity variations in the Near East during the Bronze Age // *Journal of Archeological Science* (2014) V. 42. pp. 295 – 304/
2. *Мунчаев Р.М., Мерперт Н.Я.* Раннеземельческие поселения Северной Месопотамии. Исследования Советской экспедиции в Ираке. М.: Наука, 1981. – 320 с.
3. *Kovacheva M., Kostadinova – Avramova M., Jordanova N., Lanos P., Boyadziev Y.* Extended and revised archeomagnetic database and secular variation curves from Bulgaria for the last eight millennia. *Phys. Earth. Plan. Int.* (2014). <http://dx.doi.org/10.1016/j.pepi.2014.07.002>

# РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВОГО ЭТАПА РЕКОНСТРУКЦИИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КОРЫ ВЫСОКОЙ АЗИИ ПО МЕТОДУ КАТАКЛАСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

*Алексеев Роман Сергеевич*

*м.н.с., Лаборатория фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики (204)*

*ИФЗ РАН*

*(Устный доклад)*

Реконструкция напряжений, представляемая в настоящем докладе, выполнена для территории, ограниченной 65-100° ВД и 20-45° СШ. Основой реконструкции являются данные о механизмах очагов землетрясений, полученные из глобального сейсмологического каталога геологической службы США (<http://earthquake.usgs.gov>). С нашей точки зрения, данный каталог является наиболее перспективным, поскольку в нем реализован метод определения механизмов очагов не по данным о знаках первых вступлений, а на основе анализа общей волновой картины. Сформированный региональный каталог механизмов насчитывал 1294 событий с диапазоном магнитуд  $4.5 < M_b < 8$ , за период времени 1976 - 2013 гг. Для реконструкции напряжений использовался метод катакластического анализа (МКА), разработанный в лаборатории тектонофизики ИФЗ РАН [1]. Исследование этого региона было начато раньше и промежуточные результаты представлены в [2,3].

Реконструкция напряжений осуществлялась для масштаба осреднения, отвечающего коре в целом (50-70 км). Шаг сетки составлял 0.25 град. Расчеты выполнены для 576 квазиоднородных доменов при минимальном числе землетрясений в однородной выборке 6. Результаты расчетов показали, что в коре Высокой Азии имеются обширные участки с субвертикальной ориентацией осей алгебраически максимального главного напряжения (максимального девиаторного растяжения). Такая картина наблюдается для областей Гиндукуша, Афганского поднятия, Тянь-Шаня и центральной части Цилиан-Шаня, что определяет наличие здесь геодинамического режима горизонтального сжатия. В целом, для всего региона, оси растяжения имеют пологую ориентацию. Для коры южной части Памира оси максимального растяжения субгоризонтальны, что вместе с субвертикальной ориентацией осей максимального сжатия определяет геодинамический тип напряженного состояния коры как горизонтальное растяжение. В коре северной части Памира ориентировка осей максимального сжатия становится субгоризонтальной, что приводит к формированию режима горизонтального сдвига. В центральной части коры плато Тибета также наблюдается преимущественно обстановка горизонтального растяжения и растяжения со сдвигом. Для коры наиболее высоких гор (Гималаи, Гиндукуш, Западный Куньлунь, Южный Тянь-Шань) оси максимального сжатия субгоризонтальны.

## **Список литературы:**

1. *Ребецкий Ю.Л.* Тектонические напряжения и прочность горных массивов. М.: Академкнига, 2007. - 406 с.
2. *Алексеев Р.С., Ребецкий Ю.Л.* Тектоническое поле современных напряжений Юго-Восточной и Средней Азии // Третья тектонофизическая конференция в ИФЗ РАН. Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле: Тезисы докладов Всероссийской конференции. Т. 1. М.: ИФЗ РАН, 2012.
3. *Ребецкий Ю.Л., Алексеев Р.С.* Поле современных напряжений Средней и Юго-Восточной Азии // Геодинамика и Тектонофизика (2014) 5 (1). с. 257–290. doi:10.5800/GT2014-5-1-0127



## РАЗЛИЧИЯ АЭРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЫ НАД ЗЕМНОЙ И ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

**Афиногенов Константин Викторович**

*н.с., Лаборатория геофизического мониторинга (ОБ-3) ГО «Борок» ИФЗ РАН  
(стендовый доклад)*

Одним из основных факторов, формирующих проводимость приземной атмосферы, служит ионизирующее излучение эманлирующего с земной поверхности радона ( $^{222}\text{Rn}$ ) [1]. При этом объемная активность радона над водной поверхностью и над сушей существенно отличается. В работе представлены результаты измерений объемной активности радона, полярных электрических проводимостей и напряженности аэроэлектрического поля над сушей и водной поверхностью в условиях «хорошей погоды» (малая облачность, слабый ветер, отсутствие осадков).

Предпосылкой к проведению таких измерений стал анализ результатов аэроэлектрических наблюдений, проводившихся на измерительном полигоне ГО «Борок» ИФЗ РАН в ходе летних полевых сезонов 2014–2015 гг., выявивший влияние направления ветра на суточные хода проводимости приземной атмосферы и объемной активности приземного радона. В частности, среднесуточное значение проводимости атмосферы оказалось меньше для дней с восточным ветром (6,9 фСм/м), чем для дней с западным ветром (12 фСм/м). Это предположительно обусловлено переносом воздушных масс с малым содержанием радона с побережья Рыбинского водохранилища (1,5 км восточнее измерительного полигона [58°04' N; 38°14' E]).

В сентябре 2015 г. сотрудниками лаборатории геофизического мониторинга ГО «Борок» ИФЗ РАН проведены синхронные наблюдения объемной активности радона, аэроэлектрического поля и полярных проводимостей на берегу р. Ильд и над водной поверхностью в 50 м от берега [58°01' N 38°14' E]. Среднесуточное значение проводимости воздуха в наземных измерениях составило 12 фСм/м, в измерениях над водной поверхностью — 9,5 фСм/м. При этом среднесуточные значения объемной активности радона, над поверхностью суши и над водой, оказались равными 20 Бк/м<sup>3</sup> и 6 Бк/м<sup>3</sup>, соответственно.

Таким образом, результаты поведенных наблюдений позволяют оценить роль суши и водной поверхности в формировании электрической проводимости приземной атмосферы.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 15-05-04960).*

### **Список литературы:**

1. Смирнов В.В. Ионизация в тропосфере. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. - 312 с.

# НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭВОЛЮЦИИ СИСТЕМЫ ДВУХ КОНТИНЕНТОВ РАЗНОГО РАЗМЕРА И ИХ СТОЛКНОВЕНИЯ: МОДЕЛИ МАНТИЙНОЙ КОНВЕКЦИИ С НЬЮТОНОВСКОЙ РЕОЛОГИЕЙ

**Баранов Алексей Андреевич<sup>1</sup>, Бобров А.М.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>в.н.с., Лаборатория фундаментальных проблем нефтегазовой геофизики и геофизического мониторинга (202) ИФЗ РАН

<sup>2</sup>Лаборатория теоретической геофизики (101) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)

Согласно данным палеорекоkonструкций Индия откололась от Гондваны 140 млн. лет и стала быстро двигаться на север со скоростью до 15 см/год. После столкновения с Азией около 50 млн. лет назад скорость ее уменьшилась до ~ 5 см в год [1]. В настоящей работе проведено численное моделирование столкновения континентов различных размеров (Азии и Индии) для двумерной мантийной конвекции с ньютоновской реологией [2]. Континенты, литосфера под ними, а также океаническая кора моделируются различными типами маркеров с соответствующими значениями плавучести и вязкости. На конвективные течения в мантии, рассчитанные при числе Рэлея  $Ra = 2 \cdot 10^7$ , накладывается неподвижный (большой) континент и движущийся на удлинённом мантийном течении меньший континент.

В результате столкновения скорость Индии падает в несколько раз и начинается сжатие континентов. К моменту максимального сжатия горизонтальные размеры Азии уменьшаются на 20%, а Индии на 7%. При этом (при взятых параметрах) моделирование показывает утолщение края большего (неподвижного) континента приблизительно вдвое.

В дальнейшем под столкнувшимися континентами вместо нисходящего мантийного потока постепенно начинает формироваться восходящий поток. В то же время в правой части модели формируется сильное нисходящее течение. В результате коллизия континентов сменяется растяжением. Образование гигантского плюма под Евразией в будущем предсказывается также в ряде работ для трехмерной сферической Земли.

## **Список литературы:**

1. Kumar P., Yuan X., Kumar R., Kind R., Xueqing L., Chadha R.K. The rapid drift of the Indian tectonic plate // Nature (2007) V. 449. p. 894–897.
2. Бобров А. М., Баранов А.А. Модель мантийной конвекции с ньютоновской реологией и фазовыми переходами: структура течений и поля напряжений. Физика Земли (2016). № 1. с. 1-16.

# РАСЧЕТ НАГРУЗОЧНЫХ ЧИСЕЛ И ОЦЕНКА НАПРЯЖЕНИЙ НА ГРАНИЦЕ КОРА-МАНТИЯ ДЛЯ УПРУГОЙ МОДЕЛИ МАРСА

**Батов Алексей Владимирович**

*н.с., ИПУ РАН*

*(в сотрудничестве с Т.В.Гудковой и В.Н.Жарковым, ИФЗ РАН)*

**(Стеновый доклад)**

Численное моделирование основывается на статическом подходе, при котором планета моделируется как упругое тело с зависящими от радиуса плотностью, модулем сжатия  $K$  и модулем сдвига. Считается, что деформации и напряжения, подчиняющиеся закону Гука, обусловлены давлением на поверхность планеты топографических структур и аномалиями плотности, распределенными некоторым образом в коре и мантии. Расчеты проводятся с помощью техники функций Грина (или метода нагрузочных чисел), развитой в работах [1,2,3,4,5]. С тех пор данные о топографии и гравитационном поле Марса существенно улучшены [6,7]. В работе топография и гравитационное поле Марса определяются по отношению к референсной поверхности, за которую выбирается равновесный сфероид [8]. В качестве тестовой модели используется модель М7 из работы [8], которая удовлетворяет всем имеющимся на сегодняшний день геофизическим и геохимическим данным. В тестовой модели М7 средняя толщина коры - 50 км и средняя плотность коры равна  $3000 \text{ кг м}^{-3}$ . Поскольку невозможно однозначно определить плотностные аномалии по данным о гравитационном поле планеты, то для определенности задачи делалось предположение, что на Марсе существуют два уровня сосредоточения аномалий – поверхность планеты и граница кора-мантия. Аномальный слой плотности действует на планету как нагрузка, для учета подстройки коры и мантии к этим нагрузкам вводится множитель  $(1+k_n(r))$ , где  $k_n(r)$  – нагрузочные числа порядка  $n$  для заглубленной на глубине  $r$  аномалии [1,3,9].

Для модели М7 рассчитаны нагрузочные числа  $k_n(r)$ , матрица напряжений, напряжения сжатия-растяжения, а также максимальные сдвиговые напряжения.

## **Список литературы:**

1. Жарков В.Н., Марченков К.И., Любимов В.М. О длинноволновых касательных напряжениях в литосфере и мантии Венеры // Астрон. вестн (1986) Т.20. №3. с.202-211.
2. Жарков В.Н., Марченков К.И. О корреляции касательных напряжениях в литосфере Венеры с поверхностными структурами // Астрон. вестн (1987) Т.21. №2. с.170-175.
3. Марченков К.И., Любимов В.М., Жарков В.Н. Расчет нагрузочных коэффициентов для заглубленных аномалий плотности // Докл. АН СССР (1984) Т.15.№ 2. с.583-586.
4. Марченков К.И., Жарков В.Н. О рельефе границы кора-мантия и напряжениях растяжения-сжатия в коре Венеры // Письма в астрон. журн. (1989) Т.15. № 2. с.182-190.
5. Жарков В.Н., Кошляков Е.М., Марченков К.И. Состав, строение и гравитационное поле Марса // Астрон. вестн. (1991) Т. 25. № 5. с.515-547.
6. Smith D.E., Zuber M.T., Frey H.V. *и др.*, Mars Orbiter Laser Altimeter: Experimental summary after the first year of global mapping of Mars // J.Geophys.Res. (2001) V.106 (E10), pp.23689-23722.
7. Konopliv A.S., Asmar S.W., Folkner W.M. *и др.* Mars high resolution gravity fields from MRO, Mars seasonal gravity, and other dynamical parameters // Icarus (2011) V.211, pp.401-428.
8. Жарков В.Н., Гудкова Т.В. О модельной структуре гравитационного поля Марса, Астрон. вестн. (2016) (в печати)
9. Zharkov V.N., Gudkova T.V., Molodensky S.M. On models of Mars' interior and amplitudes of forced nutations. 1. The effects of deviation of Mars from its equilibrium state on the flattening of the core-mantle boundary. PEPI (2009) Т.172. pp324-334.

## **МОДУЛЯЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРЫ ГЛОБАЛЬНЫМИ Pc5 ПУЛЬСАЦИЯМИ, НАБЛЮДАЕМЫМИ ОДНОВРЕМЕННО С ПОМОЩЬЮ GPS-ПРИЕМНИКОВ И РАДАРА EISCAT**

***Белаховский Владимир Борисович***

*н.с., Лаборатория физики околоземного пространства (402) ИФЗ РАН  
(Стендовый доклад)*

Более ранние исследования [1] показали, что полное электронное содержание ионосферы (ПЭС), определяемое по данным GPS-приемников, достаточно чувствительно к наличию МГД возмущений. По данным GPS-приемников в Скандинавии было показано, что во время появления мощных геомагнитных Pc5 пульсаций наблюдаются пульсации в ПЭС с той же частотой. В данной работе проанализирован одновременный отклик ПЭС и ионосферных параметров, определяемых с помощью радара EISCAT, на глобальные Pc5 пульсации на восстановительной фазе сильной геомагнитной бури 31 Октября 2003 года. Сравнение Pc5 пульсаций в электронной концентрации для разных высот по данным радара EISCAT показало, что основной вклад в Pc5 пульсации в ПЭС обеспечивается нижней ионосферой, до высоты около 150 км, то есть E-слоем и нижней частью F-слоя. Этот факт говорит в пользу механизма появления Pc5 пульсаций в ПЭС за счет переноса плазмы вдоль геомагнитного поля альвеновской волной. Аналитические оценки и численное моделирование подтверждают эту точку зрения.

### ***Список литературы:***

1. *Pilipenko V., Belakhovsky V., Murr D., Fedorov E., Engebretson M.* Modulation of total electron content by ULF Pc5 waves // Journal of Geophys. Res. (2014) [Vol.119. Is. 6.](#) pp. 4358–4369.

## **АПРОБАЦИЯ СЕРВОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ GCTS RTR-4500 ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АФТЕРШОКОВЫХ ПРОЦЕССОВ**

***Бондаренко Никита Борисович***

*Студент, Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова  
(Устный доклад)*

На сервогидравлическом комплексе RTR 4500 в ИФЗ РАН выполнены эксперименты по моделированию процессов релаксации напряжений и разрушения, возбужденных резкими скачками деформаций, сходных с процессами афтершоковой релаксации в сейсмичности. Основная идея лабораторного моделирования этих процессов заключалась в попытке воспроизвести натуральный процесс в лаборатории при контролируемых параметрах деформирования образцов горных пород. Это необходимо для получения воспроизводимых результатов и исследования закономерностей при целенаправленных вариациях параметров.

Показано, что комплекс RTR 4500 и система регистрации сигналов акустической эмиссии позволяют выполнять такие эксперименты. Исследования проведены в режиме одноосного нагружения при всестороннем сжатии образцов песчаника при ступенчатой инициации переходных процессов. После каждого ступенчатого изменения деформации наблюдался затухающий поток акустической эмиссии – аналог афтершоковой активности. Полученные массивы данных позволяют в дальнейшем исследовать параметры закона Омори в зависимости от условий деформирования.

## НИЗКОЧАСТОТНЫЕ СПУТНИКОВЫЕ АКСЕЛЕРОМЕТРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СИСТЕМАХ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ КА

**Боев Иван Алексеевич**

*аспирант, вед.инж.. Лаборатория спутниковых методов изучения геофизических процессов (203) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

Низкочастотные акселерометры являются одними из основных датчиков, используемых в системах инерциальной навигации космических аппаратов (КА).

Приборы, разработанные в ИФЗ РАН, позволяют использовать их для данных задач. Одним из основных конструктивных элементов датчика является торсионный подвес, позволяющий достигать высокой точности.

Технология комплексного использования измерений высокочувствительных акселерометров и данных АСН может быть реализована в бортовых комплексах управления перспективных КА ДЗЗ в интересах повышения точности решения задач навигационно-баллистического обеспечения управления полетом КА и повышения качества обработки целевой информации.

На данном этапе работы рассматриваются конструктивные особенности приборов и возможность их использования в инерциальной навигации.

### **Список литературы:**

1. Дубовской В.Б., Беляев М.Ю., Леонтьев В.И., Манукин А.Б. Современное состояние и перспективы спутниковой акселерометрии и градиентометрии // Альманах современной метрологии. ВНИИФТРИ (2015) № 3. с. 84-97.
2. Манукин А.Б., Дубовской В.Б., Леонтьев В.И. и др. Высокочувствительные акселерометры для измерений на КА и планетах солнечной системы // Альманах современной метрологии ВНИИФТРИ (2015) № 3. с. 97-110.
3. Дубовской В.Б., Кисленко К.В., Пшеняник В.Г. Технология навигационно-баллистического обеспечения низкоорбитальных космических аппаратов с использованием измерительной информации высокочувствительных акселерометров / Труды научно-технической конференции "Актуальные проблемы ракетно-технического приборостроения и информационных технологий". ОАО "Ракетно-космические системы". 2015.

## ГЕОРАДИОЛОКАЦИЯ КАК СПОСОБ КАРТИРОВАНИЯ ПОВТОРНО-ЖИЛЬНОГО ЛЬДА

**Бричёва Светлана Сергеевна**  
*аспирант, Кафедра сейсмометрии и геоакустики,  
Геологический факультет МГУ им. Ломоносова  
(Устный доклад)*

Для России, большая часть территории которой находится в зоне распространения многолетней мерзлоты, особую важность представляет контроль изменений мёрзлых пород при антропогенном воздействии. Появление и развитие таких опасных процессов, как термокарст, приурочено к присутствию в мёрзлых породах ледяных тел. Повторно-жильные льды являются одним из самых распространённых типов подземного льда. Их вытаивание нередко приводит к катастрофическим последствиям.

В настоящее время исследования повторно-жильного льда производятся при помощи дистанционного зондирования путём дешифрирования на космических снимках участков с характерной для этого типа льда полигональной решёткой на поверхности. Оценка стадии развития жил с разной степенью наличия подземного льда по космическим снимкам может быть только ориентировочной. Но любой геокриолог скажет, что нередко, к примеру, в облесенной зоне тайги встречаются жилы льда без видимой полигональной решетки. Картирование таких «скрытых» ледяных жил является задачей особенной важности. Основным способом точного определения наличия льда в разрезе, а также его размеров в настоящее время является точечное бурение. Этот способ дорогой и трудозатратный. Наличие льда в жиле всё чаще определяют при помощи георадиолокации [1,3 и др.] – геофизического метода, основанного на изучении распространения в среде переменного электромагнитного поля. Значительные различия в диэлектрической проницаемости воды, воздуха и льда обуславливают высокую контрастность электрических свойств пород с различным процентным содержанием этих веществ [2]. Однако, мёрзлые породы в естественном залегании представляют собой сложную структуру, свойства которой напрямую связаны с содержанием воды в замёрзшем и жидком состояниях. При работе на мерзлоте на переменном токе следует учитывать эту специфику, в частности - частотную дисперсию электрических свойств среды. В докладе рассматриваются и анализируются предпосылки и различные подходы к решению при помощи георадиолокации задачи определения положения и размеров жил подземного льда.

### **Список литературы:**

1. *Бричёва С.С., Крылов С.С.* Георадиолокационные исследования приповерхностных многолетнемерзлых пород на Гыданском полуострове // Инженерные изыскания (2014) № 9-10. с. 38–45.
2. *Фролов А.Д.* Электрические и упругие свойства мёрзлых пород и льдов. Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН. 1998.
3. *K.M. Hinkel, J.A. Doolittle, J.G. Bockheim, F.E. Nelson, R. Paetzold, J.M. Kimble, R. Travis.* Detection of Subsurface Permafrost Features with GPR, Barrow, Alaska, USA, Permafrost and Periglac. Process. 2001.

## СПЕЛЕОТЕМЫ – ИСТОЧНИК ДАННЫХ О ГЕОМАГНИТНОМ ПОЛЕ АНТРОПОГЕНА

**Гаврюшкин Дмитрий Александрович**

*вед. инж., Лаборатория археомagnetизма и эволюции геомагнитного поля (106) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

Спелеотемы (от англ. *Speleothemes*) – вторичные кальцитовые образования карстовых пещер.

В докладе будут рассмотрены механизмы роста спелеотемов и образования намагниченности в них, а также показана уникальность и перспективность спелеотемов, как носителей палеомагнитной записи.

Будут приведены примеры полученных ранее другими авторами палеомагнитных данных по спелеотемам, рассмотрены способы определения их возрастов, основные проблемы, с которыми сопряжены палеомагнитные исследования на данных объектах, и обоснована перспективность кальцитовых натечков, как объектов палеомагнитного исследования.

В заключение будут представлены предварительные результаты лабораторной обработки пилотной палеомагнитной коллекции, отобранной в марте 2016 г. в пещере Мчишта (Абхазия), а также обсуждены перспективы дальнейших исследований.

*Исследования выполнены при поддержке гранта Правительства Российской Федерации № 14.Z50.31.0017.*

### **Список литературы:**

1. *Lascu I., Feinberg J.M.* Speleothem paleomagnetism. // *Quaternary Science Reviews* V. 30 (2011), P. 3306-3320
2. *Hill C., Forti P.* Cave Minerals of the World (2nd Edition), 1997 - 463 p.
3. *Мальцев В.А.* Как растет каменный цветок? // Книжная полка АСУ (2014) Вып. 19, Пермь
4. *Мавлюдов Б.Р.* Анализ возможностей изотопных исследований натечных отложений пещер для хронологических целей. // «Пещеры» Сб. науч. тр. Естественнонауч. ин-т Перм. гос. нац. иссл. ун-та., (2013). Вып. 36. С. 31-58
5. *Климчук А.Б. и др.* От морской и ледниковой изотопных шкал к спелеотемной хронологии палеоклиматических событий // *Геополитика и экогеодинамика регионов* (2009) Т. 5. Вып.1. С. 44-51

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТНОЙ МОДЕЛИ И ГИПОЦЕНТРОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В РАЙОНЕ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА, РЕСПУБЛИКА СЕРБИЯ

**Галина Наталия Александровна**  
*студент, Кафедра физики Земли,  
Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова  
(устный доклад)*

Национальная сеть сейсмических станций в Сербии достаточно плотная, среднее расстояние между станциями около 50 км. Однако для оценки сейсмической опасности экологически опасных объектов требуется более точное знание пространственного распределения землетрясений. Для решения этой задачи на наиболее ответственном участке проектируемого газопровода была установлена временная сеть станций; среднее расстояние между станциями 15 км. Благодаря этому удалось записать сейсмические события, пропущенные национальной сетью, а также получить более точные решения для некоторых слабых землетрясений в окрестности трубопровода.

Для достижения высокой точности и надежности локации гипоцентров необходимо осуществить комплекс мер, включая выбор оптимальной конфигурации сейсмометрической сети, тщательную обработку записей, использование или построение подходящей скоростной модели среды.

Как правило, скоростная модель строится итерационным путем; на каждом шаге минимизируются невязки между рассчитанными и наблюдаемыми временами пробега волновых фаз на станциях сети по отношению к некоторой пробной модели. Однако мы полагаем, что такой формальный критерий не обеспечивает выбора оптимальной скоростной модели. Поэтому при проведении расчетов постоянно осуществлялся контроль за изменением глубин гипоцентров. Результаты, при которых большинство гипоцентров оказывается на глубине 0 км, отбраковывались, так как такая модель вряд ли может считаться физически приемлемой, даже если она обеспечивает меньшую невязку.

В результате проведенного исследования удалось получить более точную локацию гипоцентров, а также уверенно оценить ее точность.

## СРАВНЕНИЕ ПЛАНОВЫХ СМЕЩЕНИЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РЕПЕРОВ И ПОКАЗАНИЙ НАКЛОНОМЕРОВ НА ЗАГОРСКОЙ ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

**Головин Сергей Станиславович**  
*инж., Лаборатория гравиметрических измерений (601) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

В докладе рассматриваются результаты сравнений плановых смещений геодезических реперов, закрепленных на краях и в середине верхней площадки водоприёмника, с плановыми смещениями, получаемыми при пересчёте на ту же высоту показаний наклономеров, установленных на устоях и напорной грани водоприёмника. Рассмотрено влияние на эти измерения сезонных температурных деформаций основания водоприёмника и самих его конструкций.



## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА И МИКРОСТРУКТУРЫ НА ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД

**Гасеми Мохаммедфарид**

*аспирант ИФЗ РАН, NPO SNGS Russian Service Company*

*(устный доклад)*

Качественная оценка влияния разных параметров состава и микроструктуры на геомеханические свойства горных пород проводилась в разных научных работах. В результате этих исследований было получено, что размер зерна имеет прямую связь с микроструктурой [1].

В работе [2] было изучено влияние цемента на упругие и механические свойства горных пород. Согласно результатам, полученным авторами этой работы, увеличение объемной доли цемента оказывает положительный эффект на повышение прочностных свойств. Наряду с этим нами было получено, что увеличение объема цемента вначале сильно влияет на упрочнение породы. Однако, когда цемент полностью покрывает зерна, интенсивность явления уменьшается. Эффект формы зерен изучен в работе [3]. В цитируемой работе авторами построена численная модель образца, и проведено исследование для образцов разных видов. Помимо этого, авторы также представили новую модификацию метода дискретных элементов, которая позволяет генерировать зерна разными геометрическими формами.

В наших исследованиях мы собрали результаты экспериментов по измерениям различных физических параметров 20 образцов карбонатных пород – коллекторов углеводородов, которые включают в себя напряженно-деформационный тренд при трехосных испытаниях образцов на прессе INOVA, минеральный состав, фильтрационно-емкостные свойства.

Целью работы являлось установление многопараметрических зависимостей между различными параметрами физических и материальных свойств породы, включающих:

1. статические модули упругости (модуль Юнга и коэффициент Пуассона);
2. динамические модули упругости;
3. плотность;
4. пористость;
5. минеральный состав (объемные доли кальцита, доломита, иллита, хлорита и кварца).

Подход, основанный на установлении многопараметрических связей, позволяет исследовать влияние каждого параметра на динамические и статические упругие свойства. На основании данного метода строятся множественные поверхности отклика, которые являются интерактивной моделью для визуализации чувствительности статических и динамических модулей упругости, а также степени их различия, к вышперечисленным параметрам модели. Динамические модули упругости контролируются микроструктурой породы, в частности, строением порово-трещинного пространства, характеристики которого могут быть найдены с помощью теории эффективных сред. В результате такого подхода получена статистическая модель, которая связывает степень различия динамических и статических модулей упругости с составом и микроструктурой породы.

### **Список литературы:**

1. Ersoy A., Waller M.D. Textural Characterization of Rock // Eng. Geol. (1995) V. 39, pp. 123-136.
2. Onodera T.F., Asoka-Kumara H.M. Relation Between Textural and Mechanical Properties of Crystalline Rocks // Bull. Int. Assoc. Eng. Geol. (1980) V. 22. pp. 173-177.
3. Chen Y., Nishihyama T., Kusada H., Kita H., Sato T. Correlation Between Microcrack Distribution Pattern and the Granitic Rock Slipping Planes // Int. J. Rock Mech. Min. Sci. (1999) V. 36. pp 535-554.

# ПРОИСХОЖДЕНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ТЕКСТУР В ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОСАДКАХ ХИБИНСКОГО ГОРНОГО МАССИВА

*Горбатов Евгений Сергеевич*

*с.н.с., Лаборатория палеосейсмологии и палеогеодинамики (304) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

Целью работы было выявление деформационных нарушений в четвертичных отложениях Хибинского массива (центральная часть Кольского п-ова), их генетическая интерпретация и оценка значимости как индикаторов палеосейсмичности. Рыхлые отложения в Хибинах представлены преимущественно позднеплейстоценовыми ледниковыми, озерно-ледниковыми и флювиогляциальными образованиями. Они широко развиты в обращенных к центру оледенения трогообразных долинах, в которые проникали языки поздневалдайского ледника [1]. В ходе полевых работ обследован разрез рыхлых отложений, вскрытых Коашвинским карьером по добыче апатит-нефелиновой руды (ЮВ Хибин), а также разрезы флювиогляциальной террасы и вала конечной морены (центр Хибин). Выявленные деформационные текстуры во всех трех разрезах приурочены к озерно-ледниковым осадкам различно литологического типа – от ленточных глин и алевроитов до среднезернистых песков с волнистой слоистостью.

В толще ленточных алевроитов, вскрытых в Коашвинском карьере, документированы горизонты пликативных нарушений мощностью 0,5–2 м и протяженностью 300 м, которые описывались ранее как проявления сильных землетрясений в позднем плейстоцене [2]. Выявлено повсеместное распространение над внутрислойными складками бесструктурного горизонта с крупнообломочными включениями, позволяющего отнести эти текстуры к результату воздействия на консолидированные донные осадки обломочного потока, вероятным источником которого был гляциальный паводок или сель. Установлено также отсутствие в складках характерных для сейсмиков явлений разжижения и флюидизации осадков [3], несмотря на их мгновенное смятие.

Изученные в двух других обнажениях мелкие нарушения слоистости (волны, заостренные язычки, овоиды, клиновидные тела, микроразрывы) отличаются невыдержанностью по простиранию, отсутствием циклического повторения в разрезах, систематичности морфологии и ориентировки, что полностью исключает их сейсмогенность.

Таким образом, проведенный анализ условий накопления и механизмов деформирования рыхлых осадков Хибинского горного массива не позволяет подтвердить сейсмический генезис вышеописанных текстур. На примере разреза ленточных алевроитов в Коашвинском карьере показано, что даже выдержанные по простиранию горизонты интенсивного смятия, разделенные ненарушенными осадками и похожие по ряду параметров на сейсмогенные конволюции, могут быть не связаны с сейсмическим воздействием.

## **Список литературы:**

4. Лаврова М.А. Четвертичная геология Кольского полуострова. М.–Л.: АН СССР, 1960. - 233 с.
5. Николаева С.Б. Складчатые деформации в позднеплейстоценовых отложениях Хибин (центральная часть Кольского полуострова): морфология и генезис // Вестник МГТУ (2014) Т. 17, № 2. С. 329–339.
6. Obermeier S.F. Using Liquefaction-Induced and Other Soft-Sediment Features for Paleoseismic Analysis // Paleoseismology (ed.: McCalpin J.P.). San Diego: Academic Press, 1996. P. 497–564.

# ИЗУЧЕНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СООРУЖЕНИЯ БОЛЬШОГО КАВКАЗА МЕТОДАМИ МНОГОМЕРНОЙ СТАТИСТИКИ

*Горбатов Евгений Сергеевич, Яковлев Ф.Л.*

*Лаборатория палеосейсмологии и палеогеодинамики (304) ИФЗ РАН*

*(Устный доклад)*

Целью работы являлось выявление причинно-следственных (генетических) взаимосвязей между параметрами геодинамического развития Большого Кавказа с помощью многомерной статистики и попытка их сведения к результату действия небольшого числа «простых» механизмов. Для решения этих задач проведен анализ факторной структуры массива значений путем выделения главных компонент методом «варимакс» [1] с использованием компьютерной программы «Statistica». Исходными данными для факторного анализа послужили численные параметры процессов складко- и горообразования при формировании Большого Кавказа, полученные путем составления сбалансированных разрезов по 78 структурным ячейкам на 24 поперечных профилях [2,3]. Учтены следующие характеристики структурных ячеек: исходная мощность осадочного чехла или доскладчатая глубина кровли фундамента ( $h_1$ ), величина укорочения коры при складкообразовании, постскладчатая ( $h_2$ ) и современная ( $h_3$ ) глубина кровли фундамента, соскладчатое погружение ( $h_2-h_1$ ), неотектоническое поднятие ( $h_3-h_2$ ) и общая разница глубин ( $h_3-h_1$ ) кровли фундамента.

Установлено, что наиболее полно корреляционная структура рассматриваемых параметров описывается двухфакторной моделью, объясняющей 89 % общей дисперсии массива данных. Анализ значимых нагрузок (корреляций) факторов по исходным признакам позволил выявить следующие закономерности геодинамического развития Большого Кавказа:

1. Величина горизонтального укорочения определяет амплитуду постскладчатого опускания и последующего неотектонического поднятия кровли фундамента (интерпретация фактора 1);

2. Современная глубина кровли фундамента определяется в основном только ее доскладчатой глубиной и практически не зависит от величины горизонтального укорочения, что можно объяснить стремлением структуры к изостатическому равновесию (интерпретация фактора 2). Именно по этой причине общая разница глубин фундамента ( $h_3-h_1$ ), несмотря на большой разброс значений вдоль поперечных профилей (от -15 до +8 км), в среднем по массиву ячеек близка к 0 (-0.5 км для данной выборки).

Таким образом, в факторной структуре численных параметров развития Большого Кавказа проявляется, по крайней мере, два геодинамических явления: деформация коры при складкообразовании под действием преимущественно (возможно) внешних горизонтальных сил и впервые установленное на количественном уровне влияние изостатических (внутренних) сил на ход развития орогена.

## **Список литературы:**

1. Лоули Д.Н., Максвелл А.Е. Факторный анализ как статистический метод М.: Мир, 1967. - 144 с.
2. Яковлев, Ф.Л. Реконструкция структур линейной складчатости с использованием объемного балансирования // Физика Земли. (2009) №. 11. с.1023–1034.
3. Яковлев, Ф.Л. Опыт построения сбалансированной структуры восточной части альпийского Большого Кавказа по данным количественных исследований линейной складчатости // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. (2012) № 1. с. 191-214.

## НОВЕЙШАЯ СТРУКТУРА И ЭВОЛЮЦИЯ РАЗВИТИЯ ОЛЕНЁКСКОГО ПОДНЯТИЯ (ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ)

**Гордеев Никита Александрович**

*инж.. Лаборатория фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики (204) ИФЗ РАН  
магистрант 1 года обучения, кафедра динамической геологии,  
Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова  
(Устный доклад)*

Исследуемый район расположен на северо-востоке Сибирской платформы. Он приурочен к платформенным структурам: древний Оленекский свод, граничащий с МЗ Лено-Анабарским, Предверхоанским прогибами, а на юге – с Кютингдинским прогибом.

В новейшее время произошла перестройка структурного плана. Древнее Оленекское поднятие после продолжительного платформенного этапа, прерываемого вспышками магматизма [1, 2], было унаследовано новейшим одноименным сводом, а на месте прогибов образовались на севере Келимярское поднятие, на востоке - поднятие кряжа Чекановского, на юге Кютингдинский прогиб.

Оленекский свод занимает большую часть территории. В ВСВ-части на поверхности обнажается выступ фундамента. Отчетливо выражена концентрическая структура. Долина р. Оленек глубоко врезана, что свидетельствует о интенсивном росте свода. В структуре поднятия широко развиты разрывные нарушения. По данным геологической съемки [3, 4], разрывные нарушения в своем большинстве являются типичными сбросами, вертикальными или крутопадающими.

Кютингдинский грабен расположен в бассейне р. Кютингде, правого притока р. Оленек. Грабен представляет собой вытянутую в северо-западном направлении отрицательную блоковую структуру. В СЗ-части, вблизи долины р. Оленек, Кютингдинский грабен замыкается, разрывы [4], его оконтуривающие, затухают.

Поднятие кряжа Чекановского протягивается с СЗ на ЮВ. Это новообразованное поднятие, возникшее на западном крыле Предверхоанского прогиба в самом начале новейшего этапа [5]. Поднятие асимметричное. Западный его склон круто обрывается к долине р. Келимяр. Подножие склона разрывными нарушениями отделяется от Келимярского прогиба. Восточный склон пологий, но также круто обрывается к долине р. Лена. В связи с этим кряж Чекановского представляет собой горст.

Келимярский прогиб оконтуривает Оленекское поднятие с севера. В настоящее время он испытывает поднятие, возможно, связанное с ростом и расширением Оленекского свода.

### **Список литературы:**

1. Геологическая карта СССР масштаба 1: 200 000. Серия Анабарская. Лист R-51-IX, X. Объяснительная записка. Составитель: Н.И. Гогина. М.: Недра, 1975.- 89 с.
2. Геологическая карта СССР масштаба 1: 200 000. Нижне-Ленская серия. Лист R-51-V, VI. Объяснительная записка. Составители: Д.С. Яшин, Д.А. Вольнов. М.: Недра, 1965.- 49 с.
3. Карта поверхностей выравнивания и кор выветривания СССР. Масштаб 1 : 2 500 000. – М.: ВСЕГЕИ. 1972.
4. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1 000 000. Серия Джарджан. Лист R-51. Составители: В.С. Гриненко, Л.А. Юганова, А.М. Трущелев. С-Пб.: ВСЕГЕИ, 2013.
5. *Галабала О.Р. и др.* Неотектоника северо-восточной части Сибирской платформы и ее складчатого обрамления / Вопросы региональной геологии СССР. М.: Недра, 1971 - С. 118-129

## ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЗОННЫХ ВАРИАЦИЙ НАКЛОНОВ ОСНОВАНИЯ ВОДОПРИЕМНИКА ЗАГОРСКОЙ ГАЭС

*Демидкова Анастасия Николаевна*

*н. с., Лаборатория гравитационных измерений (601) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

Исследования предыдущих лет показали, что грунтовый массив основания сооружений Загорской ГАЭС испытывает знакопеременные циклические нагрузки. Было изучено поведение во времени векторов наклонов устоев водоприемника. Суточные изменения напряжённо-деформированного состояния грунтового массива основания согласуются с циклами наполнения/сработки верхнего водохранилища Загорской ГАЭС. Было отмечено, что непрерывное изменение напряжённо-деформированного состояния геологической среды может привести к расслаблению структуры пород и появлению усталостного эффекта. Анализ рядов данных о наклонах показал наличие суточных, сезонных и трендовых изменений наклонов основания водоприемника. [1, 2, 3, 4]

В продолжение работ предыдущих исследователей, в настоящей работе были проанализированы данные о температурах наружного воздуха, расходах воды из-под фундаментной плиты, наклонах устоев водоприемника на отметке 0 м за период 2008-2015 гг.

Проведенные исследования подтвердили существование устойчивой, ярко выраженной зависимости между температурой и сезонными вариациями наклонов основания водоприемника. Сопоставление изменений температур наружного воздуха и расходов воды из-под фундаментной плиты за одинаковые периоды времени позволило сделать вывод о наличии зависимости этих двух параметров друг от друга. Исследованные зависимости оценены качественно и количественно.

Изменения сезонных колебаний амплитуд наклонов могут оказывать негативное влияние на устойчивость водоприёмника Загорской ГАЭС, снижая тем самым надёжность и безопасность эксплуатации объекта.

### **Список литературы:**

1. Демидкова А.Н., Осика И.В. Объекты экологической неотектоники в концепции устойчивого развития. / Пятнадцатые Сергеевские чтения. Молодежная конференция. Устойчивое развитие: задачи геоэкологии (инженерно-геологические, гидрогеологические и геокриологические аспекты) // М.: РУДН, 2013. с. 244-249
2. Демидкова А.Н., Осика И.В. Перспективы комплексирования методов натуральных наблюдений для оценки состояния гидроэнергетических объектов / Седьмая научно-техническая конференция «Гидроэнергетика. Новые разработки и технологии». СПб., 2012.
3. Кочетков Б.М., Молоденский С.М., Осика В.И., Осика И.В. Наклономерно-деформометрический мониторинг на гидроаккумулирующих электростанциях // Геориск (2009) №1. с. 22-28.
4. Осика И.В. Оценка техногенного воздействия от работы гидроаккумулирующей электростанции на геологическую среду (на примере Загорской ГАЭС). Дисс. на соиск. степени канд. геол.-мин.наук. М.: ИФЗ РАН, 2009. -131 с.

# ВОЗМОЖНОСТЬ УТОЧНЕНИЯ ПРОФИЛЕЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ВДОЛЬ ТРАЕКТОРИЙ СКВАЖИН НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА ТРЕЩИНОВАТОСТИ

*Дубиня Никита Владиславович<sup>1</sup>, Ежов Кирилл Александрович<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>главный специалист, Газпромнефть-НТЦ,*

*<sup>2</sup>руководитель направления, Schlumberger*

*(Устный доклад)*

Проблемы геомеханического характера часто возникают на различных этапах разработки месторождений углеводородов [1]. Часть задач сводится к определению характера напряженно-деформированного состояния в окрестности ствола скважины - восстановление профилей напряжений. Авторами доклада проведен анализ методов, используемых для решения этой задачи на практике, и показана необходимость модификации существующих методик [2]. Основной проблемой существующих подходов оказывается неоднозначность решения обратной задачи определения напряженного состояния: строго говоря, с помощью стандартных подходов профили горизонтальных напряжений могут быть восстановлены с точностью до класса функций.

В работе описывается предложенный авторами подход к уточнению восстановления профилей горизонтальных напряжений на основании специального анализа трещиноватости. Показано, что на основании данных о естественных и наведенных трещинах, находящихся в малой окрестности пробуренных скважин, можно существенно снизить неопределенность восстановления профилей горизонтальных напряжений вдоль траекторий этих скважин. Интерпретация данных о трещинах заключается в использовании кругов Мора для разделения трещин на классы и дальнейшем варьировании вида тензора напряжений. Подход основан на закономерностях, описанных в работах М. Зобака [3].

Предложенный подход формализован и реализован в виде надстройки для ПО, широко используемого для одномерного геомеханического моделирования при работе с месторождениями углеводородов. Одномерные геомеханические модели уточнены для нескольких реальных скважин.

## **Список литературы:**

- 1. Zoback, M.D. Reservoir geomechanics. Department of geophysics. Stanford University. 2007. - 505 p.*
- 2. Дубиня Н.В., Ежов К.А. Один метод определения локального поля напряжений из анализа трещиноватости // Триггерные эффекты в геосистемах (Москва, 16-19 июня 2015 г.): Материалы третьего Всероссийского семинара-совещания. Под ред. В.В. Адушкина, Г.Г. Кочаряна. М.: ГЕОС, 2015. с. 98-106.*
- 3. Barton C.A., Zoback M.D., Moos D.. Fluid flow along potentially active faults in crystalline rock // Geology. (1995) V. 23. pp. 683-686.*

## ПРИРОДА МАНТИЙНЫХ ПЛЮМОВ

*Евсеев Михаил Николаевич*

*м.н.с., Лаборатория теоретической геофизики (101) ИФЗ РАН*

*(устный доклад)*

Вулканизм делится на межплитовый, при котором вулканы извергаются последовательно в одних и тех же местах на континентах или дне океанов и перемещаются вместе с плитами, и внутриплитовый, при котором на движущейся плите возникает линейная цепочка вулканов, соответствующая обратному направлению скорости движения плиты.

Источник внутриплитового вулканизма должен быть ниже литосферы. По современным представлениям внутриплитовый вулканизм порождается мантийными плюмами (струями грибовидной формы), поднимающимися со дна мантии Земли. При этом природа мантийных плюмов определяется тепловой конвекцией. Химические примеси могут лишь влиять на свойства плюмов, но не на их природу.

До настоящего времени как в отечественной, так и зарубежной литературе нередко утверждается, что для зарождения плюмов обязательны химические примеси, что плюмы являются дополнением к тепловой конвекции в мантии и даже могут проходить сквозь течения основной мантийной конвекции [Добрецов, Кирдяшкин]. Утверждается, что местами зарождения мантийных плюмов, кроме дна мантии, может быть астеносфера [Fouger], граница фазового перехода на глубине 660 км [Yuen, Добрецов] и даже ядро Земли [Добрецов, Кирдяшкин].

В настоящей работе проводится анализ механизма зарождения плюмов и приводятся результаты численного моделирования тепловой конвекции в мантии.

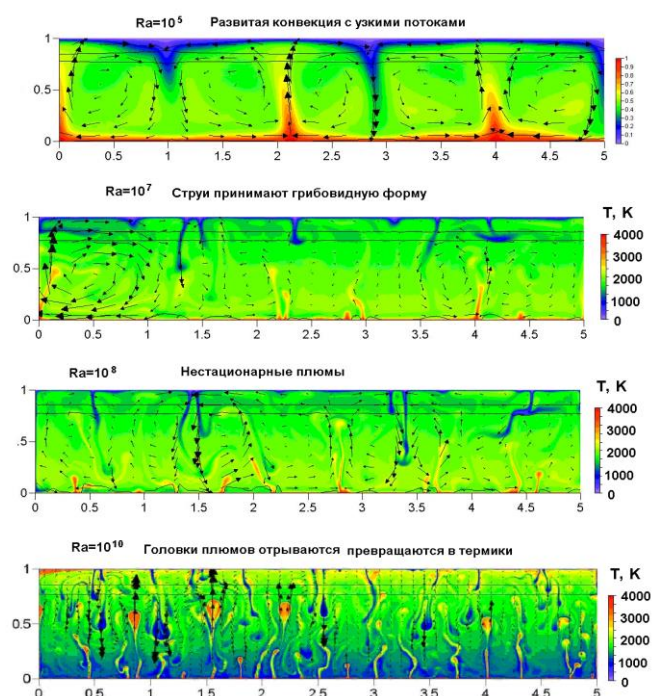
Показано, что мантийные плюмы – это восходящие струи тепловой конвекции, которые при интенсивности  $Ra=10^7-10^9$  приобретают грибовидную форму и сохраняются в течение 100 млн. лет. При большей интенсивности конвекции головки плюмов отрываются и, вместо регулярных струй, возникает система всплывающих термик.

Мантийные плюмы возникают в мантии только над границей с горячим высоко теплопроводящим веществом ядра, которое способно быстро и постоянно нагревать притекающее с боков вещество и тем самым длительно поддерживать плюм.

Новые результаты:

1) определена верхняя граница интенсивности конвекции, при которой имеет место режим плюмов.

2) построены сферические модели зарождения плюмов с учётом взаимодействия с утяжеленным веществом слоя  $D''$



## ПАЛЕОНАПРЯЖЁННОСТЬ ДЕВОНСКИХ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД МИНУСИНСКОЙ ВПАДИНЫ И КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

**Жидков Григорий Викторович**

*н.с., Лаборатория палеомагнетизма и физико-химических свойств горных пород (ОБ-1)  
ГО «Борок» ИФЗ РАН  
(Стендовый доклад)*

Получены новые определения палеонапряжённости девонского возраста на образцах магматических пород Минусинской впадины (Сибирская платформа) и Кольского полуострова. Определения выполнены тремя разными методиками: Телье-Ко, Вилсона и микроволновых нагревов. Полученные в результате значительно низкие величины палеонапряжённости вместе с данными по палеомагнитным направлениям дают основания предполагать, что в девоне существовал период сильного ослабления дипольной компоненты и, соответственно, более заметного влияния недипольных компонент геомагнитного поля.

### **Список литературы:**

1. Веселовский Р.В., Арзамасцев А.А., Демина Л.И., Травин А.В., Боцюн С.Б. Палеомагнетизм, геохронология и магнитная минералогия даек Кольской девонской магматической провинции. Физика Земли (2013) № 4. с. 82–104.
2. Щербакова В.В., Шацлло А.В., Жидков Г.В., Щербаков В.П., Цельмович В.А. Геомагнитное поле в девоне — оценка палеонапряжённости на породах Минусинской впадины (Сибирь). Материалы конференции «Палеомагнетизм и магнетизм горных пород». Санкт-Петербург, Петергоф. 2014. с. 199–208.

## МОЛЕКУЛЯРНО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СЕЙСМОМЕТРЫ В СРАВНЕНИИ С СМЗ-ОС

**Жостков Руслан Александрович, Преснов Д.А., Лиходеев Д.В., Горбенко В.И.**

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

Описаны основные технические и эксплуатационные свойства сейсмометров, построенных на базе новых молекулярно-электронных преобразователей. Отличительной особенностью этих приборов является использование раствора электролита в качестве рабочего тела вместо классических маятников. Таким образом, из-за отсутствия движущихся частей повышается надежность прибора, а малый вес, габариты, потребление энергии и стоимость делают молекулярно-электронные сейсмометры перспективными в вопросах сейсмических наблюдений. Однако, некоторые характеристики этих приборов, например, нестабильность фазово-частотной кривой, делают нецелесообразным применение этих датчиков в задачах, где требуется выделять вступления различных волн. С другой стороны, для сейсмической разведки с применением амплитудных пассивных методов, нетребовательных к фазовым характеристикам, эти приборы оказываются весьма перспективными.

Приводятся результаты сравнительного анализа работы молекулярно-электронных сейсмометров и СМЗ-ОС при лабораторных испытаниях, а также во время полевых экспериментов, проведенных авторским коллективом на Калужской кольцевой структуре методом микросейсмического зондирования.



## ИНТЕРАКТИВНЫЙ РЕЕСТР МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ПЕТРОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

**Иванов Станислав Дмитриевич**  
аспирант ИФЗ РАН  
(Устный доклад)

На сегодняшний день разработано очень большое количество различных методов обработки петролого-геохимических данных, которые отличаются решаемыми задачами, применимостью, точностью, сложностью, требованиями к исходным данным и другими характеристиками [1]. Среди них можно выделить некоторые группы: расчетные методы, графические методы и методы геобаротермометрии - геотермометры и геобарометры. Применение этих методов обработки без учета их специфики и ограничений может стать причиной получения неверных результатов, поэтому пользователь должен иметь доступ к подробной информации о конкретном методе [2].

В связи с этим актуальным является создание реестра, не только объединяющего в себе различные методы обработки петролого-геохимических данных, но и предоставляющего необходимую справочную информацию для работы с ними. Кроме того, такой реестр должен пополняться и совершенствоваться по мере публикации новых методов и обновлению информации об уже существующих. Основанный на этих принципах реестр был реализован в виде веб-приложения на основе технологии Wiki[3,4] (<http://pin.ifz.ru>).

Приложение на данный момент поддерживает следующие группы методов:

- Идентификация минералов по химическому составу;
- Пересчет состава минерала на коэффициенты формул;
- Интерпретация состава минерала и разложение на минералы;
- Построение классификационных диаграмм;
- Геотермометрия, геобарометрия и фугометрия.

Также оно содержит дополнительные инструменты - построение гистограмм, диаграмм, тригонограмм, сапайдерграмм, диаграмм Эндрюса. Каждая из групп может содержать в себе любое количество методов. В настоящее время ведется работа по пополнению базы. Работа с приложением (загрузка исходных данных, получении результатов, их визуализация и выгрузка) происходит через браузер и не требует установки на компьютер пользователя дополнительного ПО.

### **Список литературы:**

1. Spear F.S. Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths. Washington: Mineral Society of America, 1995. – 799 p.
2. Иванов С.Д. Некоторые требования к интерактивной базе методов обработки геохимических данных // Науки о Земле. Современное состояние. Материалы третьей всероссийской молодежной научно-практической школы-конференции. Шира, 2015.
3. Leuf B.A., Cunningham W. The Wiki Way: Quick Collaboration on the Web. Boston: Addison-Wesley, 2001. - 362 p.
4. Иванов С.Д. Интерактивная база методов петрохимической обработки данных на основе технологии вики на примере системы идентификации минералов // Материалы конференция молодых ученых ИФЗ РАН. Москва, 2015.

# ИСТОЧНИКИ СНОСА ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕГО ВЕНДА БАЛТИЙСКОЙ МОНОКЛИЗЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ U-Pb ДАТИРОВАНИЯ ОБЛОМОЧНЫХ ЦИРКОНОВ

*Ивлева Анна Сергеевна (аспирант) Подковыров В.Н., Ершова В.Б., Анфинсон О.,  
Худолей А.К., Федоров П.В.  
Институт наук о Земле СПбГУ  
(Устный доклад)*

Песчано-глинисто-алевролитовые отложения верхнего венда Балтийской моноклизы резко несогласно и трансгрессивно перекрывают породы фундамента [1]. Они накапливались внутри обширного эпиконтинентального бассейна, реконструкция источников питания которого важна для понимания истории формирования осадочной толщи [2, 3].

На исследуемой территории верхний отдел вендской системы представлен отложениями старорусской свиты редкинского горизонта, василеостровской и воронковской свит котлинского горизонта [4]. Нами было проведено U-Pb датирование обломочных цирконов из пяти образцов, отобранных из верхневендских отложений: старорусская свита - Т-36(скважина «Уткина Заводь»), Ш-7, Ш-17 (скважина Шоткуса-1, район одноименной станции Октябрьской ж.д.); василеостровская свита - L-118 (скважина №3 площадки «Лахта»), Sosn (скважина №4/10, пос. Сосновка Ленинградской области).

В целом датированные образцы из верхневендских отложений востока Балтийской моноклизы характеризуются преобладанием палеопротерозойских цирконов с подчиненным количеством мезопротерозойских зерен и полным отсутствием зерен близких к возрасту седиментации. Проведенные исследования так же выявили некоторые различия в спектрах распределении обломочных цирконов в изученных образцах. Так в пробе Т36 (редкинский горизонт) обломочные цирконы формируют шесть пиков 2069, 1998, 1924, 1896, 1796 и 1576 млн.лет, в то время как в пробах из котлинского горизонта (L118, SOSN) отмечены преобладающие пики около 1880, 1830, и 1650 и 1600. Все отмеченные пики в распределении обломочных цирконов из верхневендских отложений хорошо коррелируются с известными возрастными магматических пород, обнажающихся в пределах Балтийского щита [5] и указывают на поступление обломочного материала преимущественно из этого источника. Отмеченная разница в возрастах основных пиков обломочных цирконов, вероятно, свидетельствует об изменении роли различных областей Балтийского щита в поступлении кластики в осадочный бассейн Балтийской моноклизы в позднем венде.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (гранты 14-05-00415 и 15-35-20591).*

## **Список литературы:**

1. Селиванова В.А. Основные черты геологического строения//в кн.: Геология СССР. Т. 1, Ленинградская, Псковская и Новгородская области. М.: Недра, 1971. с. 127-173.
2. Соколов Б.С. Очерки становления венда. М.: КМК Лтд., 1997.-156 с.
3. Гейслер А.Н. Палеогеография северо-запада Русской платформы в валдайское (вендское) и раннекембрийское время. Тр. ВСЕГЕИ//Материалы по палеогеографии и литологии, 1967, т. 110
4. Жамойда А. И. Общая стратиграфическая шкала, принятая в СССР–России. Её значение, назначение и совершенствование. СПб.: ВСЕГЕИ, 2013. - 24 с.
5. Ранний докембрий Балтийского щита / (Под ред. В.А. Глебовицкого). СПб.: Наука, 2005.– 711 с.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ГРЯЗЕВУЛКАНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Имранов Элмин Тавегюл оглы*  
*аспирант ИФЗ РАН*  
*(Устный доклад)*

Грязевой вулканизм - весьма важное направление исследования геологической науки, а грязевые вулканы - уникальное природное явление - носители колоссальной нефтегеологической информации о недрах. Изучение грязевых вулканов позволяет разобраться во многих теоретических и практических вопросах геологии, геохимии и геофизики, изучить геологическое строение глубоких горизонтов, происходящие геохимические процессы, что необходимо для решения практических задач оценки нефтегазоносности больших глубин.

Детальное изучение продуктов деятельности грязевых вулканов в других регионах позволило установить генетическую связь между ними и нефтегазоносностью недр. Выбросы значительного объема вулканических брекчий и глыб различных размеров во время извержения грязевых вулканов свидетельствуют об интенсивной генерации и накоплении огромного объема углеводородных флюидов под большим давлением, а периодичность извержений доказывает наличие непрерывного потока углеводородов в эруптивный аппарат, в результате чего очередное извержение происходит при достижении критического давления. Более 80% известных месторождений на западном борту Южно-Каспийской впадины осложнены грязевыми вулканами, поэтому грязевому вулканизму была отведена значительная роль в формировании скоплений нефти и газа в Азербайджане. При наибольшей частоте извержений грязевых вулканов Дашгиль, Кейреки, Боздаг, Гюльбахт и других запасы связанных с ними месторождений оказались небольшими. Вместе с тем при значительных запасах месторождений Балаханы-Сабунчи-Раманы, Нефтяные Камни, Азери-Чыраг-Гюнешли, Шах-дениз, Кюровдаг осложняющие их грязевые вулканы, характеризуясь слабой деятельностью, находятся в грифонной стадии развития.

Таким образом, грязевые вулканы, будучи очагами периодической газогидродинамической разгрузки крупных седиментационных бассейнов, свидетельствуют об интенсивной генерации УВ-газов и являются надежными критериями оценки нефтегазоносности глубоких горизонтов.

На данном этапе выполняются проводятся исследования ультразвуковыми волнами образцов глин для получения информации относительно грязевых вулканов Таманского полуострова, а также производится сбор и обработка данных для определения их геохимического состава.

### **Список литературы:**

1. Алиев А.И., Рзаев М.М. Волны Газоносность больших глубин и грязевой вулканизм Южно-Каспийской впадины // Сов. геол. (1984) № 6, с.31-40.
2. Алиев Ад.А., Гулиев И.С., Белов И.С. Каталог зафиксированных извержений грязевых вулканов (1810-2001 гг.) Б.: «Nafta-Press», 2000. - 294 с.
3. Алиев Ад.А., Гасанов А.Г., Байрамов А.А., Белов И.С. Землетрясения и активизация грязевулканической деятельности (причинная связь и взаимодействие) // Труды ИГАН Азербайджана. Изд-во «Nafta-Press» (2001) № 29, с. 35.

## ИЗМЕРЕНИЕ СЕЙСМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СИГНАЛА ПРИ ПОМОЩИ ЛОКАЛЬНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ТОКА

*Казначеев Павел Александрович*

н.с., Лаборатория физики землетрясений и неустойчивости горных пород (301) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)

Исследование сейсмоэлектрического эффекта второго рода представляет как серьезный научный интерес, так имеет практическую значимость с точки зрения разработки новых геофизических методов исследования геологической среды [1, 2]. Для практики важно исследовать сейсмоэлектрический эффект в низкочастотной области (единицы-десятки герц), где возникающее электрическое поле может нести информацию о далеких от точки наблюдения и больших объемах среды [1].

При изучении сейсмоэлектрического эффекта проблемой низкочастотных электрических измерений является их «неточечность» при использовании традиционных электродных пар. При этом сложно соотносить измеренное на некотором базисе электрическое поле с сейсмическим, измеренным с помощью сейсмоприемника в некоторой точке среды. Решением проблемы может быть использование локального измерителя тока (ЛИТ) [2]. С помощью ЛИТ можно измерять одну или несколько компонент вектора плотности электрического тока практически в одной точке среды [3].

В летне-осенний сезон 2015 года были проведены полевые эксперименты по измерению электрического поля в грунте с помощью ЛИТ при вибровоздействии. На небольшой глубине устанавливался ЛИТ, на различном расстоянии от него по горизонтали на поверхность земли воздействовал модифицированный мощный бытовой ударный электроинструмент (перфоратор). Сейсмоприемник располагался на поверхности земли непосредственно около ЛИТ.

Проведено было два эксперимента с различными модификациями ЛИТ. В результате первого эксперимента показано, что при вибровоздействии возникает электрический сигнал той же частоты, что и основная частота вибровоздействия. В результате второго эксперимента получена оценка возникающего сейсмоэлектрического сигнала при максимально близком к ЛИТ вибровоздействию. Дальнейшее исследование эффекта представляет безусловный интерес, особенно с использованием площадных сейсмических и электрических измерений.

### *Список литературы:*

1. Светов Б.С. Основы геоэлектрики. М.: ЛКИ, 2008- 656 с.
2. Светов Б.С. Самосогласованные задачи геофизики: обзор // Физика Земли. (2015). № 6 с. 116–121.
3. Казначеев П.А., Камшилин А.Н., Попов В.В. Измерение локальной плотности тока в земной коре // Вестник МЭИ (2011) № 5. с. 57–63.

## ФОРМИРОВАНИЕ ДОМАНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РУССКОЙ ПЛИТЫ

**Камзолкин Владимир Анатольевич**

н.с., *Лаборатория тектоники и геодинамики (103) ИФЗ РАН*  
(устный доклад)

Доманикоидные формации верхнедевонско-турнейского возраста на востоке Русской платформы относятся к карбонатным формациям. Одной из главных их генетических особенностей является аномально высокая обогащенность органическим веществом (ОВ) и кремнеземом [1]. Доманикиты Восточно-Европейской платформы являются наиболее близким аналогом нефтегазосланцевым полям Bakken Северной Америки.

Выделяются собственно доманиковая формация, занимающая территорию обширной некомпенсированной впадины семилукского бассейна, а также формация доманикоидного типа – возрастная аналог биогермно-карбонатной речичко-нижнефаменской и карбонатной верхнефаменско-турнейской мелководно шельфовых формаций, занимающая осевые зоны Камско-Кинельской системы некомпенсированных прогибов [2].

Накопление отложений семилукского (доманикового) горизонта Волго– Уральского региона осуществлялось в условиях тектонической и вулканической активизации региона. Сопутствующие повышенные содержания углекислоты, метана, железа и других продуктов вулканической деятельности могли способствовать к всплеску биологической жизни, а затем к быстрому массовому вымиранию, что провоцировало появление толщ обогащенных органическим веществом. Также для формирования доманиковой фации характерны специфические условия осадконакопления: глубокий морской бассейн с нормальной соленостью, газовым режимом и специфическим разнообразием комплекса донной и планктонной фауны [2].

По сочетанию доступности, прогнозным запасам и содержанию ОВ (в доманикитах колеблется в пределах 5-20%, в доманикоидах - >5%) доманиковые отложения востока Русской платформы являются одними из наиболее перспективных в России для добычи сланцевой нефти.

### **Список литературы**

1. *Зайдельсон М.И., Вайнбаум С.Я., Копрова Н.А и др.* Формирование и нефтегазоносность доманикоидных формаций. - М: Наука, 1990. – 77 с.
2. *Королюк И.К., Летавин А.И., Мкртчян О.М. Хачатрян Р.О.* Структурно-формационные критерии прогноза нефтегазоносности // в кн.: Теоретические основы поисков разведки и разработки месторождений нефти и газа. М.: Наука, 1984. с. 47-63.

ВАРИАЦИИ УРОВНЯ ВОДЫ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ КОЙНА И ВАРНА  
(ЗАПАДНАЯ ИНДИЯ) И ИЗМЕНЕНИЕ СЕЗОННОГО ФАКТОРА  
В НАВЕДЕННОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ

**Карташов Иван Максимович**

*студент, Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова  
(Устный доклад)*

В работе рассматривается проявление цикличности землетрясений с магнитудой  $M \geq 4$  в области наведенной сейсмичности Койна-Варна в Западной Индии. Цикличность связана с годовыми вариациями уровня воды в водохранилищах Койна и Варна. Отмечается, что проявление цикличности изменяется во времени. Для выяснения причины таких изменений выполнен анализ зависимости величины сейсмической активности в различные периоды от среднегодового уровня воды в водохранилищах и от величины размаха уровня воды при их периодическом заполнении. Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии прямой связи изменений сезонного фактора в наведенной сейсмичности с годовым уровнем и сезонным размахом изменения глубины воды в водохранилищах.

**Список литературы:**

1. *Terzaghi K.* Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage. Leipzig: Deuticke. 1925.
2. *Gupta H.* A review of recent studies of triggered earthquakes by artificial water reservoirs with special emphasis on earthquakes in Koyna, India // Earth-Science Reviews (2002) V. 58. pp. 279–310.
3. *Simpson D.W., Leith W.S., Scholz C.H.* Two types of reservoir-induced seismicity // Bull. Seism. Soc. Am. (1988) V. 78. pp. 2025–2050.

## ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ТУРБУЛЕНТНОГО РЕЖИМА ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

*Козьмина Алина Сергеевна*

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

Процессы переноса и перемешивания в атмосферном пограничном слое (АПС) определяются его стратификацией и турбулентным режимом. В докладе представлены оценки параметров турбулентного режима АПС для различной стратификации по данным натурных наблюдений скорости ветра, давления, температуры и влажности воздуха, проведённых на экспериментальном полигоне ГО «Борок» ИФЗ РАН [58°04'N; 43°26'E] в летне-осенние сезоны 2010–2015 гг.

Основные метеорологические параметры приземного слоя (температура воздуха, скорость и направление горизонтального ветра, скорость вертикальной адвекции, относительная влажность воздуха, атмосферное давление) регистрировались с частотой дискретизации 10 Гц ультразвуковыми метеостанциями МЕТЕО-2Н [1], установленными на высотах 2 м и 10 м, работающих в непрерывном режиме. С использованием программного обеспечения метеостанций рассчитаны дисперсия вертикальной скорости ветра, полная энергия турбулентных пульсаций, вертикальный турбулентный поток тепла, динамическая скорость трения, масштаб Монина-Обухова, скорость диссипации кинетической энергии турбулентности в тепло на соответствующих высотах [2].

С помощью акустического доплеровского локатора Волна-3 и профилера Scintec MFAS получены высотные профили характеристик скоростей ветра по трем направлениям, позволившие рассчитывать ряд динамических и статистических параметров АПС на различных высотах.

Установлены закономерности суточного хода указанных величин, оценены коэффициенты зависимостей потоковых и турбулентных характеристик от времени при различных типах стратификации на характерных временных масштабах. Выявлены и аналитически аппроксимированы взаимосвязи между моментами вертикальной скорости ветра 1–3 порядка и параметрами теории Монина-Обухова. Полученные оценки могут быть использованы при моделировании переноса носителей заряда и радиоактивных эманаций в АПС.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 15-05-04960) и РНФ (грант № 16-17-10209)*

### **Список литературы:**

1. Гладких В.А., Макиенко А.Э. Цифровая ультразвуковая метеостанция // Приборы. (2009) № 7 Т.109. С. 21–25.
2. Бызова Н.Л., Иванов В.Н., Гаргер Е.К. Турбулентность в пограничном слое атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1989. - 263 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ ДЕФОРМАЦИИ И СЕЙСМИЧНОСТЬ ЗЕМНОЙ КОРЫ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА

**Крупенникова Ирина Сергеевна** (н.с.), **Мокрова Анна Николаевна** (м.н.с.)  
*Лаборатория спутниковых методов изучения геофизических процессов (203) ИФЗ РАН*  
(Устный доклад)

Исследуемая территория включает Балтийский щит с прилегающими территориями Восточно-Европейской платформы северо-запада России и восточной Финляндии. Балтийский щит – одна из древнейших геологических структур.

Задача исследований заключалась в выявлении современных движений и деформаций земной коры по данным спутниковых измерений в разных системах отсчета и временных интервалах, а также в сопоставлении современных скоростей деформационного поля с распределением выделившейся сейсмической энергии в пределах рассматриваемого региона.

Результаты выполненных исследований с использованием спутниковых технологий и анализа сейсмичности позволяют дать оценку современной тектонической активности Фенноскандии:

- Продолжается сводообразное поднятие щита со скоростью до 9 мм/год, которое в пределах российской части достигает 4 мм/год, плавно переходящее в опускание до -3 мм/год на юге и юго-востоке. Сравнение скоростей, определенных классическим и спутниковым методами, показывает их сопоставимость.

- Горизонтальные смещения пунктов GPS на исследуемой территории, имеющие северо-восточное направление со средней скоростью от 21.6 мм/год на севере до 26.3 мм/год на юге, отражают характер движения Евразии по модели ITRF 2008; местные внутри плитовые горизонтальные перемещения происходят со скоростью от 0.1 мм/год на северо-западе до 7.6 мм/год на юго-востоке.

- Используемая методика анализа деформирования земной коры выявила наличие зон удлинения, присущее в основном сводовому поднятию и зон укорочения на востоке и юго-востоке территории, обнаружены области с аномальными скоростями деформаций в пределах укорочения до  $-5,7 \cdot 10^{-8}$  в год и удлинения до  $4,7 \cdot 10^{-8}$  в год.

- Проявления сейсмичности в пределах рассматриваемой области достаточно неоднородно, основные сейсмогенерирующие структуры ориентированны в пространстве с юго-запада на северо-восток. Удельная энергия землетрясений составляет  $1 \cdot 10^6$  Дж на  $16000 \text{ км}^2$  в год.

- Активизация местной сейсмичности наблюдаемая в районе, севернее Онежского озера совпадает с зоной аномальных деформаций.

*Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант 13-05-90453Укр\_ф\_а)*

### **Список литературы:**

1. Прилетин М.Т., Мишин А.В., Кабан М.К., Баранова С.М. GPS изучение геодинамики Балтийского щита // Физика Земли. (2002) № 9. С. 49-58.
2. Галаганов О.Н., Горшков В.Л., Гусева Т.В., Кузнецов Ю.И., Розенберг Н.К., Передерин В.П., Щербакова Н.В. Парадокс отличий в вертикальных движениях по данным определений разными методами // Геодезия, картография і аерофотознімання. (2009) Выпуск 71. ISSN 0130-1039. с. 241-248.



## СТРОЕНИЕ ОСНИЦКО-МИКАШЕВИЧСКОГО ВУЛКАНОПЛУТОНИЧЕСКОГО ПОЯСА В ПРЕДЕЛАХ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

**Кухарик Евгений Александрович**

*студент, Геолого-географический факультет ГГУ им. Ф. Скорины  
(Стеновый доклад)*

Осницко-Микашевичский вулканоплутонический пояс занимает практически всю территорию Припятского Полесья, лишь на крайнем юго-западе его располагается Центрально-Белорусская структурная зона. Он является наиболее молодой тектонической структурой в кристаллическом фундаменте Русской плиты. Начало его формирования связано с возникновением в раннем протерозое (2.1-2.0 млрд. лет назад) системы глубинных разломов северо-восточного направления и изменением структурного облика кристаллического фундамента. Область его распространения характеризуется преимущественным развитием различных по происхождению и составу плутонических и вулканических пород, сформированных в раннем протерозое [1].

Среди пород магматического происхождения преобладают гранитоиды осницкого и микашевичского комплексов, образующие крупные плутоны автохтонного типа, содержащие ксенолиты и останцы метадиабазов и метагабброидов. Меньшее распространение имеют интрузивные гранитоиды, состоящие из кварцевых сиенитов, биотитовых и лейкократовых гранитов кварц-сиенит-гранитной и риолит-алаяскитовой формаций. Породы вулканического происхождения имеют преимущественно кислый и умеренно кислый состав и сравнительно небольшое распространение, как и осадочные породы и различные субвулканические образования [2].

Изогипсы поверхности залегания кристаллического фундамента в пределах Припятского Полесья изменяются в пределах значений от -0.3 км до -1.0 км. Общая мощность земной коры в пределах исследуемой территории составляет 46-50 км; мощность литосферы – 120-180 км. Характерной особенностью глубинного строения Осницко-Микашевичского вулканоплутонического пояса является повышенная мощность базальтового слоя земной коры, которая достигает значений 20-27 км. Зона наибольшей его мощности характеризуется проявлением раннепротерозойского магматизма и вендского траппового вулканизма. Это связывают с поступлением основных магм из глубинных мантийных очагов. Граничные глубинные разломы прослеживаются ниже поверхности Мохо. Помимо них присутствует еще ряд параллельных им глубинных разломов, по которым происходит смещение поверхности Мохо. Внутреннее строение пояса осложняется множеством разрывных нарушений сбросово-сдвигового характера.

По данным сейсмогравитационного моделирования, проведенного для разреза земной коры в пределах Осницко-Микашевичского вулканоплутонического пояса, получены следующие значения плотностей (в г/см<sup>3</sup>): 0-10 км – 2.65, 10-17 км – 2.75, 17-47 км – 2.80. Плотность вещества непосредственно под границей Мохо – около 3.30 г/см<sup>3</sup> [3].

### **Список литературы:**

1. Аксаментова Н.В. Магматизм и палеогеодинамика раннепротерозойского Осницко-Микашевичского вулканоплутонического пояса. Мн.: ИГН НАН Беларуси, 2002.- 175 с.
2. Геология Беларуси / под ред. А.С. Махнача, Р.Г. Гарецкого, А.В. Матвеева и др. Мн.: ИГН НАН Беларуси, 2001.- 815 с.
3. Гарецкий Р.Г., Каратаев Г.И. Тектоногеодинамическая модель сочленения Фенноскандинавского и Сарматского сегментов Восточно-Европейской платформы // Геология и геофизика (2011) Т. 52. №10. с.1557-1566.

## ОСОБЕННОСТИ ФОРШОКОВЫХ И АФТЕРШОКОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

**Лавров Иван Павлович**

*м.н.с., Лаборатория динамики геофизических волновых полей (ОБ-2) ГО «Борок» ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

В афтершоковых последовательностях сильных землетрясений наблюдается группирование афтершоков с характерным квазипериодом примерно 3 часа. Эта особенность связана с кумулятивным действием на очаговую зону сходящихся поверхностных волн, совершивших оборот вокруг земного шара (кругосветное сейсмическое эхо), и играющих роль триггера для афтершоков [1]. Дальнейший статистический анализ последовательностей афтершоков показал [2], что существует зависимость квазипериода группирования от магнитуды главного удара. По данным каталога землетрясений USGS/NEIC обнаружено уменьшение квазипериода группирования сильных афтершоков с ростом магнитуды главного удара.

В [3] рассмотрена активизация форшоков за примерно 3 часа до главного удара (квазипериод группирования) и выдвинута гипотеза о том, что кругосветное сейсмическое эхо от сильных форшоков может быть триггером главных ударов в результате кумулятивного воздействия на очаговую зону сходящихся поверхностных волн. При последующем анализе форшоковых последовательностей показано, что время между активизацией форшоков и главным ударом уменьшается при увеличении магнитуды главного удара. Также обнаружено понижение частоты флуктуаций форшоковой активности на заключительных этапах подготовки главных ударов.

### **Список литературы:**

1. Гульельми А.В., Зотов О.Д., Завьялов А.Д. Динамика афтершоков Суматра-Андаманского землетрясения // Физика Земли (2014) № 1. с. 66–74.
2. Гульельми А.В., Завьялов А.Д., Зотов О.Д., Лавров И. П. Зависимость потока афтершоков от магнитуды главного удара // Физика Земли, 2016 (в печати).
3. Гульельми А.В., Собисевич Л.Е., Собисевич А.Л., Лавров И.П. О форшоках сильных землетрясений // Физика Земли (2014) № 4. с. 1–7.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРМО-ТРИАСОВОГО ИНТРУЗИВНОГО МАГМАТИЗМА АНГАРО-ТАСЕЕВСКОЙ ВПАДИНЫ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ТУНГУССКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

*Мирсаянова Элина Марселевна*<sup>1</sup>, *Латышев Антон Валерьевич*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Студент, Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова*

<sup>2</sup> *н.с. Лаборатория археомагнетизма и эволюции геомагнитного поля (106) ИФЗ РАН, доцент кафедры региональной геологии и истории Земли, Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова*

*(Устный доклад)*

В работе проводится сравнение пермо-триасового интрузивного магматизма Ангаро-Тасеевской впадины и центральной части Тунгусской синеклизы (Сибирская платформа), а также оценка продолжительности и интенсивности траппового магматизма.

Выполненные палеомагнитные исследования позволили установить, что формирование трапповых интрузивных комплексов долины р. Нижней Тунгуски происходило в течение не менее чем одного интервала прямой и одного интервала обратной полярности. Большая часть прямо намагниченных интрузивов центральной части Тунгусской синеклизы, по-видимому, комагматичны базальтовым лавам кочечумской свиты.

Средний полюс по интрузивам Тунгусской синеклизы близок к палеомагнитному полюсу НМК, рассчитанному по наиболее мощным трапповым разрезам Сибирской платформы, а их доверительные интервалы перекрываются. Это указывает на усреднение вековых вариаций геомагнитного поля при формировании рассмотренных интрузий.

Особенности магматической активности Ангаро-Тасеевской впадины ранее обсуждались в работе [1]. Выполненный нами анализ показал, что один из наиболее мощных эпизодов магматизма впадины происходил синхронно с основной фазой вулканической активности на севере Сибирской платформы в раннем триасе. В целом центральная часть Тунгусской синеклизы характеризуется менее интенсивным интрузивным магматизмом по сравнению с периферией Сибирской трапповой провинции.

*Исследования выполнены при поддержке гранта Правительства Российской Федерации № 14.Z50.31.0017 и гранта РФФИ № 16-35-60114.*

### **Список литературы:**

1. *Латышев А.В., Веселовский Р.В., Иванов А.В., Фетисова А.М., Павлов В.Э.* Свидетельства кратких интенсивных пиков магматической активности на юге Сибирской платформы (Ангаро-Тасеевская впадина) на основании результатов палеомагнитных исследований// *Физика Земли* (2013) №6. с. 77-90.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ МОРСКИХ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

**Михайлов Павел Сергеевич**

*н.с., Лаборатория гравинерциальных измерений (601) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

Работа по оценке возможностей применения модельного поля силы тяжести, полученного с использованием спутниковых методов, при решении задач подспутниковых (в том числе - морских) гравиметрических исследований ведется в Институте физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН уже много лет.

На начальном этапе коллективом лаборатории гравинерциальных исследований выполнялось принципиальное сравнение значений аномалий в свободном воздухе с данными, полученными из прямых морских измерений на длинных профилях и на относительно небольших площадях [1,2]. Позже нами была выполнена оценка использования модели гравитационного поля Земли EGM 2008 для определения и коррекции скорости смещения нуль-пункта и уравнивания съемочного полигона [3]. Эта модель также использовалась при морских измерениях, выполненных в 2015-2016 гг.

В докладе представлены результаты определения скорости смещения нуль-пункта гравиметра на полигонах разной конфигурации. В качестве средств определения были использовались стандартные опорные измерения в порту стоянки судна, совокупность невязок на пересечениях съемочных галсов и сравнение измерений с модельным полем. Рассмотрены условия, при которых определение смещения нуля с использованием разных методов возможно с равновысокой точностью и проанализировать факторы, имеющие влияние на тот или иной метод.

Основной целью настоящей работы является изучение дополнительных способов оценки смещения нуля при морских гравиметрических измерениях и его коррекция. Любой источник информации, позволяющий оперативно оценить морские измерения, крайне важен для исполнителя работ. Данная работа – это еще один шаг в изучении возможностей спутниковой альтиметрии для получения информации о гравитационном поле Земли и ее практического применения.

*Исследования выполнены при частичной поддержке РФФИ (грант №16-35-00434 мол\_a)*

### **Список литературы:**

1. Железняк Л.К., Конешов В.Н. Оценка погрешностей данных спутниковой альтиметрии по сравнению с гравиметрическими материалами // Физика Земли (1995) № 1. с. 78–81.
2. Дробышев Н.В., Железняк Л.К., Клевецов В.В., Конешов В.Н. Соловьев В.Н. Методы и проблемы изучения гравитационного поля Мирового океана // Геофизические исследования (2006) вып. 1. с. 32–52.
3. Железняк Л.К., Конешов В.Н., Михайлов П.С., Соловьев В.Н. Использование модели гравитационного поля Земли при измерениях силы тяжести на море // Физика Земли (1995) № 1. с. 78–81.

АНАЛИЗ ДАННЫХ СЕЙСМОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ F-NET  
В ДИАПАЗОНЕ СВЕРХНИЗКИХ ЧАСТОТ:  
ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЛИВНОГО ОТКЛИКА И УПРУГИХ МОДУЛЕЙ  
В ОКРЕСТНОСТЯХ ОЧАГА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ ТОХОКУ ( $M_w=9$ ) С 2005 ПО 2015 гг.

**Молоденский Михаил Сергеевич**

*н.с., Лаборатория спутниковых методов изучения геофизических процессов (203) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

Идея о прогнозировании землетрясений при помощи непрерывного мониторинга временных изменений приливного отклика была впервые предложена Е. Нишимурой в 1950 г. Реализовать же эту идею стало возможным только после появления глобальных сейсмических сетей GSN и F-net. В данной работе предлагается новый метод определения временных изменений приливного отклика среды в сейсмически активных областях по данным этих сетей. Показано, что предлагаемый метод позволяет увеличить чувствительность и временное разрешение стандартных методов скользящего спектрального анализа. Анализ данных с горизонтальных маятников, регистрирующих наклоны в северном направлении, показал медленный рост приливных наклонов в течение шести лет до землетрясения, который сменился мгновенным спадом амплитуд в момент землетрясения. После этого в течение четырех последующих лет приливные амплитуды оставались на уровне значительно меньшем их среднего уровня до землетрясения. Изменения приливных амплитуд свидетельствуют о нелинейном характере приливного отклика среды при наличии больших тектонических напряжений: накопление напряжений сводилось к увеличению приливных амплитуд, а их сброс – к уменьшению.

**Список литературы:**

1. Молоденский М.С., Бегитова Т.А. Временные изменения напряжений в очаговой зоне Японского землетрясения 11.03.2011 ( $M_w=9$ ) по данным о приливном отклике // Физика Земли (2016). № 2. с. 1-9.
2. Молоденский М.С., Бегитова Т.А., Молоденский Д.С. Об устойчивости решения задачи определения временных изменений приливного отклика среды в окрестностях очагов сильнейших землетрясений // Физика Земли (2016), в печати.
3. Молоденский М.С., Загоскин А.Л., Бегитова Т.А., Молоденский Д.С. Накопление тектонических напряжений в области Курило-Камчатской островодужной системы. // Физика Земли (2016), в печати.
4. Molodenskiy M.S. Time variations in tidal responses of a medium before the Great Japanese Earthquake. The 26th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics, IUGG, 2015. p. 1019.

# ВОЗРАСТЫ ДЕТРИТОВЫХ ЦИРКОНОВ В ПОЗДНЕДОКЕМБРИЙСКИХ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩАХ ЮГО-ЗАПАДНОГО ФЛАНГА СИБИРСКОГО КРАТОНА И ИХ ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

**Мотова Зинаида Леонидовна**  
*м.н.с., Институт земной коры СО РАН*  
**(Устный доклад)**

В пределах Присяянского краевого выступа фундамента Сибирского кратона терригенные образования позднего докембрия представлены отложениями карагасской и оселковой серий. Породы карагасской серии залегают на раннедокембрийском основании кратона. Отложения оселковой серии с эрозионным контактом перекрывают породы карагасской серии. В составе карагасской серии выделяются (снизу вверх) шангулежская, тагульская и ипситская свиты; оселковая серия подразделяется на марнинскую, удинскую и айсинскую свиты. В отложениях карагасской и оселковой серий локализовано урановое, баритовое, фосфоритовое, а также железо-марганцевое оруденение и рудопроявление медистых песчаников. Детритовые цирконы были отобраны из кварцевых и аркозовых песчаников всех трех свит карагасской серии, а также из кварцевых песчаников верхней и нижней частей удинской свиты оселковой серии. Изотопные исследования проводились методом LA-ICP-MS в Университете наук о Земле Пекина (Китай), а также в корпорации «Apatite to Zircon, Inc.» (США). Архейские (2517, 2707, 2711, 2770, 2852, 2880, 2948, 3179, 3447, 3512 млн лет) и палеопротерозойские (1730, 1750, 1880, 1980, 2005, 2100 млн лет) возрастные спектры, полученные по детритовым цирконам из терригенных пород карагасской серии, а также из отложений нижней части удинской свиты оселковой серии, соответствуют оценкам возраста пород фундамента Сибирского кратона [1] и указывают на него, как единственный источник обломочного материала в бассейн их накопления. Появление неопротерозойских детритовых цирконов (611, 655, 780, 938 млн лет) в отложениях верхней части удинской свиты оселковой серии отражает привнос «несибирского» обломочного материала и свидетельствует о наличии дополнительного источника сноса во время накопления этих отложений, что кардинально отличает их от нижележащих стратоподразделений. Полученные результаты позволяют предположить, что породы карагасской серии и нижней части оселковой серии образовались в пределах пассивной окраины, когда обломочный материал поступал только с Сибирского кратона. Накопление осадочных толщ верхней части удинской свиты, по всей видимости, происходило в пределах бассейна форланда при поступлении обломочного материала как с Сибирского кратона, так и с аккретировавших к нему в венде террейнов Центрально-Азиатского подвижного пояса [2].

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект РНФ № 16-17-10180).*

## **Список литературы:**

1. Rojas-Agramonte Y., Kröner A., Demoux A., Xia X., Wang W., Donskaya T., Liu D., Sun M. Detrital and xenocrystic zircon ages from Neoproterozoic to Palaeozoic arc terranes of Mongolia: Significance for the origin of crustal fragments in the Central Asian Orogenic Belt // *Gondwana Research* (2011) Vol. 19. № 3. P. 751-763.
2. Ножкин А.Д., Туркина О.М., Советов Ю.К., Травин А.В. Вендское аккреционно-коллизионное событие на юго-западной окраине Сибирского кратона // *Доклады Академии наук* (2007) Т. 415. №6. С. 782-787.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭПИПЛАТФОРМЕННОГО ОРОГЕНЕЗА МЕТОДАМИ АНАЛИТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Мягков Дмитрий Сергеевич*

*м.н.с., Лаборатория фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики (204) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

Рассматривается проблема определения механизмов формирования эпиплатформенных орогенов. Ее актуальность обусловлена тем, что на текущий момент существующие геодинамические модели формирования эпиплатформенных орогенов не дают объяснения всех наблюдаемых особенностей состояния данных структур, в первую очередь – структуры их напряжённого состояния, получаемой методами тектонофизики [1]. Существует несколько вариантов объяснения структуры и причин формирования внутриконтинентальных эпиплатформенных орогенов: 1) деформация литосферы под воздействием общего горизонтального сжатия плиты [2,3]; 2) результат влияния на подошву литосферы астеносферной термогравитационной конвекции [4,5]; 3) внутрикоровая гравитационная неустойчивость земной коры, возникающая из-за протекания в ней метаморфических и геохимических процессов, инициированных тепловой энергией мантии [6,7].

В данной работе рассматриваются механизмы первых двух типов. Для изучения особенностей формирующегося за счёт их действия напряжённо-деформированного состояния (НДС) литосферы используется методика аналитического моделирования. Рассчитываются основные функции НДС системы – скорости движения вещества, максимальные касательные напряжения (и прочие атрибуты напряжённого состояния), ориентация главных осей тензора напряжений в моделях. Последние являются важнейшим параметром НДС системы, т.к. по ним может проводиться непосредственное сравнение с данными тектонофизических реконструкций напряжённого состояния эпиплатформенных орогенов.

В рамках данного исследования основной упор делается на изучение структуры эволюции НДС системы в целом. Показано, как действие стационарных возмущений (например, влияние астеносферной конвекции на литосферу) приводит к формированию существенно нестационарных процессов в моделях. Также рассматриваются дополнительные факторы, оказывающие влияние на данные процессы (в первую очередь – денудационно-аккумулятивные процессы на поверхности геологической среды), и некоторые их геофизические проявления. Формирующиеся термические поля в моделях рассчитываются методами численного моделирования, рассматриваются проявления гравитационные проявления данных процессов. Также отдельно исследуется вопрос о возможности и близости системы к состоянию изостазии.

## **Список литературы:**

1. *Ребецкий Ю.Л.* Об особенностях напряженного состояния коры внутриконтинентальных орогенов // Геодинамика и тектонофизика (2015) Т. 6. Вып. 4. С. 437–466.
2. *Лобковский Л.И.* Двухъярусная концепция тектоники плит: геологические, геофизические и геодинамические следствия // в кн.: Геологическая история СССР и тектоника плит. М.: Наука, 1989. -с. 121–134.
3. *Лобковский Л.И., Никишин А.М., Хаин В.Е.* Современные проблемы геотектоники и геодинамики. М.: Научный Мир, 2004.- 612 с.
4. *Mikhailov V.O., Timoshkina E. P., Polono R.* Foredeep basin: the main features and model of formation // Tectonophysics (1999). V. 307. pp. 345–359.
5. *Тимошкина Е.П., Леонов Ю.Г., Михайлов В.О.* Формирование системы горное сооружение — предгорный прогиб: геодинамическая модель и ее сопоставление с данными по северному Предкавказью // Геотектоника (2010) № 5. с. 3–21.
6. *Ребецкий Ю.Л.* Влияние упругой сжимаемости мантии на термогравитационную конвекцию. Конвективная неустойчивость гравитационного напряженного состояния // Доклады Академии наук (2011) Т. 440. № 2. с. 250–255.
7. *Ребецкий Ю.Л.* О неустойчивости слоистых сред в условиях гравитационного напряженного состояния // Геология и геофизика (2014) Т. 55. № 9. pp. 1446–1454

## ПРИНЦИПЫ ПОДГОТОВКИ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ НА УСТРОЙСТВЕ СО СФЕРИЧЕСКИМ ЭКРАНОМ

**Никифоров Олег Вячеславович**

*с.н.с. ГЦ РАН; инж. Лаборатория геоинформатики (501) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

Сферическая визуализация как технология, а также специальная сферическая визуализация геомагнитных данных и сейсмических событий является перспективным направлением демонстрации результатов исследований, а устройства визуализации на сферическом экране в будущем могут стать удобным и полезным инструментом при проведении аналитических и исследовательских научных работ.

За время работы по направлению создания устройства со сферическим экраном, изучено множество устройств сферической визуализации, сформирована инженерная база для создания собственного устройства, уже разработаны и тестируются несколько типов сферических экранов, разработан и произведен корпус, крепление для зеркально-линзовой системы. Применены методы и материалы, ранее не использовавшиеся при создании такого рода устройств, которые обеспечивают удешевление изготовления при сохранении или повышении технических характеристик.

Также была разработано программное обеспечение визуализации данных для сферических экранов Орбус (ORBUS) [1], которая позволяет обеспечивать интерактивную визуализацию данных как на обычном плоском, так и на сферическом экране.

Важнейшей задачей для визуализации на сферическом экране является подготовка и формирование исходной информации.

### **Список литературы:**

1. Рыбкина А.И., Бобков А.Е., Никифоров О.В., Пятыгина О.О. Программно-аппаратный комплекс для визуализации геофизических данных на сферическом экране // Научная визуализация (2015) Т.7. №2. с. 38-49. <http://sv-journal.org>

## ТРИГГЕР «БЕСТРИГГЕРНЫХ» СУББУРЬ

**Носикова Наталья Сергеевна**

*вед.инж., Лаборатория физики околоземного пространства (402) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

Несмотря на то, что авроральные суббури изучаются уже более 70 лет, до сих пор остаются открытыми вопросы: что является триггером суббури и какие процессы в хвосте магнитосферы предшествуют развитию суббури. В работе показано, что существуют бестриггерные суббури, которые развиваются при значениях параметров межпланетной среды (межпланетное магнитное поле, скорость и давление солнечного ветра), характерных для магнитоспокойных дней. Проанализированы статистические параметры вариаций магнитного поля Земли на широтах полярной шапки, предшествующие суббурям (предвестник суббури) и выявлены характерные изменения спектрального состава УНЧ колебаний за 2-3 часа до начала суббури. Выявлено повышение амплитуды колебаний магнитного поля диапазона первых миллигерц в межпланетной среде и в геомагнитном хвосте за 10-15 часов до начала «бестриггерной суббури», что подтверждает важность для развития авроральной суббури волнового канала передачи энергии из солнечного ветра в магнитосферу.



О СВЯЗИ ИЗЛУЧЁННОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И МОДУЛЯ  
КОСЕЙСМИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ДЕФОРМАЦИИ С КОСЕЙСМИЧЕСКИМ  
ОТКЛИКОМ ИОНОСФЕРЫ НА ПОДВОДНЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ С  $M_w > 8.1$   
ПО ДАННЫМ GPS

**Ольшанская Екатерина Вячеславовна**

*н.с. Лаборатория тектоно-электромагнитных взаимодействий (401) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

По GPS-данным ближней зоны ( $\leq 500$  км от эпицентра сейсмического события) о полном электронном содержании ионосферы, проанализирован самый ранний (в первые 8-12 минут) косейсмический ионосферный отклик в виде ударной волны на крупнейшие ( $M_w > 8.1$ ) цунамигенные землетрясения последних лет. Учитывая процессы нелинейного преобразования формы акустического импульса, возникающего над очагом сильного землетрясения, на пути его распространения в ионосферу и используя приближенное решение задачи об эволюции сферического акустического импульса с учетом слабой нелинейности и неоднородности атмосферы [1], получена оценка излученной сейсмической энергии источника по измеренной длительности действия фазы сжатия N-волны исследуемого косейсмического отклика ионосферы.

Для ряда рассмотренных подводных землетрясений построены регрессии средней длительности положительной фазы N-волны от излученной сейсмической энергии и максимума модуля косейсмической поверхностной деформации. Векторное поле косейсмической поверхностной деформации вычислялось с помощью программы Окада [2], разработанной Y.Okada на основе аналитических выражений смещений и напряжений в однородном упругом изотропном полупространстве при однородной подвижке по заглубленному разрыву прямоугольной формы.

Согласно построенным регрессиям с увеличением значения излученной сейсмической энергии/максимума модуля косейсмической поверхностной деформации средняя длительность фазы сжатия ударной волны уменьшается. Точность построенной регрессии позволяет в будущем рассмотреть обратную задачу об оценке излученной сейсмической энергии источника по известному значению длительности положительной фазы N-волны. Данная информация может выступать дополнительным параметром в системе раннего предупреждения цунами.

**Список литературы:**

1. Павлов В.А. Акустический импульс над эпицентром землетрясения // Геомагнетизм и аэрономия (1986) Т. 26. № 5. с. 807–815.
2. Okada Y. Surface deformation due to shear and tensile faults in a half-space // Bull. Seism. Soc. Am. (1985). 75(4). pp. 1135-1154.

## ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ НА СЛУЖБЕ У НЕФТЕГАЗОВОЙ ИНДУСТРИИ: ОРИЕНТИРОВАНИЕ КЕРНА

**Паверман Владислав Игоревич**

*вед.инж., Лаборатория археомagnetизма и эволюции геомагнитного поля (106) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

В ряде задач нефтедобывающей промышленности требуется ориентировать по сторонам света извлекаемый из скважин керн. Петрофизические данные, собранные в результате исследования керна, тщательно ориентированного в пространстве, являются крайне важными для оценок параметров анизотропии фильтрационно-ёмкостных свойств (ФЕС) в породах-коллекторах. Изучение ориентированного керна позволяет выполнить анализ систем естественных трещин (в частности, найти систему трещин, параллельных направлению напряжению в земной коре – именно они остаются открытыми при снижении забойного давления во время эксплуатации скважины); определить направления анизотропии ФЕС резервуара с учетом установленных трендов трещинных систем; рассчитать максимальные горизонтальные напряжения в земной коре; предсказать ориентацию гидравлических трещин, создаваемых для стимуляции резервуара; определить древние направления сноса; планировать оптимальные траектории наклонных и горизонтальных скважин; проводить палеомагнитную корреляцию разрезов.

Известные механические способы ориентации керна обладают существенными недостатками: дороговизной, обусловленной необходимостью использования сложного внутрискважинного оборудования; большой величиной погрешности измерений ( $\pm 20^\circ$ ); повышенного риска разрушения скважины при разметке керна.

Ориентирование керна с помощью палеомагнитных методов является современной, отлично отлаженной технологией, с успехом применяющейся во многих точках земного шара и в разнообразных геологических условиях. Данный геофизический метод обладает многочисленными преимуществами перед стандартными – механическими:

- вся разметка производится вне скважины, следовательно, отсутствует риск её разрушения;
- нет необходимости использовать дорогостоящее внутрискважинное оборудование;
- метод позволяет ориентировать старые керны, десятилетиями пролежавшие в хранилищах;
- позволяет достигнуть повышенной точности ориентировки:  $\pm 7^\circ$  и меньше (против  $\pm 20^\circ$ , достигаемых механическими методами)

Ориентирование керна достигается следующим образом: из керна вырезают образцы, проводят поэтапное размагничивание образцов керна, определяют после каждого этапа размагничивания модуль и направление вектора естественной остаточной намагниченности, после чего находят их геометрическую разность, определяют направление современной компоненты намагниченности, по которой ориентируют керн.

*Исследования выполнены при поддержке гранта Правительства Российской Федерации № 14.Z50.31.0017.*

РАННЕКАМЕННОУГОЛЬНАЯ РЕКА «ПАЛЕОАНГАРА»: НОВЫЕ  
ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ДЕТРИТНЫМ ЦИРКОНОМ ТОЧЕРСКОЙ  
(ЦАСП), БАЛТУРИНСКОЙ (ЮЗ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ)  
И ЭМЯКСИНСКОЙ (Р. ВИЛЮЙ) СВИТ.

*Паверман Владислав Игоревич (вед.инж.)<sup>1</sup>, Шацилло А.В. (с.н.с.)<sup>1</sup>, Хуриган Джереми<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Лаборатория археомагнетизма и эволюции геомагнитного поля (106) ИФЗ РАН*

<sup>2</sup> *(University of California, Santa Cruz)*

*(Устный доклад)*

В работе [1] была предложена идея о древней трансконтинентальной реке Палео-Лене, протекавшей через Сибирский континент в течение двух сотен миллионов лет - с позднего карбона по среднюю юру. Эта идея базировалась на результатах датирования детритных цирконов из осадочного разреза Верхоянья: источниками цирконов, по всей видимости, являлись забайкальский Ангаро-Витимский батолит, интрузии Алтае-Саянского региона, протерозойские гранитоиды северного Забайкалья и Восточно-Саянский хребет.

В настоящей работе проверяется гипотеза о том, что данная (или подобная ей) река существовала и ранее - в начале каменноугольного периода. Для тестирования гипотезы мы выбрали три объекта, один из которых относится к предполагаемым источникам сноса в пределах Центрально-Азиатского складчатого пояса (ЦАСП), второй расположен на присаянской окраине Сибирской платформы и, с нашей точки зрения, характеризует палеозойские алтае-саянские источники сноса, а третий расположен в пределах виллюйского палеобассейна на территории платформы - то есть в конечной точке предполагаемого течения палеореки.

Нами были выполнены измерения изотопных U-Pb возрастов детритных цирконов из эмяксинской (р. Виллюй), точерской (р. Ципа, ЦАСП) и балтуринской (р. Чуна, Присаянье) свит. Исследования проводились на масс спектрометре с индуктивно связанной плазмой и лазерной абляции в лаборатории Университета Калифорнии в Санта Крузе (США). Методика исследований аналогична описанной в [Powerman et al., 2013].

***Краткие выводы:***

- В раннем карбоне транс-сибирская река («Палео-Лена» или «Палео-Виллюй») поставляла цирконы в виллюйский бассейн.
- Возможными источниками являлись Забайкалье и юго-запад Сибирской платформы.
- Алтае-Саянская складчатая область была отделена от платформы еще одной крупной рекой, которую мы предлагаем назвать «Палео-Ангарой».
- Начиная с триаса, «Палео-Ангара» прекратила существование, и Алтае-Саянская складчатая область стала источником детритных цирконов.

*Исследования выполнены при поддержке гранта Правительства Российской Федерации № 14.Z50.31.0017.*

***Список литературы:***

1. Prokopiev, A.V., Toro, J., Miller, E.L., and Gehrels, G.E., 2008, The paleo-Lena River—200 m.y. of transcontinental zircon transport in Siberia: *Geology*, v. 36, p. 699–702, doi: 10.1130/G24924A.1
2. Powerman, V.I., Shatsillo, A.V., Chumakov, N.M., Kapitonov, I.N., and Hourigan, J.K., 2015, Interaction between the Central Asian Orogenic Belt (CAOB) and the Siberian craton as recorded by detrital zircon suites from Transbaikalia: *Precambrian Research*, v. 267, p. 39–71.

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ НЕОПРОТЕРОЗОЯ  
СЕВЕРО-ВОСТОКА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

*Пасенко Александр Михайлович*

*аспирант, Лаборатория главного магнитного поля и петромагнетизма (105) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

За последние десятилетия для разновозрастных пород Сибирского кратона получено заметное число палеомагнитных определений, более или менее удовлетворяющих современным критериям надежности [1-4]. Однако, для всего неопротерозоя имеются только единичные определения, при этом для большей его части такие данные вообще отсутствуют. Это заметно осложняет решение важных задач геологии, геофизики, геодинамики, палеогеографии позднего докембрия, например, таких как разработка концепций суперконтинентов (в частности, тестирование различных гипотез конфигурации и распада Родинии) [5], объяснение феноменов глобальных оледенений [6], тестирование гипотез истинных смещений полюса, построение глобальных палеотектонических и палеогеографических реконструкций [7,8] и проч.

На данный момент существуют факты обнаружения ледниковых отложений на территориях, которые во время образования данных отложений располагались в низких, или в экваториальных, широтах [6]. Однако, низкая широта образования ледниковых отложений установлена лишь на основании небольшого числа палеомагнитных данных. На данный момент, палеомагнитный метод является одним из немногих, позволяющих построить палеогеографические реконструкции для неопротерозоя-кембрия. Сравнение подобных палеогеографических реконструкций с палеоклиматическими позволит протестировать гипотезу SnowBall Earth.

Использование палеомагнитного метода для построения широтных реконструкций имеет некоторые ограничения. Так, методики построения реконструкций основаны на утверждении о дипольности магнитного поля Земли в исследуемом временном интервале. Однако, конфигурация магнитного поля в неопротерозое может значительно отличаться от современной, что ведет к пересмотру всех накопленных палеомагнитных данных. Продвинуться к решению проблемы SnowBall Earth поможет получение новой палеомагнитной информации.

Основной целью планируемого исследования является получение новых качественных палеомагнитных данных по сибирским неопротерозойским объектам, имеющим точную временную привязку. Выполненный нами анализ имеющейся геологической и палеомагнитной информации показал, что такими объектами могут быть позднедокембрийские породы, обнажающиеся в пределах Уджинского, Оленекского и Хараулахского поднятий.

**Список литературы:**

1. *Gallet Y., Pavlov V.E., Semikhatov M.A., Petrov P.Ju.* Late Mesoproterozoic magnetostratigraphic results from Siberia: Paleogeographic implications and magnetic field behavior. //Journal of Geophysical Research (2000) V.105. №B7. pp.16,481-16,499
2. *Shatsillo A.V., Didenko A.N., Pavlov V.E.* Paleomagnetism of Vendian Deposits of the Southwestern Siberian Platform // Rus. J. Earth Sci (2006) V. 8.
3. *Veselovskiy R.V., Konstantinov K.M., Latyshev A.V. Fetisova A.M.* Paleomagnetism of the Trap Intrusive Bodies in Arctic Siberia: Geological and Methodical Implications // Izvestiya, Physics of the Solid Earth (2012) V. 48. № 9–10. pp. 738–750.
4. *Павлов В.Э., Шацилло А.В., Петров П.Ю.* Палеомагнетизм верхнерифейских отложений Туруханского и Оленекского поднятий и Удинского Присяянья и дрейф Сибирской платформы в неопротерозое // Физика Земли (2015) № 5. с. 107–139
5. *Pisarevsky S.A., Natapov L.M., Donskaya T.V., Gladkochub D.P., Vernikovskiy V.A.* Proterozoic Siberia: a promontory of Rodinia // Precambrian Research (2008) V. 160. pp. 66–76.
6. *Чумаков Н.М.* Оледенения Земли. История, стратиграфическое значение и роль в биосфере. М.:ГЕОС, 2015. – 160 с.
7. *Метелкин Д.В., Верниковский В.А.* Сдвиговая тектоника в истории Сибирской континентальной плиты и связь с процессами роста и деформации коры Центральной Азии по палеомагнитным данным // Материалы XLIII Тектонического совещания “Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя” N.2. М: ГЕОС, 2010. с.51-55/
8. *Метелкин Д.В., Константинов К.М., Казанский А.Ю., Гладкочуб Д.П., Мазукабзов А.М., Донская Т.В., Станевич А.М., Постников А.А., Юлдашев А.А.* Палеомагнетизм неопротерозойских комплексов юга Сибирского кратона // Эволюция южной части Сибирского кратона в докембрии (Науч. ред. Е.В.Скляров) Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. - с.309-331.

# ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОЙ РЕГИСТРАЦИИ СИГНАЛОВ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ (ГНСС) С ВЫСОКОЙ ЧАСТОТОЙ ОПРОСА

<sup>1</sup> *Передерин Фёдор Викторович, Погорелов В.В.*  
<sup>1</sup> *н.с., Лаборатория геоинформатики (501) ИФЗ РАН,*  
*(Стендовый доклад)*

Задача регистрации сигналов ГНСС с повышенной частотой дискретизации (10 Гц и более) возникает при необходимости уточнения траектории движения быстро перемещающихся объектов, таких как самолеты-лаборатории (СЛ).

При проведении измерений в течение нескольких дней ввиду относительно небольшой внутренней памяти навигационных приемников возникает необходимость использовать базовые станции (БС), обеспечивающие перемещение записываемой информации с регистрирующего устройства ГНСС на внешние носители, не нарушая при этом измерений графика измерений. До настоящего времени в практике обычно используются временные БС, которые разворачиваются на время проведения исследований в непосредственной близости от изучаемых районов. Для обеспечения гарантий выполнения работ часто выбираются варианты регистрирующих комплектов оборудования, обслуживаемых операторами.

Решение задачи автономного сбора данных было реализовано на основе подхода, ранее разработанного при участии сотрудников ИФЗ РАН и ФБГУ «ИПП» [1]. Регистрация и передача данных осуществляется с помощью специально разработанных утилит [2-4], обеспечивающих не только регистрацию данных, их сохранение на локальном регистраторе и передачу в центр обработки данных, но и оперативный мониторинг функционирования системы сбора [5].

Эксперименты по применению такой системы проводились осенью 2015 года во время при выполнении сотрудниками ИФЗ РАН аэрогравиметрических измерений на трансконтинентальных профилях Архангельск-Петропавловск-Камчатский и обратно. В г. Архангельск было установлено предварительно настроенное оборудование, опробована возможность автономной регистрации измерений и протестирована возможность дистанционного мониторинга работы оборудования (необслуживаемая БС).

Выполненные измерения также позволяют изучить возможность использования данных с более низкой частотой дискретизации (1 Гц), регистрируемых на стационарных наземных станциях (напр., станции СДКМ и ФАГС), в качестве дополнительной корректирующей информации.

*Работа выполнена при частичной поддержке Программы Президиума РАН "Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации", Проект "Аэрогравиметрическая съемка в высоких широтах Арктики".*

## **Список литературы:**

1. *Алешин, И.М., Алпатов, В.В., Васильев, А.Е., Бургучев, С.С., Холодков, К. И., Будников, П.А., Молодцов, Д.А., Корягин, В.Н., Передерин, Ф.В.* Оперативная служба мониторинга ионосферы по данным станций глобальных навигационных спутниковых систем // Геомагнетизм и аэрномия. (2014) № 4. Т. 54. с. 496–502.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014616489 «Программа автоматического разбора и преобразования сообщений приемного оборудования JAVAD» Правообладатель: ИФЗ РАН. Авторы: Алешин И.М., Бургучев С.С., 2014а.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014616491 «Программа оперативного наблюдения и контроля работы регистратора ГНСС», Правообладатель: ИФЗ РАН. Авторы: Алешин И.М., Передерин Ф.В., Холодков К.И., 2014б
4. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620893 «База данных оперативных сообщений сигналов ГНСС приемного оборудования JAVAD», Правообладатель: ИФЗ РАН. Авторы: Алешин И.М., Бургучев С.С., 2014в
5. *Aleshin I.M., Alpatov V.V., Vasiliev A.E., Kholodkov K.I., Burguchev S.S.* Data Handling in GNSS Receiver Network and Ionosphere Monitoring Service Solution. //Engineering and Telecommunication (EnT), 2014 International Conference on, pp. 122-125, 2014. DOI:10.1109/EnT.2014.32

## ТРЕХМЕРНОЕ СТРОЕНИЕ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА ДЖАУ-ТЕПЕ ПО ДАННЫМ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

<sup>1</sup> *Преснов Дмитрий Александрович*, <sup>1</sup> *Жостков Р.А.*, <sup>2</sup> *Белобородов Д.Е.*, <sup>3</sup> *Долов С.М.*, <sup>3</sup> *Дударов З.И.*, <sup>2</sup> *Лиходеев Д.В.*

<sup>1</sup> *Лаборатория фундаментальных проблем экологической геофизики и вулканологии (703) ИФЗ РАН*

<sup>2</sup> *Лаборатория физики землетрясений и неустойчивости горных пород (301) ИФЗ РАН*

<sup>3</sup> *Кабардино-Балкарский государственный университет им. Бербекова, г. Нальчик*

**(Устный доклад)**

Представлены результаты геофизических исследований глубинного строения грязевого вулкана Джау-Тепе (Керченский полуостров) при помощи метода низкочастотного микросейсмического зондирования [1]. Построено 8 геофизических разрезов, пересекающих вулканическую постройку, которые были объединены в единую трехмерную картину, позволяющую наиболее полно проанализировать особенности проявления грязевого вулканизма, а также оценить объем и глубину залегания флюидов. Предлагаются методы и алгоритмы [2], позволяющие автоматизировать обработку экспериментальных данных.

### **Список литературы:**

1. *Горбатилов А.В., Степанова М.Ю., Кораблев Г.Е.* Закономерности формирования микросейсмического поля под влиянием локальных геологических неоднородностей и зондирование среды с помощью микросейсм // *Физика Земли* (2008) №7. с. 66-84.
2. *Жостков Р.А., Преснов Д.А., Собисевич А.Л.* Развитие метода микросейсмического зондирования // *Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле* (2016) №2. Вып. 26. с. 11-19.

# РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДОНА ИЗ АТМОСФЕРНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ В НИЖНЮЮ СВОБОДНУЮ АТМОСФЕРУ

*Прохорчук Александр Андреевич*

*инж.-иссл., Лаборатория геофизического мониторинга (ОБ-3) ГО «Борок» ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

Баланс токов глобальной электрической цепи и вариабельность электрического состояния атмосферного пограничного слоя (АПС) существенным образом зависят от электропроводности нижней атмосферы. Цепочка радиоактивных распадов изотопов радона ( $^{220}\text{Rn}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ) является главным источником ионизации и формирования электропроводности в АПС над континентальной сушей [1, 2].

В работе был смоделирован суточный ход вертикального распространения и объемной активности радона, торона и продуктов их радиоактивного распада. Модель вертикального турбулентного транспорта субстанций высокого разрешения имеет в своей основе лагранжев стохастический метод, использующий статистическое описание атмосферной турбулентности [3]. В представленной модели усовершенствован алгоритм обмена АПС со свободной атмосферой по сравнению с предложенным в [4].

Для определения турбулентного потока радиоактивных субстанций через верхнюю границу расчетного домена ( $z=1400$  м) применена итерационная процедура, реализующая идеализированный суточный ход объемной активности радона при минимизации невязки вертикальных потоков, определенных дифференциальным и интегральным методами. На верхней границе домена выполнено сопряжение результатов расчета согласно лагранжевой стохастической модели и аналитическому решению одномерного уравнения диффузии, примененного к распространению субстанций в свободной атмосфере. Полученные результаты дополняют модель ионизации невозмущенной приземной атмосферы средних широт [5].

## **Список литературы:**

1. *Смирнов В.В.* Ионизация в тропосфере. С.-Пб.: Гидрометеиздат, 1992. – 312 с.
2. *Hoppel W.A., Anderson R.V., Willet J.C.* Atmospheric electricity in the planetary boundary layer. The Earth's electrical environment (Eds. Krider, E.P. and Roble, R.G.) Washington: Natl. Acad. Press. 1986. - pp. 149–165.
3. *Cassiani M., Stohl A., Brioude J.* Lagrangian stochastic modelling of dispersion in the convective boundary layer with skewed turbulence conditions and a vertical density gradient: Formulation and implementation in the FLEXPART model // *Boundary-Layer Meteorol.* (2015). V. 154. pp. 367–390.
4. *Lin J.C., Gerbig C.* How can we satisfy the well-mixed criterion in highly inhomogeneous flows? A practical approach. Lagrangian modeling of the atmosphere (Eds. Lin J., Brunner D., Gerbig C., Stohl A., Luhar A., Webley P.) AGU. Geopress. 2012. pp. 59–69.
5. *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* (2016, в печати).

# ВЫЯВЛЕНИЕ РАЗЛОМНЫХ СТРУКТУР МОДИФИЦИРОВАННЫМ МЕТОДОМ S-АППРОКСИМАЦИЙ ПО СПУТНИКОВЫМ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ ДАННЫМ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

**Раевский Дмитрий Николаевич**

*аспирант, инж. Лаборатория происхождения, внутреннего строения и динамики Земли и планет (102) ИФЗ РАН  
(Стендовый доклад)*

Аппроксимационные подходы при интерпретации геофизических данных широко используются в настоящее время на практике при наличии больших объемов данных. При исследовании больших площадей (более 1000000 км<sup>2</sup>) возникают проблемы с решением больших систем уравнений. Однако в рамках модифицированного метода S-аппроксимаций [1,2] даже при интерпретации данных большого объема возможно построение достоверной аппроксимирующей конструкции, на основе которой проводится дальнейший структурный анализ. Поэтому были поставлены задачи по построению модифицированной S-аппроксимации территорий больших площадей в региональном варианте и вычислению линейных трансформант поля на основе построенной аппроксимационной модели.

Исходные данные взяты из построенной модели глобального аномального гравитационного поля акватории Земли в редукции Фая [3]. Аппроксимационная конструкция строилась для северо-западной части Тихого океана (120<sup>0</sup>-180<sup>0</sup> восточной долготы, 0<sup>0</sup>-55<sup>0</sup> северной широты) с шагом сетки  $h=0.15^0$ , общее число точек  $N=176842$ . Полученные системы линейных алгебраических уравнений решались при помощи регуляризованного трехслойного итерационного метода Чебышева и блочного метода контрастирования [4]. В рамках построенной аппроксимационной модели были вычислены компоненты полного горизонтального градиента (ПГГ) [5]:

$$|\Gamma| = \sqrt{g_x^2 + g_y^2}, \quad \alpha = \arctan\left(\frac{g_y}{g_x}\right)$$

где  $g_x$  – производная поля по восточному направлению,  $g_y$  – производная поля по северному направлению. При помощи совместного анализа карт модуля ПГГ  $|\Gamma|$ , угла направления  $\alpha$  и карты изоаномал были выявлены линейно-вытянутые структуры, по характеру компонент поля похожие на разломные [6].

Работа выполнена с использованием ресурсов суперкомпьютерного комплекса МГУ имени М.В. Ломоносова [7].

## **Список литературы:**

1. Раевский Д.Н., Степанова И.Э. О решении обратных задач гравиметрии с помощью модифицированного метода S-аппроксимаций // Физика Земли (2015) №2. с. 44-54.
2. Раевский Д.Н., Степанова И.Э. Модифицированный метод S-аппроксимаций. Региональный вариант // Физика Земли (2015) №2. с. 55-66.
3. Sandwell D.T., Garcia E., Soofi K., Wessel P., Smith W.H.F. Towards 1 mGal Global Marine Gravity from CryoSat-2, Envisat, and Jason-1 // The Leading Edge (2013) V.32. №8. pp. 892-899. doi: 10.1190/tle32080892.1.
4. Раевский Д.Н., Степанова И.Э. Применение параллельных алгоритмов решения систем линейных алгебраических уравнений в рамках модифицированного метода S-аппроксимаций при решении обратных задач гравиметрии // Тезисы докладов международного научного семинара по обратным и некорректно поставленным задачам. Москва: РУДН, 2015. -с. 140-142.
5. Утемов Э.В. Гравиразведка. Учебно-методическое пособие. Казань: Казанский Государственный университет, 2009. - 26 с.
6. Пуцаровский Ю.М., Меланхолин Е.Н. Тектоническое развитие Земли: Тихий океан и его обрамление (тр. ГИК, вып. 473), М.:Наука, 1992. - 263 с
7. Воеводин Вл.В., Жуматий., С.А., Антонов А.С. и др. Практика суперкомпьютера "Ломоносов" // Открытые системы. – М.: Издательский дом "Открытые системы" (2012) №7. с. 36-39.



## АПСКЕЙЛИНГ УПРУГИХ СВОЙСТВ СЛОИСТОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*Русина Оксана Алексеевна<sup>1</sup>, Дубовская Алина Владимировна<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> магистрант 1 г. о., МГУ им. М. В. Ломоносова*

*<sup>2</sup> н.с.. Лаборатория геомеханики (104) ИФЗ РАН*

*(Устный доклад)*

Построение геомеханической модели месторождения по комплексу данных геофизических методов является сложной задачей, решение которой стало доступно сравнительно недавно.

Целью работы является выполнение апскейлинга 1D модели механических свойств нефтегазового месторождения с масштаба геологической модели (единицы-десятки метров) на масштаб геомеханической модели (сотни метров), на основе данных ГИС о скоростях упругих волн и литологии.[1]

В работе рассмотрена модель горизонтально-слоистой среды нефтегазового месторождения Иркутской области, для которой оценены эффективные упругие свойства пород в масштабе геомеханической модели (десятки - сотни метров) в длинноволновом приближении методом осреднения Бейкуса.[2] Также был выполнен апскейлинг 1D модели механических свойств месторождения с масштаба ГИС на сейсмический масштаб, то есть масштаб, приемлемый для геомеханического моделирования. Для этого были рассчитаны коэффициенты матрицы жесткости ( $C_{11}, \dots, C_{66}$ ), коэффициенты матрицы податливости ( $S_{11}, \dots, S_{66}$ ), модули Юнга ( $E, E'$ ), модули сдвига ( $G, G'$ ) и коэффициенты Пуассона ( $\nu, \nu'$ ). В качестве масштаба осреднения были выбраны стратиграфические горизонты.

Для каждого слоя были рассчитаны и проанализированы параметры анизотропии среды Томсена ( $\epsilon, \gamma, \delta$ ), с использованием которых на следующем шаге были построены расчетные индикатрисы скоростей с помощью аппроксимации Томсена. На основании полученных результатов выделен представительный участок для проведения последующего сравнительного геомеханического моделирования.

Результаты данной работы значимы для планирования работ, связанных с построением геомеханической модели исследуемого месторождения, и могут быть использованы для аналогичных работ на других объектах, поскольку рассматриваемая модель горизонтально-слоистой среды, наиболее адекватно отображает геологический разрез в платформенных областях, что представляет интерес для геомеханического моделирования нефтегазовых месторождений.

### **Список литературы:**

1. *Баюк И. О., Шехтман Г.А.* Петрофизические основы мнговолновой сейсморазведки, 2014.
2. *Mavko G., Mukerji T., Dvorkin J.* The Rock Physics Handbook. (2-nd Edition) Cambridge Univ. Press., 2009. - 511 p.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ СЕЙСМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ЗОН КОРЫ ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ

*Саввичев Павел Александрович*

*вед. инж., Лаборатория сильных землетрясений и сейсмометрии (305) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

Целью работы являлась тектонофизическая реконструкция современного поля тектонических напряжений, действующих в коре юго-западной части Европы, включающей Средиземноморье и северные участки Африканской плиты.

Исследования выполнялись методом катакластического анализа разрывных смещений (МКА) [1,2]. В качестве исходных данных использовались сейсмологические каталоги механизмов очагов землетрясений NEIC и EMSC.

Исследование напряженного состояния коры Западной Европы по данным о механизмах очагов землетрясений проводилось и ранее, однако, как правило, в этих работах изучалось напряженное состояние отдельных регионов. Кора Средиземноморья представляет собой кору океанического типа, оставшуюся от океана Тетис, и исследуемый регион (в основном – область Эгейской впадины) находится на завершающей стадии своего развития.

Данные о напряжениях позволяют понять, какие механизмы нагружения коры на сегодняшний день являются наиболее активными, что является важной фундаментальной проблемой тектоники. Они также могут помочь в районировании крупных разломов по степени их потенциальной активности, и поэтому важны с позиции оценки сейсмической опасности.

Результаты выполненных исследований показали, что современное напряженное состояние коры Западной Европы и Средиземноморья не связано с каким-то одним фактором внешнего воздействия. В работе кроме анализа ориентации осей главных напряжений выполнена количественная оценка уровня касательных напряжений и эффективного давления, и на их основе проведен анализ тектонофизической обстановки исследуемого региона.

Уникальная ситуация, связанная с резким изменением ориентации осей главных напряжений (переиндексация, выразившаяся в смене геодинамического типа напряженного состояния) при переходе от коры Эгейской впадины к коре Западной Анатолии, дала возможность выполнить количественную оценку напряжений.

### *Список литературы:*

1. *Ребецкий Ю.Л.* Тектонические напряжения и прочность горных массивов. М.: Академкнига, 2007. - 406 с.
2. *Ребецкий Ю.Л.* Развитие метода катакластического анализа сколов для оценки величин тектонических напряжений // Доклады Академии наук (2003). Т. 3. № 2. с. 237-241.
3. *Zobak M.L.* First- and second modern pattern of stress in lithosphere: The World stress map project // J. Geophys. Res. (1992) V. 97. N B8. pp. 11703-11728.
4. *Heidbach O., Tingay M., Batrth A., Reinesker J., Kurfeb D., Muller B.* The Word Stress Map – Release 2008. Commission for the Geological Map of the World. Paris: 2008.

## АРХЕОМАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

*Сальная Наталья Викторовна*<sup>1</sup>, *Ив Галле*<sup>2</sup>, *Антипов И.В.*<sup>3</sup>

<sup>1</sup> аспирант, вед. инж., *Лаборатория археоманетизма и эволюции геомагнитного поля (106) ИФЗ РАН*

<sup>2</sup> *Institut de Physique du Globe de Paris,*

<sup>3</sup> *Санкт-Петербургский государственный университет (Устный доклад)*

Исследования эволюции геомагнитного поля имеют важное значение для понимания процессов генерации и пространственно-временных изменений магнитного поля Земли, выявления возможных эволюционных связей с климатическими изменениями. Археоманетизм выполняет немаловажную роль в изучении магнитного поля исторического прошлого. Несмотря на то, что временной интервал археоманетических исследований ограничен и составляет лишь небольшую часть геологической истории; особым преимуществом метода является возможность выбора для изучения точно датированных объектов с детальным распределением по шкале времени.

В данной работе представлены результаты изучения коллекций археологических образцов, отобранных на территории Европейской части России (г. Великого Новгорода, Подмосковья, Ярославской области). Группы археологических артефактов датированы XII – XIX вв. и представлены обожженными глиняными изделиями – кирпичами, плинфой, изразцами. Определение палеонапряженности было выполнено по протоколу Триакс [1] с учетом анизотропии термоостаточной намагниченности. Данная методика подразумевает выполнение непрерывных измерений в заданном температурном интервале, для большинства изученных коллекций он варьировал от 150 до 450-520 °С. В дополнение, были проведены эксперименты с разной скоростью создания термоостаточной намагниченности для оценки влияния эффекта скорости охлаждения на результаты определений.

Сопоставление данных по палеонапряженности, полученных по территории Европы свидетельствует о различном характере эволюции напряженности геомагнитного поля в течение второго тысячелетия для исследованных регионов. Анализ мировой археоманетической базы [2] данных показывает, что определения, полученные в ходе работы, согласуются, в рамках погрешностей, с эталонной кривой для Западной Европы [3]. Что свидетельствует в пользу отсутствия заметного влияния недипольных источников геомагнитного поля практически на всем Европейском континенте. Однако, противопоставлением этого предварительного вывода, являются данные Болгарской лаборатории по территории Южной Европы [4], и определения, выполненные по территории Европейской части России [5]. Неоднозначность в сопоставлении данных полученными разными исследователями указывает на необходимость получения большего числа определений.

*Исследования выполнены при частичной поддержке РФФИ (грант № 16-35-00494 мол\_а) и гранта Правительства Российской Федерации № 14.Z50.31.0017.*

### **Список литературы:**

1. *Le Goff M., Gallet Y.* A new three-axis vibrating sample magnetometer for continuous high-temperature magnetization measurements: applications to paleo- and archeo-intensity determinations // *Earth Planet. Sci. Lett.* (2004). V. 229. pp. 31 – 43.
2. *Genevey A., Gallet Y., Constable C.G., Korte M., Hulot G.* ArcheoInt: An upgraded compilation of geomagnetic field intensity data for the past ten millennia and its application to the recovery of the past dipole moment // *Geochemistry, Geophysics, Geosystems.* (2008) V. 9, №4.
3. *Genevey A., Gallet Y., Thébaud E., Jesset S., Le Goff M.* Geomagnetic field intensity variations in Western Europe over the past millennium // *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* (2013). V. 14. №. 8.
4. *Kovacheva M., Boyadziev Y., Kostadinova-Avramova M., Jordanova N., Donadini F.,* Updated archeomagnetic data set of the past eight millenia from the Sofia laboratory, Bulgaria // *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* (2009). V.10
5. *Бурлацкая С.П., Начасова И.Е., Диденко Е.Ю., Шелестун Н.К.* Археоманетические определения элементов геомагнитного поля // Междугосударственный геофизический комитет при Президиуме АН СССР, Москва, 1986. - с. 168.

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ВАРИАЦИИ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАЙОНЕ КУРИЛО-КАМЧАТСКОЙ ЗОНЫ СУБДУКЦИИ

*Сдельникова Ирина Александровна*

*м.н.с., Сектор геодинамического мониторинга, Геофизическая служба РАН  
(Устный доклад)*

Мониторинг современных движений земной коры на протяжении последних десятилетий получил широкое распространение в исследованиях, направленных на изучение сейсмических процессов в тектонически активных регионах. Один из ключевых факторов применения спутниковых геодезических методов в таких задачах состоит в возможности наблюдения деформаций, не только сопровождающих сильные землетрясения, но и предшествующих таким землетрясениям. Пространственная разрешающая способность таких наблюдений определяется, в первую очередь, густотой покрытия изучаемого региона наблюдательными пунктами. В тоже время, выявление вариаций деформационных процессов во времени требует фильтрации временных рядов наблюдений из-за наличия помех различного происхождения и различных спектральных характеристик. В данной работе предложены некоторые подходы к оптимальной фильтрации имеющихся многолетних спутниковых геодезических наблюдений в районе Курило-Камчатской зоны субдукции, которые позволили оценить пространственно-временное распределение деформаций и выявить ряд закономерностей, связанных с сильнейшими землетрясениями, произошедшими в период наблюдений в районе средних Курил.

## СКЕЙЛИНГОВЫЕ СВОЙСТВА ТРЕХ КОРНЕР-ЧАСТОТ ОЧАГОВЫХ СПЕКТРОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ АВАЧИНСКОГО ЗАЛИВА ПО ДАННЫМ S ВОЛН

*Скоркина Анна Александровна<sup>1</sup>, Гусев А.А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*м.н.с. Камчатского филиала Геофизической службы РАН, аспирант ИФЗ РАН*

<sup>2</sup>*зав. лабораторией сейсмологии, ИВиС ДВО РАН, г.н.с. КФ ГС РАН*

**(Стеновый доклад)**

Изучение очаговых спектров землетрясений интересно для физики очага землетрясения, а также важно для инженерно-сейсмологических задач. В настоящее время общепринятой моделью очагового спектра смещений является модель «омега-квадрат» [1,2] с единственной корнер-частотой  $f_{c1}$ , реже с двумя,  $f_{c1}$  и  $f_{c2}$ . Однако эта модель не является исчерпывающей для описания наблюдаемых очаговых спектров камчатских землетрясений, в которых в 80% случаев присутствует  $f_{c3}$  [3]. Согласно обычной гипотезе подобия очагов разного размера (магнитуды) следует ожидать  $f_{ck} \sim M_0^{-1/3}$ .

Для установления скейлинговых свойств очаговых спектров определены оценки характерных частот (корнер-частот)  $\{f_{c1}, f_{c2}, f_{c3}\}$  для 1252 S-спектров 372 субдукционных землетрясений, записанных станциями, расположенными на скальных или близких к ним грунтах: DAL, KDT, KRM, PET, RUS и SPN за 2011-2014 гг. Вариации глубин – до 170 км, гипоцентральных расстояний – 45-250 км, магнитуд – 4.0-6.8. Описание процедуры снятия характерных частот со сглаженных спектров Фурье поперечных волн (приведенных к условиям очага) см. в [1].

Средние стандартные отклонения для невязок логарифмов  $f_{c1}, f_{c2}$  и  $f_{c3}$  составляют 0.17, 0.14 и 0.11, соответственно. Полученные оценки точности приемлемы, однако сохраняется вопрос, в какой мере полученные оценки  $f_{c1}, f_{c2}$  и  $f_{c3}$  отражают именно свойства очага; не являются ли они фиктивным результатом, отражающим случайный шум (флуктуации) данных. Для контроля использовали проверку наличия парной корреляции между оценками для одного и того же землетрясения, полученными на разных станциях. Во всех случаях отклонение коэффициента корреляции от нуля высоко значимо, так как нижняя граница 95% доверительного интервала намного выше нуля. Этот факт говорит о том, что полученные оценки реальны, и не имеют флуктуационной природы.

Убедившись в реальности полученных оценок, далее изучали характер скейлинга для  $f_{c1}, f_{c2}$  и  $f_{c3}$ , то есть существование зависимостей типа  $f_{ck} \sim M_0^{-b_k}$  и оценки параметра скейлинга  $b_k$ . Для этого построили зависимость оценок  $f_{c1}, f_{c2}$  и  $f_{c3}$  от камчатской региональной магнитуды  $ML$ , сопоставимой с  $M_w$ . В предположении линейной связи  $\lg f_{c1}, \lg f_{c2}$  и  $\lg f_{c3}$  с  $ML$ , выполнили ортогональную линейную регрессию, исходя из вероятного наличия неточностей в оценках  $ML$ . Оценки наклона  $b_k$  перевели в оценки параметра скейлинга  $\beta_k = d \lg f_{ck} / d \lg M_0$ ; получили следующие оценки:

$$\beta_1 = 0.29 \pm 0.01; \beta_2 = 0.22 \pm 0.01; \beta_3 = 0.13 \pm 0.01.$$

Значения  $\beta_2$ , и особенно  $\beta_3$ , существенно ниже 1/3, что указывает на выраженное нарушение предположения о подобии.

*Исследования выполнены при поддержке Российского научного фонда (проект РНФ №14-17-00621) в Камчатском филиале Геофизической службы РАН.*

### **Список литературы:**

1. *Aki, K.* Scaling law of seismic spectrum // Journal of Geophysical Research (1967) V. 72. pp. 1217-1231.
2. *Brune, J.* Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes // Journal of Geophysical Research (1970) V. 75. pp. 4997-5009.
3. *Гусев А.А., Гусева Е.М.* Скейлинговые свойства характерных частот очаговых спектров землетрясений Камчатки // Доклады Академии наук (2014) Т. 458. №1. с. 88-91.

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЙ ТЕРМОМАГНИТОМЕТР  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПАЛЕОМАГНЕТИЗМА  
И МАГНЕТИЗМА ГОРНЫХ ПОРОД

**Смирнов Михаил Анатольевич** (инж.-иссл.), Сычев А.Н., Виноградов Ю.К.  
*Лаборатория палеомагнетизма и физико-химических свойств горных пород (ОБ-1) ГО  
«Борок» ИФЗ РАН*  
**(Стендовый доклад)**

Решением проблемы эволюции магнитного момента Земли в рамках геомагнетизма занимаются палеомагнетизм и петромагнетизм, которые исследуют магнитные свойства горных пород с помощью магнитометрических приборов. В силу высоких требований к сохранности первичной остаточной намагниченности образцов горных пород палеомагнитные исследования являются одними из самых трудоёмких в области геомагнетизма, поэтому крайне актуальны разработки методов и устройств, которые позволяют автоматизировать проводимые измерения. В ГО «Борок» ИФЗ РАН с 2014 года проводятся работы по проектированию, разработке и изготовлению трехкомпонентного программируемого термомагнитометра, который позволяет полностью автоматизировать палеомагнитные работы на основных этапах экспериментов. На настоящий момент изготовлен действующий макет прибора, на котором производится отладка конструкции, схемотехнических решений и программного обеспечения. Уникальность прибора состоит в возможности одновременного измерения трех компонент намагниченности образца при различных температурах и скоростях нагрева. Прибор имеет два режима управления: ручной и автоматический, позволяющий программировать непрерывный, в том числе длительный, эксперимент, с последующим автоматическим выполнением без участия оператора, что является преимуществом данного термомагнитометра и даёт возможность повысить производительность и эффективность исследований в области физики горных пород, в том числе для определения палеонапряженности древнего магнитного поля Земли методами Телье и Вилсона-Буракова. Трехкомпонентный термомагнитометр позволяет получать зависимости полного вектора остаточной (естественной или созданной) намагниченности в температурном диапазоне от комнатной температуры до 750°C с одновременным измерением компонент  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  вектора остаточной намагниченности и их зависимости от температуры без смены положения образца, получать зависимости компоненты  $Z$  вектора остаточной намагниченности от температуры в присутствии магнитного поля в направлении  $Z$ , проводить физические эксперименты по созданию и исследованию свойств различных видов остаточной намагниченности горных пород, выполнять измерения ориентированных образцов, создавать термоостаточную намагниченность образца в заданном направлении. Опыт создания аналогичных приборов существует лишь у коллектива авторов данной публикации и во Франции. Трехкомпонентные спиновые магнитометры в своё время были разработаны в Германии и в Японии. Чувствительность немецкого прибора на порядок ниже, а максимальная температура нагрева составляет 350°C. Японский магнитометр имеет более узкую специализацию (метод Телье) и не позволяет проводить измерения при высоких температурах, кроме того, на выполнение одного эксперимента Телье требуется 22 часа, что почти в два раза больше, чем затраты времени в представляемом термомагнитометре, который даёт возможность проводить измерения без охлаждения образца в диапазоне температур 20-750°C.

*Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ №14-07-00962.*

## УТОЧНЕНИЯ ОБЪЕМОВ РАЗМЫВА ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ АЛЬПИЙСКОГО ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА БОЛЬШОГО КАВКАЗА В СВЯЗИ С АНАЛИЗОМ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЕГО РАЗВИТИЯ

*Сорокин Андрей Андреевич<sup>1,2</sup>, Яковлев Ф.Л.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> студент, *Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК)*

<sup>2</sup> *Лаборатория палеосейсмологии и палеогеодинамики (304) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

Сравнивались три геодинамические модели Большого Кавказа по их параметру «объем размытых пород». Была проанализирована карта неотектонических движений [2], на которой показаны поднятия региона (по Е.Е. Милановскому, без сокращения) и мощности осадков N-Q депрессий вокруг Кавказа. Для подсчетов объемов карта делилась на полигоны 20×30 минут координатной сетки, в пределах которых находилась средняя высота поднятия или мощность накопленных осадков. С учетом площади полигона по этим данным были получены объемы поднятия (или накопленных пород), которые затем суммировались. Для западной части региона мощности осадков брались из [3]. Модель [2] имела амплитуды поднятия максимум в 4-5 км за 15 млн. лет. Вторая модель альпийской структуры [4] имела сокращения 35-50% в пределах структур шириной в 5-10 км. Для таких сбалансированных структур амплитуды размыва составили 10-15 км в среднем за 30 млн. лет с максимумами до 20-24 км. С учетом усреднений и интерполяций для тех же полигонов были определены общие объемы поднятия для Кавказа по этой модели [4]. В модели [1] (А-субдукция) сокращение составило более 200 км для Кавказа, что для основной полосы структуры шириной 50 км давало 5-ти кратное (80%) сокращение. Поскольку кровля фундамента по [1] залегает на глубине 7-10 км, то при 13 км средней мощности осадочного чехла размыв его верхней части определяется в 55 км в среднем.

Для получения поправок за объем горного сооружения (выше уровня моря) производились вычисления в ПО ArcGIS, при помощи набора инструментов Spatial Analysts. В качестве материала обработки были использованы космические снимки SRTM с разрешением 80м в пикселе на территорию Большого Кавказа. Вычисления показали, что объем Большого Кавказа составляет 118.795 тыс. км<sup>3</sup>. Это значение следовало вычитать из подсчитанных объемов поднятия по трем геодинамическим моделям.

Общий объем новейших осадков вокруг Кавказа составил 2610 тыс. км<sup>3</sup>, в том числе для Южного Каспия 1502 тыс. км<sup>3</sup>, Северного – 520 тыс. км<sup>3</sup>, а в бассейне Черного моря – 592 тыс. км<sup>3</sup>. Объем поднятия по модели [2] составил 279 тыс. км<sup>3</sup> и размытых пород (с поправкой) 160 тыс. км<sup>3</sup> или 0.06 от объема осадков. Размыв по второй модели составил 826 тыс. км<sup>3</sup> или 0.32 от объема осадков (при 945 тыс. км<sup>3</sup> поднятия), в том числе для ЧМ бассейна 455 тыс. км<sup>3</sup> или 0.77 (при 514 тыс. км<sup>3</sup> поднятия). Тем самым показана близость к природным значениям объемов размыва пород по модели [4]. Объемы размыва по модели [1] не рассчитывались в виду их явной избыточности относительно природных значений.

### **Список литературы:**

1. *Дотдугев С.И.* О покровном строении Большого Кавказа // Геотектоника (1986) № 5. с. 94-106.
2. Карта новейшей тектоники Северной Евразии, М-б 1:5000000 (гл. ред. А. Ф. Грачев), ГЕОС, ОИФЗ РАН, Москва, 1998. -12 листов; Объяснительная записка - 147 с.
3. *Милановский Е. Е.* Геология России и ближнего зарубежья (Северной Евразии). Учебник М.: Из-во МГУ. 1996. - 448 с.
4. *Яковлев Ф.Л.* Опыт построения сбалансированной структуры восточной части альпийского Большого Кавказа по данным количественных исследований линейной складчатости // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле (2012) Вып.19. № 1. с. 191-214.

## ИЗМЕНЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ, ОПРЕДЕЛЕННЫЕ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОЙ МИССИИ *GRACE*

***Спесивцев Александр Александрович***

*аспирант, Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК)*  
***(Устный доклад)***

Развитие спутниковых средств изучения Земли из космоса позволило в последние десятилетия сделать открытия и получить результаты, которые ранее были недостижимы.

Спутниковая миссия *GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment)*, направленная на изучение изменения гравитационного поля Земли во времени, была начата в 2002 году и уже на протяжении более десятка лет продолжает предоставлять новую научную информацию о гравитационном поле. Изменение гравитационного поля отражает процессы перераспределения масс в теле Земли, атмосфере и океанах, которые в настоящее время с успехом можно детектировать с "высоким" пространственным и временным разрешением с использованием данных миссии *GRACE* [1].

В данной работе проведено исследование изменения гравитационного поля Земли на основе анализа гармонических коэффициентов моделей геопотенциала построенных по данным миссии *GRACE*.

В исследовании использовались данные за тринадцатилетний период измерений, с временным разрешением равным одному месяцу. На основе регрессионного анализа данных получены оценки величин линейной скорости изменения значений коэффициентов, а также приведены оценки амплитуд периодических (годовых) изменений значений коэффициентов.

Выполнены оценки статистической значимости вычисленных параметров регрессионных моделей значений коэффициентов геопотенциала, а также влияния выявленных изменений значений коэффициентов на вариации трансформант геопотенциала.

### ***Список источников:***

1. Веб-ресурс миссии *GRACE*. <http://www.csr.utexas.edu/grace/>



## О ВЗАИМОСВЯЗИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНИЗМА НА ПРИМЕРЕ ГОРЫ КАРАБЕТОВА (ТАМАНСКИЙ П-ОВ)

**Сысолин Александр Иванович**<sup>1</sup>, **Овсяченко А.Н.**<sup>2</sup>, **Собисевич А.Л.**<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *вед.инж., Лаборатория методов прогноза землетрясений (702) ИФЗ РАН*

<sup>2</sup> *Лаборатория сейсмотектоники и сейсмического микрорайонирования (701) ИФЗ РАН*

<sup>3</sup> *Лаборатория фундаментальных проблем экологической геофизики и вулканологии (703) ИФЗ РАН*  
**(Устный доклад)**

В результате проведённых геологических исследований западнее горы Карabetова выявлена разломная зона приуроченная к южному крылу диапировой складки Нефтяной горы. Она смещает молодые отложения и почвенный покров, а также обнаруживает признаки нагнетания пластичных глин вдоль надвига. Эта же разломная зона протягивается в осевую часть грязевулканической постройки горы Карabetова, где в связи со сменой ориентировки с субширотной на СВ, характер современных смещений сменяется на сдвиговой. В результате взрывного извержения 2001 г. здесь возникли импульсные разрывы дневной поверхности. Закономерные структурные парагенезы свидетельствуют о первично тектонической природе смещений по разломной зоне, обусловленной региональным полем напряжений. При этом активные деформации, имеющие все признаки тектонических, не сопровождаются сейсмическими толчками.

Сформулирована гипотеза грязевулканической деятельности горы Карabetова по результатам интерпретации данных площадных геофизических исследований, дающих представление о пространственной конфигурации питающей системы вулкана. Предполагается, что выявленная область промежуточного накопления грязебрекчии на глубинах от 5 до 12 км определяет неравномерный характер поступления материала в питающий канал, что в свою очередь может быть причиной наблюдаемых тектонических движений.

По данным ММЗ корни грязевого вулкана горы Карabetова уходят почти вертикально вниз до больших глубин. Это обстоятельство не соответствует надвиговой модели строения грязевулканических структур Керченско-Таманского региона. В свете полученных данных о глубинном строении, образование ядра Карabetовской антиклинали и одноимённого грязевого вулкана можно интерпретировать как результат глубинных процессов - давления флюидов, проникающих вдоль относительно узкой зоны с большой глубины, приводящего к разуплотнению и течению глин майкопской серии. Смятие неоген-четвертичных отложений в антиклинальную складку связывается в таком случае не столько с региональным сжатием, сколько с реакцией перекрывающих майкопскую серию осадков на давление проникающих из глубины разуплотненных подвижных масс.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРЕЩИНЫ АВТОГРП

*Тримонова Мария Александровна (асп.), Дубиня Н.В., Зенченко Е.В., Зенченко П.Е.,  
Турунтаев С.Б.  
Институт динамики геосфер РАН  
(Устный доклад)*

В работе рассматриваются особенности распространения трещин автоГРП. Выполнен анализ развития трещины, выявлены основные факторы, влияющие на геометрию трещины и на отклонение пути ее развития от прямолинейного. Полученные результаты могут быть использованы для корректного планирования разработки с учетом возможности нелинейного развития трещин автоГРП.

Разработана математическая модель, позволяющая выявить основные закономерности распространения трещины автоГРП. Для уточнения и апробации предложенной модели было решено провести лабораторный эксперимент, позволяющий определить влияние условий, при которых развивается трещина, на геометрические параметры и траекторию развития трещины. Общий анализ показал степень влияния действующих в окрестности распространения трещины напряжений и значений градиента порового давления жидкости на характер развития трещины. Показана необходимость уточнения контраста горизонтальных напряжений для корректного учета развития трещины автоГРП в ходе разработки. Также рассмотрен пороупругий эффект, поле напряжений и траектория трещины с локальным возмущением поля порового давления. Результаты исследования подтверждают основные закономерности влияния поля давлений на траекторию развития трещины, согласующиеся с моделью, построенной авторами ранее.

## МЕТОДЫ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ИЗМЕНЕНИЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

*Тужиков Максим Евгеньевич  
вед. инж., Лаборатория сейсмотектоники и сейсмического микрорайонирования (701) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

В работе представлены технологические эксперименты и результаты обработки данных полученных методом наземного лазерного сканирования. Целью проекта, проводимого в рамках информационного обеспечения геопортала пространственных данных Регионального Центра Мировой Системы Данных (РЦ МСД), является сбор сведений о территории, достаточных по полноте и точности для создания и обновления картографических материалов 1:500-1:5000 на городскую территорию Москвы. Пространственный охват полностью отвечает требованиям информационного обеспечения на уровне целого ландшафтного городского комплекса – и это при сохранении высочайшей пространственной точности, не достижимой для воздушного или космического сегмента дистанционного зондирования.

Первым шагом на пути реализации данного проекта стало создание плано-высотного обоснования территории, включающее:

-выбор системы координат (система координат на базе WGS84, проекция UTM, зона 37, система высот эллипсоидальная, без поправок за геоид). В этой системе координат работают системы глобального спутникового позиционирования (GPS/ГЛОНАСС), при этом полевые данные, собранные с помощью кодовых GPS/ГЛОНАСС приёмников используются совместно с данными проекта напрямую.

-закрепление на местности нескольких реперных пунктов, которые в дальнейшем использовались в качестве точек расположения базовых станций спутниковых измерений. Координаты реперных пунктов были определены методом Precise Point Positioning (PPP) с использованием фазовых двухчастотных приёмников Trimble 5700. Количество реперов на территории г. Москва – 6 шт. Точность определения координат (получены статическими измерениями в течение 12 часов каждый) – 4 см в плане и 6 см по высоте.

В пределах Москвы отснято более 20000 Га территории, разработаны высокоточные виртуальные модели территорий, на основе которых ведётся комплексный мониторинг изменений городской среды.

## ПЕРМО-ТРИАСОВЫЙ МАГМАТИЗМ АНГАРО-ТАСЕЕВСКОЙ ВПАДИНЫ

*Ульяхина Полина Сергеевна<sup>1</sup>, Латышев Антон Валерьевич<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Студент, Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова*

<sup>2</sup> *н.с., Лаборатория археомагнетизма и эволюции геомагнитного поля (106) ИФЗ РАН, доцент кафедры региональной геологии и истории Земли, Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова*  
*(Устный доклад)*

Ангаро-Тасеевская впадина располагается на юго-западе Сибирской платформы. Она включает в себя западную часть Иркутского амфитеатра и Тасеевскую синеклизу, ограничиваясь Енисей-Восточно-Саянской складчатой зоной с запада, северо-запада и юга, Байкало-Патомским прогибом - с востока и Тунгусской синеклизой – с севера [1].

Продукты пермо-триасового магматизма относятся к Сибирской трапповой провинции, которая считается крупнейшей областью проявления внутриплитного базальтового магматизма в фанерозое [2]. Под понятием «траппы» обычно подразумевается совокупность лавовых покровов, связанных с ними даек и силлов. [3]

В пределах рассматриваемой территории лав не наблюдается, только на севере, на окончании Тунгусской синеклизы залегают туфы, при этом здесь располагается шесть крупных интрузивных тел, силлов: Тулунский, Падунский, Толстомысовский, Чуна-Бирюсинский, Заярский и Усольский [3].

Породы, слагающие силлы, представлены несколькими разновидностями: (по мере снижения магнезиальности и роста кремнекислотности и щелочности): троктолитовые долериты, гранофировые долериты и безоливиновые пегматит-долериты [3].

Данные о возрасте силлов противоречивы [4]. Датировки ( $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  и U-Pb) показывают, что внедрение силлов не было одноактным. Выделяются два этапа интрузивного магматизма: 1) конец перми-начало раннего триаса (255-249 млн. лет) и 2) конец раннего триаса- средний триас (244-239 млн. лет) [5]. Но такой разброс может быть связан со спецификой анализа, так как не существует U-Pb датировок, дающих возраст около 240 млн. лет. Поэтому и требуются дополнительные исследования. Палеомагнитный метод позволяет рассматривать силлы в более детальном временном масштабе, чем обеспечивают изотопно-геохронологические методы.

По результатам палеомагнитных данных можно сделать следующие выводы:

Магматизм в долине реки Чуна имеет пульсационный характер. Выделяются интенсивные всплески, которые соотносятся с Тулонским и Падунским силлами. Продолжительность каждого эпизода магматизма не превышала 10-100 тыс. лет.

Также можно отметить, что периферическая зона траппов Сибирской платформы в целом характеризуется более интенсивным магматизмом. Некоторые крупные события (внедрения Падунского и Тулунского силлов) могут быть связаны с растяжением по периферии Тунгусской синеклизы, вызванным прогибанием после опустошения нижнекоровых магматических камер.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 16-35-60114 и 15-35-20599, а также гранта Правительства Российской Федерации № 14.Z50.31.0017.*

### **Список литературы:**

1. *Булдыгеров В.В.* Геологическое строение Восточной Сибири: учеб. пособие. Иркутск, 2007.
2. *Никишин А.М.* Тектонические обстановки. Внутриплитные и окраинноплитные процессы. М.: МГУ, 2002. - 366 с.
3. *Феоктистов Г.Д.* Петрология и условия формирования трапповых силлов. Изд-во “Наука”, Сибирское отделение. 1978.
4. *Латышев А.В., Веселовский Р.В., Иванов А.В., Фетисова А.М., Павлов В.Э.* Свидетельства кратких интенсивных пиков магматической активности на юге Сибирской платформы (Ангаро-Тасеевская впадина) на основании результатов палеомагнитных исследований // *Физика Земли*, (2013) № 6. с 77-90
5. *Ivanov A.V., He H., Yan L., Ryabov V.V., Shevko A.Y., Palesskii S.V., Nikolaeva I.V.* Siberian Traps large igneous province: Evidence for two flood basalt pulses around the PermoTriassic boundary and in the Middle Triassic, and contemporaneous granitic magmatism // *EarthSciences Review* (2013)

## ИЗУЧЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОДИНАМИКИ РАЗЛОМОВ МЕТОДАМИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ДЕФОРМАЦИИ

**Фаттахов Евгений Альбертович**

*аспирант, инж.-иссл., Лаборатория современной и прикладной геодинамики (201) ИФЗ РАН  
(устный доклад)*

Анализ результатов повторного геодезического нивелирования регионов с различными структурно-геологическими и геодинамическими обстановками позволил выделить основные типы аномального изменения непосредственно в зонах разрывных нарушений [1,2]. Для более точной тектонофизической интерпретации эти аномалии были типизированы по характерным признакам.

Приведенная классификация позволяет отождествить каждый тип аномалии с конкретным механизмом деформирования (сдвиг, изгиб и т.д.), носит относительный характер и зависит, в частности, от пространственного масштаба (изученности) исходных данных [1-5]. Для типизации аномалий используются параметры геометрической теории деформации:

P - характеризует однородный наклон ( $\alpha$ ) или изгиб в региональном масштабе ( $\beta$ );

Q - характеризует ступенеобразный сдвиг (S) или изгиб в локальном масштабе ( $\gamma$ ).

Для получения количественной оценки однородности деформирования земной поверхности на одном из ПХГ по данным повторного геометрического нивелирования указанные параметры были модифицированы, что позволило более корректно определять тип аномалий на разломных структурах исследуемого объекта.

Показано, что эти параметры удобно применять для изучения периодов нарушения однородности деформирования при проведении наблюдений на режимных приразломных участках.

### **Список литературы:**

1. Сидоров В.А., Кузьмин Ю.О. Современные движения земной коры осадочных бассейнов. М.: Междугосударственный геофизический комитет СССР, 1989. - 189 с.
2. Есиков Н.П. Кусочно-линейное аппроксимирование тензорных полей деформаций. // Геология и геофизика (1979) №3. с. 3-12.
3. Кузьмин Ю.О. Относительные деформации изгиба земной поверхности и оценка геодинамической опасности объектов. // Маркшейдерский вестник (2015) №5. С. 47 – 52.
4. Кузьмин Ю.О. Актуальные проблемы идентификации результатов наблюдений в современной геодинамике // Физика Земли (2014) № 5. с. 51-64.
5. Грунин А.Г., Кузьмин Ю.О., Фаттахов Е.А. Проблемные вопросы проектирования геодинамических полигонов на месторождениях УВ. // Маркшейдерский вестник (2014) №6. с. 24 – 31.

## МЕЛОВОЕ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЕ ЮЖНОЙ И ВОСТОЧНОЙ ОКРАИН СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

**Федюкин Иван Владимирович**

*аспирант, инж., Лаборатория главного магнитного поля и петромагнетизма (105) ИФЗ РАН  
(Устный доклад)*

Перемагничивание – необратимый процесс изменения направления намагниченности ферромагнитных зерен в горной породе, заметно отличающегося от времени первичного формирования естественной остаточной намагниченности, под воздействием магнитного поля Земли. Перемагничивание горных пород проявляется наличием метакронной (вторичной) компонентой намагниченности. Наличие метакронной компоненты наблюдается во многих домеловых породах южной и восточной окраин Сибирской платформы [1-3]. Направление палеомагнитного полюса данной компоненты во всех изученных объектах соответствует позднемеловому (100 млн. лет) полюсу для Сибирской и Европейской платформ. Наличие такого глобального перемагничивания является следствием повышенного теплового режима окраин Сибирской платформы, а также проявлением магматической активности в складчатых областях вблизи окраин платформы.

Наиболее активно магматические комплексы мелового возраста проявлены в юго-восточной части Сибирской платформы – на территории Алдано-Станового щита. Здесь многочисленные интрузивные комплексы прорывают протерозойские и нижнепалеозойские породы. Восточная окраина Сибирской платформы до юры оставалась пассивной окраиной, лишь с конца юры по середину раннего мела на данной территории происходили деформации сжатия с надвиганием на фундамент Сибирского кратона Верхояно-Чукотского пояса сформировавшегося к середине раннего мела. Проявление магматизма на территории Верхояно-Чукотского складчатого пояса развито повсеместно, однако возраст магматизма омолаживается в восточном направлении: от триасового до позднемелового. Южная окраина Сибирской платформы на протяжении палеозоя являлась активной континентальной окраиной Палеоазиатского океана, что привело к образованию Монголо-Охотского пояса. В позднемеловое время проявление магматизма очень локально и характерно для прилегающих складчатых областей, расположенных на значительном удалении от Сибирской платформы.

Земная кора под южной и восточной окраиной Сибирского континента, вовлеченная ранее в процессы субдукции и коллизии, после их окончания (в раннемеловое время) остается еще долгое время под воздействием повышенного теплового потока, приводящего к перемагничиванию пород окраины.

*Исследования выполнены при частичной поддержке РФФИ (грант № 16-35-00555 мол\_а) и гранта Правительства Российской Федерации № 14.Z50.31.0017.*

### **Список литературы:**

1. Павлов В.Э., Галле И., Шацлло А.В., Водовозов В.Ю. Палеомагнетизм нижнего кембрия долины нижнего течения р. Лена – новые ограничения на кривую кажущейся миграции полюса Сибирской платформы и аномальное поведение геомагнитного поля в начале фанерозоя. // Физика Земли (2004) № 2. С. 28–49.
2. Федюкин И.В., Шацлло А.В. Палеомагнетизм даек гуджирского комплекса западного Забайкалья: предварительные результаты // Тезисы Конференции молодых ученых и аспирантов ИФЗ РАН-2014
3. Shatsillo, A.V., Powerman, V.I. Paleomagnetism of gabbro-dolerites from Chara river and its tributaries: new Mesozoic pole for Siberian craton. // Problems of geocosmos (2008) Book of abstracts pp. 206-207

## МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРМО-ТРИАСОВЫХ РАЗРЕЗОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЕВРОПЫ (ГЕРМАНИЯ)

**Фетисова Анна Михайловна**<sup>1,2</sup>, **Веселовский Роман Витальевич**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Геологический факультет, МГУ имени М.В. Ломоносова

<sup>2</sup> Лаборатория археомагнетизма и эволюции геомагнитного поля (106) ИФЗ РАН,  
(Стендовый доклад)

С целью уточнения магнитостратиграфической шкалы для пограничных пермо-триасовых отложений Европы нами были детально опробованы три наиболее представительных и надежно датированных разреза, расположенные в Центральной Германии: Nelben, Caaschwitz и Hergerhausen. Магнитостратиграфия первых двух разрезов была изучена ранее [1], однако, представленные в работе данные отличаются невысокой детальностью, что требует проведения дополнительных исследований. Разрез Hergerhausen опробовался для магнитостратиграфических целей впервые. Из каждого разреза было отобрано по 110 ориентированных образцов, шаг опробования варьировал от 3 до 50 см по мощности.

Результаты лабораторных магнитных чисток образцов из разреза Caaschwitz позволили существенно уточнить и повысить надежность магнитостратиграфической схемы пограничного Р-Т интервала этого разреза. Так, на интервале мощностью ~30 м нами выделено 10 зон прямой и обратной полярности; каждая выделенная зона базируется на данных, как минимум, по двум образцам. Еще две зоны магнитной полярности выделяются по одному образцу каждая и поэтому не могут считаться надежно установленными. В разрезе Hergerhausen древняя компонента намагниченности выделяется с трудом, тем не менее использование кругов перемагничивания позволяет более или менее надежно выделять несколько зон прямой и обратной полярности. На основе полученных данных построены шкалы магнитной полярности, проведено их сопоставление с Глобальной геомагнитной шкалой.

*Исследования выполняются при поддержке грантов РФФИ № 15-35-20599 и 15-05-06843, а также гранта Правительства Российской Федерации № 14.Z50.31.0017.*

### **Список литературы:**

1. Szurlies, M., *Late Permian (Zechstein) magnetostratigraphy in Western and Central Europe* // Geol. Soc. Lond. Spec. Publ. (2013) V. 376, pp. 73–85.

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОДНОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЁМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА РАЗНЫМИ ПРИБОРАМИ

**Филиппов Василий Андреевич** (инж.), **Дмитриев Э.М.**  
*Лаборатория геофизического мониторинга (ОБ-3) ГО «Борок» ИФЗ РАН*  
(устный доклад)

Радиоактивный распад атмосферного радона ( $^{222}\text{Rn}$ ) и его дочерних продуктов служит одним из основных ионизирующих факторов нижней атмосферы, формирующих электрическую проводимость. В работе проведено сравнение результатов синхронных измерений объёмной активности приземного радона тремя приборами, использующими сходный принцип измерения при помощи высоковольтной измерительной камеры с полупроводниковым детектором.

Радон-монитор AlphaGUARD PQ2000 PRO [1] является наиболее точным прибором, эталонным для мониторинга объёмной активности радона как в жилых и производственных помещениях, так и на открытом воздухе. В процессе измерений воздух либо диффундирует в измерительную камеру через специальные фильтры, либо прокачивается через нее с помощью насоса AlphaPUMP. Детектор радон-монитора обладает высокой чувствительностью 50 имп./мин на 1 кБк/м<sup>3</sup> в широком диапазоне измерений от 2 Бк/м<sup>3</sup> до 2 МБк/м<sup>3</sup>.

Сейсмическая радоновая станция СРС-05 [2] предназначена для мониторинга объёмной активности радона в подпочвенном воздухе, увеличение которой является одним из предвестников землетрясений. Один рабочий цикл радоновой станции (~23мин) включает закачку воздуха в измерительную камеру и проведение измерений. Чувствительность детектора радоновой станции составляет 3 имп./мин на 1 кБк/м<sup>3</sup> при диапазоне измерений от 20 Бк/м<sup>3</sup> до 50 кБк/м<sup>3</sup>.

Интегральный радиометр радона Radon Scout Plus (РГА-1100 Плюс) [3] служит для оперативного непрерывного измерения объёмной активности радона в воздухе. Наружный воздух поступает в измерительную камеру радиометра за счёт пассивной диффузии. Чувствительность детектора радиометра равна 1,74 имп./мин на 1 кБк/м<sup>3</sup>, при верхнем пределе измерений 2 МБк/м<sup>3</sup>.

Все приборы оснащены встроенными датчиками температуры, влажности и давления воздуха, имеют компьютерные интерфейсы для настройки режима работы и передачи результатов измерений.

Представлены результаты длительных одновременных измерений объёмной активности радона тремя вышеперечисленными приборами на открытом воздухе и в помещении. Дан сравнительный анализ среднечасовых и среднесуточных значений объёмной активности радона, полученных при различных режимах работы приборов для различных атмосферных условий.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты №№ 15-05-04960 и 16-07-01242) и Российского научного фонда (проект РНФ № 16-17-10209).*

### **Список литературы:**

1. The reference in professional radon measurements AlphaGUARD. Saphymo GmbH, 2009. 32 p.  
[http://www.radtech.it/Data/Sites/1/media/documents/products/ag\\_pm\\_gb\\_12\\_144dpi\\_ebook.pdf](http://www.radtech.it/Data/Sites/1/media/documents/products/ag_pm_gb_12_144dpi_ebook.pdf)
2. Сейсмическая радоновая станция СРС-05. Руководство по эксплуатации. Москва, 2009. 21 с. [http://www.ntm.ru/UserFiles/File/product/ION/srs-05/rukovodstvo\\_po\\_ekspluatazii.doc](http://www.ntm.ru/UserFiles/File/product/ION/srs-05/rukovodstvo_po_ekspluatazii.doc)
3. Radon Scout. User Manual. Version 12/2013. SARAD GmbH, 2013. -6 p.  
[http://sarad.de/cms/media/docs/handbuch/Manual\\_Radon-Scout\\_EN\\_19-12-13.pdf](http://sarad.de/cms/media/docs/handbuch/Manual_Radon-Scout_EN_19-12-13.pdf)

## ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ СЕРВОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ GCTS RTR-4500

**Фокин Илья Владимирович,**

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

**(Устный доклад)**

Сервогидравлическая испытательная установка высокого давления GCTS RTR-4500 предназначена для испытаний горных пород при пластовых условиях. Испытания проводятся на образцах горных пород стандартных типоразмеров. В установке предусмотрена симуляция следующих физических параметров состояния образца: вертикальных и горизонтальных напряжений, порового давления, температуры.

К настоящему времени:

6. Работает мастерская по подготовке образцов.
7. Опробованы в работе все системы и компоненты установки RTR-4500.
8. Определены действительные метрологические характеристики для измерений модуля Юнга и коэффициента Пуассона
9. Отработана методика измерения скоростей продольных и поперечных волн при пластовых условиях на образцах  $\text{Ø}54 \times 108$  мм.
10. Опробована система записи событий акустической эмиссии (АЭ) в процессе испытания на образцах  $\text{Ø}54 \times 108$  мм.

В результате на данный момент на установке возможно выполнять следующие типовые испытания:

1. Испытания по трёхосному нагружению образцов типоразмеров  $\text{Ø}30 \times 60$  мм и  $\text{Ø}54 \times 108$  мм. В испытании регистрируется зависимость напряжение-деформация, определяются модуль Юнга, коэффициент Пуассона, предел прочности; измеряются скорости продольных и поперечных волн.
2. Испытания по циклическому трёхосному нагружению образцов при различных всесторонних давлениях, дополнительно определяются геомеханические параметры по критерию Кулона-Мора.
3. Испытания по циклическому трёхосному ступенчатому нагружению образцов, с обратной связью по деформации (т.н. мягкое нагружение), при различных всесторонних давлениях, с записью АЭ.

В дальнейшем предстоит выработать следующие методики испытаний:

1. Испытание образцов с созданием порового давления. Испытания проводятся для измерения проницаемости в пластовых условиях и моделирования процесса гидроразрыва.
2. Испытание образцов с в условиях повышенной температуры.
3. Испытание с неравномерным трехосным нагружением образцов и испытаний типа стик-слип.
4. Испытание с записью событий АЭ несколькими датчиками с последующей локацией событий.



## ОПЕРАТИВНАЯ ЗАПИСЬ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ГНСС-ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИЁМНИКА JAVAD ALPHA 2

*Холодков Кирилл Игоревич*  
*и.с. Лаборатория геоинформатики (501) ИФЗ РАН*  
*(Устный доклад)*

В докладе представлены особенности работы с приёмниками ГНСС Alpha2 компании JAVAD при получении данных непосредственно с приёмника в режиме реального времени. Приёмники Alpha2 имеют интерфейсы USB, RS-232 и используют GNSS Receiver Interface Language (GRIL, а позже GREIS [1]) для взаимодействия с внешним оборудованием и передачи данных. Измерения, производимые приёмниками, могут быть сохранены во внутреннюю память приёмника, а также переданы по одному из внешних каналов, как это происходит, например, в [2]. Внутренняя память приёмника имеет достаточное быстродействие для сохранения измерений с частотой 10Гц, однако, зачастую недостаточен объём памяти для продолжительной работы приёмника в таком режиме. Указанный режим осложняет оперативное получение данных с приёмника. Использование внешнего канала, очевидно, является лучшим решением, однако при работе на частоте 10Гц большинство популярных шаблонов работы с таким устройством не способны получить неповрежденные данные. В сообщении будут освещены причины этого, а также предложен способ получения потока неповреждённых данных с приёмника на частоте 10 Гц.

### ***Список литературы:***

1. GNSS Receiver External Interface Specification.  
[http://www.javad.com/downloads/javadgnss/manuals/GREIS/GREIS\\_Reference\\_Guide.pdf](http://www.javad.com/downloads/javadgnss/manuals/GREIS/GREIS_Reference_Guide.pdf)
2. *Aleshin I.M. et al.* Data Handling in GNSS Receiver Network and Ionosphere Monitoring Service Solution / Engineering and Telecommunication (EnT), 2014 International Conference on. IEEE. 2014.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
СЕРВОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ  
ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ GCTS RTR-4500

**Шаталова Ирина Александровна**  
*аспирант ИФЗ РАН*  
**(Устный доклад)**

Определение метрологических характеристик экспериментальной установки является основой любого лабораторного эксперимента. Проведена серия экспериментов по определению действительных метрологических характеристик новой сервогидравлической испытательной установки высокого давления GCTS RTR-4500. Действительными метрологическими характеристиками называются определяемые экспериментально характеристики средства измерений, оказывающие влияние на результат измерения и его погрешности.

*В работе выполнено следующее:*

1. Проанализированы данные производителя о приборных погрешностях датчиков испытательной установки GCTS RTR-4500.
2. Проведена экспериментальная оценка влияния всестороннего давления и температуры на показания датчиков.
3. Выявлено и экспериментально оценено влияние температуры контроллера на уровень регистрируемых сигналов.
4. Проведена калибровка и поверка датчиков LVDT.
5. Проведена оценка собственных шумов датчиков и системы регистрации данных.
6. Исходя из данных о приборных погрешностях датчиков и системы регистрации установки, получены оценки точности определения модуля Юнга и коэффициента Пуассона.
7. Проведена оценка случайных и систематических погрешностей определения упругих модулей в серии испытаний на эталонных образцах с известными упругими модулями, дано объяснение систематическим погрешностям.

*Основные результаты работы:*

1. Получена оценка точности определения упругих модулей на установке GCTS RTR-4500.
2. Показаны зависимости точности определения упругих модулей от диапазонов напряжений и деформаций в испытании.
3. Показана связь точности определения упругих модулей с абсолютными значениями упругих модулей испытываемого материала.
4. Показано влияние качества подготовки образца на результаты определения упругих модулей.

## АНАЛИЗ ЦИКЛИЧНОСТИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ТАДЖИКИСТАНА

*Шозиёв Шокарим<sup>1</sup>, Айдаров Ф.А.*

*1 - аспирант, Кафедра физики Земли, Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова  
(Устный доклад)*

С целью выявления периодических компонент землетрясений территории Таджикистан было использован каталог периода инструментальных наблюдений 1962-2008 гг. (рис.1.). Вертикальными линиями (22620 событий) даны последовательность событий с энергетическим классом  $K > 10$ . Ограничения на выборке по глубине эпицентров не возлагаются (максимальная глубина 350 км).

На рисунке также видно также, что цикличность землетрясений разрушается после сильных землетрясений 1966, 1974, 1978, 1983, 1990, 1998, 2005 гг. с  $K > 15$ . После этих землетрясений, идет чередования коровых и подкоровых событий. Цикличность частично восстанавливается спустя разные годы после каждого события. На основании приведенного рисунка есть основания полагать, сильные землетрясение оказывают влияние на этап значительных изменений сейсмического режима в район исследований.

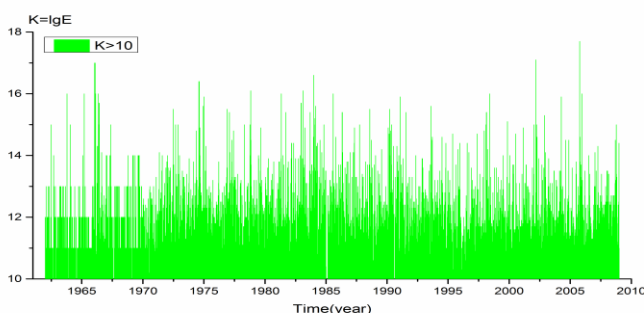


Рис.2. Последовательность землетрясения с  $K > 10$  во времени

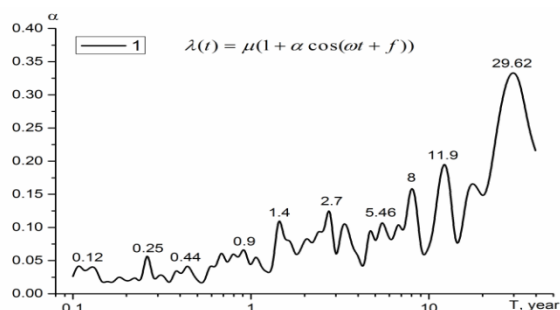


Рис. 1. Спектр потока землетрясений (по данным каталога Таджикистана), цифрами обозначены величины периодов спектральных пиков.

Оценка гармонической составляющей потока землетрясений по каталогу Таджикистана, была произведена по методике, разработанной А.А. Любушиным [1]. Авторское программное обеспечение размещено в открытом доступе на сайте А.А. Любушина ([http://old.ifz.ru/scient\\_directions/data\\_monitoring/soft.htm](http://old.ifz.ru/scient_directions/data_monitoring/soft.htm); <http://alexeylyubushin.narod.ru>). Последовательность землетрясений рассматривается как точечный процесс с интенсивностью, изменяющейся во времени по закону:  $\lambda(t) = \mu(1 + \alpha \cos(\omega t + \phi))$ . В случае  $\alpha = 0$  процесс является пуассоновским, при  $\alpha > 0$  на него накладывается гармоническая составляющая с частотой  $\omega$ . Используемая программа позволяет оценить амплитуды гармоник  $\alpha$  для различных частот, диапазон которого задается пользователем. Тем самым процедура является аналогом спектрального анализа применительно к точечным процессам.

В спектре колебаний интенсивности потока сейсмических событий (рис.2.) имеется пик с периодом 11 лет, совпадающий с периодом изменения солнечной активности, и группы пиков с периодами 0.12, 0.25, 0.44, 0.9, 1.4, 2.7, 5.46, 8, и 29.6 лет. Ярко выражен также период 2-3 года, что, возможно, связано с отмеченным выше чередованием сильных коровых землетрясений в южной глубокофокусной сейсмогенной зоне.

Новые результаты позволяют пролить свет на характер современных деформационных процессов, циклы разрушения коры по коровыми и глубокофокусными землетрясениями Памира-Гиндукуша.

### Список литературы

1. Любушин А.А. Анализ данных систем геофизического и экологического мониторинга. М.: Наука, 2007. - 228 с.

# ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ГЕОМАГНИТНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ПЕРЕД СЕЙСМИЧЕСКИМИ СОБЫТИЯМИ В ОТДЕЛЬНЫХ РАЙОНАХ КНР

**Шэнь То**  
*аспирант ИФЗ РАН*  
*(Устный доклад)*

Рассмотрены материалы инструментальных наблюдений сейсмических процессов и вариаций магнитного поля Земли на этапах подготовки и развития землетрясений в китайских провинциях Цинхай, Сычуань и Юньнань. Обсуждаются данные о проявлениях каждого из этих сильных сейсмических событий. В основу мониторинга за изменениями магнитного поля положены данные Северокавказской геофизической обсерватории ИФЗ РАН и включенных в ее состав наблюдательных пунктов ИЗМИРАН. Полученные экспериментальные результаты позволяют составить представление о структуре наведенных аномальных геомагнитных возмущений, которые могут быть сопоставлены с развитием связанных геодинамических процессов в очаговых зонах.

## **Список литературы:**

1. Николаевский В.Н. Обзор: Земная кора, дилатансия и землетрясения. М.: «Мир». ИФЗ АН СССР. 1982 - с. 133-202.
2. Николаевский В.Н. Очаг землетрясения – события и предвестники удара. Собрание трудов. Экстремальные природные процессы и катастрофы. Том 2. М. ИФЗ РАН, 2011.- с. 316-322.
3. Рогожин Е.А. Очерки региональной сейсмотектоники. М.: ИФЗ РАН, 2012.-340 с.
4. Рогожин Е.А., Собисевич Л.Е. Волновые возмущения, наведенные коровыми землетрясениями (на примере двух сильных землетрясений в Кавказско-Анатолийском секторе альпийского Средиземноморского подвижного пояса)// Физика Земли (2014) № 2. с. 148-156

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

**Юдочкин Никита Анатольевич**  
*Вед. инж., Лаборатория гравиметрических измерений (601) ИФЗ РАН*  
*(Устный доклад)*

На примере Загорской ГАЭС в докладе рассматриваются возможные геоэкологические проблемы [1] в связи с техногенным воздействием гидроаккумулирующей станции на природную среду, а также анализируются проявления негативных экзогенных [2] процессов на территории Загорской ГАЭС.

По мнению автора, актуальность данной работы заключается в следующем:

- 1) в регионе Центральной России в настоящее время присутствует нехватка электроэнергии в дневное время суток, и данное сооружение позволит сократить эту нехватку;
- 2) При строительстве [3] любых объектов Федерального назначения важно учитывать и уметь прогнозировать влияние негативных экзогенных и эндогенных геологических воздействий, и на основе этих данных производить расчет для строительства и дальнейшей эксплуатации сооружения.

## **Список литературы:**

1. Отчет по теме: «Влияние ЗГАЭС-II на геологическую среду», II этап/
2. Техничко-экономическое обоснование (проект) «Природные условия»
3. Проектная документация «Корректировка ТЭО (Проект) строительства Загорской ГАЭС-2 на р. Кунье». ОАО «ГИДРОПРОЕКТ»

## АНАЛИЗ СИГНАЛОВ GPS ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ ИНТЕНСИВНЫХ МЕДЛЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ

**Яковлев Павел Викторович**

*аспирант, Российский государственный геологоразведочный университет МГРИ-РГГРУ  
им. Серго Орджоникидзе  
(Устный доклад)*

Рассматриваются данные смещений земной коры от сети более, чем 2500 стационарных станций GPS, расположенных на островах Японии и западной территории США, взятых с шагом дискретизации 30 минут для Японии и 1 сутки для США. Данные регионы выбраны для анализа ввиду наличия густой сети станций GPS и их высокой сейсмической активности, характеризующихся совершенно различным поведением: в то время, как на тихоокеанском побережье США случаются частые слабые землетрясения, эпицентры которых располагаются вдоль системы разломов, на островах Японии вся энергия аккумулируется в зонах субдукции и разряжается в виде редких, но разрушительных землетрясений.

Предлагаются новые методы выделения выбросов и скачкообразной компоненты временных рядов. Выделение подобных особенностей имеет значительный интерес, так как в анализируемых временных рядах GPS данные явления обусловлены различными сейсмическими эффектами, такими как землетрясения, или другими событиями. Мера выбросов и скачков оценивается помощью понятия нормализованной энтропии. Полученные результаты сравнены с другими методами оценки «разнообразия» шума сигналов GPS.

Анализ собственного шума, иногда называемого «дрожью» Земли, и картирование статистических свойств случайных флуктуаций позволил выделить регионы, отличающиеся повышенной интенсивностью движения блоков земной коры.

### **Список литературы:**

1. Любушин А.А., Яковлев П.В., Родионов Е.А. Многомерный анализ параметров флуктуаций GPS сигналов до и после мегаземлетрясения 11 марта 2011 г. в Японии // Геофизические исследования (2015) Т. 16. № 1. с. 14-23.
2. Любушин А.А., Яковлев П.В. Энтропийная мера скачкообразной составляющей временных рядов GPS // Физика Земли (2016) Т. 52. № 1. с. 98-107.
3. Яковлев П.В. Энтропийная мера выбросов во временных рядах GPS // Геофизические исследования (2016) Т. 17. № 1. с. 37-45.
4. Lyubushin A., Yakovlev P. Properties of GPS noise at Japan islands before and after Tohoku mega-earthquake // SpringerPlus (2014) V. 3. July 2014. pp. 364-370.

## ПРОГНОЗ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТЕРРИГЕННОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПО ДАННЫМ ОБ ЕЕ УПРУГИХ СВОЙСТВАХ

**Ялаев Тагир Рустамович**

*аспирант, Московский физико-технический Институт (МФТИ(ГУ))*

**(Устный доклад)**

В работе исследуется связь теплопроводности и динамических упругих свойств изотропных терригенных сред в лабораторных условиях и в условиях напряженного состояния до 20 МПа. В качестве примера мы использовали образцы высокопористого монокристового песчаника Бентхаймер, сложенного преимущественно из обломков кварцевого материала [1]. Для исследованных образцов с использованием обобщенного сингулярного приближения в теории эффективных функций [2] построена физико-математическая модель, позволяющая рассчитывать теплопроводность, а также продольные и поперечные скорости породы, насыщенной различными флюидами. Для этого был проведен анализ структуры имеющихся образцов на масштабах шлифов 0,1 мм и стандартного керна 1 см достаточно для использования полученных результатов на различных масштабах ввиду однородности и изотропии изучаемых свойств песчаника Бентхаймер. Для тестирования построенной модели были проведены измерения фильтрационно-емкостных характеристик образца, проведены измерения динамических модулей упругости и теплопроводности на сухих и насыщенных моделью пластовой воды образцах. Отклонение расчетных данных от экспериментальных не превысило 15% для всех характеристик [3].

Далее мы использовали построенную модель для прогноза зависимости теплопроводности от приложенного осевого напряжения по данным о зависимости продольной и поперечной скорости от нагрузки. Это стало возможным после оценки изменения параметров, описывающих структуру образца, под влиянием приложенной нагрузки. Было продемонстрировано закрытие части трещин и изменение формы пустотного пространства.

### **Список литературы:**

1. Klein, Emmanuelle, and Thierry Reuschlé. A model for the mechanical behaviour of Bentheim sandstone in the brittle regime // Thermo-Hydro-Mechanical Coupling in Fractured Rock. Birkhäuser Basel, 2003. P. 833-849.
2. Шермергор Т.Д. Теория упругости микронеоднородных сред // М.: Наука, 1977. 400 С.
3. Ялаев, Т.Р., Чехонин, Е.М., Абашкин, В.В., Попов, Е.Ю. и Ромушкевич, Р.А. Применение теории эффективных сред для реконструкции тензора упругости. 17-й научно-практической конференции по вопросам геологоразведки и разработки месторождений нефти и газа «Геомодель-2015»

## Оглавление

	<i>стр.</i>
<i>Оргкомитет Конференции</i> .....	5
<i>Программный комитет Конференции</i> .....	5
<b><i>О Конференции</i></b> .....	<b>6</b>
<b><i>Программа</i></b>	
<b><i>Научной конференции молодых учёных и аспирантов ИФЗ РАН-2016</i></b> .....	<b>7</b>
<b><i>25 апреля, понедельник -1 день конференции</i></b> .....	<b>7</b>
<b><i>26 апреля, вторник -2 день конференции</i></b> .....	<b>11</b>
<b><i>Тезисы докладов</i></b>	
<b><i>Научной конференции молодых учёных и аспирантов ИФЗ РАН-2016</i></b> .....	<b>14</b>
<b><i>Агибалов А.О., Морозов Ю.А.</i></b> Стадийность формирования пликативных и дизъюнктивных структур в области развития палеопротерозойского Ладожского комплекса и их активизация в новейшее время.....	<b>14</b>
<b><i>Акимова С.В., Yves Gallet (Галле Ив)</i></b> Новые данные археонапряженности, полученные при изучении археологического памятника ярым тепе Іі (Северный Ирак, 6-е тысячелетие до н.э.) .....	<b>15</b>
<b><i>Алексеев Р.С.</i></b> Результаты первого этапа реконструкции напряженного состояния коры Высокой Азии по методу катакластического анализа.....	<b>16</b>
<b><i>Афиногенов К.В.</i></b> Различия аэроэлектрических характеристик приземной атмосферы над земной и водной поверхностью.....	<b>17</b>
<b><i>Баранов А.А., Бобров А. М.</i></b> Некоторые аспекты эволюции системы двух континентов разного размера и их столкновения: модели мантийной конвекции с ньютоновской реологией.....	<b>18</b>
<b><i>Батов А.В.</i></b> Расчет нагрузочных чисел и оценка напряжений на границе корамантия для упругой модели Марса.....	<b>19</b>
<b><i>Белаховский В.Б.</i></b> Модуляция параметров ионосферы глобальными Pc5 пульсациями, наблюдаемыми одновременно с помощью GPS-приемников и радара EISCAT.....	<b>20</b>
<b><i>Бондаренко Н.Б.</i></b> Аprobация сервогидравлической испытательной установки высокого давления GCTS RTR-4500 для моделирования афтершоковых последовательностей .....	<b>20</b>
<b><i>Боев И.А.</i></b> Низкочастотные спутниковые акселерометры и их применение в системах инерциальной навигации.....	<b>21</b>
<b><i>Бричёва С.С.</i></b> Георадиолокация как способ картирования повторно-жильного льда.....	<b>22</b>

<i>Гаврюшкин Д.А.</i> Спелеотемы – источник данных о геомагнитном поле антропогена.....	23
<i>Галина Н.А.</i> Определение скоростной модели и гипоцентров землетрясений в районе магистрального газопровода, Республика Сербия.....	23
<i>Головин С.С.</i> Сравнение плановых смещений Геодезических реперов и показаний наклономеров на Загорской гидроаккумулирующей электростанции	24
<i>Гасеми М.Ф.</i> Изучение влияния состава и микроструктуры на геомеханические свойства горных пород.....	25
<i>Горбатов Е.С.</i> Происхождение деформационных текстур в позднечетвертичных осадках Хибинского горного массива .....	26
<i>Горбатов Е.С., Яковлев Ф.Л.</i> Изучение геодинамического развития сооружения Большого Кавказа методами многомерной статистики.....	27
<i>Гордеев Н.А.</i> Новейшая структура и эволюция развития Оленёкского поднятия (Восточная Сибирь).....	28
<i>Демидкова А.Н.</i> Исследование сезонных вариаций наклонов основания водоприемника Загорской ГАЭС.....	29
<i>Дубиня Н.В., Ежов К.А.</i> Возможность уточнения профилей горизонтальных напряжений вдоль траекторий скважин на основании анализа трещиноватости...	30
<i>Евсеев М. Н.</i> Природа мантийных плюмов .....	31
<i>Жидков Г.В.</i> Палеонапряженность девонских магматических пород Минусинской впадины и Кольского полуострова.....	31
<i>Жостков Р.А., Преснов Д.А., Лиходеев Д.В., Горбенко В.И.</i> Молекулярно-электронные сейсмометры в сравнении с СМЗ-ОС.....	32
<i>Иванов С.Д.</i> Интерактивный реестр методов обработки петролого-геохимических данных.....	33
<i>Ивлева А.С. Подковыров В.Н., Ершова В.Б., Анфинсон О., Худолей А.К., Федоров П.В.</i> Источники сноса терригенных отложений верхнего венда балтийской моноклизы по результатам U-Pb датирования обломочных цирконов .....	34
<i>Имранов Э.Т.</i> Воздействие грязевулканической деятельности на месторождения.	35
<i>Казначеев П.А.</i> Измерение сейсмoeлектрического сигнала при помощи локального измерителя тока .....	36
<i>Камзолкин В.А.</i> Формирование доманиковых отложений восточной части Русской плиты .....	37
<i>Карташов И.М.</i> Вариации уровня воды в водохранилищах Койна и Варна (Западная Индия) и изменение сезонного фактора в наведенной сейсмичности...	38



<i>Козьмина А.С.</i> Оценки параметров турбулентного режима пограничного слоя атмосферы по данным натурных наблюдений .....	39
<i>Крупенникова И.С., Мокрова А.Н.</i> Современные деформации и сейсмичность земной коры Балтийского щита.....	40
<i>Кухарик Е.А.</i> Строение Осницко-Микашевичского вулканоплутонического пояса в пределах Припятского Полесья.....	41
<i>Лавров И.П.</i> Особенности форшоковых и афтершоковых последовательностей сильных землетрясений.....	42
<i>Мирсаянова Э.М., Латышев А.В.</i> Сравнительная характеристика перм-триасового интрузивного магматизма Ангаро-Тасеевской впадины и центральной части Тунгусской синеклизы.....	43
<i>Михайлов П.С.</i> Практическое сравнение различных способов оценки морских гравиметрических измерений.....	44
<i>Молоденский М.С.</i> Анализ данных сейсмографической сети F-NET в диапазоне сверхнизких частот: временные изменения приливного отклика и упругих модулей в окрестностях очага землетрясения Тохоку ( $M_w=9$ ) с 2005 по 2015 гг.	45
<i>Мотова З.Л.</i> Возрасты детритовых цирконов в позднедокембрийских осадочных толщах юго-западного фланга Сибирского кратона и их геодинамическая интерпретация.....	46
<i>Мяжков Д.С.</i> Исследование особенностей эпиплатформенного орогенеза методами аналитического моделирования.....	47
<i>Никифоров О.В.</i> Принципы подготовки картографической информации и формирования изображений для визуализации на устройстве со сферическим экраном.....	48
<i>Носикова Н.С.</i> Триггер «бестриггерных» суббурь.....	48
<i>Ольшанская Е.В.</i> О связи излучённой сейсмической энергии землетрясения и модуля косейсмической поверхностной деформации с косейсмическим откликом ионосферы на подводные землетрясения с $M_w > 8.1$ по данным GPS...	49
<i>Паверман В.И.</i> Палеомагнетизм на службе у нефтегазовой индустрии: ориентирование керна.....	50
<i>Паверман В.И., Шаццло А.В., Хуриган Дж.</i> Раннекаменноугольная река “Палеоангара”: новые геохронологические данные по детритным цирконам Точерской (ЦАСП), Балтуринской (ЮЗ Сибирской платформы) и Эмяксинской (р. Виллой) свит.....	51
<i>Пасенко А.М.</i> Палеомагнетизм неопротерозоя северо-востока Сибирской платформы.....	52

<b>Передерин Ф.В., Погорелов В.В.</b> Опыт использования системы оперативной регистрации сигналов глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) с высокой частотой опроса.....	<b>53</b>
<b>Преснов Д.А., Жостков Р.А., Белобородов Д.Е., Долов С.М., Дударов З.И., Лиходеев Д.В.</b> Трехмерное строение грязевого вулкана Джау-Тепе по данным микросейсмического зондирования.....	<b>54</b>
<b>Прохорчук А.А.</b> Результаты моделирования распространения радона из атмосферного пограничного слоя в нижнюю свободную атмосферу.....	<b>55</b>
<b>Раевский Д.Н.</b> Выявление разломных структур модифицированным методом S-аппроксимаций по спутниковым гравиметрическим данным на примере северо-западной части Тихого океана .....	<b>56</b>
<b>Русина О.А., Дубовская А.В.</b> Апскейлинг упругих свойств слоистой среды для построения геомеханических моделей месторождений .....	<b>57</b>
<b>Саввичев П.А.</b> Реконструкция поля напряжений сейсмически активных зон коры Западной Европы.....	<b>58</b>
<b>Сальная Н.В., Yves Gallet (Галле Ив), Антипов И.В.</b> Археомагнитные исследования европейской части России .....	<b>59</b>
<b>Сдельникова И.А.</b> Пространственно-временные вариации деформационных процессов в районе Курило-Камчатской зоны субдукции .....	<b>60</b>
<b>Скоркина А.А., Гусев А.А.</b> Скейлинговые свойства трех корнер-частот очаговых спектров землетрясений Авачинского залива по данным S волн .....	<b>61</b>
<b>Смирнов М.А., Сычев А.Н., <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Виноградов Ю.К.</span></b> Программируемый трехкомпонентный термомагнитометр для исследований в области палеомагнетизма и магнетизма горных пород .....	<b>62</b>
<b>Сорокин А.А., Яковлев Ф.Л.</b> Уточнение объемов размыва верхней части Альпийского осадочного чехла Большого Кавказа в связи с анализом геодинамических моделей его развития .....	<b>63</b>
<b>Спесивцев А.А.</b> Изменения гравитационного поля Земли, определенные по данным спутниковой миссии GRACE .....	<b>64</b>
<b>Сысолин А.Н., Овсяченко А.Н., Собисевич А.Л.</b> О взаимосвязи современных тектонических процессов и грязевого вулканизма на примере горы Карабетова (Таманский п-ов) .....	<b>65</b>
<b>Тримонова М.А., Дубиня Н.В., Зенченко Е.В., Зенченко П.Е., Турунтаев С.Б.</b> Математическое и физическое моделирование процесса распространения трещины автоГРП .....	<b>66</b>
<b>Тужиков М.Е.</b> Методы лазерного сканирования для мониторинга изменений городской среды .....	<b>66</b>

<b>Ульяхина П.С., Латышев А.В.</b> Пермо-триасовый магматизм Ангаро-Тасеевской впадины .....	<b>67</b>
<b>Фаттахов Е.А.</b> Изучение современной геодинамики разломов методами геометрической теории деформации .....	<b>68</b>
<b>Федюкин И.В.</b> Меловое перемагничивание южной и восточной окраин Сибирской платформы .....	<b>69</b>
<b>Фетисова А.М., Веселовский Р.В.</b> Магнитостратиграфические исследования пермо-триасовых разрезов Центральной Европы (Германия).....	<b>70</b>
<b>Филиппов В.А. Дмитриев Э.М.</b> Анализ результатов одновременных измерений объёмной активности радона разными приборами .....	<b>71</b>
<b>Фокин И.В.</b> Ввод в эксплуатацию сервогидравлической испытательной установки высокого давления GCTS RTR-4500 .....	<b>72</b>
<b>Холодков К.И.</b> Оперативная запись высокочастотных ГНСС-данных с использованием приемника JAVAD Alpha 2.....	<b>73</b>
<b>Шаталова И.А.</b> Определение действительных метрологических характеристик сервогидравлической испытательной установки высокого давления GCTS RTR-4500 .....	<b>74</b>
<b>Шозиёв Ш.П., Айдаров Ф.А.</b> Анализ цикличности землетрясений Таджикистана.....	<b>75</b>
<b>Шэнь То</b> Инструментальные наблюдения геомагнитных возмущений перед сейсмическими событиями в отдельных районах КНР .....	<b>76</b>
<b>Юдочкин Н.А.</b> Экологические проблемы при строительстве и эксплуатации гидроэлектростанций .....	<b>76</b>
<b>Яковлев П.В.</b> Анализ сигналов GPS для выделения областей интенсивных медленных движений земной коры .....	<b>77</b>
<b>Ялаев Т.Р.</b> Прогноз теплопроводности терригенной породы в условиях напряженного состояния по данным об ее упругих свойствах.....	<b>78</b>

**Научное издание**

**Научная конференция молодых ученых и аспирантов  
ИФЗ РАН, 25-26 апреля 2016 г.**

**Тезисы докладов  
и программа Конференции**

Ответственный редактор:  
к.ф.-м.н. В.В. Погорелов

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

Утверждено к печати Редакционно-издательским советом ИФЗ РАН  
Подписано в печать 25.04.2016. Формат 60x80 1/16  
Усл.печ.л. 5,25. Тираж 100 экз.

Отпечатано в ИФЗ РАН  
Москва-2016