



УДК 55

ББК 26.32я43

М34 **Материалы XXXV Всероссийской с международным участием междисциплинарной конференции геологического, географического факультетов и Музея землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова «Система планета Земля» / под ред. В.Л. Сывороткина, А.Ю. Ретеюма, В.А. Зайцева, А.О. Агибалова. М.: Перо», 2026. 407 с.**

ISBN 978-5-00270-646-4

Редакционная коллегия сборника

В.Л. Сывороткин (автор-составитель)

А.Ю. Ретеюм

В.А. Зайцев

А.О. Агибалов

В сборнике представлены материалы докладов XXXV Всероссийской с международным участием междисциплинарной конференции геологического, географического факультетов и Музея землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова «Система планета Земля». Она состоялась 3–6 февраля 2026 года в аудитории 415 главного корпуса МГУ. На конференции выступили сотрудники разных организаций: МГУ, ИФЗ РАН, ИТПЗ РАН, Института геологии и нефтегазовых технологий КФУ, ИЯИ РАН, ИПГ РАН, ИДГ РАН и многих других. Устные и стендовые доклады были посвящены широкому кругу вопросов, связанных с динамикой геосфер и различными процессами, происходящими в антропо-, био- и гидросфере.

УДК 55

ББК 26.32я43

ISBN 978-5-00270-646-4

© Авторы статей, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Абдрахимов М.З.</i> Природа глубинных зон разуплотнения в Кольской сверхглубокой скважине СГ–3.....	7
<i>Абдрахимов М.З., Брагинский А.Я.</i> Механизм взрыва болидов в атмосфере на примере Челябинского метеорита.....	13
<i>Агибалов А.О., Сенцов А.А., Балашов Г.Р.</i> Развитие комплекса геоморфологических методов для изучения новейших геодинамических процессов, влияющих на сейсмичность и тектоническую раздробленность геосреды.....	18
<i>Агибалов А.О., Сенцов А.А., Балашов Г.Р.</i> Взаимосвязь выраженной в рельефе трещиноватости и локализации вулканических построек на юго-востоке Камчатки.....	21
<i>Алексеева Н.Г.</i> Импактные воронки Тунгусского метеорита.....	23
<i>Амиржанов А.А.</i> Открытие Ангарской щелочно-ультраосновной провинции на юге Сибирской платформы.....	30
<i>Антипов П.Г.</i> Гипотеза образования водорода в ядре Земли.....	36
<i>Астафьев Д.А.</i> Современные представления о строении и геодинамике Земли...	40
<i>Балашов Г.Р., Сенцов А.А., Агибалов А.О.</i> Выделение активных разломов Балтийского щита по данным о тектонической раздробленности верхней части литосферы.....	47
<i>Балашов Г.Р., Сенцов А.А., Агибалов А.О.</i> Анализ морфометрических параметров рельефа Балтийского щита и их взаимосвязь с сейсмичностью.....	50
<i>Баренбаум А.А.</i> О виртуально-корпускулярном механизме всемирного тяготения Ньютона и физической природе гравитации.....	56
<i>Безруков Л.Б., Быковский А.С., Синев В.В.</i> Взаимосвязь климата и длительности суток, причина потепления с точки зрения гидридной модели Земли.....	62
<i>Белов С.В.</i> Отцовство в эпоху войн, атома и катаклизмов.....	66
<i>Белозубова Н.Ю.</i> Эколого-геохимическая оценка почв Волгоградской области	73
<i>Боголюбский В.А., Дубинин Е.П., Грохольский А.Л.</i> Четвертичные разломы восточной ветви рифтов Исландии.....	78
<i>Буров В. А., Очелков Ю. П., Кондратов А.Д., А. С. Аракелов, Холодков К.И.</i> Отклик модели мощности дозы ионизирующего облучения на экстремальные солнечные события 10–11 ноября 2025 года.....	84

<i>Бурцев И.Д.</i> Гоминология — рождение новой науки. Явления, задокументированные в экспедиционных исследованиях в 2015-2025 гг.....	87
<i>Бычков В.Л., Логунов А.А., Бычков Д.В.</i> Модель шаровой молнии с твердой оболочкой, заполненной светящимся горячим паром.....	92
<i>Бычков В.Л., Логунов А.А., Бычков Д.В., Корнев К.Н., Сурконт О.С.</i> Эксперименты по получению искусственных шаровых молний.....	98
<i>Голубчиков Ю.Н.</i> О противостоянии механицизма и телеологизма.....	103
<i>Гравиров В.В.</i> Виртуальные приборы на базе распределенного акустического зондирования: достоинства и недостатки.....	109
<i>Гравиров В.В.</i> Баксанская температурная антенна горных пород: получение уникальных данных за счет модернизации источника питания.....	113
<i>Диатроптов М.Е.</i> Закономерности ультрадианных ритмов животных и крупномасштабных флуктуаций атмосферного давления при исследовании в долготном и широтном направлениях.....	117
<i>Добрецова И.Г.</i> Взрывной характер дегазации при выходе мантийных пород на Срединном Атлантическом хребте.....	119
<i>Добрецова И.Г.</i> О важности минералогии при изучении геологических процессов на Срединном Атлантическом хребте.....	128
<i>Дода Л.Н.</i> Прогнозные признаки мощных землетрясений в 2025 году в структуре солнечно-земных связей.....	136
<i>Епифанов В.А.</i> Орбитальный климатический контроль седиментогенеза в плейстоцен-голоцене как катастрофный экогеологический фон образования, гибели и миграций древнего народонаселения Северной Евразии.....	138
<i>Зайцев В.А., Панина Л.В.</i> Оценка проницаемости земной коры по результатам изучения новейших тектонических деформаций.....	144
<i>Зиналиев М., Череповский А.В.</i> Теория растущей Земли: к решению проблемы источника энергии и генерации вещества.....	152
<i>Зубкова Т.А.</i> Биота или абиотические компоненты почвы в определении ее экологического статуса для человека.....	157
<i>Зубкова Т.А.</i> Горные породы и почвы как природные факторы формирования здоровья населения.....	163

<i>Иванов И.И.</i> Анализ новейшей геодинамики северо-западной части Восточно-Европейской платформы по данным компьютерного тектонофизического моделирования.....	171
<i>Иогансон Л.И.</i> Сейсмическая погода (earthquake weather)	175
<i>Кондратов А.Д., Холодков К.И., Буров В.А.</i> Космическая погода в гражданской авиации на рубеже четверти века.....	177
<i>Криволицкая Н.А.</i> Легенды и были о сибирских траппах.....	180
<i>Крупенникова И.С., Мокрова А.Н., Гусева Т.В., Передерин В.П., Передерин Ф.В., Розенберг Н.К., Мокров Д.К.</i> Многолетние спутниковые наблюдения на территории Карелии и Мурманской области.....	186
<i>Крупенникова И.С., Передерин В.П., Передерин Ф.В., Розенберг Н.К., Гусева Т.В., Мокрова А.Н.</i> Результаты многолетних геодезических наблюдений с помощью глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) на территории Северного Кавказа.....	193
<i>Кузин А.М.</i> Каркас вихревых и кольцевых структур в консолидированной коре...	199
<i>Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б., Полякова Е.В., Минеев А.Л.</i> Тектонические нарушения платформенных территорий, их геоморфометрические параметры и возможные механизмы воздействия на состояние природной среды на примере Севера Русской плиты.....	205
<i>Лысенко В.И.</i> Биологические постройки с текстурами конус в конусе у зон дегазации Тессельского палеовулкана (Южный берег Крыма)	210
<i>Люшвин П.В., Буянова М.О., Челидзе А.С.</i> Исходные данные наблюдений за колебаниями уровня Каспийского моря.....	214
<i>Мазурин И.М.</i> Итоги поиска альтернативных заменителей для ХФУ-фреонов....	219
<i>Малютенко Е.В.</i> Омофония в китайской интернет-коммуникации.....	230
<i>Молошников С.В.</i> Биоэрозия костной ткани ископаемых позвоночных.....	236
<i>Низовцев В.В.</i> Структура и эволюция Гольфстрима.....	241
<i>Обухов А.Н.</i> Гравитационная геодинамика — новая глобальная гравитационная тектоника.....	248
<i>Огуреева Г.Н.</i> Концепция экологического зонирования планеты для решения проблем сохранения природных экосистем и биологического разнообразия в России.....	254

<i>Панчелюга В.А., Дюкина А.Р., Панчелюга М.С., Зателепин В.Н., Баранов Д.С.</i> Биологический детектор странного излучения.....	260
<i>Передерин Ф.В., Холодков К.И., Мокров Д.К.</i> Методика проведения аэромагнитной съемки с использованием БПЛА на протяженных профилях и площадная съемка: опыт, перспективы.....	267
<i>Передерин Ф.В., Холодков К.И., Алешин И.М., Погорелов В.В., Стеблов Г.М.</i> Оценка точности неуравненных фотограмметрических ЦММ, полученных по космическим снимкам методами натурных ГНСС-измерений и точных локальных ЦММ.....	273
<i>Пижанкова Е.И., Гаврилов А.В.</i> Подтверждение эмиссии газов близ островов Де Лонга по космическим снимкам Landsat-7,8,9 за последние годы.....	277
<i>Полетаев А.И.</i> Структурный кластер Земли и других космических тел.....	282
<i>Полетаев А.И.</i> На пути к метатектонике.....	292
<i>Родкин М.В.</i> Флюидный режим литосферы по данным о микроэлементном составе флюидов и сейсмичности: приложение к проблемам нефтегенеза и прогноза землетрясений.....	302
<i>Родкин М.В., Липеровская Е.В.</i> Прогноз землетрясений как пример прогноза бифуркаций.....	307
<i>Романько А.Е., Имамвердиев Н.А., Викентьев И.В., Хейдари М., Рашиди Б., Полецук А.В., Малых М.М.</i> Некоторые аспекты фундаментальной проблемы дегазации Земли в связи с тектоникой: обсуждение.....	313
<i>Сапунов В.Б.</i> К вопросу о реальности психофизической ветви эволюции гоминид.....	316
<i>Сенцов А.А., Агибалов А.О.</i> Применение интервальных и кумулятивных графиков для оценки современной сейсмичности областей активного тектоногенеза России и сопредельных территорий.....	320
<i>Сидоренков Н.С., Сидоренков А.П.</i> Цикличность затмений как индикатор опасных гидрометеорологических явлений.....	322
<i>Синев В.В., Безруков Л.Б., Быковский А.С.</i> Подтверждение модели гидридной Земли в эксперименте Борексино.....	327
<i>Собянин А.А.</i> Аргументы за абиогенный генезис нефти и угля.....	328
<i>Спиридонов А.В.</i> Линеаментный анализ западной части Горного и Предгорного Крыма в связи с поисками зон повышенной проницаемости.....	333

<i>Стрельников А.А.</i> Неизвестное землетрясение в Джумгальской впадине.....	339
<i>Стрельников А.А.</i> Палеосейсмологические исследования Нарынской области...	340
<i>Сывороткин В.Л.</i> Бесплезная вредность Монреальского протокола.....	341
<i>Сывороткин В.Л.</i> Водород — озон — погода — пожары.....	347
<i>Тверитинова Т.Ю.</i> Структурное взаимодействие оболочек Земли.....	353
<i>Тертышников А.В.</i> Результаты экспериментов с поисковыми машинами в 2025 г.....	353
<i>Тертышников А.В.</i> Итоги морских экспедиций 2020-2021 гг.	359
<i>Тетерина Н.В.</i> Сульфиды: новый аспект.....	369
<i>Тимашев С.Ф., Борог В.В., Поляков Ю.С.</i> Проблемы солнечно-земных связей.....	374
<i>Федоров В.М., Агibalов А.О., Фролов Д.М., Федорова Е.В.</i> Особенности вариаций суточной вероятности сильных землетрясений.....	380
<i>Фомичева А.А.</i> Экологическая проблематика в кинематографе и ее влияние на общественное сознание.....	387
<i>Череповский А.В.</i> Вклад эндогенных процессов в повышение уровня Мирового океана на растущей Земле.....	391
<i>Шабанов В.В.</i> Уравнение фенотипа — экотипа.....	397
<i>Яраханова Д.Г.</i> Современные грязевые вулканы как отголоски геологических катаклизмов древности.....	402
Romanko A.E., Malykh M.M., Imamverdiyev N.A., Krinochkina O.K., Vikentev I.V., Savichev A.T., Poleshchuk A.V., Heidari M. Several zones of Pamir: magmatism, tectonics and metallogeny, joint analysis and some problems.....	405

ПРИРОДА ГЛУБИННЫХ ЗОН РАЗУПЛОТНЕНИЯ В КОЛЬСКОЙ СВЕРХГЛУБОКОЙ СКВАЖИНЕ СГ-3

М.З. Абдрахимов

Государственный университет «Дубна»

mansur@inbox.ru

Введение. Кольская сверхглубокая скважина СГ-3 была заложена в 1970 г. на с-з Мурманской области на Балтийском щите в Печенгском никеленосном горно-рудном районе с научной целью-максимально пробурить самые древние протерозойские и архейские породы земной коры до 15 км, вскрыть границу Конрада между «базальтовым» и «гранитным» слоями, которая предполагалась по данным интерпретации геофизического глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) и метода отраженных волн (МОВ) на глубине 7 км. Максимально изучить геологический разрез скважины по керну и геофизическому каротажу и выявить рудную минерализацию по разрезу.

Скважина бурилась почти четверть века, с максимальным отбором керна (60%) и достигла мировой рекордной глубины 12262 м, которая до сих пор остается непревзойденной. По опубликованным материалам скважины [Кольская..., 1984] ученые сделали сотни различных открытий в области геологии, рудной минерализации, геохимии, геофизике и др. областях геологических наук.

По результатам бурения СГ-3 на глубине 7 границы Конрада км не оказалась, а была вскрыта граница между протерозойским осадочно-вулканогенным комплексом Печенгского рифтового прогиба и складчатым архейским фундаментом кольской серии (лопий) [Кольская..., 1984].

Начиная с глубины 4,5 км в керне и в скважине по данным петрофизических исследований и геофизического каротажа были выявлены аномальные термодинамические условия ствола скважины (рис.1) отличные от проектных, а также зоны разуплотнения пород керна и в стенках скважины ниже глубины около 6 км и вплоть до забоя скважины 12 км. Температурный градиент в стволе скважины ниже глубины 6 км оказался повышенным ($2,1^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$) по сравнению с проектным ($1,1^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$) и температура на забое 12262 м достигла 210°C . Расчетное по плотности керна вертикальное напряжение в зонах разуплотнения на отдельных интервалах ниже 3 км имело отрицательный градиент (рис. 1).

Зоны разуплотнения в СГ-3 характеризуются увеличением каверзости ствола скважины, увеличением дискования керна и его дефрагментации, уменьшением плотности пород керна, увеличением его пористости, межзеренной микро трещиноватостью, а также уменьшением скоростей продольных поперечных волн в кернах и по данным ГИС.

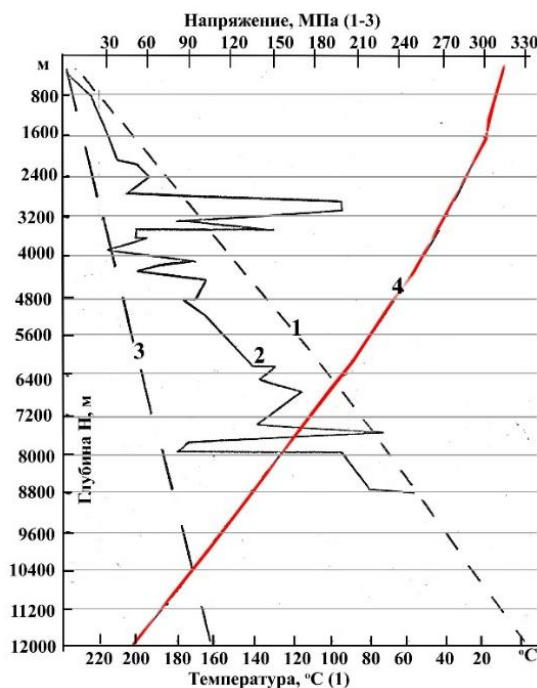


Рис. 1. Зависимость температуры и напряжения от глубины СГ-3: 1 – вертикальная проекция вертикальной компоненты нормальных напряжений, 2 – вертикальная компонента нормальных напряжений, рассчитанная с учетом упругих параметров измеренных по керна; 3 – рассчитанные по плотности средние максимальные касательные напряжения; 4 – температура, измеренная в скважине после выстойки 30 суток

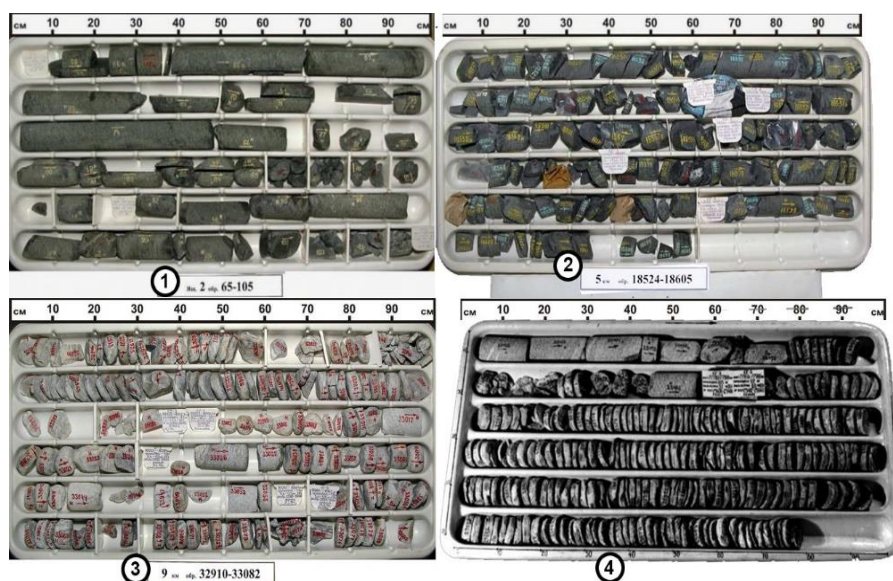


Рис. 2. Керна СГ-3 с разных глубин: 1 – 1 км; 2 – 5 км; 3 – 9 км; 4 – 11 км

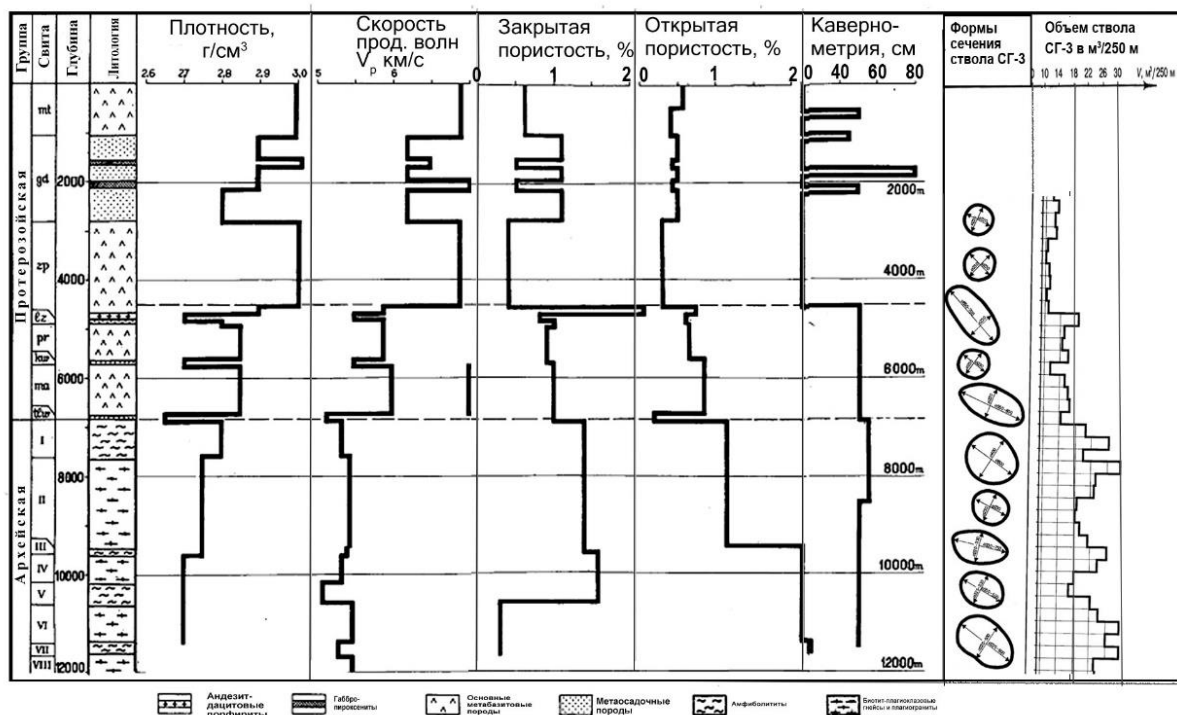


Рис. 3 Петрофизические и геофизические характеристики пород в разрезе СГ-3

Экспериментальные исследования зон разуплотнения на СГ-3. В рамках данной статьи представлены результаты уникальных модельных термобарических экспериментов по исследованию физико-химического воздействия активных жидких сред (вода, буровой раствор и др.) при различных РТ условиях, на изменения физико-механических свойств горных пород керна СГ-3 и стенок скважины. Специально для этой работы в лаборатории петрофизики СГ-3 была разработана и создана термобарокамера (рис. 4) для испытания образцов горных пород в виде цилиндра (15×30 мм) на сжатие (до разрушения или статической выдержки под напряжением в различных жидких средах (вода, буровой раствор и др.) в условиях гидростатического давления до 250 МПа, температуре до 300°C и вертикальной нагрузке до 300 Мпа (рис. 4). Для исследования микротрещиноватости использовался авторский метод «Способ выявления микродефектов в горных породах» [Абдрахимов и др., 1987], позволявший делать отпечатки микротрещин образцов на фотопластинке (рис. 6-8)

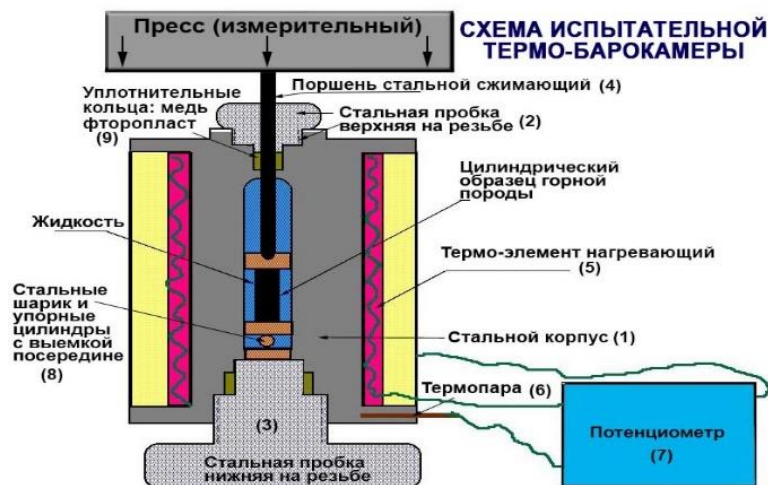


Рис. 4. Схема устройства испытательной термобарокамеры

Термобарические испытания проводились на нетрещиноватых беспористых аналогах пород керна из архейского разреза СГ-3 — амфиболитах и биотит-плагиоклазовых гнейсах.

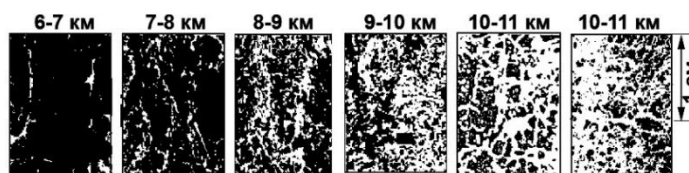


Рис. 6. Отпечатки микротрещин в образцах керна СГ-3 (амфиболит), отобранных с разных глубин: 6-7 (1), 7-8 (2), 6-9 (3), 9-10 (4), 10-11 (5), 11-12 (6) км

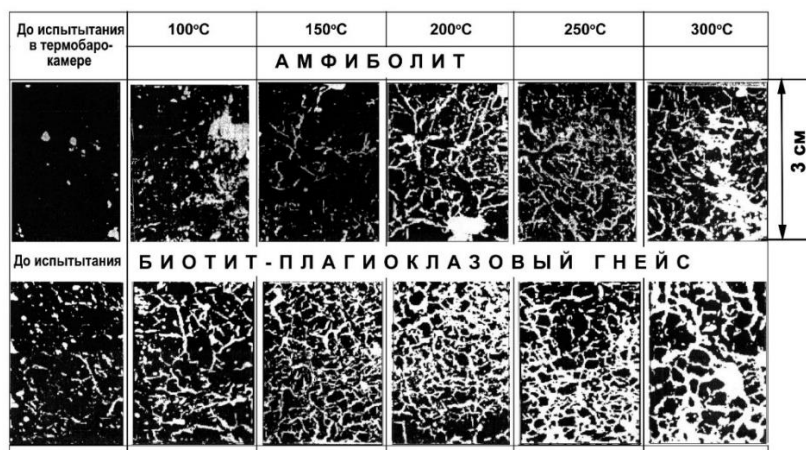


Рис. 8. Отпечатки микротрещин в образцах амфиболита и биотит-плагиоклазового гнейса, полученные до испытания (колонка 1) и после термобарических испытаний (3 часа) в воде при постоянных гидростатическом давлении $\sigma_3 = 100$ МПа и постоянном девиаторном напряжении $\sigma_1 - \sigma_3 = 45$ МПа и разных температурах: 100°C (2), 150°C (3), 200°C (4), 250°C (5), 300°C (6)

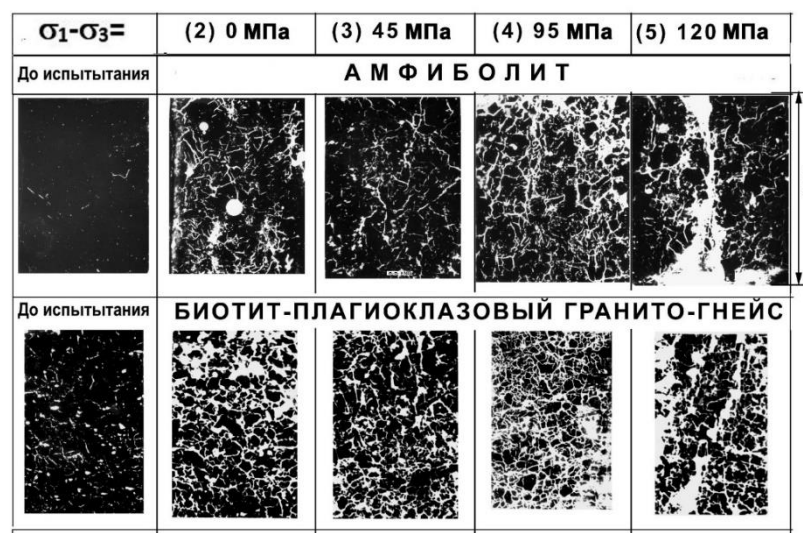


Рис. 9. Отпечатки микротрещин в образцах амфиболита и биотит-плагиоклазового гнейса, полученные до испытания (колонка 1) и после термобарических испытаний (3 часа) в воде при постоянной температуре 200°C и гидростатическом давлении 180 МПа и разных девиаторных напряжениях $\sigma_1 - \sigma_3 = 0$ МПа (2), 45 МПа (3), 80 МПа (4), 100 МПа (5)

Выводы. В результате термобарических испытаний образцов аналогов керона СГ-3 на прочность и статических испытаниях образцов с выдержкой 3 часа при различных гидростатических давлениях от 100 до 200 МПа, девиаторных нагрузках от 0 до 120 МПа, при температурах от 100 до 300°C было выявлено, что причиной разуплотнения керна и пород в стенках скважины является самопроизвольное внедрения жидких прослоек воды и водных растворов (буровой раствор) по границам зерен силикатных кристаллических пород, вследствие поверхностно-активного воздействия жидких сред на границы кристаллических зерен (эффект Ребиндера, или адсорбционное понижение прочности) [3-4]. Обнаружено, что этому процессу способствуют девиаторные напряжения и повышение температуры (от 100 до 300°C).

Доказано, что для разуплотнения керна, стенок и забоя сверхглубоких скважин, пробуренных в кристаллических массивах достаточно длительного воздействия поверхностно-активной жидкой среды, каким является водный буровой раствор при температурах выше 150°C и девиаторных напряжениях на стенки [Абдрахимов и др., 2025].

Обоснован возможный механизм гидротермального массопереноса, состоящий в фазовом течении флюидов по границам зерен первоначально беспористых кристаллических пород [Абдрахимов и др., 1996].

Список литературы

Абдрахимов М.З. Роль физико-химических процессов в развитии межзеренной деструкции в силикатных горных породах, Автореф. ... дис. к.г.-м.н. М., 1988. 20 с.

Абдрахимов М.З., Кузнецов Ю.И., Зонн М.С. Структура порового пространства глубинных образований земной коры (по данным Кольской сверхглубокой скважины) // Физика Земли. 1996. № 5. С. 35–43.

Абдрахимов М.З., Кузнецов Ю.И., Скворцова З.Н. Роль физико-химических процессов в развитии глубинных зон разуплотнения, вскрытых сверхглубокими скважинами. Каротажник. 2025. Вып. 1 (333). С. 58–81.

Абдрахимов М.З., Траскин В.Ю., Беляев С.К. Способ выявления микродефектов в горных породах. Авторское свидетельство SU1472659A1, 15.04.1989. Заявка № 4204084 от 11.03.1987.

Кольская сверхглубокая. Исследование глубинного строения континентальной коры с помощью бурения Кольской сверхглубокой скважины. М.: Недра, 1984, 490 с.

МЕХАНИЗМ ВЗРЫВА БОЛИДОВ В АТМОСФЕРЕ НА ПРИМЕРЕ ЧЕЛЯБИНСКОГО МЕТЕОРИТА

М.З. Абдрахимов¹, А.Я. Брагинский²

¹Государственный университет «Дубна»

²НИИ физики Южного федерального университета

mansur@inbox.ru

Введение. В данной работе приводится совершенно новое теоретическое представление о физике взрывов болидов (метеороидов) в атмосфере Земли на примере Челябинского метеорита и др. метеоритов, разработанное Брагинским А.Я. [Брагинский, 2023]. Главная идея данной теории «Метеориты сами по себе не взрываются, а взрывается газ вокруг них, или когда метеориты превращаются в плазму».

Показано, что взрыв Челябинского болида связан с тремя фазовыми переходами разрушения сплошной среды, которые обусловлены восстановлением градиентной симметрии тензора дисторсии:

1. Разрушение воздуха, как сплошной среды на высоте 90-100 км при проникновении болида в «плотные слои атмосферы», и образования оболочки из плазмы. Абляция и испарения болида в облаке из плазмы.

2. Разрушения хондрита LL5 на отметке 26-29 км под давлением порядка 300 МПа в оболочке из плазмы и превращение астероида в «каменное облако».

3. Взрыв «каменного облака» в результате образования критического давления в атмосфере на высоте 24-26 км над поверхностью Земли. Показано, что при этом взрыве давление плазмы достигало порядка 50 000 000 МПа.

Взрыв челябинского астероида до сих пор остается одним из самых загадочных явлений природы. Известно [Borovicka et al., 2013; Poroova et al., 2013], что астероид относился к классу хондритов LL5, весил он порядка 10–15 тысяч тонн, а взорвался в небе над Челябинском как 500 тысяч тонн тротила, что зафиксировали сейсмические датчики NASA. При этом не было никаких свидетельств химической или ядерной реакции.

Цель данной статьи качественно объяснить на словах взрыв челябинского астероида исходя из законов физики.

Разрушение сплошной среды или «плотных слоев атмосферы». Челябинский болид — это обыкновенный каменный хондрит LL5, вес 10-15 тысяч тонн, диаметр 17

метров, падал под углом 19 градусов со скоростью 19 км/с в течении 12 секунд в атмосфере и взорвался на отметке 25 км над Землей как 500 килотонн тротила [Брагинский, 2023; Borovicka et al., 2013; Popova et al., 2013].



Рис. 1. Первичные кадры из видеоролика регистратора

(1 кадр (1 с) вхождение болида в сплошную среду (атмосферу) из ионосферы на высоте 95 км; 2-4 кадры (9 с) кадры полета болида с абляцией в атмосфере до высоты 28 км; 5-6 кадры (10-11с) кадры взрывного разрушение болида при 300 Мпа и образование каменного плазменного облака; 7 кадр (12 с) взрыв каменного плазменного облака 500 Кт; 8 кадр (13-15 с) падение метеоритов после взрыва с разделением на крупные (впереди) и мелкие фракции

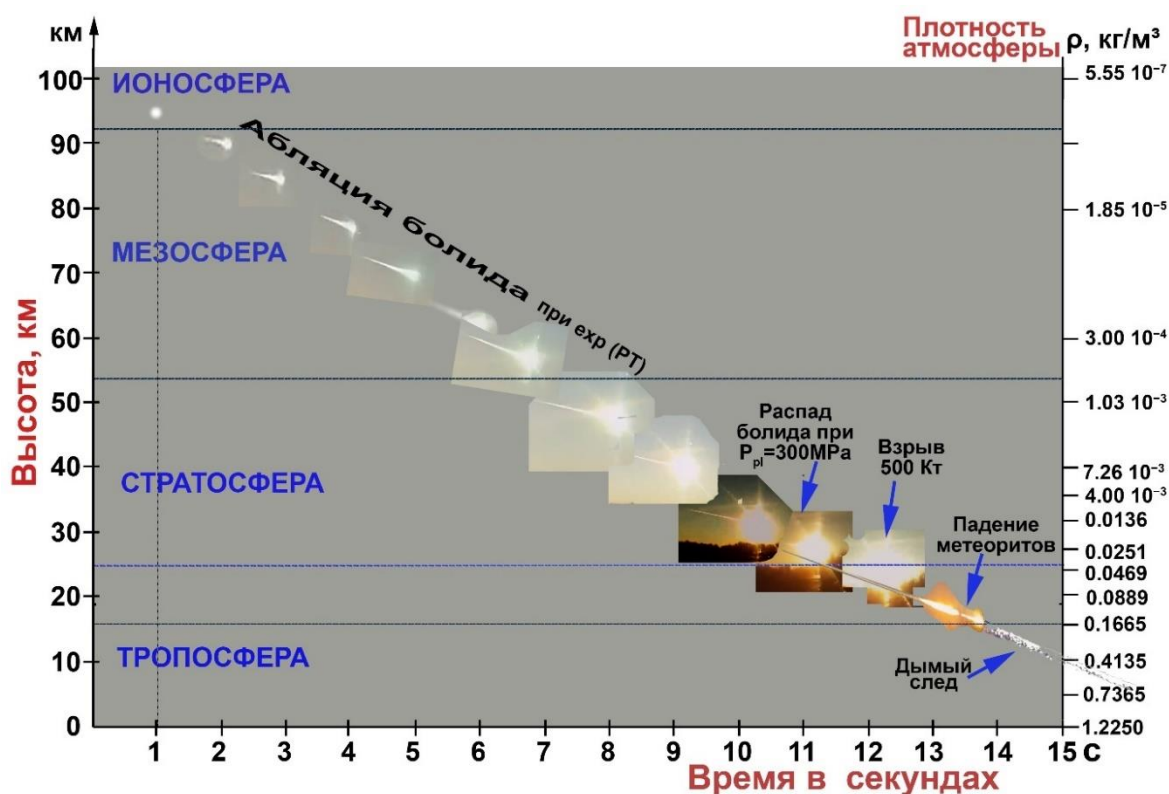


Рис. 2. Падение Челябинского болида по секундам и стадиям полета болида в атмосфере в зависимости времени и высоты (в качестве точек вставлены фрагменты из кадров из видеоролика, привязанные точно по секундам). Справа шкала средних плотностей атмосферы на разных высотах при температуре 15° С.

Видео падения и взрыва челябинского астероида было снято на видеорегистраторы (рис. 1). Видеорегистраторы зафиксировали по секундам весь процесс падения астероида, начиная с того момента, когда астероид вошел в "плотные

слои атмосферы" и на видеозаписи появился светящийся шар, и заканчивая взрывом, ударная волна которого привела к разрушениям в Челябинске и других поселках.

Известно [Borovička et al., 2013; Popova et al., 2013], что астероид падал со скоростью порядка 19 км/с под углом 19 градусов к горизонту. Значит, он приближался к Земле с вертикальной скоростью порядка 6 км/с. На графике (рис. 2) полета болида в зависимости от высоты полета в км и времени в сек, видно, что астероид падал до взрыва 12 секунд. Значит, за это время он приблизился к Земле на 66–72 км. Так как взорвался астероид на отметке 25 км, то получается, что загорелся он на высоте 90–98 км над Землей, и это многое объясняет.

90–100 км над Землей — это та высота, где воздух начинает себя вести как сплошная среда. Сплошную среду называли «плотными слоями атмосферы», чтобы объяснить абляцию астероида трением о воздух. Однако это предположение не выдерживает критики. Скорость астероида больше, чем скорость сверхзвукового самолета, всего на один порядок, а плотность воздуха на высоте 90–100 км меньше, чем плотность воздуха на Земле на шесть порядков. Астероиды, которые по размеру и составу подобны фрагменту челябинского метеорита (рис. 1), сгорают в «плотных слоях атмосферы» за десять секунд. Этот процесс невозможно объяснить трением астероида о разреженный воздух [Брагинский, 2023, Фортон и др., 2013].

Все дело в том, что высота 90–100 км над Землей — это граница раздела фаз воздуха как сплошной среды [Брагинский, 2026; Braginsky, 2023], где воздух движется с одной скоростью, и ионосферы, где есть заряженные и нейтральные частицы, которые движутся по-разному в магнитном поле Земли. Границу раздела фаз хорошо видно на фотографиях северного сияния.

У ионосферы и сплошной среды, разные физические свойства. В статье [Braginsky, 2023] показано, что ионосфера обладает свойством смешанного состояния сплошной среды и плазмы. Она пропускает внутрь себя дислокации, как вихри Абрикосова в смешанном состоянии [Abrikosov, 1957]. Дислокации — это линейные дефекты, или дырки. Они могут существовать в ионосфере, например, в виде полярного сияния [Брагинский, 2026; Braginsky, 2023]. Поэтому ионосфера «не сопротивляется» падению астероида, так как он не разрушает ее.

С другой стороны, сплошная среда не пропускает в себя дислокации, потому что сплошная среда «не терпит пустоты». Сплошная среда, это физическое состояние, которое обладает упругостью [Брагинский, 2026].

Астероид разрушает воздух, как сплошную среду, или «плотные слои атмосферы», которая образуется на высоте 90-100 км над Землей. При этом вокруг астероида образуется плазма. Это хорошо видно на записях видеорегистратора (рис.1), когда появляется светящийся шар на отметке около 95 км.

Падение и взрыв челябинского астероида, зафиксированный камерами видеонаблюдения (рис. 2), представляет собой три фазовых перехода разрушения сплошной среды. Все эти фазовые переходы сопровождаются восстановлением градиентной симметрии тензора дисторсии

Обычно, небольшие астероиды, сгорают на высоте 40-50 км в атмосфере Земли путем абляции в оболочке из плазмы. Поэтому до сих пор трудно было проследить, что происходит под этой оболочкой. Челябинский астероид был очень большой, и он не успел весь испариться в оболочке из высокотемпературной плазмы. Это обстоятельство дает возможность проследить, какое давление было внутри оболочки из высокотемпературной плазмы вокруг челябинского астероида.

Если внимательно посмотреть видеозапись (рис. 1), то на десятой - одиннадцатой секунде видно, что перед взрывом оболочка из плазмы слегка гаснет, как бы моргает. В этот момент поглощается энергия плазмы, которая расходуется на разрушение астероида.

Прочность хондрита LL5 200-300 МПа [Braginsky, 2023]. Значит, на отметке 28–29 км в плазме возникает давление 300 МПа, которое разрушает астероид, и он превращается в «каменное облако».

«Каменное облако» представляет собой плазму под давлением в атмосфере, она и взрывается, как баллон с перекаченным газом или как молнии в атмосфере [1]. Условие взрыва значение Pd должно быть больше критического значения, здесь P – давление, d – диаметр или минимальное расстояние локализации флуктуации объема газа под давлением. Критическое значение Pd в атмосфере порядка газом $2 \cdot 10^7 \text{ Н/м}$ [Брагинский, 2023, 2026]. В «каменном облаке» это значение превышало на два порядка $3 \cdot 10^7 \text{ Н/м}$.

Теперь можно проследить по секундам, какое давление было в оболочке из плазмы вокруг астероида в зависимости от высоты, зная распределение плотности воздуха в атмосфере. Например, на отметке 33 км плотность воздуха в атмосфере на два порядка меньше, чем на Земле и на четыре порядка больше, чем на высоте 95 км. Если на высоте 28-29 км было давление 300 МПа, то давление на отметке 33 км было порядка

100 МПа. Значит на высоте 95 км, когда астероид загорелся, давление в плазме было порядка 0.01 МПа.

Заключение. Абляцию астероидов нельзя объяснить механикой сплошной среды. Нельзя испарение астероида за 10 секунд, подобного хондриту LL5, объяснить трением о разреженный на несколько порядков воздух, по сравнению с плотностью воздуха на Земле. По мере приближения к Земле увеличивается плотность воздуха в атмосфере по экспоненте. Следовательно, по экспоненте увеличивается и давление воздуха в оболочке из плазмы вокруг астероида. На видеозаписи (рис. 1-2) видно, что увеличивается светящийся шар.

Взрыв – это критическое явление или фазовый переход разрушения газа, как сплошной среды [Брагинский, 2026]. Разрушение сплошной упругой среды описывается тензором дисторсии A_{ij} [Брагинский, 2026; Ландау, Лифшиц, 1987].

Список литературы

Брагинский А.Я. Взрыв — фазовый переход разрушения газа, как сплошной среды. Проблема симметрии в теории поля. 2026.

Брагинский А.Я. Объяснение взрыва челябинского астероида тремя последовательными фазовыми переходами разрушения сплошной упругой среды. 2023.

Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. Т. 7. М.: Наука, 1987. 248 с.

Фортков В.Е., Султанов В.Г., Шутов А.В. Взрыв челябинского суперболида в атмосфере Земли: рядовое событие или уникальное стечение обстоятельств? // Геохимия. 2013. Т. 7. С. 609.

Abrikosov A.A. On the Magnetic Properties of Superconductors of the Second Group // J. Exp. Theor. Phys. 1957. V. 5. P. 1174–1182.

Borovička J. et al. The trajectory, structure and origin of the Chelyabinsk asteroidal impactor // Nature. 2013. V. 503. No. 7475. P. 235-237.

Braginsky A.Y. Explanation of the aurora in the ionosphere, as an analogue of the Abrikosov vortices in a mixed state. 2023.

Popova O.P. et al. Chelyabinsk airburst, damage assessment. Meteorite recovery, and characterization // Science. 2013. V. 342. No. 6162. P. 1069–1073.

**РАЗВИТИЕ КОМПЛЕКСА ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
НОВЕЙШИХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА
СЕЙСМИЧНОСТЬ И ТЕКТОНИЧЕСКУЮ РАЗДРОБЛЕННОСТЬ ГЕОСРЕДЫ**

А.О. Агibalов^{1, 2}, А.А. Сенцов², Г.Р. Балашов²

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

²Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН

agibalo@yandex.ru

Совершенствование методов изучения новейших геодинамических процессов — актуальная научно-практическая проблема, поскольку неотектонические движения и деформации, находящие отражение в рельефе и зафиксированные инструментально по данным спутниковой геодезии, определяют характер сейсмичности и во многом обуславливают современную динамику флюидно-магматических систем. Она связана с развитием основных элементов тектонической раздробленности геосреды — зон трещиноватости, повышенной гидротермально-флюидной проницаемости, активных разломов. Появление новых исходных материалов, связанное с созданием цифровых моделей рельефа более высокого разрешения, повышением точности инструментальных сейсмических наблюдений и продолжительности временных рядов координат пунктов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) расширяет возможности применения и комплексирования геолого-геоморфологических и геодезических методов для решения широкого круга задач.

В ходе проведенных работ достигнуты следующие результаты.

1. Разработан формализованный алгоритм выделения зон возможных очагов землетрясений (ВОЗ) по данным анализа рельефа и компьютерного геодинамического моделирования. Он заключается в том, что на первом этапе выбираются морфометрические параметра рельефа, положительные аномалии которых наилучшим образом коррелируют с локализацией эпицентров землетрясений. Эти параметры служат исходными данными для расчета интегрального морфометрического показателя (индекса неотектонической активности), проводимого с использованием операций нечеткой логики или методом равнозначных градаций. В регионах с достаточно равномерным и представительным покрытием территории пунктами ГНСС, например на Большом Кавказе, возможно использование в качестве исходных материалов также схем современной площадной деформации [Собисевич и др., 2024]. На втором этапе с помощью компьютерного геодинамического моделирования оконтуриваются области концентрации горизонтальных напряжений. Зоны ВОЗ выделяются по повышенным значениям индекса неотектонической активности и относительной величины горизонтальных напряжений. Предложенный алгоритм апробирован на территории Алтае-Саянской области и Республики Союз Мьянма, где в этом году произошли сильные землетрясения: 15.02.2025 г. — в Кош-

Агачском районе Республики Алтай с моментной магнитудой 5.9 и 28.03.2025 г. в районе города Мандалай с моментной магнитудой 7.7. В обоих случаях эпицентры землетрясений попали в пределы выделенных зон ВОЗ [Сенцов и др., 2025б; Sobisevich et al., 2025].

2. Обоснована возможность применения комплекса морфометрических параметров рельефа (удельной длины «слабых» зон, водотоков, линий вытянутости, а также кривизны рельефа) для построения схем и вертикальных профилей тектонической раздробленности верхней части литосферы. Ранее они строились по методике Ю.В. Нечаева [2010] с использованием только удельной длины линеаментов. Апробация разработанного подхода выполнена на примере Северо-Западного Кавказа и Воронежской антеклизы [Собисевич и др., 2024]. Для Алтае-Саянской области показана информативность горизонтальных и вертикальных профилей тектонической раздробленности при выделении достоверных и предполагаемых активных разломов [Сенцов и др., 2025а].

3. Установлена информативность морфометрических параметров рельефа, характеризующих степень трещиноватости (прежде всего, плотности линеаментов и водотоков) для оценки термического состояния верхней части литосферы вулканопасных регионов. На примере Камчатского полуострова показано, что зоны повышенного теплового потока, где расположено большое количество вулканических построек и горячих источников, неблагоприятны для развития выраженной в рельефе трещиноватости из-за преобладания пластических деформаций. В то же время эпицентры малоглубинных землетрясений сконцентрированы в областях повышенной тектонической раздробленности, где преобладают хрупкие деформации [Агибалов и др., 2024].

Значимость полученных результатов заключается в том, что методика выделения площадных и линейных элементов линеаментно-доменно-фокальных моделей, положенных в основу карт общего сейсмического районирования нашей страны ОСР-97 и ОСР-2015, во многом основана на экспертной оценке, поэтому ее формализация представляется актуальной и интересной задачей. Развитие методики оценки тектонической раздробленности Ю.В. Нечаева [2010] актуально в связи с тем, что она позволяет построить 3D модели, на которых выделяются неоднородности верхней части литосферы разного ранга, однако в ее основу положен только один параметр рельефа — удельная длина линеаментов. Наши работы показали возможность увеличения количества исходных морфометрических характеристик для повышения достоверности результатов. Анализ связи между выраженной в рельефе трещиноватостью и вулканизмом актуален в связи с тем, что по зонам повышенной проницаемости возможна миграция магматических масс к поверхности, однако на примере Камчатки нами показан более сложный и неоднозначный характер этой взаимосвязи.

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

Список литературы

Агибалов А.О., Бергаль-Кувикас О.В., Зайцев В.А., Сенцов А.А. Взаимосвязь выраженной в рельефе мегатрещиноватости юго-востока Камчатки с вулканизмом и термическим состоянием верхней части литосферы // Геофизические процессы и биосфера. 2024. Т. 23, № 4. С. 1–10.

Нечаев Ю.В. Линеаменты и тектоническая раздробленность: дистанционное изучение внутреннего строения литосферы / Под ред. акад. А.О. Глико. М.: ИФЗ РАН, 2010. 215 с.

Сенцов А.А., Собисевич А.Л., Агибалов А.О., Балашов Г.Р., Макеев В.М., Мануилова Е.А., Пузич И.Н., Славина Л.Б. Оценка тектонической раздробленности земной коры Алтае-Саянской области // Геофизические процессы и биосфера. 2025а. Т. 24, № 4.

Сенцов А.А., Собисевич А.Л., Агибалов А.О., Славина Л.Б., Котов А.Н. Выделение зон возникновения очагов коровых землетрясений Республики Союз Мьянма: новый методический подход на базе анализа рельефа и компьютерного геодинамического моделирования // ДАН. Науки о Земле. 2025б. Т. 525, № 1. С. 135–145.

Собисевич А.Л., Агибалов А.О., Бергаль-Кувикас О.В., Зайцев В.А., Зыков Д.С., Макеев В.М., Полещук А.В., Сенцов А.А., Шевченко А.В. Развитие методов комплексного морфометрического анализа рельефа для оценки тектонической раздробленности недр // Вулканология и сейсмология. 2024. № 3. С. 59–69.

Собисевич А.Л., Стеблов Г.М., Агибалов А.О., Алешин И.М., Балашов Г.Р., Кондратов А.Д., Макеев В.М., Передерин В.П., Передерин Ф.В., Розенберг Н.К., Сенцов А.А., Холодков К.И., Фадеева К.В. Выделение зон возможных очагов землетрясений в областях новейшего тектогенеза на основе геолого-геоморфологических факторов и инструментов нечеткой логики (на примере Большого Кавказа) // Вулканология и сейсмология. 2024. № 5. С. 53–66.

Sobisevich A.L., Steblov G.M., Sentsov A.A., Deev E.V., Eppelbaum L.V., Agibalov A.O., Aleshin I.M., Balashov G.R., Kamenev O.T., Kotov A.N., Makeev V.M., Perederin V.P., Perederin F.V., Rosenberg N.K., Kholodkov K.I., Safronov O.V. Identification of Potential Earthquake Foci Locations Zones in the Altai-Sayan Mountain Region: A New Approach Using Morphometric Terrain Analysis and Geodynamic Modeling // Natural Hazards. 2025.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ВЫРАЖЕННОЙ В РЕЛЬЕФЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОСТРОЕК НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАМЧАТКИ

А.О. Агibalов^{1,2}, А.А. Сенцов², Г.Р. Балашов²

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

²Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН

agibalo@yandex.ru

В качестве района исследования выбрана юго-восточная часть Камчатки, в пределах которой хорошо изучена вулканическая активность — известно расположение не только крупных стратовулканов (Авачинского, Корякского, Бакенинг), но и не выраженных в масштабе цифровой модели рельефе FABDEM небольших моногенных шлаковых конусов, преобладающих в количественном отношении по сравнению со стратовулканами. Расположение этого участка приведено на рис. 3 в [Агibalов и др., 2024]. Ранее нами было показано, что большинство вулканических построек приурочено к областям повышенного теплового потока [Геотермическая..., 1995], где преобладают пластические деформации. Такие участки неблагоприятны для развития выраженной в рельефе мегатрещиноватости. В этом году комплексный морфометрический анализ рельефа позволил более точно на количественном уровне оконтурить такие участки по отрицательным аномалиям 3 параметров — плотности линеаментов и узлов их пересечения, а также гипсометрического интеграла. Последний рассчитан по формуле $HI = \frac{H_{mean} - H_{min}}{H_{max} - H_{min}}$, где H_{max} — максимальная, H_{mean} — средняя, H_{min} — минимальная высоты в пределах ячейки размером 5×5 км [Yadav, Singh, 2022]. На основе обработки 3 упомянутых параметров методом равнозначных градаций [Копылов, 2019] построена схема интегрального морфометрического показателя. Для этого значения исходных параметров пересчитаны в баллы: 0 баллов соответствует значениям, меньшим, чем первый квартиль (Q_1), 1 балл — $\geq Q_1$ и $< Q_2$, 2 балла — $\geq Q_2$ и $< Q_3$, 3 балла — $\geq Q_3$. Интегральный параметр равен сумме баллов.

Таким образом, нами предложен алгоритм расчета интегрального морфометрического параметра рельефа, отражающего степень трещиноватости. На примере Юго-Востока Камчатки показано, что его отрицательные аномалии маркируют наиболее прогретые участки, неблагоприятные для развития мегатрещин. В их пределах расположено большинство вулканических построек локального масштаба.

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

Список литературы

Агибалов А.О., Бергаль-Кувикас О.В., Зайцев В.А., Сенцов А.А. Взаимосвязь выраженной в рельефе мегатрециноватости юго-востока Камчатки с вулканизмом и термическим состоянием верхней части литосферы // Геофизические процессы и биосфера. 2024. Т 23, № 4. С. 105–114.

Геотермическая карта России. М-б 1 : 10 000 000 / Ред. А.А. Смыслов. СПб.: ВСЕГЕИ, 1995.

Копылов И.С. Морфонеотектоническая система оценки геодинамической активности. Пермь, 2019. 132 с.

Yadav S.K., Singh S.K. Morpho-tectonic assessment of Central Northern escarpment of Peninsular India, based on tectonically sensitive geomorphic indices // Physical Geography. 2022. V. 43. No. 6. P. 753-783.

Памяти В.А. Алексеева, В.В. Копейкина, В.А. Рукавишникова, В. Чечина

ИМПАКТНЫЕ ВОРОНКИ ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА

Н.Г. Алексеева

ГНЦ РФ ТРИНИТИ

AN1TU@mail.ru

В экспедициях 2009 и 2010 годов проведены георадарные исследования ударных воронок вблизи эпицентра взрыва Тунгусского метеорита (ТМ), изучены потоки водорода, георадаром «Лоза» установлены структуры 40 воронок, на 7 воронках было проведено бурение. Поиски фрагментов Тунгусского космического тела продолжаются. По фотоснимкам аэрофотосъемки, сделанным ГОСНИИАС в 1999 году, и картам ГУГЛа В. А. Алексеев установил неслучайный характер распределения воронок в эпицентре Тунгусского взрыва. Распределение воронок на Тунгуске имеет много общего с распределением воронок на Сихотэ-Алине. В. А. Алексеев изучил монографию Е. Л. Кримова про Сихотэ-Алинский метеорит и сравнил результаты исследований Тунгусского и Сихотэ-Алинского метеорита. На снимках В. А. Алексеев увидел, что часть воронок в эпицентре ТВ расположена по прямой, есть расположенные по дуге, имеются сдвоенные воронки, аналогично воронкам Сихотэ-Алинского метеорита (рис. 1).



Рис. 1. Воронки ТМ на Южном и Северном болотах на космических снимках Гугл

Даже пень, найденный Л. А. Куликом на дне Суловской воронки, имел такой же косой угловой скол, как пень на краю импактной воронки Сихотэ-Алинского

метеоритного дождя. (рис. 2) Возможно, дерево было срезано осколком метеорита. Эти наблюдения доказывают, что на площади вывала ТМ имеются ударные воронки.

В экспедициях в июле 2009–2010 гг. были проведены исследования воронок в зоне падения Тунгусского метеорита. Распределение воронок на площади $2,5 \times 0,7$ км между Северным и Южным болотом сходно с расположением воронок Сихотэ-Алиньского метеоритного дождя, это дает основание предположить, что Тунгусский метеорит также при взрыве распался на фрагменты. Наши исследования подтверждают идеи Л.А. Кулика о множественном образовании воронок импактной природы.

В экспедицию с нами поехал В.В. Копейкин, разработчик георадара, и они вместе с В.А. Алексеевым в 2009-2010 годах сделали георадарную съемку 40 ударных воронок.

В.А. Алексеев находил импактные воронки на болотах, в лесу, даже на склоне гор по наличию валов. С помощью георадара «Лоза» были изучены внутренние структуры воронок до глубины 20м. Воронки, выбранные как импактные, сохранили свою форму благодаря вечной мерзлоте, и имеют форму конуса, рассекающего болото до глубины примерно 15 м.



Сихотэ-Алинь-1947



Тунгуска-1929

Рис. 2. Верхнее фото – пень на краю воронки Сихотэ-Алинского метеорита (Монография Е. Л. Кринова), нижнее фото – пень в Суловской воронке

В структуре воронок просматриваются три зоны - верхние слои современной вечной мерзлоты; нижележащие разрушенные слои и предполагаемые фрагменты разрушенного космического тела, для изучения которого необходимо применить бурение.

Для изучения воронок через их центр прокладывались доски и по ним, с шагом 10 см в направлении с севера на юг, и с запада на восток проводились измерения с помощью георадара. На рисунках, представляющих собой записи радарограмм без дополнительной обработки, слева указана глубина в метрах, справа – задержка в наносекундах.

Подробно исследованы Сусловская и боковая маленькая воронки. Измерения подтвердили их импактное происхождение, как и предполагал Л.А. Кулик (рис. 3, 4).

В настоящее время Сусловская воронка имеет диаметр примерно 32 м, борта заросли кустарником, в отдельных секторах выросли деревья – березы, сосны, кедры, особенно сильный рост деревьев наблюдался на северном борту бывшей траншеи, прорытой Л.А. Куликом в 1928 году. Сусловская воронка к настоящему времени заросла болотной растительностью.



Рис. 3. В.В. Копейкин и В.А. Алексеев проводят съемку Сусловской воронки. Фото Н.Г. Алексеевой

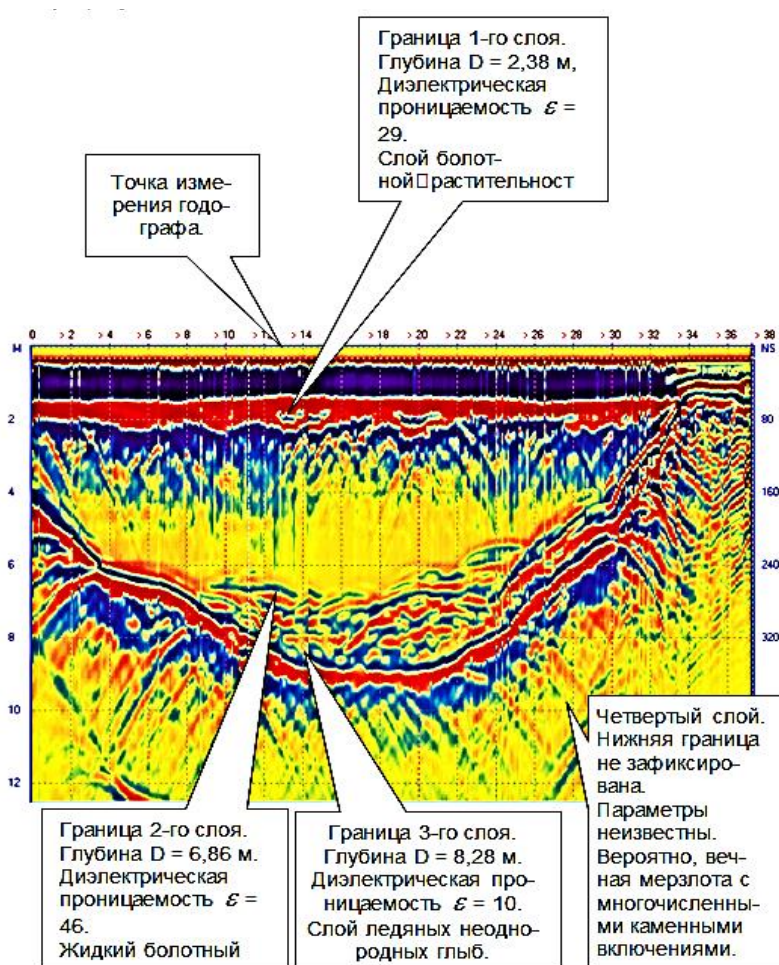


Рис. 4. Радарограмма Суловской воронки, св-юг

Из рисунка 4 видно, что Суловская воронка имеет форму чаши, как и знаменитый Аризонский кратер и содержит несколько слоев. Первый слой состоит из болотной растительности и тянется до глубины 2,4 м. Второй слой из жидкого болотного ила с включениями тянется до глубины 6,9 м.

Третий слой из мерзлых неоднородных глыб тянется до глубины 8,3 м. Четвертый слой - вечная мерзлота с многочисленными твердыми включениями, возможно осколками Тунгусского метеорита, его нижняя граница не зафиксирована, а общая глубина составляет 10 м. Ручное бурение до 7 метров подтвердили наличие темного ила.

Юрий Лавбин совершил несколько экспедиций по Красноярью, обнаружил и привез более полутонны различных обломков. Их анализ показал — это космическое вещество. На космическом снимке Сибири Ю. Лавбин нашел вывал деревьев с Запада на Восток.



«Экспедиция в это место незабываема: мы подлетели к гигантскому повалу деревьев. Все старые деревья были уложены ровными рядами вершинами на Восток. На расстояние — более 40 км (что не под силу пожарам, бурям и ветровалам). Как показали в дальнейшем анализы собранного там вещества, оно имеет космическое происхождение, но не метеоритное, а кометно-астероидное.

Уже тогда мы определили, что имеется «центр удара» и был пролет, будем говорить, «обломков космического тела» с запада на восток на 40–50 км. Сразу скажу, что это совсем другое место, чем известный с начала XX века вывал леса в районе поселка Ванавара, который находится на 250 км восточнее. Когда начали исследовать вывал, стало ясно, что действительно произошло взаимодействие с земной поверхностью космического тела и нужно установить — в каком году? Это было сделано через исследования спилов деревьев — 1908 год. Кроме того, нашей экспедицией были взяты анализы поверхности почвы из разных мест этого же района. Результаты поразили — выявилась огромная аномалия многих элементов периодической таблицы Менделеева. Был выявлен даже такой космический элемент, как иридий — очень редкий на Земле.» Из интервью Ю. Лавбина на его сайте.

Концентрации и коэффициенты обогащения элементов в почвах и метеоритах. В эпицентре Кулика в почвах наблюдается обогащение Кобальта, Магния, Цинка, что, возможно, связано с тем, что это палеовулкан. В эпицентре Лавбина в почвах получено высокое обогащение Иридия в 760 раз, Индия в 15,8 раз. Это может указывать

на метеоритное или кометное воздействие. В метеоритах по таблице Лавбина получилось, что обогащаются Иридий в 7,6 раз, Кобальт в 1,5 раза, Никель в 51 раз, Магний в 3,5. Таким образом, почвы в эпицентре Лавбина испытали внеземное, космическое воздействие, но никеля там нет.

№	Химический элемент	Символ	Кларковое содержание в почвах Земли	Эпицентр Кулика	Эпицентр Лавбина	Метеориты
1	Иридий	Ir	0,0000001	-	0,001	0,000005
2	Иттрий	Y	0,003	0,0003	0,002	0,000008
3	Иттербий	Yb	0,0004	0,00008	0,0002	0,000002
4	Литий	Li	0,006	-	0,001	0,00003
5	Скандий	Sc	0,001	-	0,02	0,00006
6	Ниобий	Nb	0,002	-	0,001	0,000003
7	Галлий	Ga	0,003	-	0,002	0,00004
8	Германий	Ge	0,0002	-	0,001	0,0001
9	Индий	In	0,000005	-	0,001	0,00000001
10	Бериллий	Be	0,0003	0,00003	0,0005	0,00004
11	Кобальт	Co	0,0008	0,003	0,010	0,008
12	Бор	B	0,001	0,0005	0,003	0,00002
13	Барий	Ba	0,05	0,25	0,1	0,00006
14	Олово	Sn	0,001	0,0004	0,001	0,00001
15	Стронций	Sr	0,03	0,016	0,010	0,0001
16	Молибден	Mo	0,0003	0,0001	0,001	0,000006
17	Марганец	Mn	0,085	0,18	0,6	0,02
18	Никель	Ni	0,004	0,006	0,01	1,35
19	Хром	Cr	0,02	0,008	0,010	0,0002
20	Ванадий	V	0,01	0,026	0,020	0,0007
21	Цирконий	Zr	0,03	0,008	0,015	0,0003
22	Свинец	Pb	0,002	-	0,02	0,000002
23	Медь	Cu	0,002	0,002	0,01	0,001
24	Алюминий	Al	10,45	-	10,0	1,30
25	Магний	Mg	0,6	2,0	4,0	14,0
26	Цинк	Zn	0,005	0,020	0,1	0,0005
27	Титан	Ti	0,46	0,7	1,0	0,005
28	Железо	Fe	3,8	5,8	50,0(общ)	25,0
29	Калий	K	1,4	1,5	2,0	0,008

ОТКРЫТИЕ АНГАРСКОЙ ЩЕЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНОЙ ПРОВИНЦИИ НА ЮГЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

А.А. Амиржанов

*Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и
алмазов*

amirzhanov.al@mail.ru

Необходимость в пересмотре минерагении юга Сибирской платформы давно более чем назрела [Амиржанов, 1999], учитывая тиражирование ложных представлений о железорудных месторождениях «ангаро-илимского типа» в научной, учебной литературе в рамках трапповой и скарновой парадигм как «общепринятых представлений». Однако давно установлено, что траппы не имеют отношения к образованию руд: 1) траппы прорываются рудоносными структурами (Нерюндинское и др. месторождения); 2) источник базальтов (Канско-Тасеевская впадина) удален на сотни километров; 3) палеовулканы вблизи Ангарской провинции (АП) не содержат железных руд; 4) в месторождениях интрузии антидромной пикрит-щелочнобазальтоидной серии сформировались после руд; магматиты содержат обломки руд, рассекают ранее сформированную зональность известково-магнезиальных метасоматитов (родингитов). Скарны же не связаны с траппами и формируются по алюмосиликатному и силикатному материалу брекчий.

Региональная характеристика месторождений АП определяется пермо-триасовой эпохой тектоно-магматической активизации платформы, вследствие которой формировалась и обновлялась сеть протяженных зон разломов (Таймыро-Байкальский и др.), глубины заложения которых позволяли осуществляться не только щелочно-ультраосновному, но и кимберлитовому магматизму (Харамайское поле). Превалирующая часть ЩУОК на юге платформы, в отличие от Маймеч-Котуя, из-за мощного чехла вскрылась лишь для флюидонасыщенных фоскоритовых и карбонатитовых магм. Исключением является лишь Среднеангарский рудный район, локализованный в приподнятом геоблоке, где наряду с Fe-рудными месторождениями (Тагарское и др.) обнажился синхронный месторождениям Чадобецкий щелочно-ультраосновной комплекс.

Локальная характеристика сочетает в себе конвергентные признаки кимберлитов и ЩУОК. Так, по некоторым особенностям рудоносные структуры тождественны

кимберлитовым трубкам, что позволяет отнести их к одному структурному виду. К характерным чертам сходства относятся: 1) приуроченность к кратонам и локализация в осадочном чехле, 2) стволовая (диатремовая) форма, 3) формирование нескольких каналов, часто сливающихся к поверхности (Октябрьское месторождение, 2 канала и Удачное кимберлитовое месторождение, именуемое «Штаны В.Н. Щукина»), 4) наличие околодиатремовых мульд оседания в месторождениях АП (Капаевское, Нерюндинское и др.) и по периферии кимберлитовых трубок (Юбилейное, Заря, Восток, Краснопресненская, М.М. Одинцова в Якутии и Архангельская, Пионерская, им. Карпинского в Архангельской области), 5) уменьшение поперечного сечения с глубиной, иногда с переходом в дайкообразную форму, 6) формирование ассоциаций, «кустов» рудоносных структур – «железорудных районов» в АП или «кимберлитовых полей и кустов» в Якутии, 7) глубинность заложения; железоносные структуры прослежены ниже поверхности фундамента платформы, 8) контролирование глубинными структурами (разломы, рифты); 9) связь с дискретными всплывками тектономагматической активности. Также кратко можно отметить такие черты сходства, как обилие брекчий, автолитовых структур, интенсивных процессов серпентинизации, карбонатизации.

Принадлежность Ангарской провинции к щелочно-ультраосновной формации обосновывается наличием в провинции таких пород как: 1) фоскориты (или «предкарбонатиты»), апофоскориты, 2) родингиты («скарноподобные породы» Ковдора или «автореакционные известковые скарны» Маймеча-Котуй), 3) карбонатиты, 4) сиениты, 5) Sr-Ba-Cu-аномалии и их месторождения, 6) слюдистые породы – апофоскориты хлоритовой (серафимитовой) стадии, вплоть до мономинерального хлоритолита, а именно поделочного серафимита, полировки которого сравнивают с крыльями Архангела Серафима. Интенсивное ослюдование месторождений АП позволяет проводить параллели с массивами Ковдор, Палабора и другими.

Фоскориты имеют апатит-форстерит-магнетитовый состав с аксессуарными минералами-индикаторами (перовскит, Mn-пикроильменит) [Амиржанов, 2021]. Они образуют интрузивные тела разной формы и размеров – штоки, дайки, силлы, жилы, вплоть до тончайших. Вертикальная зональность выражена развитием форстеритовых разностей на нижних горизонтах диатрем, а магнетитовых и апатит-магнетитовых (нелсониты) – на верхних. Впервые выявлен новый механизм кристаллизационной дифференциации магм – это преимущественная кристаллизация Фо в эндоконтактах, на

поверхности обломков с обогащением расплава рудной и летучими компонентами, с чем связано формирование нельсонитов и рудных метасоматитов [Амиржанов, 2024]. Такой же механизм был реализован в Ковдорском массиве, где сформировалась мощная эндоконтактовая зона форстерититов.

Выделены апофоскориты серпентиновой, хлоритовой (серафимитовой), клинопироксеновой и андрадитовой фаций. Апофорстеритовые псевдоморфозы легко устанавливаются в разностях с сидеронитовой структурой или по остаткам магнетитовых или шпинелевых «рубашек». Различаются ранний интерстициальный позднемагматический серпентин и псевдоморфный. Хлоритизация обусловлена перекристаллизацией типоморфного Al-Mg-магнетита серии шпинель-магнезиоферрит-магнетит с высвобождением Al, а также выносом Al из алюмосиликатных вмещающих пород в процессе их родингитизации. Процессы пироксенизации фоскоритов связаны с внедрением поздних пикрит-щелочнобазальтоидных магм. Т.е. геологически ситуация сходна с массивом Палабора, который рассечен серией поздних долеритовых даек.

Под родингитами понимаются ранее выделяемые известковые скарны или автореакционные известковые скарны. По комплексу признаков метасоматиты принадлежат семейству родингитов, для которых характерна ультраосновная среда формирования (гипербазиты, серпентиниты, пикриты, кимберлиты), формирование при Ca-Mg-метасоматозе, алюмосиликатный и силикатный субстрат, вынос из него Si, Al, щелочей, привнос Mg, Ca. Инертность Ti позволила установить осадочный субстрат родингитов (около 95%) и отказаться от вулканогенной гипотезы формирования структур в связи с трапповым вулканизмом. Зональность в обломках из брекчий следующая (от края): КПи (диопсид-гедербергит, иногда более высокотемпературный фассаит) → гранатgrossуляр-андрадит → волластонит (в родингитах Ca-ветви) или тальк (Mg-ветвь), или амфибол, плагиоклаз, эпидот. Вертикальная зональность родингитов отчетливо взаимосвязана с зональностью руд. Так, с существенно форстеритовыми разностями фоскоритов ассоциируют клинопироксеновые родингиты, а с магнетитовыми – гранатовые, что дополнительно подтверждает генезис родингитов в связи с фоскоритовым магматизмом. Средний состав родингитов Коршуновского месторождения идентичен среднему составу «скарноподобных пород» Ковдорского массива.

Карбонатиты образуют интрузивные тела — дайки, силлы, жилы. Силлы кальцитовых карбонатитов прослежены на удалении 9 км от Коршуновского

месторождения. Их тела зафиксированы в фундаменте платформы. В них присутствуют форстерит, монтичеллит, доломит, целестин, барит, ангидрит, пирротин (троилит), пентландит, халькопирит, самородная медь. Карбонатиты активно взаимодействуют с фоскоритами, формируя породы резко переменного состава, в том числе кальцит-магнетитовые руды [Амиржанов, 2025]. По изотопным характеристикам С, О они отличаются от осадочных карбонатов и сходны с карбонатитами Томторского щелочно-ультраосновного массива (рисунок).

Отметим, что карбонатиты установлены и в центральной части платформы (Чавида и другие), что подтверждается развитием там карбонат-магнетитовых интрузивных комплексов, вплоть до Fe-рудных месторождений, а также изотопными данными [Покровский и др., 2001], хотя автор отрицает принадлежность к карбонатитам, именуя их «карбонатитоподобными» породами. Тем не менее эти карбонатиты образуют интрузивы, в том числе силлы с магматическими структурно-текстурными характеристиками. Отметим их тонкую полосчатость, порфировидную структуру, обусловленную ориентированными вкрапленниками лейстовидного кальцита; характерно присутствие флюорита, сульфидов и соответствующей рудной нагрузки (Fe, Sr, Ba, Cu).

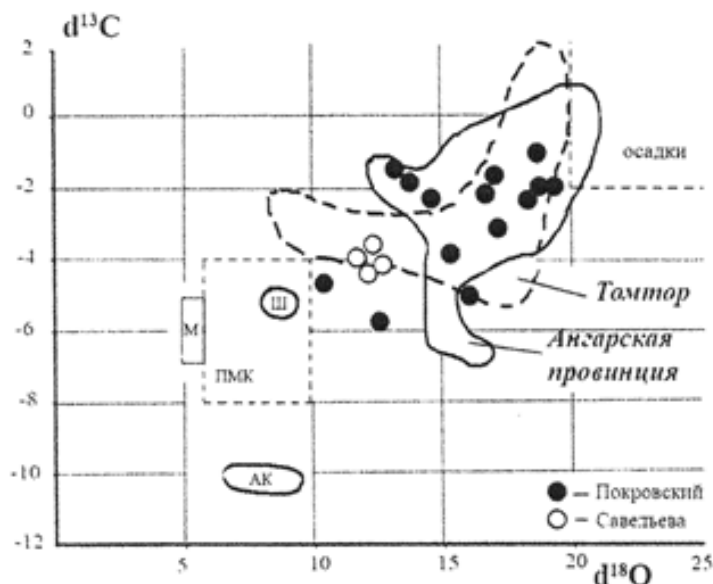


Рисунок. Сплошная линия — Ангарская провинция ([Пухнарович, 1986] и автор; Ш — исландский шпат Рудногорского м-ния, автор; АК — аномальные кальциты [Пухнарович, 1986]). Пунктир — карбонатиты Томтора ([Пономарчук и др., 2020]); черные точки — по данным [Покровский и др., 2001]; незалитые кружки — карбонатиты западного берега Байкала [Савельева и др., 2016]. М — мантия, ПМК — первично-магматические карбонатиты

С карбонатитами АП связан калиевый метасоматоз вмещающих пород, что следует классифицировать как процесс фенитизации, характерный для классических карбонатитов. В частности, в зонах осветления брекчий в связи с анкерит-кальцитовыми прожилками фиксируются КПШ (до 38 %), альбит, апатит.

Сиенит, который обычно формируется на заключительной стадии щелочно-ультраосновного магматизма, в виде ксенолитов обнаружен в Коршуновском и Нерюндинском месторождениях. В последнем его состав (%): ортоклаз – 45-50, КПи – 20, олигоклаз – 10, актинолит – 5-7, кварц – 3-5, биотит – 3-5, рудный – 7-10, апатит, сфен. Сиенит содержит (вес. %): SiO_2 – 54.82, K_2O – 8.19, Na_2O – 2.01; $\text{al}=0.95$, $\text{K}_\text{ф}=0.85$.

Минерагения провинции определяется не только Fe-оруденением. Отметим аметистовое промышленное оруденение в Капаевском Fe-рудном месторождении, образующееся вследствие десиляции брекчий при их высокотемпературной родингитизации. Там же фиксируются аномалии Sr, Ba, Cu, Zr, а также ртути. В Октябрьском Fe-рудном месторождении сформировалось комплексное Fe-Cu-Sr-оруденение. Прогнозные ресурсы целестиновых (до 55 % целестина) руд составляют 1700 тыс. т. SrO, среднее 28.0 вес. %. В рудах 31 % оксидов железа, 8.5 % BaO, 1.13 % CuO. Стронциевые месторождения установлены в Иркутской области севернее Ангарской провинции (Лучистое, Fe-Cu-Sr-руды, прогнозные ресурсы 2000 тыс. т. SrO) и в Красноярском крае (Увакитское и другие) [Тигунов и др., 2000].

Месторождения исландского шпата в центре платформы традиционно приписывается траппам. Однако генезис исландского шпата в АП тесно связан с карбонатитами. Показательно, что он имеет уникальные изотопные характеристики (см. рисунок). Вероятнее всего формирование месторождений шпата в Тунгусской синеклизе обусловлено отщепленными от карбонатитов флюидами. Тем более, что поисковыми признаками являются Fe-оруденение и гранатизация [Андрусенко, Кузовнин, 1962].

Список литературы

Амиржанов А.А., Суворова Л.Ф. Особенности состава и генезис магнетита из железорудных месторождений Ангарской провинции (Россия) // Геология рудных месторождений. 1999. № 2. С. 171–182.

Амиржанов А.А. Минералы-индикаторы щелочно-ультраосновной природы железорудных месторождений Ангарской рудной провинции // XIII съезд Росс. минер. о-ва и Федоровская сессия. 05-08 октября. Санкт-Петербург. 2021. Т. 2. С. 33–34.

Амиржанов А.А. Новый вид дифференциации (фоскориты железорудных месторождений Ангарской провинции, Сибирская платформа) // Мат. XXXIII зас. Всерос. междисц. семинара-конф. геол. и геогр. фак. МГУ имени М.В. Ломоносова «Система Планета Земля». М.: Перо, 2024. С. 12–14.

Амиржанов А.А. Карбонатиты в железорудных месторождениях ангаро-илимского типа (Сибирская платформа) // Мат. Всерос. науч.-практ. конф. «Геология и металлогения цветных и благородных металлов». Улан-Удэ. 2025. С. 8–9.

Андрусенко Н.И., Кузовнин С.А. Роль структурно-тектонических факторов в размещении месторождений исландского шпата, связанных с интрузивными траппами // Тр. Всес. н.-и. ин-та пьезооптического и минерального сырья. Т. 7. 1962.

Покровский Б.Г., Врублевский В.В., Сапронов Н.Л. и др. Изотопный состав кислорода и углерода карбонатитоподобных пород Тунгусской синеклизы // Петрология. 2001. Т. 9, № 4. С. 433–445.

Пономарчук В.А., Жмодик С.М., Лазарева Е.В. и др. Изотопы углерода и кислорода в карбонатах карбонатитов Томторского REE-Nb месторождения // Тр. Ферсмановская науч. сессия ГИ КНЦ РАН. 2020. № 17. С. 454–458.

Пухнаревич М.М. Условия и особенности формирования эндогенных месторождений юга Сибирской платформы. Иркутск. 1986. 336 с.

Савельева В.Б., Демонтерова Е.И., Данилова Ю.В. и др. Новый карбонатитовый комплекс в Западном Прибайкалье // Петрология. 2016. Т. 24, № 3. С. 292–324.

Тигунов Л.П., Левченко Е.Н. и др. Минерально-сырьевая база стронция в России и перспективы ее использования // Минеральное сырье. 2000. № 6.

ГИПОТЕЗА ОБРАЗОВАНИЯ ВОДОРОДА В ЯДРЕ ЗЕМЛИ

П.Г. Антипов

Конструктор транспортных средств

1. Гипотеза образования водорода в ядре Земли является следствием предположения круговорота Энергии(массы) во Вселенной. Опорой служат: закон всемирного тяготения Ньютона, закон эквивалента Энергии=массы Эйнштейна и работа Ренделла Миллса, описывающая свойства открытой им частицы «гидрино».

2. Гидрино

2.1 Гидрино – частица, похожая на атом водорода, но ее масса меньше. Дефицит массы(энергии) не позволяет электрону преодолеть ядерные силы и занять орбиталь [Mills, с.39]. Гидрино является небарионной нейтральной частицей размером с протон. Предположительно, если добавить энергии в гидрино до уровня $1,5 \cdot 10^{-10}$ (Дж) в результате эндотермической реакции (в противоположность Миллсу) получится атом водорода. То есть, гидрино является фундаментом для водорода.

2.2 Атом водорода – основа реакции синтеза в звездах с образованием электромагнитного излучения ЭМИ и нейтрино. По отношению к нейтрино атом водорода, в нашем случае, будет базовым.

2.3 Нейтрино, предположительно отбирая энергию квантов, превращается в гидрино, то есть, является его фундаментом.

Таким образом, для описания простейшего (малого) круговорота энергии во Вселенной нам потребуются: водород, нейтрино, гидрино и ЭМИ.

3. Звезды превращают водород в электромагнитное излучение. ЭМИ теряет энергию с расстоянием (временем) до самой границы наблюдений. Логично предположить, что существует частица, отбирающая энергию квантов ЭМИ. Предположим, что такой способностью обладают нейтрино.

Тогда в противоположность квантам ЭМИ, нейтрино с расстоянием должны набирать энергию. Наблюдаем мы этот эффект? Можно сказать да — это сверхэнергетические нейтрино. Но всему есть предел. Набравшись энергии, нейтрино останавливаются - пусть это будут гидрино. То есть, нейтральные частицы энергии(массы) которых еще не хватает для выхода электрона из ядерного поля протона [Эйнштейн, 2000, с. 39].

Мы предположили, что раз нейтрино рождают гидрино то и свойства у них родственные. Отдавая должное трудам Ренделла Миллса, наблюдаем ли мы подобные частицы во Вселенной? Да — это похоже на темную материю. ТМ являются доминирующей массой во Вселенной. Раз гидрино и нейтрино родственники, логично предположить, что и гидрино воруют энергию квантов. Для превращения в водород гидрино надо накачать энергией. Переход энергии в массу отразим на рисунке.



Допустим, что источник ЭМИ на границе наблюдаемой Вселенной отправил в сторону наблюдателя порцию энергии равную атому водорода 938,27 МэВ или $1,5 \cdot 10^{-10} (Дж)$. В качестве наблюдателя можно выбрать межгалактическую пустоту Войд. Средняя энергия электронных нейтрино — 12 МэВ, что на два порядка меньше энергии атома водорода. На рисунке она в точке «Источник». За время этого путешествия ЭМИ полностью «растеряет» свою энергию и до наблюдателя не дойдет, вместо этого наблюдатель «получит» готовый атом водорода. Если наблюдатель находится на границе Вселенной, то от нас он не получит ни малейшей информации, кроме водорода. Мы для него будем этой границей. То есть, выполняется эйнштейновский принцип зависимости Вселенной от выбранной системы координат.

4. Ничто летящее со скоростью света не может покинуть эту границу, что подтверждает «Замкнутость Вселенной». Эйнштейн для представления $E=mc^2$ как всемирного закона сохранения энергии пытался математически доказать замкнутость Вселенной (закон сохранения энергии может выполняться только в замкнутой системе).

[Эйнштейн, 2000, с. 39]. В 21м веке, благодаря накопленным знаниям, все оказалось гораздо проще.

5. Зададимся вопросом, что будет с гидрино, если оно врежется в Землю?

5.1 Частица гидрино подлетает к Земле с третьей космической скоростью по гиперболической траектории. Пронзая Землю, гидрино потеряет часть своей кинетической энергии и перейдет на эллиптическую орбиту, с перигеем под поверхностью Земли.

5.2 Эллиптическая орбита перейдет в круговую в ядре Земли.

5.3 Отобрав часть жара Земли, гидрино превратится в водород под сверхвысоким давлением. То есть, ядро Земли наполнено металлическим водородом в сверхпроводящем состоянии.

6 Возникновение магнитного поля Земли.

В сверхпроводящее ядро на первой космической скорости (для ядра Земли) влетает частица гидрино и превращается в атом водорода. Это приводит к резкому торможению с отрывом электрона. Электроны в сверхпроводящей среде продолжают движение создавая круговой (орбитальный внутри ядра) электрический ток. Круговой ток - причина магнитного поля Земли. Поскольку облака гидрино различной массы могут врезаться в Землю под разными углами, то и магнитное поле Земли будет изменчивым. Избыток водорода будет перетекать к поверхности Земли, что и имеем.

7 Эйнштейн со своей умозрительной формулой опять предположительно прав:) Гипотеза Лямбда-CDM оказывается несостоятельной. А что делать, Жорж Леметр не знал про минеральный водород.

8 Оценим достоверность гипотезы круговорота энергии во Вселенной. Изначально вероятность=0,5. Каждое последующее наблюдаемое событие укрепляет вероятность, то есть, попадает в интервал между предыдущей вероятностью и единицей.

8.1 рост энергии нейтрино - сверхэнергетическое нейтрино $0,5+(1-0,5)/2=0,75$

8.2 гидрино - гравитационно наблюдаемая ТМ $0,75+0,25/2=0,875$

8.3 вывод о замкнутости Вселенной - очень серьезный аргумент в пользу укрепления гипотезы $0,875+0,125/1,5=0,96$

8.4 Неравномерность реликтового излучения можно объяснить облаками Гидрино $0,96+0,04/2=0,98$

8.5 Возникновение магнитного поля Земли как превращение гидрино в водород в ядре $0,98+0,02/2=0,99$

8.6 Изменчивость магнитного поля Земли объясним разными углами падения облаков гидрино $0,99+0,01/2=0,995$

8.7 Скоростные экваториальные ветры на газовых гигантах тоже можно соотнести с падением облаков гидрино. $0,995+0,005/2=0,9975$

8.8 Отсутствие у Венеры магнитного поля – гидрино не долетает до ядра, превращаясь в водород в раскаленной атмосфере $0,9975+0,0025/2=0,99875$

При вероятности более 0,998 Гипотезу круговорота и ее следствие образование водорода в ядре Земли можно принять как вполне достоверную

Список литературы

Эйнштейн А. Теория относительности. Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2000. 224 с.

Randell L Mills. The Grand Unified Theory of Classical Physics April 2023 // Library of Congress Control Number 2023905641

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРОЕНИИ И ГЕОДИНАМИКЕ ЗЕМЛИ

Д.А. Астафьев

ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

daastafiev@yandex.ru

По данным высококачественной сейсмотомографии наблюдаются взаимосвязи основных тектонических элементов земной коры с отчетливо прослеживаемыми структурами сквозной радиальной неоднородности (столбчатости) от литосферы до раздела ядро-мантия [Астафьев, 2018], особенно в тектонически активных поясах, областях и зонах субдукции, в т.ч. под внутри- и окраинно-континентальными рифтами, осадочными бассейнами (ОБ) зачастую до глубины почти 2900 км (рис. 1), и они – эти радиальные структуры, сохраняются, несмотря на сотни- и тысячекилометровые латеральные перемещения континентальных и океанических коромантийных плит-секторов (КМС), а не литосферных плит [Астафьев 2011, 2023]. Такое строение свидетельствует о длительном сохранении сквозных КМС окраин континентов и активных тектонических элементов внутри континентов в процессе латерального движения КМС и их группировок по разделу ядро-мантия, а не по астеносфере.

Под столбчатой структурой КМО понимается структурная неоднородность коромантийного вещества, обусловленная неравномерными нисходящими вертикальными и субвертикальными гравитационными подвижками радиально протяженных, а в плане изометричных или вытянутых столбчатых тел ограниченных размеров. Судя по сейсмотомографическим данным, такой процесс обусловлен дискретным во времени и в пространстве плавлением нижнемантийного вещества на разделе ядро-мантия. Это частично расплавленное мантийное вещество образует слой D". Под осадочными бассейнами (ОБ), поясами субдукции и формирующимися орогенами по данным сейсмотомографии формируются утолщения слоя D" до 400-700 км, а также латеральная расслоенность и термоплюмы, возможно сквозные, вплоть до литосферы.

Учитывая строение земной коры океанов, почти симметричное увеличение ее возраста в направлении к окраинам континентов максимально до позднеюрско-раннемелового, а также точные данные GPS и ГЛОНАСС съемок, свидетельствующих о движении любой точки поверхности Земли от поясов спрединга к поясам субдукции, в

т. ч. целиком континентов с примыкающими со стороны пассивных и трансформных окраин смежными океаническими плитами, можно сделать вывод, что конвективный процесс на Земле существует в объеме всей КМО, причем, вероятно, с охватом внешних слоев жидкой оболочки ядра. Все это происходит реально, но в процессе латеральных перемещений известных континентальных и океанических КМС, а не литосферных плит на тысячекилометровые расстояния при полном обновлении последних примерно за 150 млн лет [Астафьев 2003]. То есть, выделенные ранее литосферные плиты в действительности являются не литосферными, а коромантийными, и движение их происходит не по астеносфере или в процессе конвекции в астеносфере, а по очень пластичному слою D'' или по верхним слоям жидкого ядра.

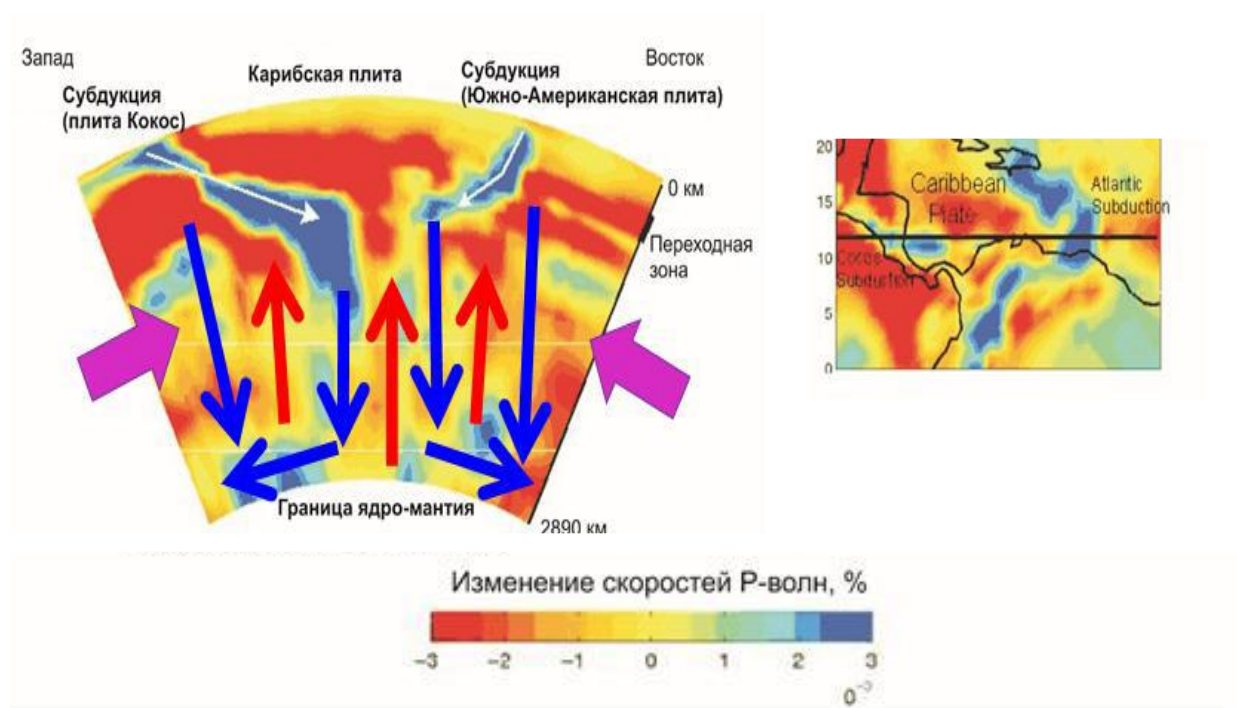


Рис. 1. Сейсмотомографический профиль через Карибский бассейн [Rob D. van der Hilst. 2001 и др.]. Чередование высоко- и низкоскоростных отражений может свидетельствовать о столчатой радиальной структуре КМО Земли и возврат через слой D'' или вблизи него остаточного вещества литосферных слэбов на постоянно действующую подпитку апвеллинга в СОХ. Красными и синими стрелками (добавлены Д.А. Астафьевым) обозначены направления движения мантийного вещества, соответственно, восходящего мантийного магматизма и гравитационного погружения столчатых тел КМО. Сиреневые стрелки показывают направления движения масс мантийного вещества в область деструкции КМО с пониженной плотностью

С учетом генерализованной карты напряжений в литосфере [Zoback M. 1992]. с траекториями абсолютного движения литосферных плит (согласно модели Минстера-

Джордана) с обозначенными планетарными поясами и областями СОХ, а также субдукции впервые обоснована новая иерархия в тектонической и геодинамической делимости литосферы не только на уже известные литосферные плиты, но и их группировки, сформировавшиеся в процессе распада Пангеи Вегенера: Африкано-Евразийско-Австрало-Западно-Тихоокеанскую, Американско-Гренландскую и обособленную Антарктическую (рис. 2).

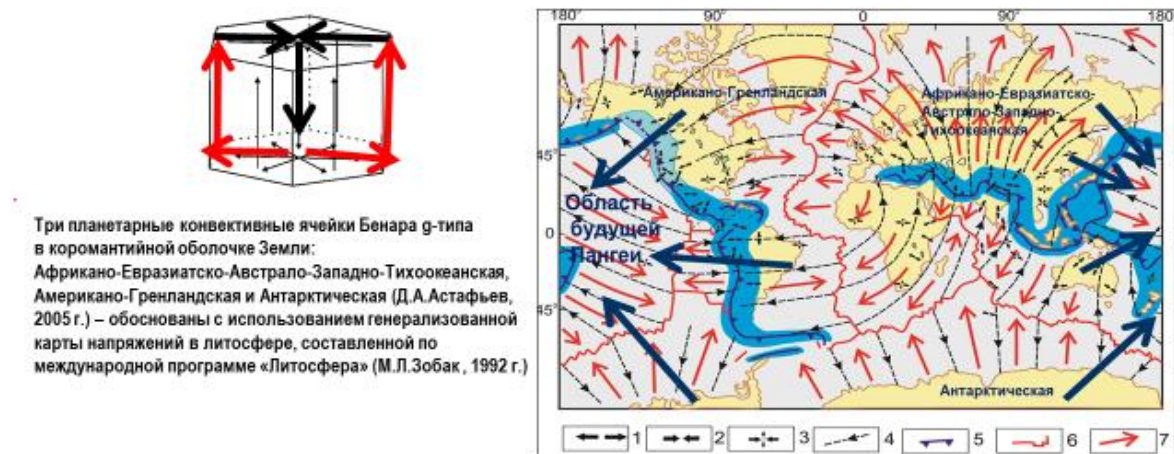


Рис. 2. Новая иерархия в тектонической и геодинамической делимости Земли.

Геодинамические процессы, в частности в виде разноскоростного, хотя и медленного, движения КМС (плит), осуществляются практически обособленно в границах выделенных группировок КМС. 1-растяжение, образование сбросов; 2-сжатие с образованием взбросов и надвигов; 3-сжатие с образованием диагональных сдвигов; 4-траектории абсолютного движения литосферных плит согласно модели Минстера-Джордана (направления указаны стрелками); 5-пояса интенсивного дайвинга; 6-пояса интенсивного апвеллинга; 7-направления движения вещества в слое D'' и в верхних слоях жидкого ядра (по Астафьеву)

Получается, что не литосферные плиты, а коромантийные плиты или КМС образуют группировки, представляющие собой конвективные ячейки Бенара g-типа. [Астафьев, 2007, 2018 и др.]. Внешними границами земных конвективных ячеек являются пояса апвеллинга-спрединга в океанах, где происходит обновление КМО Земли на всю ее толщину. В указанных группировках реализуется глобальный геодинамический механизм – магматизм, деструкция и аккреция областей КМО, рифто-, бассейно- и орогенез, континентогенез в целом, а между группировками (в результате различных скоростей деструкции КМО, магматизма и транзита магматических расплавов через слой D'' и внешние слои жидкой оболочки ядра на постоянно действующую подпитку апвеллинга в океанах) реализуется планетарная геодинамика периодического формирования и распада суперконтинентов (Пангей) и суперокеанов (Панталасс). В

настоящее время закрывается Тихий и раскрываются Индийский, Атлантический и Северно-Ледовитый океаны.

Первичными доминирующими и наиболее активными процессами, «запускающими» конвекцию в КМО Земли, является дайвинг-деструктивный (он же наиболее мощный) процесс в поясах субдукции на активных окраинах континентов, и менее мощные процессы деструкции, связанные с рифто- и бассейногенезом на пассивных и трансформных окраинах континентов, а также внутри континентов. Апвеллинг и спрединг в поясах и областях СОХ являются почти синхронными, но вторичными (зависимыми) процессами. Пояса и области апвеллинга-спрединга рано или поздно поглощаются поясами субдукции-дайвинга, например, в зонах Калифорнийского залива, Хуан де Фуко и др. С учетом возраста океанической коры, такой геодинамики и кинематики полное обновление океанских КМС на Земле могло произойти не менее 30 раз при частичном обновлении континентальных КМС! В истории эволюции Земли на ранних этапах развития КМО количество конвективных ячеек в каждом цикле Уилсона было больше, чем в настоящее время, возможно, столько, сколько сохранилось ядер древних платформ. Смена геодинамических обстановок внутри группировок происходит в связи с неравномерным по скорости и объему дискретным захватом вещества КМО в слой D'' или во внешние слои жидкого ядра. Более интенсивно захват мантийного вещества происходит в тектонически активных поясах и областях путем плавления нижних частей мантии в ослабленных зонах и транзита его на постоянно действующую подпитку апвеллинга в поясах СОХ. При этом, вероятно, внешние слои жидкого ядра Земли, частично слой D'', магматические каналы в поясах апвеллинга-спрединга и каналы восходящего магматизма под континентальными рифтами и орогенами являются своеобразным «депо» мантийного расплава, стимулирующего конвекцию и эффективный отвод эндогенной тепловой энергии Земли всеми тремя действующими конвективными ячейками (рис 3). Сам конвективный процесс в выделенных группировках, видимо, еще и стимулируется гравитационным сползанием коромантийных секторов с возвышенностей внешнего ядра под поясами апвеллинга-спрединга в пониженные области под поясами и областями субдукции-дайвинга. Судя по установленной с помощью сейсмотомографии морфологии поверхности внешнего ядра [Морелли, Дзевонски. 1987], амплитуда гипсометрии между поднятиями и понижениями относительно осредненной условной поверхности достигает 10-12 км. Области и пояса дайвинга коромантийного вещества, в которых инициируется

встречный восходящий магматизм, транзитный слой D'' на разделе ядро- мантия, по которому осуществляется перераспределение мантийного вещества в виде магматических расплавов на постоянно действующую подпитку апвеллинга, и пояса апвеллинга-спрединга совместно образуют планетарную магмофлюидодинамическую систему [Астафьев, 2010], которая обеспечивает функционирование конвективных земных ячеек, дегазацию и весь планетарный тектогенез. В поясах апвеллинга СОХ происходит вынужденное расхождение КМС, дискретный подъем магматических расплавов и наращивание (омоложение) КМО Земли на всю ее толщину. Такая магмофлюидодинамическая система представляет собой постоянно существующий резервуар (депо) квази-жидкого вещества мантии и внешней оболочки ядра, выполняющий функцию эффективного отвода эндогенной энергии Земли и стимулирующий магматическую, а затем и гравитационную деструкцию участков КМО под указанными тектонически активными элементами. Движение расплавов мантийного вещества от поясов дайвинга к поясам апвеллинга очевидно дискретно как в объеме и по латерали слоя D'' (вероятно, и во внешних слоях жидкого ядра), так и во времени, точно так же, как и движение твердофазных частей КМО в границах земных конвективных ячеек, с той лишь разницей, что движение твердофазных частей происходит от поясов спрединга к поясам и областям дайвинга. Кроме того, скорость движения океанических КМС в 2-5 раз и более может превышать скорость континентальных КМС, то есть они более интенсивно подвергаются деструкции, что и обуславливает полную смену океанических КМС за 140-150 млн. лет. Эта же планетарная магмофлюидодинамическая система обеспечивает эффективный отвод эндогенной тепловой энергии, выделяющейся на границе ядро-мантия, а также циклический процесс формирования и распада Пангей, механизм которого получил объяснение [Астафьев, 2007]. С учетом уточненных представлений о глубинном строении и геодинамике Земли становится актуальным продолжение регионального и глубинного изучения недр России системой сейсмотомографических профилей и отдельными скважинами научного и параметрического бурения [Астафьев, 2023] в комплексе с GPS-ГЛОНАСС съемками в режиме мониторинга. В результате таких работ ожидается детализация глубинной структуры тектонических элементов внутри континентов, появляются новые возможности разработки технологии контроля и управления напряженным состоянием недр, изучения сейсмичности, а на участках крупных зон нефтегазоаккумуляции открываются возможности повышения коэффициентов извлечения УВ.

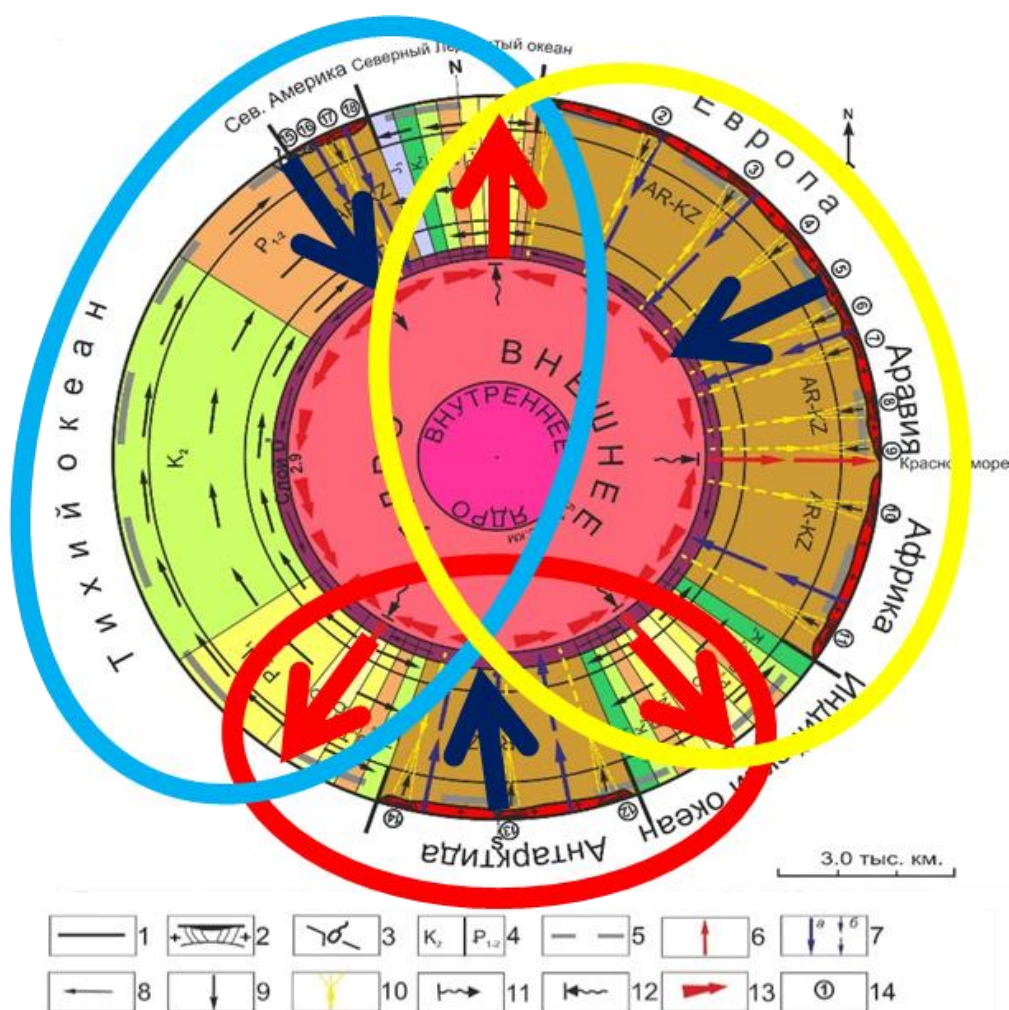


Рис. 3. Геодинамический разрез Земли по меридиану 40-1400.

Желтым контуром выделена наиболее крупная Африкано-Евразийско-Австрало-Западно-Тихоокеанская конвективная коромантийная ячейка (КМС). Смежными конвективными ячейками являются Америко-Гренландская (голубой контур) и Антарктическая (красный контур). Земная кора: 1 – океаническая; 2 – континентальная с нефтегазоносными и возможно нефтегазоносными бассейнами (НГБ и ВНГБ); 3 – зоны субдукции; 4 – субвертикальные возрастные границы в коре и мантии; 5 – астеносфера; 6-10 – направления движения мантийного вещества: 6 - в зонах активного апвеллинга и спрединга; 7 - а) в зонах активного дайвинга, б) в зонах медленного дайвинга под континентами; 8 – в слое D⁺; 9 – под ОБ на континентах; 10 – встречный погружению восходящий к поверхности Земли магматизм; 11 – зоны активного поступления вещества во внешнее ядро в процессе химико-плотностной дифференциации; 12 – зоны активной отдачи вещества в мантию из жидкого ядра; 13 – движение вещества в верхних слоях жидкого ядра; 14 – Цифры в кружках: 1 – Баренцевоморский НГБ, 2 – Среднерусский НГБ (Московской синеклизы), 3 – Днепровско-Припятский НГБ, 4 – Северо-Кавказский НГБ, 5 – Черноморский НГБ, 6 – Эрзурумский ВНГБ, 7 – Ванский ВНГБ, 8 – Персидского залива НГБ, 9 – Красноморский НГБ, 10 – Восточно-Африканский НГБ, 11 – Мозамбикский НГБ, 12 – Моря Росса ВНГБ, 13 – Полярный ВНГБ, 14 – Моря Космонавтов ВНГБ, 15 – Бофорта НГБ, 16 – Игл-Плейн НГБ, 17 – Юкон-Флетс-Кандик ВНГБ, 18 – Сент Элиал НГБ

Список литературы

Астафьев Д.А. Иерархия тектонической делимости и масштабности геодинамических процессов в коромантийной оболочке Земли // Проблемы тектоники и геодинамики земной коры и мантии. Материалы I Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2018. Т. 1. С.23-27.

Астафьев Д.А. Новые открытия и возможности создания инновационных геотехнологий в нефтегазовой геологии на современном этапе // «Новые идеи в геологии нефти и газа - 2023». Материалы Международной научно-практической конференции. МГУ. 2023. С.14-21.

David C. Rubie, Rob D. van der Hilst. Processes and consequences of deep subduction: introduction // Physics of the Earth and Planetary Interiors. 2001. V. 127, No. 1-4. P. 1-7.

Zoback M. L. First and second-order patterns of stress in the lithosphere: the World stress map project // J. Geoph. Res. 1992. V. 97. No. 38. P. 11703-11728.

**ВЫДЕЛЕНИЕ АКТИВНЫХ РАЗЛОМОВ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА ПО ДАННЫМ
О ТЕКТОНИЧЕСКОЙ РАЗДРОБЛЕННОСТИ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ЛИТОСФЕРЫ****Г.Р. Балашов¹, А.А. Сенцов¹, А.О. Агибалов^{2,1}**¹*Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН*²*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*george.balashov.00@yandex.ru

Проведенное исследование основано на методике оценки тектонической раздробленности земной коры, разработанной Ю.В. Нечаевым [2010]. В качестве исходных данных использована цифровая модель рельефа (ЦМР) FABDEM разрешением 1 угловая секунда (~30 м) [Цифровая..., 2024]. Параметром, отражающим степень тектонической раздробленности литосферы, является удельная длина линеаментов. Она рассчитана, исходя из конфигурации основе «слабых зон», выделенных структурно-геоморфологическим методом Н.П. Костенко [1999]. Глубинность исследования определялась масштабами выбранных элементарных ячеек и варьировалась в диапазоне 5–40 км.

Поле тектонической раздробленности, отраженное на вертикальных профилях, сопоставлено с расположением разрывных нарушений докембрийского и голоценового возраста [Международная..., 1996; Kukkonen et al., 2010]. В целом активные разломы выделяются по градиентным изменениям значений УДЛ. По этому признаку выделено 77% разломов, пересекающих линии 9 профилей (таблица).

Исходя из среднего совпадения выделенных разломов с данными из рассмотренных источников по 9 построенным профилям, равного 77% (таблица 1) установлено, что активные разрывные нарушения выделяются в виде градиентного перехода в цвете наиболее четко до глубины 10 км. Кроме того, для глубины 10 км были выделены потенциальные новые активные разрывные нарушения (рисунок).

Таким образом, анализ тектонической раздробленности, выполненный с использованием результатов структурно-геоморфологического анализа, применим для картирования предполагаемых активных разломов.

Таблица. Доли активных разломов, выраженных в профилях тектонической раздробленности

Номер профиля	Доля активных разломов, отраженных на профиле
1–1'	100%
2–2'	50%
3–3'	100%
4–4'	70%
5–5'	100%
6–6'	44%
7–7'	78%
8–8'	75%
9–9'	67%
Среднее	77%

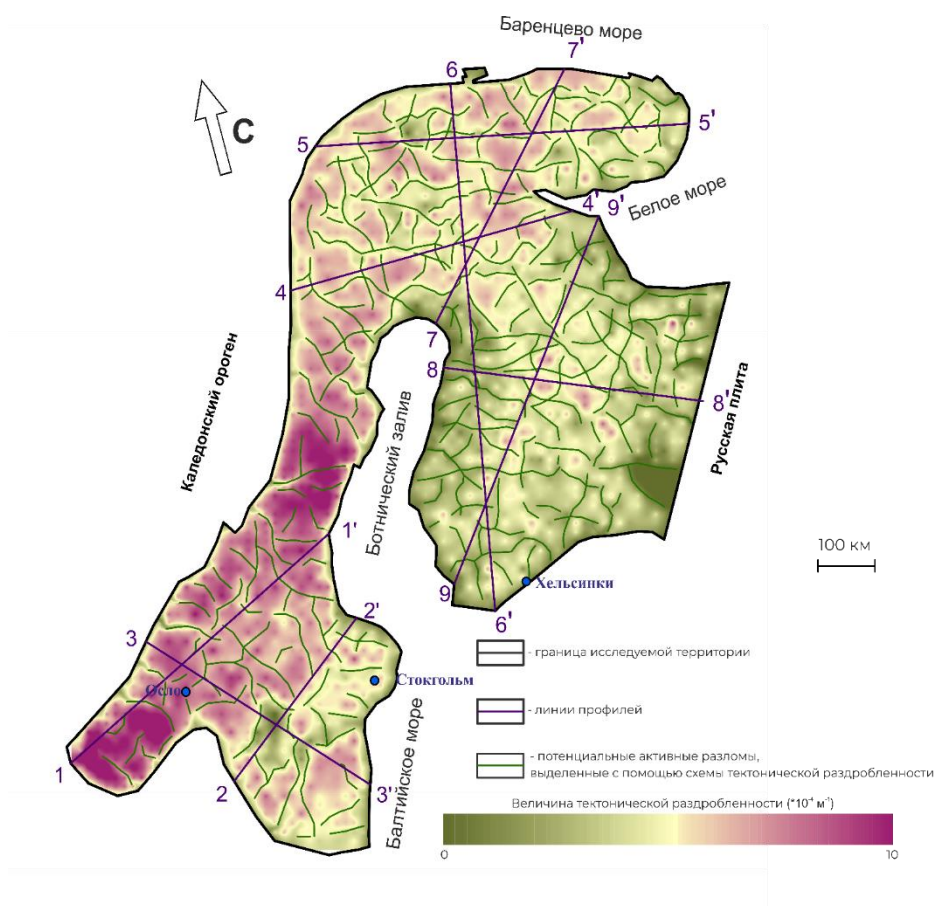


Рисунок. Схема пространственного распределения тектонической раздробленности Балтийского щита (построенная с помощью метода Ю.В. Нечаева) для глубины $h=10$ км с указанием расположения потенциальных активных разломов

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

Список литературы

Нечаев Ю.В. Линеаменты и тектоническая раздробленность: дистанционное изучение внутреннего слоя литосферы / Под ред. акад. А.О. Глико. М.: ИФЗ РАН, 2010. 215 с.

Цифровая модель рельефа FABDEM V1-0. URL: <https://data.bris.ac.uk/data/dataset/25wfy0f9ukoge2gs7a5mqpq2j7/>. Дата обращения 09.10.2024.

Костенко Н.П. Геоморфология. М.: МГУ, 1999. 398 с.

Международная тектоническая карта Европы. Третье издание / Ред. Леонов Ю.Г., Хаин В.Е. М.: ГИН РАН, 1996.

Kukkonen I.T., Olesen O., Ask Maria V.S. The PFDP Working Group Postglacial faults in Fennoscandia: targets for scientific drilling // GFF. 2010. Vol. 132. P. 71–81.

АНАЛИЗ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЛЬЕФА БАЛТИЙСКОГО ЩИТА И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ С СЕЙСМИЧНОСТЬЮ

Г.Р. Балашов¹, А.А. Сенцов¹, А.О. Агибалов^{2,1}

¹*Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН*

²*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

george.balashov.00@yandex.ru

В проведенном исследовании на примере Балтийского щита применены различные способы расчета интегрального морфометрического параметра (F) по комплексу геоморфологических данных, обработанных инструментами нечеткой логики. В качестве исходных материалов выбрана ЦМР FABDEM [Цифровая..., 2024] с горизонтальным разрешением 1 угловая секунда (~30 метров), схема водотоков [Lehner, Grill, 2013] и каталог землетрясений [Сейсмический..., 2024].

Было рассчитано 7 морфометрических параметров рельефа, связанных с интенсивностью и направленностью новейших движений: средние высоты, уклоны рельефа, асимметрия распределения высот, разности базисных поверхностей от 1 до 4 порядков, а также высоты остаточного рельефа, полученные путем вычитания базисной поверхности 4 порядка из гипсометрической [Философов, 1960]. С целью количественной оценки взаимосвязи локализации эпицентров коровых землетрясений и морфометрических параметров рельефа были выделены области, где значения каждого параметра превышают медиану или 3-ий квартиль. Исходя из доли эпицентров землетрясений, попадающих в пределы этих областей, выбраны наиболее информативные комбинации из 2–3 морфометрических параметров. Данный алгоритм применялся как для всей территории Балтийского щита (модель 1), так и для отдельных мегаблоков (Кольско-Карельского, Свекофенского и Свеко-Норвежского), отличающихся возрастом консолидации коры (модель 2), и блоков с разным типом новейшего напряженного состояния (модель 3) (таблицы 1–3).

Для приведения нескольких параметров, выраженных в различных размерностях, к интегральному показателю (F), выбранные ранее растры морфометрических характеристик преобразованы в нечеткие множества с помощью линейной функции принадлежности (μ) трапециoidalной формы. Для оценки качества полученных схем параметра F проведен ROC-анализ.

Таким образом, модель 2 с определением интегрального параметра F по разным исходным морфометрическим характеристикам в пределах каждого отдельного мегаблока представляется наиболее достоверной, поскольку в этом случае существенно большее количество эпицентров коровых землетрясений с моментной магнитудой $M_w \geq 4$ попадает в области положительных аномалий F (рисунок). Это объяснимо существенным влиянием геологического строения на рельеф и указывает на необходимость учета тектонических особенностей при выборе морфометрических методов.

Табл. 1. Взаимосвязь локализации эпицентров коровых эпицентров землетрясений и морфометрических параметров рельефа, выбранных для расчета интегрального морфометрического параметра F в модели 1 (вся территория Балтийского щита)

Морфометрические параметры рельефа	Доля эпицентров коровых землетрясений, расположенных в областях, где значения морфометрических параметров превышают	
	медиану	3-ий квартиль
Средние высоты	0,50	0,29
Уклоны рельефа	0,55	0,27
Разность базисных поверхностей 3–4 порядков	0,47	0,27

Табл. 2. Взаимосвязь локализации эпицентров коровых эпицентров землетрясений и морфометрических параметров рельефа, выбранных для расчета интегрального морфометрического параметра F в модели 2 (территория Балтийского щита, разделенная на 3 мегаблока)

Мегаблок	Морфометрические параметры рельефа	Доля эпицентров коровых землетрясений, расположенных в областях, где значения морфометрических параметров превышают	
		медиану	3-ий квартиль
Свеко-Норвежский	Асимметрия распределения высот	0,51	0,33
	Разность базисных поверхностей 1–2 порядков	0,49	0,23
Свекофенский	Уклоны рельефа	0,55	0,28
	Разность базисных поверхностей 3–4 порядков	0,55	0,28
Кольско-Карельский	Средняя высота	0,74	0,59
	Асимметрия распределения высот	0,74	0,59
	Разность гипсометрической и базисной поверхности 4-го порядка	0,74	0,59

Табл. 3. Взаимосвязь локализации эпицентров коровых эпицентров землетрясений и морфометрических параметров рельефа, выбранных для расчета интегрального морфометрического параметра F в модели 3 (территория Балтийского щита, разделенная на 5 блоков с разным типом новейшего напряженного состояния)

Блок	Морфометрические параметры рельефа	Доля эпицентров коровых землетрясений, расположенных в областях, где значения морфометрических параметров превышают	
		медиану	3-ий квартиль
Венусланд	Асимметрия распределения высот	0,52	0,31
	Разность базисных поверхностей 2–3 порядков	0,48	0,25
Инсаммер	Уклон рельефа	0,57	0,27
	Средние высоты	0,69	0,34
Портипадан	Средние высоты	0,60	0,38
	Разность базисных поверхностей 3–4 порядков	0,57	0,32
Ярвидол	Средние высоты	0,63	0,53
	Асимметрия распределения высот	0,72	0,40
	Разность базисных поверхностей 3–4 порядков	0,57	0,43
Ладога	Уклон рельефа	0,65	0,41
	Асимметрия распределения высот	0,47	0,31

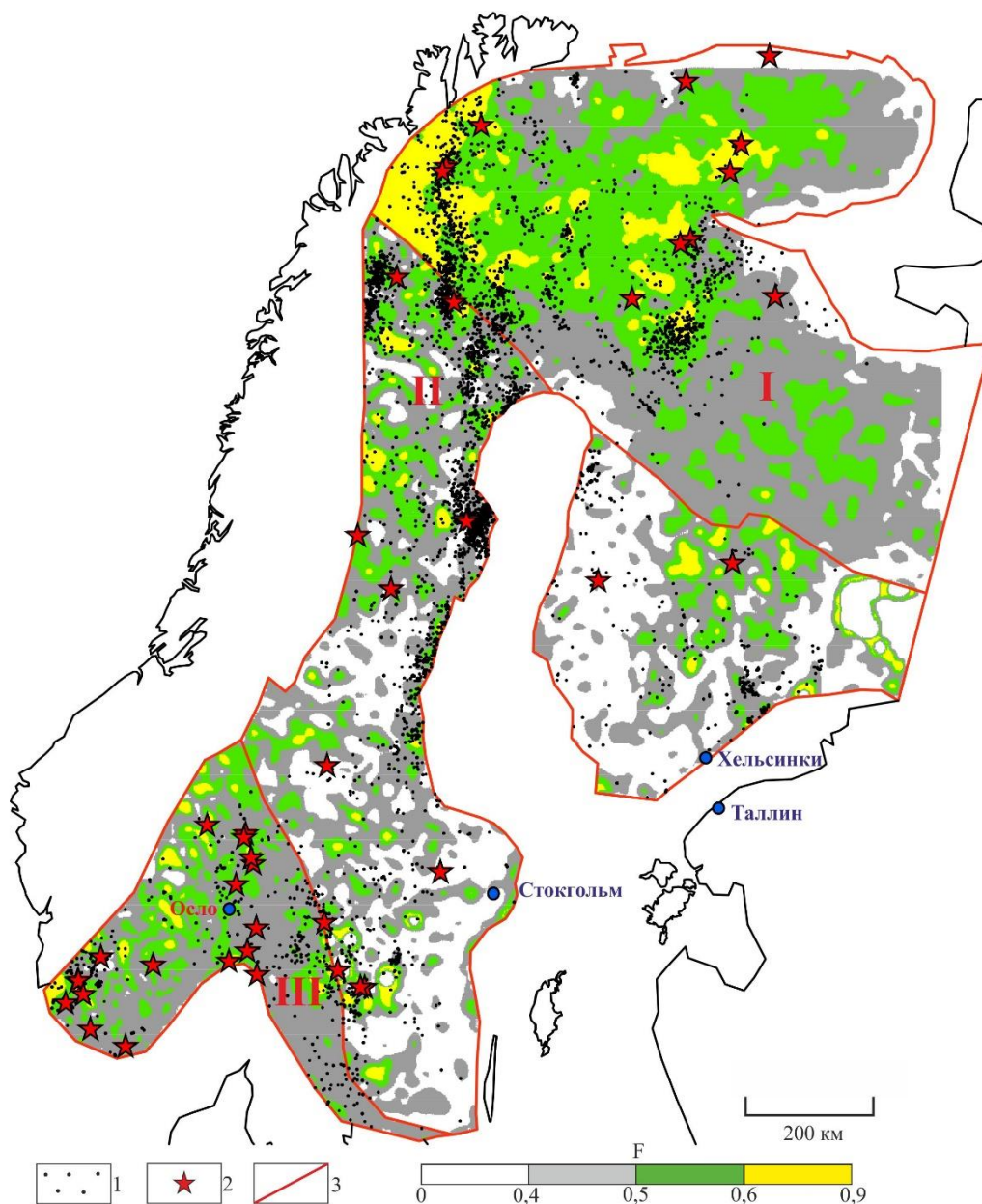


Рисунок. Схема интегрального морфометрического параметра F , рассчитанного для территории Балтийского щита, разделенного на 3 мегаблока (модель 2): 1–2 – эпицентры землетрясений: 1 – с $M_W < 4$, 2 – с $M_W \geq 4$; 3 – границы мегаблоков (I – Кольско-Карельского, II – Свекофенского, III – Свеко-Норвежского)

Исследование выполнено в рамках госзадания ИФЗ РАН и НИР «Моделирование новейших геодинамических процессов, влияющих на сейсмичность и флюидную проницаемость осадочных толщ» (МГУ имени М.В. Ломоносова).

Список литературы

Сейсмический каталог университета Хельсинки. Earthquakes in Finland and adjacent areas. URL: <https://www.helsinki.fi/en/institute-seismology/earthquakes/earthquakes-finland-and-adjacent-areas>. Дата обращения 11.01.2024.

Философов В.П. Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур / Под ред. А.А. Корженевского. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1960. 91 с.

Цифровая модель рельефа FABDEM V1-0. URL: <https://data.bris.ac.uk/data/dataset/25wfy0f9ukoge2gs7a5mqpq2j7/>. Дата обращения 09.10.2025.

Lehner B., Grill G. Global River hydrography and network routing: baseline data and new approaches to study the world's large river systems // Hydrological Processes. 2013. № 27(15). P. 2171–2186.

О ВИРТУАЛЬНО-КОРПУСКУЛЯРНОМ МЕХАНИЗМЕ ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ НЬЮТОНА И ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ ГРАВИТАЦИИ

А.А. Баренбаум

Институт проблем нефти и газа РАН

azary@mail.ru

1. Физический закон всемирного тяготения открыт И. Ньютоном в 1687 году: «Каждая точечная масса притягивает все остальные точечные массы под действием силы, которая действует вдоль линии, пересекающей обе точки, пропорциональна произведению масс обоих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними». Однако ни Ньютону, ни позже, объяснить мгновенное взаимное притяжение тел на всех расстояниях между двумя телами по закону обратных квадратов, на основе общей теории относительности (ОТО) и квантовой механики не удалось.

2. Согласно [Einstein, 1952], принципиальная трудность объяснения заключается в необходимости признать «трехмерное евклидово пространство» в законе тяготения Ньютона физическим и материальным, что противоречит понятию «поля» в ОТО. По современным представлениям, силовые взаимодействия: электромагнитные, сильные, слабые и гравитационные происходят с передачей квантов энергии, которые переносят элементарные частицы. В электромагнитном, слабом и сильном взаимодействии ими соответственно являются фотоны, промежуточные и векторные бозоны и глюоны. Эти частицы предсказаны стандартной моделью физики элементарных частиц и открыты. В отличие от них гравитоны – носители самого слабого из всех силовых взаимодействий – гравитационного, пока не обнаружены. Полагают, что открытие гравитонов позволит объединить две основные теории, на которых построена современная физика: общую теорию относительности и квантовую механику.

3. Нами [Баренбаум, 2024, 2025; Varenbaum, 2024, 2025] на основе анализа работ [Шноль, 2009; Козырев, 1991] показано, что этим авторам экспериментально удалось открыть гравитоны. Это не волны и не реальные элементарные частицы, движущиеся со скоростью света, а безмассовые виртуальные векторные бозоны, одновременно рождающиеся во взаимодействующих телах и мгновенно передающие им энергию из пространства. Энергия гравитонов $\sim 10^{-5} - 10^{-4}$ эВ, время жизни $\sim 10^{-9}$ сек., а частота $\sim 10^9 - 10^{10}$ Гц. Такой механизм передачи энергии гравитонами материальным телам в соответствии с законом тяготения Ньютона назван виртуально корпускулярным.

4. Поле гравитации, адекватно описывающее физическое пространство в данном механизме, является принципиально векторным и дискретным. Несмотря на разные описания поля гравитации для объектов микро- и макромира, физический механизм взаимодействий этих тел одинаков – это мгновенная передача им энергии гравитонами, источником которой является пространство Вселенной.

Действие виртуально-корпускулярного механизма в космосе нами рассмотрено на примере двух задач [Barenbaum, 2025]. В первой задаче участием этого механизма во взаимодействиях фотонов с космическими полями гравитации объяснен закон Хаббла и образование космического микроволнового фона (КМФ) [Barenbaum, 2021].

Во второй задаче этот механизм использован при создании галактической модели геологической цикличности [Баренбаум, 2010, Barenbaum, 2022], позволяющей решать междисциплинарные проблемы на стыке астрономических и геологических наук.

Задача 1. Для объяснения гравитацией закона Хаббла и происхождения КМФ построены 2 модели. Первая модель [Баренбаум, 2018] учитывает, что, взаимодействуя с полями гравитации на пути к Земле, фотоны теряют энергию и «краснеют». При этом они испускают кванты КМФ, спектр которых определяет энергия гравитонов. Вторая модель [Баренбаум, 2019] вводит в рассмотрение происходящий в космосе круговорот барионов, вызванный образованием и гибелью галактик и звезд. Модели показывают [Баренбаум, 2025; Barenbaum, 2025], что круговорот находится в термодинамическом равновесии лишь при определенных параметрах космического пространства (таблица). Установлено, что все параметры в таблице объясняются свойствами «молодых» и «старых» звезд, участвующих в круговороте, при их соотношении в космическом пространстве $\eta/n \sim 5 \times 10^{-6}$ и периоде самого круговорота $\bar{\tau}_{gal} \sim 10^{13}$ лет.

Параметры круговорота	Значения параметров
Постоянная Хаббла	$H_0 = 67 \text{ км/с/ Мпк}$
Плотность барионного вещества в Метагалактике	$\rho = 7.7 \times 10^{-23} \text{ кг/м}^3$
Концентрация «старых» звезд массой ($\bar{M}_{old} = 0.5 M_\odot$)	$n \sim 3 \times 10^{-3} \text{ пк}^{-3}$
Концентрация «молодых» ОВ-звезд массой ($\bar{M}_{OB} = 5 M_\odot$)	$\eta \sim 1.5 \times 10^{-8} \text{ пк}^{-3},$
Отношение концентраций «молодых» и «старых» звезд	$\eta/n \sim 5 \times 10^{-6}$
Светимость «молодых» ОВ-звезд ($\bar{L}_{OB} = 1.6 \times 10^5 L_\odot$)	$\bar{L}_{OB} = 6.1 \times 10^{38} \text{ эрг/с}$
Поток света ОВ-звезд около Земли [Regener, 1933]	$U_\eta = 3.53 \times 10^{-3} \text{ эрг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$
Плотность энергии ОВ-звезд [Burbidge, Hoyle, 1998]	$\epsilon_{OB} = 4.37 \times 10^{-13} \text{ эрг/см}^3$
Плотность энергии КМФ [Planck Collaboration, 2020]	$\epsilon_{cmb} = 4.20 \times 10^{-13} \text{ эрг/см}^3$
Средняя энергия КМФ [Planck Collaboration, 2020]	$E_{cmb} = 6 \times 10^{-4} \text{ eV}$
Температура излучения КМФ [Planck Collaboration, 2020]	$T_{cmb} = 2.725 \text{ К}$
Среднее время жизни «молодых» ОВ-звезд в галактиках	$\bar{\tau}_{OB} = 5 \times 10^7 \text{ лет}$
Среднее время «старых» звезд в Метагалактике	$\bar{\tau}_{old} \sim 10^{13} \text{ лет}$
Период круговорота и среднее время жизни галактики	$\bar{\tau}_{gal} \sim 10^{13} \text{ лет}$
Средний размер галактик на стадии формирования	$\ell \sim 0.5 \text{ Мпк}$

Задача 2. Галактическая модель геологической цикличности [Barenbaum, 2022] вычисляет параметры орбиты Солнца в Галактике, уточняет строение нашей звездной системы и на этой основе позволяет построить высокоточную геохронологическую шкалу фанерозоя и докембрия. Модель и расчеты по ней приведены на рис. 1 и 2. В соответствии с моделью (рис. 1), Галактика имеет 4 электромагнитные рукава, одинаковые закрученные в логарифмические спирали, которые вращаются как целое вокруг центра Галактики с периодом $T_G = 200$ млн лет, и два газопылевых струйных потока, закрученных в спирали Архимеда. Оба потока истекают со скоростью 300 км/с из противоположных точек быстро вращающегося ядерного диска Галактики. Диск наклонен к галактической плоскости на угол 20° и прецессирует с периодом своего вращения $T_d = 50$ млн лет. Истекающее из диска газопылевое вещество веерообразно распространяется в плоскости диска, конденсируясь в кометы и звезды. Эти процессы активизируются в рукавах на расстоянии радиуса коротации R^* от центра, где радиусы кривизны логарифмических и архимедовых спиралей равны.

Солнце движется в галактической плоскости по эллиптической орбите. Его аномалистический и сидерический периоды составляют $T_\alpha = 250$ млн лет и $T_c = 222.23$ млн лет, что вызывает медленное вращение линии апсид солнечной орбиты вокруг центра с периодом $T_O = 2$ млрд лет. Одновременно Солнце совершает колебания малой амплитуды

поперек галактической плоскости с периодом $T_z=50$ млн лет. Положение Солнца относительно центра Галактики и ее рукавов во времени закономерно меняется (рис. 2). При этом через 20–37 млн лет Солнце пересекает рукава и струйные потоки Галактики, и тогда на время $\sim 2\text{--}5$ млн лет Земля подвергается бомбардировкам галактическими кометами. Эти события нашли отражение в геологии в виде границ стратиграфической шкалы, ранг которых определяется интенсивностью кометных бомбардировок. Наиболее интенсивные бомбардировки определяют границы эр, менее интенсивные – границы систем, а более слабые – границ отделов шкалы.

Модель показывает (рис. 2) высокую точность расчета времен границ шкалы фанерозоя ранга систем и эр, которая для ряда границ выше, чем по данным геологии, использованных при разработке модели. Вместе с тем полученная высокая точность расчета достигается лишь при условии, что движение Солнца находится в резонансе с вращением рукавов и ядерного диска Галактики. В результате, все периоды колебаний в галактической модели относятся между собой как целые числа. Так, за один оборот линии апсид своей орбиты Солнце делает 8 полных оборотов по орбите и 9 оборотов вокруг центра, Галактика и ее ядерный диск делают соответственно 10 и 80 оборотов, а Солнце совершает 80 колебаний поперек галактической плоскости. Заметим, что с периодом $T_O=2$ млрд лет прецессирует также плоскость эклиптики Солнечной системы (Barenbaum, 2023).

В классической механике такой многочастотный резонанс требует действия сил тяготения одновременно в масштабе Галактики в целом. Таким образом, в статье показано, что виртуально-корпускулярный механизм, мгновенно действующий на всех расстояниях, в равной степени применим как для объектов микромира (фотоны), так и материальных объектов космических масштабов (звезды и галактики).

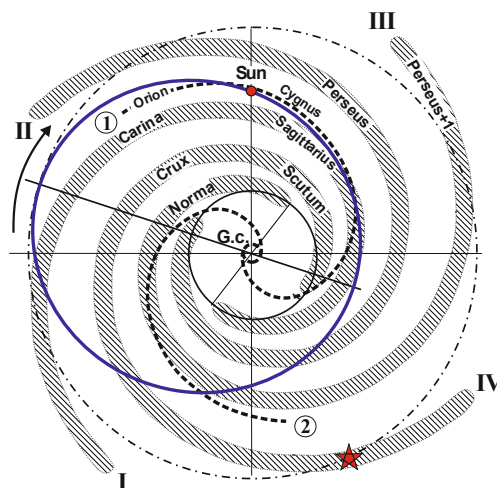


Рис. 1. Спиральная конструкция Галактики и положение Солнца на орбите (эллипс) в проекции на плоскость Галактики в современную эпоху. Полосы – спиральные рукава, пунктиры – струйные потоки. Звездочка – место в рукаве IV, где ранее образовалась Солнечная система.

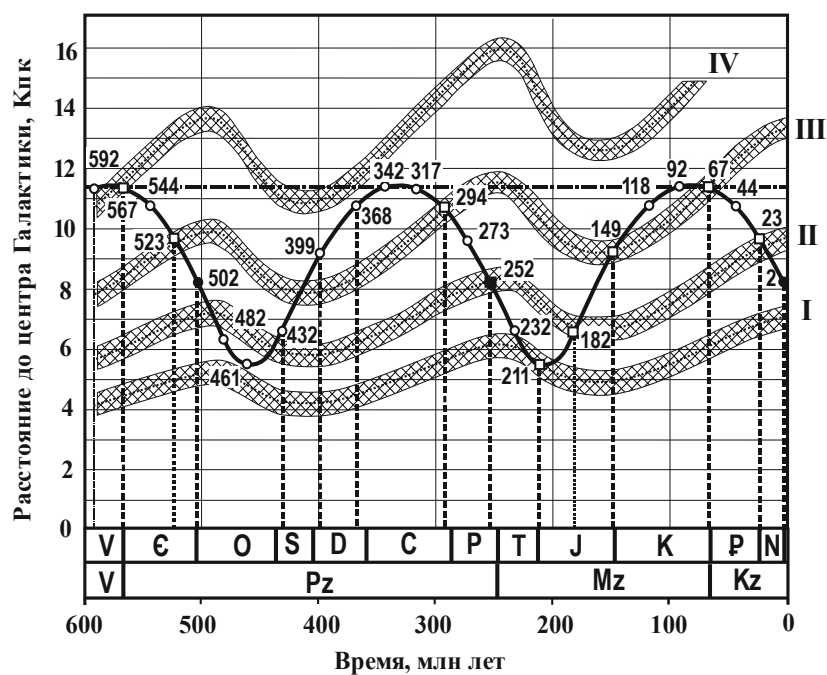


Рис. 2. Положение Солнца относительно центра Галактики и ее рукавов во времени. Цифры на орбите – времена (млн лет) кометных бомбардировок при попадании Солнца: в струйные потоки (кружки), и одновременно в струйные потоки и галактические рукава (квадраты). Черные значки – времена пересечения плоскости Галактики. Вертикальные линии – времена сильных кометных бомбардировок, определяющих границы систем и эр геохронологической шкалы фанерозоя. Горизонтальная штрихпунктирная линия – радиус коротации Галактики

Список литературы

Баренбаум А.А. Природа красных смещений в спектрах далеких галактик // Инженерная физика. 2018. № 6. С. 18–23.

Баренбаум А.А. Происхождение микроволнового космического фона // Инженерная физика 2019. № 1. С. 39–48.

Баренбаум А.А. Обсуждение экспериментов С.Э. Шноля: обнаружение корпускулярных свойств гравитации, открытие гравитонов и физическая природа гравитации // Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах: Материалы конференции. М.: ИПМех РАН, 2024. С. 56–61.

Баренбаум А.А. О физической природе гравитации в законе тяготения Ньютона // Материалы IX Российской конференции (ОФФМ-2025) М. РУДН, 2025. С. 68–73.

Козырев Н.А. Избранные труды /Составители А.Н Дадаев, Л.С. Шихобалов. Л.: Ленинградский университет, 1991. 448 с.

Шноль С.Э. Космохимические факторы в случайных процессах // Svenska fysikarkivet. 2009.

Barenbaum A.A. Hubble's Law and the Cosmic Microwave Background in the Absence of the Big Bang // Book: Research Trends and Challenges in Physical Science, 2021. V. 4. P. 119–130.

Barenbaum A.A. Solution of Problem Questions of Astronomy and Geology Using the Optimized Galactic Model // Physical and Mathematical Modeling of Earth and Environment Processes. 2022.

Barenbaum A.A. On the Issue of “True Polar Wander” Phenomenon and Its Alternative Physical Interpretation Based on Galactic Model // Processes in GeoMedia. 2023. V. VII.

Barenbaum A.A. Experiments of S. Shnol, the Physical Nature of Gravitation, Hubble's Law and Cosmic Microwave Background Radiation // Springer Nature Switzerland AG. V. Karev (Ed.) 2025.

Barenbaum A.A. Hubble's Law and the Cosmic Microwave Background in the Absence of the Big Bang // Research Trends and Challenges in Physical Science. 2021. V.4. P.119–130.

Burbidge G., Hoyle F. The origin of helium and other light elements // Astrophysical Journal. 1998. No. 1. 509: L1–L3.

Einstein A. Relativity and the Problem of Space. // In Relativity: The Special and the General Theory. London: Methuen & Co., 1952. P. 135–157.

Regener E. The Energy Flux of Cosmic Rays // Zeitschrift für Physik. 1933. Vol. 80. P. 666–669.

ВЗАИМОСВЯЗЬ КЛИМАТА И ДЛИТЕЛЬНОСТИ СУТОК, ПРИЧИНА ПОТЕПЛЕНИЯ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ГИДРИДНОЙ МОДЕЛИ ЗЕМЛИ

Л.Б. Безруков, А.С. Быковский, В.В. Синев

Институт ядерных исследований РАН

bezrukov1945@mail.ru

Аннотация. Данные детектора Борексино указывают на существование большого потока гео-антинейтрино, возникающего в результате распада калия-40. Величина этого потока согласуется с предсказанием Гидридной модели Земли. Данные о нагреве окружающей среды и одновременном уменьшении продолжительности дня обсуждаются для того, чтобы продемонстрировать успешность применения Гидридной модели Земли для интерпретации. Рассматривается идея о том, что мы живем во время, когда радиус Земли перестает увеличиваться и в обозримом будущем не ожидается расширения Земли. Нагрев окружающей среды вызван выделением энергии в недрах Земли и будет продолжаться из-за распада калия-40 и гидридов в недрах Земли.

Данные детектора Борексино указывают на существование большого потока гео-антинейтрино, возникающего в результате распада калия-40 в теле Земли [Bezrukov and Sinev, 2025]. Величина этого потока согласуется с предсказанием Гидридной модели Земли о величине концентрации калия в теле Земли. Гидридную модель Земли предложил и развил российский геолог Владимир Ларин. В работе [Bezrukov, Bykovsky, 2025] произведено численное моделирование эксперимента Борексино и показано, что только в случае гидридной Земли возможен полученный экспериментальный результат детектора Борексино, а в случае Силикатной Земли такой результат не возможен. (Здесь под моделью Силикатная Земля мы будем понимать модель, в которой элементный состав Земли равен элементному составу метеоритов.) Об этом нами был сделан доклад на Конференции СПЗ-2026 на тему: Подтверждение модели Гидридной Земли в эксперименте Борексино.

Именно Гидридная модель Земли предсказала взаимосвязь температуры атмосферы Земли и длительности земных суток (lod). Доклад об этой взаимосвязи был сделан на конференции "Современная астрономия: наука и образование (к 270-летию Московского университета)", проходившей 23-25 июня 2025 года в Астрономическом институте им. Штернберга МГУ [Bezrukov and Sinev, 2025].

Рассмотрим экспериментальные зависимости температуры атмосферы Земли [Brohan, 2006] и длительности земных суток (lod) от времени [Stephenson, 2016], показанные на рисунке. Эти величины колеблются в противофазе при условии задержки изменений температуры атмосферы от изменений lod на 5-6 лет.

В рамках Гидридной модели Земли должны наблюдаться колебания размеров Земли, которые приводят к изменениям lod. При сжатии (уменьшение lod) выделяется тепловая энергия в теле Земли, а при расширении (увеличение lod) происходит охлаждение недр Земли. Из данных, приведенных на рисунке, можно оценить какая мощность может нагревать или охлаждать недра Земли за счет расширения или сжатия Земли. Величина этой мощности может достигать до 22 000 ТВт. Нагрев или охлаждение океанов и атмосферы запаздывают относительно изменения температуры в теле Земли. Это доказывает, что первопричиной изменения климата являются процессы в теле Земли. На рисунке 1 жирной прямой показано ожидаемое увеличение lod из-за взаимодействия Земли с Луной [Stephenson, 2016]. Мы видим, что для модели Силикатной Земли возникает противоречие: Луна убегает, а сутки становятся короче.

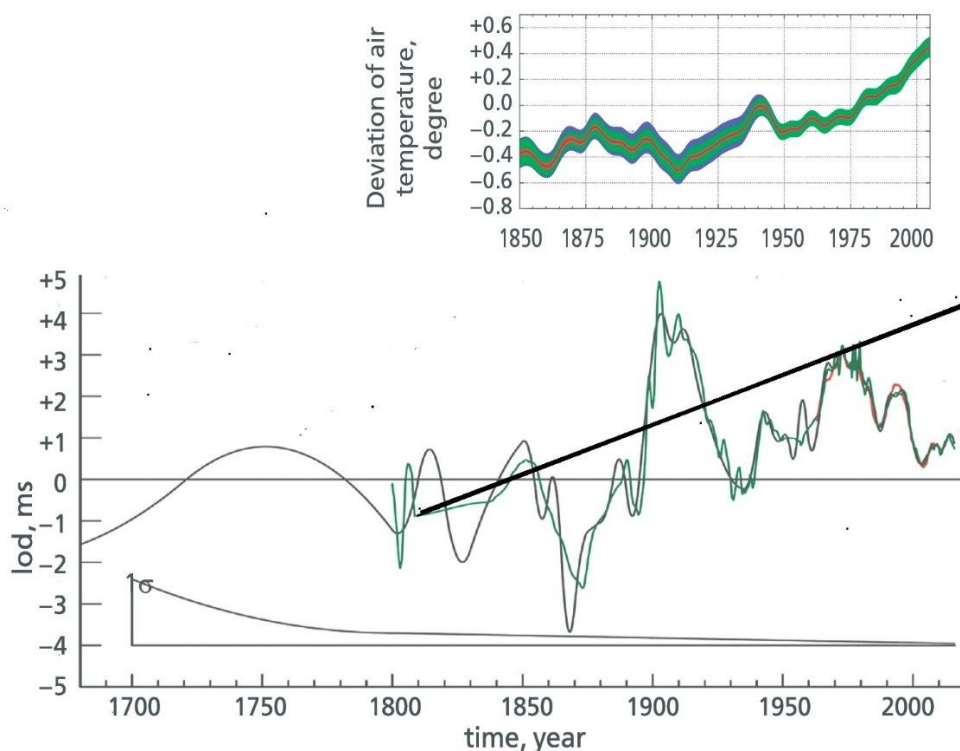


Рисунок. Температура воздуха [Brohan, 2006] – верхний график. Lod (длина суток) 1700–2015 гг. – нижний график, полученная на основе лунных затмений [Stephenson, 2016]. Красная кривая — это данные IERS (Международная служба вращения Земли (МСВЗ) —Париж). Жирная, наклонная линия – ожидаемый результат лунных приливов [Stephenson, 2016]

Из экспериментальных данных видно, что начиная с 1900 года начался нагрев атмосферы и Iod стала уменьшаться. Начиная с 1970 года наблюдается вырождение колебательного процесса. Гидридная модель предсказывает прекращение процесса расширения в конце развития планеты из-за того, что металлы, образовавшиеся при распаде их гидридов, находятся слишком глубоко и не могут расшириться против веса мантии. Процесс сжатия также может прекратиться из-за насыщения водородом металлической мантии Земли.

Таким образом, недра Земли (и климат) продолжают нагреваться из-за распада радиоактивных изотопов, в основном от распада калия-40, и из-за распадов гидридов, которые распадаются при нагревании недр. Выделяемая мощность нагрева только от распадов калия-40 в недрах Земли составит около 500 – 600 ТВт. Выделяющееся тепло выносится вверх быстрой диффузией протонов, которые появляются при окклюзии водорода в металлической мантии. Важно отметить, что наблюдаемый нагрев океанов [Cheng, 2025] численно объясняется количеством калия в Земле, предсказанным Гидридной моделью и подтвержденным экспериментом Борексино. Для наблюдаемого нагрева океанов достаточен нагреватель мощностью 500 ТВт. Итак, мы продемонстрировали, что вначале океаны и континенты нагреваются или охлаждаются энергией, выделяющейся в теле Земли, а затем нагревается или охлаждается атмосфера. Это гравитационная энергия, энергия распада радиоактивных изотопов и энергия, выделяющаяся при распаде гидридов. Для более точного долгосрочного прогноза климата на Земле важно развивать Гидридную модель Земли. Полученные результаты имеют также социально-политическое значение, так как доказывают, что деятельность человека не влияет на потепление климата.

Список литературы

Bezrukov L.B., Sinev V.V. General reason for warming of the oceans and decrease of length of day of the Earth // *Moscow University Physics Bulletin*. 2025. V. 80. Suppl. 1. P. 429–431.

Bezrukov L.B., Bykovsky A.S., Sinev V.V. Low metallicity solar model finds the prove in Borexino data // *Physics of Atomic Nuclei*. 2025. V. 88, No. 5. P. 937–941.

Bezrukov L.B. and Sinev V.V. Looking for Geo-Antineutrino Flux from 40K by the Borexino Detector // *Physics of Particles and Nuclei*. 2025. V. 56. No. 3. P. 866–870.

Brohan, P., Kennedy, J.J., Harris, I., Tett, S.F.B. and Jones, P.D. Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: A new dataset from 1850 // *J. Geophys. Res.* 2006. V. 111, D12106.

Stephenson F.R., Morrison L.V., Hohenkerk C.Y. Measurement of the Earth's rotation: 720 BC to AD 2015 // *Proc. R. Soc. A.* 2016. V. 472.

Cheng L., Von Schuckmann K., Pan Y., Zhu Y., Mann M.E., Zhu J., Wang F., Locarnin Yu.R., Fasullo J., Huang B., Graham G., Yin X., Gouretsk V., Zheng F., et al. Record High Temperatures in the Ocean in 2024 // *Adv. Atmos. Sci.* 2025. V. 42. No. 6. P. 1092.

ОТЦОВСТВО В ЭПОХУ ВОЙН, АТОМА И КАТАКЛИЗМОВ**С.В. Белов***ООО «ОЗГЕО»*belov.s-2011@yandex.ru

Социум, вступив в век атома и природных катастроф, ныне переживает очередную вспышку агрессивности, которая является отражением общего роста энергетики Земли [Белов, 2025; Ретеюм, 2019]. При этом согласно [Викулин и др., 2017] можно говорить о внутреннем единстве природных и социальных катаклизмов. Число стран, где сегодня происходят военные столкновения больше, чем когда-либо [www.warsintheworld.com]. Молодые мужчины, участвующие в конфликтах, получают серьезные ранения. И лишь потом, залечив их, и часто став инвалидами, они создают семьи, заводят детей, чего ранее, уйдя на войну, сделать, не успели. Как подобная ситуация может сказываться на потомстве ветеранов, будет рассказано автором на примере собственной жизни.

Принадлежа к послевоенному поколению, я всегда ощущал жизнь как подарок, оплаченный кровью отца, вернувшегося с фронта без руки. Ее он потерял в боях за Донбас, который и сегодня, отстаивает свое право принадлежать к русскому миру. Отец долго провалялся в госпиталях: культя, оставшаяся от руки, долго не заживала. Однако молодой организм справился. Война завершалась и пусть наступившая послевоенная жизнь была нелегка, надо было и инвалиду создавать семью, заводить детей, что, собственно, и было отмечено фактом моего рождения.

Вряд ли тогда моя мама, да и вообще кто-либо из женщин задумывался о том, насколько повлияют на их избранников вернувшихся с полей сражений, серьезные ранения, полученные ими, и как это скажется на совместном потомстве. Было не до того, мужики, хоть и покалеченные, были наперечет, поэтому привередничать не приходилось. Создать семью, продолжить род, взрастив детей, выполнив свое предназначение: эта задача была главной. Она поддерживалась и государством путем запрета аборт, налогом на бездетность, льготах многодетным, бесплатной формой школьникам и так далее. Вернувшимся фронтовикам предстояло, женившись и став отцами, безотлагательно закрыть демографическую яму, возникшую из-за войны (рис. 1).



Рис. 1. Демографическая яма, родители автора и он в школьной форме с теткой (послевоенные годы)

Какие-то нюансы, связанные с медико-генетическими особенностями репродуктивного возраста, поколения израненных мужиков, прошедших войну, не учитывались, да и не возникали, не только из-за необходимости спешного восполнения народонаселения, но и в связи с отсутствием соответствующих научных разработок. Генетика в СССР те времена преследовалась, считаясь продажной девкой буржуазии [Berg, 1988]. Прошли десятилетия, вместившие целую жизнь автора, в которой были и тяжелые недуги, и непростые испытания. В 2015 году в повести, которую, по аналогии с Солженицынским «Раковым корпусом», я назвал «Девятый корпус» (рис. 2), я описал историю борьбы с поразившим меня тогда смертельным недугом — раком желудка [Белов, 2017].



Рис. 2. Обложка книжки с повестью «Девятый корпус»

Это был взгляд на проблему с позиции не врача, а пациента. Тогда, размышляя о причинах возникновения у меня раковой опухоли и придя к заключению о

мультифакторной ее природе, я выделил несколько способствовавших этому факторов. Среди них была неоднократная (за время длительной геологической карьеры) работа на объектах, имевших повышенную радиоактивность. Так, в 70-х годах, геологическая партия, начальником которой, я только что был назначен, работала на Урале, на территории, которая попала в зону радиационной аварии, случившейся на комбинате «Маяк». Информацию об этом не разглашали. Население было выселено. Но думал ли я тогда об опасных последствиях этого, как не думал о них и, работая на следующий полевой сезон, в районе Семипалатинского ядерного полигона в Казахстане, а позже (в конце 80-х годов) в Алжирской Сахаре, где проводил прогнозно-поисковые работы на вольфрам-редкометальное оруденение [Белов и др., 1991]. Начать миссию в Алжире пришлось в районе старой французской военной базы Ин-Эккер, где в штольнях гранитного массива Тин-Афелла было проведено 13 атомных взрывов. Во время одного испытания из штольни, выбив изолирующую преграду, вырвалась расплавленная порода. Значительные дозы радиации получили около 400 человек находившихся в Ин-Эккере. Я выполнил несколько маршрутов к массиву, где у входа в одну из штолен можно было наблюдать расплавленную, в результате атомного взрыва, рукотворную лаву, застывшую в виде шлака (рис. 3).



Рис. 3. Вытекший из штольни застывший радиоактивный расплав. Шерш на голове защищал автора от песка, но не от радиации. Предупреждающие знаки у Ин-Эккера. На заднем плане гранитный массив Тин-Афелла.

Радиоактивность его была 77-100 мГр/ч, что в тысячу раз превышало фон. Сегодня, специальные знаки, предупреждают о радиоактивной опасности территории. Тогда же, этой информации, в открытом доступе не было. Поэтому естественно, что хлебнул я в Сахаре, (а перед этим и в СССР), радиации, которая выстрелила по мне онкологией потом, спустя годы, внеся свою лепту в мультифакторную природу рака. Однако я хочу остановиться на еще одной возможной причине моего недуга, которая может показаться фантастической. Тяжелое ранение моего отца, тоже могло негативно повлиять на здоровье меня – его сына. Импульсом, инициировавшим такие размышления, стало знакомство с работой [Зигуненко, 2013]. В ней высказывалось предположение, что в результате тяжелого огнестрельного ранения в организме пострадавшего возникает сильная стрессовая реакция, которая отрицательно влияет на ДНК. И эти воздействия, закрепляются в репродуктивном аппарате раненого, а впоследствии негативно сказываются на его потомстве. По мнению одного из руководителей российской части проекта «Геном человека» Е.П. Ширяева: «В статистической массе пулевые изменения наследуются – это однозначно...». Можно предположить, что причины подобного, обусловлены эпигенетикой, которая, как считается, действует на 1-2 поколения и почти всегда представляет собой реакцию на мощный стресс. Его воздействие влияет на эпигенетические маркеры. При этом код самой ДНК не меняется, а лишь модифицируется, происходит экспрессия генов, то есть в ДНК добавляются метки – как ответ на психофизические потрясения, случившиеся у подвергшихся ранениям отцов. Эти метки включают (или выключают) гены, обеспечивая эволюцию без изменения самого генома. При этом, необходимо подчеркнуть, что одним из главных следствий тяжелых ранений является снижение иммунитета. Иммунология бурно развивается, обогащаясь новыми прорывными исследованиями.

Нобелевские лауреаты 2025 года Симон Сакагути, Фрэд Рамстделл и Мэри Брункоу доказали существование так называемых Т-клеток (Т-лимфоцитов), которые для организма являются важным инструментом предотвращения различных заболеваний. Они ответственны за приобретенный (адаптивный) иммунитет. При этом было выяснено, что развитие и работу Т-клеток нарушают мутации, происходящие в гене *Foxp3*. Можно предположить, что именно этот механизм ответственен за передачу изменений потомству. Характерно, что изменения передаются через отцов. Исследования показали, что мутации затрагивают какой-то из генов на X-хромосоме. У

женщин же, в отличие от мужчин, их две и вторая (дублирующая) может компенсировать дефект поврежденной хромосомы. У отцов, имеющих одну X-хромосому, такой возможности нет. Это еще раз подтверждает мысль о том, что мужские особи являются тем расходным материалом, на котором природа отработывает механизм эволюции. С данной точки зрения, израненные отцы-ветераны, передающие свои поврежденные гены потомству, представляют собой наиболее благоприятный человеческий контингент, оказывающийся совершенно необходимым Природе для выработки наиболее перспективных путей эволюции *Homo Sapiens* и развития человеческого сообщества в целом.

В этой связи, необходимо остановиться на таком явлении как агрессивность, которая находится в русле общего роста энергетики Земли [Белов, 2025]. Применительно к социуму, она нагляднее всего проявляется в войнах, когда мужчины и получают тяжелые раны, о возможных последствиях которых для потомства и идет речь. К сожалению, человеческая история — это история войн. Зафиксировано 15513 больших и малых войн, которые унесли около 4 млрд. жизней. Однако, нобелевский лауреат Конрад Лоренц в знаменитой работе — «Агрессия (так называемое "зло")» [Лоренц, 1994] убедительно показал, что она является необходимым фактором эволюции организмов и представляет собой компоненту конкурентного поведения, реализуемую в определенных ситуациях для удовлетворения главных жизненных потребностей и необходимую для адаптации особей в среде обитания и закрепления соответствующего статуса. В дикой природе это проявляется ярко и наглядно (рис. 4). Аналогично и поведение человека, чему сегодняшняя ситуация в мире дает множество примеров.



Рис. 4. Кому быть хозяином дальневосточной тайги, решает схватка

В завершении, возвращаясь к главной теме — влиянию ранений отцов на их потомство — и описав свои личные обстоятельства, прихожу к заключению, что одной

из возможных причин возникновения у меня рака желудка (помимо радиации) явилось пережитое отцом тяжелое фронтовое ранение, вследствие которого он потерял руку. Несомненно, что механизм таких воздействий на потомство сложен и требует дальнейших междисциплинарных исследований, осуществить которые очень непросто: требуется тщательный историко-генетический подход. Однако, ниточкой, потянув за которую можно размотать этот загадочный клубок, является то, что передача подобных наследственных изменений происходит по мужской линии, а число подвергшихся тяжелым ранениям отцов-ветеранов, в мире не мало. Это грустное обстоятельство открывает возможность провести статистический анализ и выявить тенденции.

Продолжая размышлять над историей своего рода, я смотрю на тех, кто продолжил меня: это три дочери, три внука, правнук. Одну из дочерей тоже не обошла стороной онкология. У двух внуков, рожденных от разных матерей, между которыми есть существенная разница в возрасте, проявился синдром гиперактивности. Ее симптомы: импульсивность поведения, неусидчивость, повышенной разговорчивость, агрессивность и т.д. Слава Богу, по мере взросления эти проявления сглаживаются. Однако, по мнению медиков и психотерапевтов, причины гиперактивности носят генетический характер, когда имеет место нарушение процессов обмена дофамина и норадреналина, которые обусловлены влиянием нескольких генов, перекрывающих защитное действие компенсаторных механизмов. Является ли это следствием всего того, о чем шла речь выше, и если так, то в каких случаях проявляется подобная наследственная предрасположенность? Вопросы, вопросы...они остаются. Однако, как свидетельствует история науки, постановка вопросов — это первый шаг на пути их решения.

Список литературы

Белов С.В. Эндогенная активность Земли и биосоциальные процессы. Москва – Вологда: Инфра-Инженерия. 2025. 172 с.

Белов С.В. Девятый корпус // Смирновский сборник. М.: МГУ. 2017. С. 404–420.

Белов С.В., Квиникадзе М.С., Гасем С. Граниты Таурирт в Алжирской Сахаре // Изв. АН СССР, серия Геологическая. 1991. № 10. С. 71-87.

Викулин А.В., Вольфсон И.Ф., Викулина М.А., Долгая А.А. Цивилизация глазами катастроф: природных и социальных. Петропавловск-Камчатский: КамчГТУ, 2017. 236 с.

Зигуненко С.М. Сто великих тайн медицины. М.: Вече, 2013. 416 с.

Лоренц К. Агрессия (так называемое «зло») / пер. с нем. Г. Ф. Швейника. М.: Прогресс – Универс. 1994. 134 с.

Ретеюм Ю.А. Географические свидетельства роста Земли // Дельфис. 2019. № 3. С. 88–90.

Berg R. L. Acquired Traits: Memoirs of a Geneticist from the Soviet Union. New York: Viking Penguin Inc. 1988. 483 p.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**Н.Ю. Белозубова***Российский государственный социальный университет*belozubovanju@gmail.com

Почва, благодаря плодородию, является основой сельскохозяйственного производства. Нарушение экологического равновесия в природе сказывается, в первую очередь, на почве, поскольку она выступает первым приемником и аккумулятором техногенных масс.

Производство продукции животноводства в пригородных зонах городских агломераций экономически выгодно в связи с близостью от предприятий переработки и потребителей. Вместе с тем, такие зоны испытывают аэротехногенное воздействие городских промышленных предприятий, являющихся источниками поступления в экосистемы тяжелых металлов и мышьяка [Белозубова, 2021]. В этой связи изучение распределения элементов-загрязнителей в агроценозах, прилегающих к промышленным центрам, приобретает все большую актуальность.

Наблюдение за состоянием агроценозов проводили на постоянно действующих площадках, разноудаленных от источников загрязнения. Площадки выделяли на светло-каштановых почвах Городищенского, Седнехтубинского, Ленинского и Светлоярского районов Волгоградской области. Номера площадок в дальнейшем соответствуют номерам вариантов.

Изучение почвенного покрова Волгоградской области показало, что исследуемые почвы районов относятся к категории допустимого загрязнения. Наименее загрязнены почвы Среднехтубинского района $Z_c = 1,00-3,34$; наиболее – почвы Ленинского района $Z_c = 6,90-7,07$.

Приоритетным загрязнителем в почвах Ленинского, Среднехтубинского и Светлоярского районов был преимущественно Cd, а Городищенского – Cd и As.

Проведенными исследованиями установлено, что в светло-каштановых почвах Волгоградской области происходило существенное накопление As.

Так, в пахотном слое на суглинистых и тяжелосуглинистых почвах, расположенных в Городищенском районе, валовое содержание As практически по своему значению приближалось к ОДК (табл. 1).

Табл. 1. Валовое содержание тяжелых металлов и мышьяка в слое 0-20 см светло-каштановых почв в условиях Волгоградской области, мг/кг почвы

Гранулометрический состав почвы	Вариант	As	Cd	Pb
легкосуглинистые	1	6,1±0,7	1,66±0,20	7,9±0,8
среднесуглинистые	2	9,2±0,9	1,72±0,22	10,8±1,1
тяжелосуглинистые	3	9,3±0,9	1,30±0,11	10,0±1,0
	4	9,0±0,8	1,72±0,21	12,6±1,3
	5	6,2±0,7	1,80±0,22	12,4±1,2
	6	6,9±0,7	1,72±0,21	13,0±1,3
	7	5,6±0,5	1,48±0,12	8,9±0,9
	8	7,2±0,7	1,54±0,11	11,9±1,2
глинистые	9	7,6±0,8	2,22±0,24	13,0±1,3
	10	8,1±0,8	1,74±0,21	13,0±1,3
	11	5,6±0,5	0,82±0,10	6,9±0,8
ОДК		10,0	2,0	130,0

На более тяжелых почвах, расположенных в Ленинском районе, максимальное значение валового содержания As в слое 0-20 см составляло 0,76 и 0,81 ОДК соответственно (табл. 1).

Пространственная изменчивость содержания As в почве вариантов была значительной, — коэффициент вариации составлял 25 %, что свидетельствует о неравномерном загрязнении слоя 0-20 см почв исследуемых участков. Степень загрязнения обусловлена месторасположением промышленных предприятий, преобладающими направлениями ветров.

Очевидно, причиной относительно высокого содержания As в почвах данных вариантов является преимущественно аэротехногенное загрязнение, что подтверждает анализ снеговой воды.

В условиях Волгоградской области отмечается неравномерное распределение As по профилю светло-каштановых почв. Высокое содержание As отмечено в слое 0-20 см, что в первую очередь связано с большим содержанием гумуса в верхних горизонтах этих почв. В слое 40-60 см светло-каштановых почв практически всех вариантов наблюдается второй максимум содержания As (рис. 1).

В глинистых почвах содержание As плавно убывает по профилю. Это связано с неодинаковым содержанием гумуса и мелкодисперсных глинистых частиц в профилях указанных почв.

Светло-каштановые почвы Волгоградской области, имеющие слабощелочную реакцию, характеризуются зачастую высоким содержанием Cd. Карбонатные почвы и

породы способствуют его концентрации на щелочном геохимическом барьере [Башкин, 2004].

Обращают на себя внимание тяжелосуглинистые и глинистые почвы, расположенные в Светлоярском и Ленинском районах Волгоградской области, в которых содержание Cd достигало величины 0,9-1,1 ОДК (табл. 1). В почве вариантов 6 и 9 наибольшее содержание Cd отмечено в слое 0-20 см. Это свидетельствует о регулярном поступлении Cd в почвы данных вариантов.

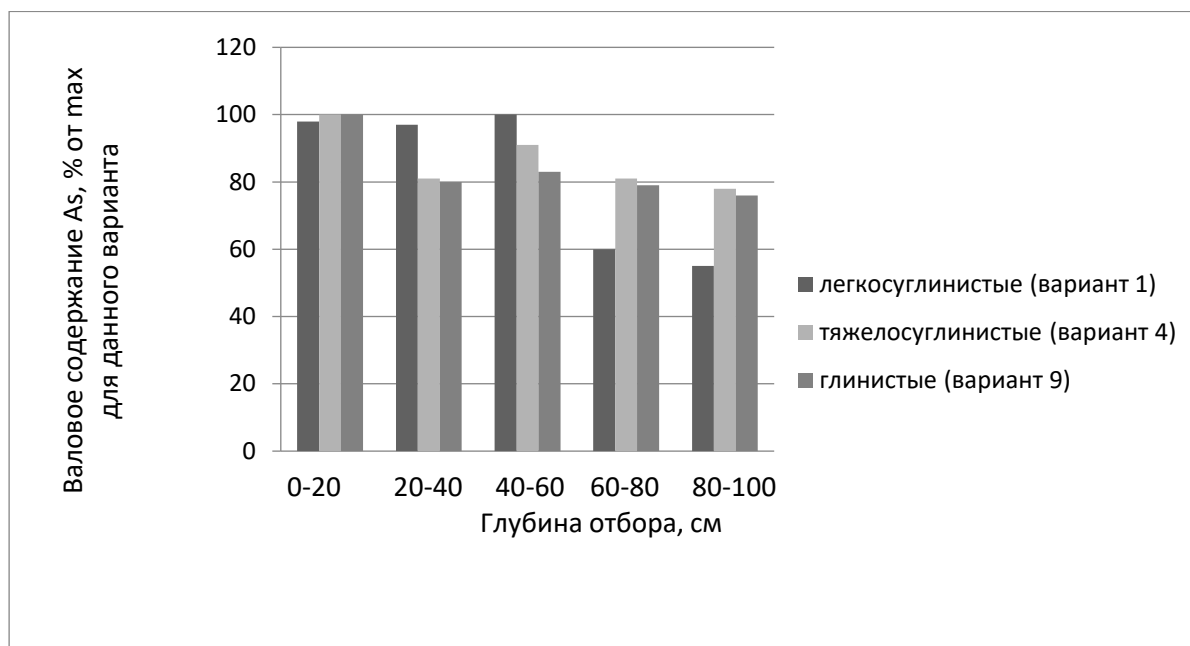


Рис. 1. Распределение валового содержания As по профилю светло-каштановых почв в условиях Волгоградской области

Выявленное загрязнение почвы Cd наблюдалось при отсутствии аномалий в снеговом покрове данных вариантов, что свидетельствует о более раннем загрязнении.

Техногенной воздушной миграции кадмия способствует его преимущественное нахождение (80-85%) в парогазовой субмикронной и мелкодисперсной фракциях аэрозоля. Поэтому аномалии подвижных форм Cd обнаруживаются в верхних горизонтах почв наветренных склонов в 5-8 км от металлургических заводов [Башкин, 2004].

Свинец по профилю исследуемых пахотных почв распределялся равномерно. В щелочных почвах Pb удерживается сорбционно, а наибольшую роль в этом процессе играют ил, органическое вещество и карбонаты [Зырин, 1981].

Валовое содержание Pb в светло-каштановых почвах Волгоградской области существенно ниже ОДК (табл. 1). Однако вызывает беспокойство содержание

потенциально-доступных форм Pb (экстрагент 1 М HNO₃), близкое к валовому содержанию.

Так, на пахотных почвах вариантов 1, 2, 5, 7 и 11 отношение содержания тяжелых металлов в кислотных вытяжках (1 М HNO₃) к их валовому содержанию, выраженному в процентах, по Pb составило 76 %, 70 %, 60 %, 84 % и 91 % соответственно (табл. 2). Так как доля потенциально-доступных форм от валового содержания превышает 50 %, можно говорить о преобладании техногенного загрязнения Pb пахотных почв.

При оценке почв по коэффициенту загрязнения потенциально-доступной формой необходимо отметить резкое превышение фонового содержания Pb в почве вариантов 2 (на 63 %), 5 (на 67 %), 7 (на 57 %), что связано с близким расположением крупных автомобильных дорог; Cd – 1 (на 240 %), 2 (на 160 %), 4 и 11 (на 180 %), 5 (на 220 %), 6, 7 и 10 (на 100 %), 9 (на 140 %) (табл. 2).

Наибольшее превышение фонового содержания потенциально-доступной формы Cd в почве характерно для вариантов, расположенных в непосредственной близости от промышленных предприятий. Так тяжелосуглинистые почвы варианта 5, расположенного в Светлоярском районе, находятся под техногенным воздействием южной промзоны Волгограда, включающей крупные предприятия нефтепереработки (ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка»), химии (ООО «Каустик», ОАО «Пласткард»), металлообработки (ОАО «Северстальметиз»). Максимальное превышение фонового содержания Cd, отмеченное в легкосуглинистой почве варианта 1, расположенного в Среднеахтубинском районе, обусловлено близким расположением крупного химического комбината (ОАО «Волжский оргсинтез»).

По коэффициенту валового загрязнения выделяются варианты 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, где валовое содержание Pb превышало фоновое на 54-89 %. Содержание Cd, судя по этому коэффициенту, превышает фоновое в вариантах 2, 7, 8 (на 78 %), 4 (на 100 %), 5, 6, 10 (на 102 %), 9 (на 156 %).

Валовое содержание As по сравнению с фоновым превышено во всех вариантах кроме первого на 35-85 %.

Таким образом, оценка основных экологических свойств почв районов, прилегающих к источникам загрязнения в Волгоградской области, позволяет охарактеризовать их состояние как удовлетворительное, однако необходимо отметить наметившуюся тенденцию техногенного воздействия, проявляющуюся в усилении загрязнения. Установлено накопление Cd (до 1,1 ОДК), As (до 0,9 ОДК) и

пространственная изменчивость содержания мышьяка в почве (значение коэффициента вариации – 25%).

Табл. 2. Оценка техногенной составляющей в загрязнении почв, %

Гранулометрический состав почвы	Вариант	Отношение потенциально-доступных форм валовому содержанию		Коэффициент валового загрязнения $K_{в.з.}$			Коэффициент загрязнения потенциально-доступной формой $K_{з.п.}$	
		Pb	Cd	Pb	Cd	As	Pb	Cd
легкосуглинистые	1	76	13	10	151	100	125	340
среднесуглинистые	2	70	8	54	178	142	163	260
тяжелосуглинистые	3	57	5	40	156	185	120	140
	4	48	8	69	200	181	123	280
	5	60	9	85	202	148	167	320
	6	39	5	85	202	158	108	200
	7	84	6	25	178	154	157	200
	8	52	3	69	178	144	132	100
глинистые	9	35	5	89	256	154	100	240
	10	38	5	79	202	138	101	200
	11	91	16	100	100	135	136	280

Список литературы

- Башкин В.Н., Касимов Н.С. Биогеохимия. М.: Науч. мир, 2004. 647 с.
- Белозубова Н.Ю., Зубкова В.М. Биогеохимическая активность видов пастбищных растений в поглощении свинца, кадмия и мышьяка в условиях Волгоградской области // Аридные экосистемы. 2021. Т. 27, №. 3 (88). С. 81–88.
- Зырин Н.Г., Зборищук Ю.Н. Общие закономерности распределения подвижных форм микроэлементов в почвах Европейской части СССР // Микроэлементы в почвах СССР. М.: Изд-во МГУ, 1981. С. 6–18.

ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ РАЗЛОМЫ ВОСТОЧНОЙ ВЕТВИ РИФТОВ ИСЛАНДИИ**В.А. Боголюбский^{1,2}, Е.П. Дубинин¹, А.Л. Грохольский¹**¹*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*²*Геологический институт РАН*bogolubskiyv@yandex.ru

Исландия является частью Северо-Атлантической крупной магматической провинции. Она продолжает формироваться под воздействием термической аномалии Исландского плюма, центр которого в настоящее время располагается на оси растяжения Срединно-Атлантического хребта. В настоящее время влияние Исландского плюма выражается в интенсивном магматизме в пределах Исландии и прилегающих спрединговых хребтах Рейкьянес и Колбенсей.

В пределах Исландии растяжение происходит в пределах пяти рифтовых зон (РЗ). Западная ветвь рифтовых зон обладает сравнительно слабой тектонической и вулканической активностью. Предположительно, в настоящее время она отмирает. Она включает в себя Западную РЗ и трансенсивные Центральную и Рейкьянесскую РЗ, соединяющиеся со спрединговым хребтом Рейкьянес. Восточная ветвь включает Северную и Восточную рифтовые зоны, связанные с хребтом Колбенсей посредством трансформной зоны Тьернес. Она, напротив, отличается повышенной тектоно-магматической активностью, что связывается с положением центра Исландского плюма на границе Северной и Восточной РЗ. Это обуславливает большую ширину зоны структурообразования (до 50 км), существование нескольких параллельных центров растяжения и современное продвижение рифтовой зоны на юг [Khodayar et al., 2020].

Рифтовые зоны включают в себя ряд вулканических систем, имеющих значительные перекрытия между собой. Они состоят из центральных вулканов и семейства трещин протяженностью до 150 км от центрального вулкана и представляющих собой серии сбросов и раздвигов (гьяров) [Einarsson, 2008]

Восточная ветвь рифтов Исландии включает в себя две рифтовые зоны: Северную и Восточную РЗ. Северная рифтовая зона протянулась на 300 км в северо-восточной части острова. С севера она соединяется с трансформной зоной Тьернес, а на юге плавно переходит в Восточную РЗ с изменением простирания с 80° до 60°. Ширина РЗ составляет около 50 км. В пределах Северной РЗ расположено пять активных центральных вулканов с семействами трещин. Ширина вулканических систем

колеблется от 5-7 до 20 км. Их простираение отклоняется от простираения вулканической зоны на 10-15°, то есть они расположены субортогонально направлению растяжения.

Крайняя северо-западная вулканическая система (ВС) Тейстарейкир наиболее молода, а извержения практически полностью происходят по эруптивным трещинам. Ее эмбриональный центральный вулкан высотой до 150-200 м – крупная гиалокластовая постройка. К востоку расположена ВС Крабла. Ее центральный вулкан – щитовая постройка с выраженной кальдерой и риолитовыми куполами. Семейства трещин представлены эруптивными центрами в южной части и многочисленными небольшими сбросами – в северной. В центральной части расположена ВС Фремринаумар. Ее протяженность одна из самых больших в Северной РЗ и достигает 180 км. Центральный вулкан представлен небольшим лавовым куполом, окруженным множеством гиалокластовых массивов. Также они встречаются и в северной части. Одна из наиболее активных – ВС Аскья. Центральный вулкан имеет щитовую морфологию с отчетливо выраженной кальдерой, занятой озером. В 15 км к северу располагается еще один эмбриональный центральный вулкан, в рельефе выражающийся в виде крупного гиалокластового массива. Крайняя восточная ВС Кверкфьедль образована стратовулканом с низкой активностью. Эруптивные трещины присутствуют лишь к северу от вулкана, свежие сбросы практически не представлены.

Восточная РЗ протягивается на 350 км от сочленения с Северной РЗ на юг за пределы острова. В северной части располагаются ВС Баурдарбюнга и Гримсветн, а также неактивная система Хамаринн. ВС Гримсветн отличается наибольшей активностью. ВС Баурдарбюнга отличается морфоструктурным разнообразием: практически на всем протяжении вулканической системы присутствуют эруптивные трещины, наиболее активные в южной части, встречается множество гиалокластовых массивов. Южные вулканические системы представляют собой в основном крупные стратовулканы, относительная высота которых превышает 1000 м. Исключением является вулкан Катла, представленный щитовой постройкой с кальдерой. Также это единственный вулкан из группы, обладающий развитым семейством трещин, в том числе с эруптивной активностью.

С целью определения параметров современной динамики и геодинамических условий развития рифтовых зон и отдельных вулканических систем в их пределах был применен метод морфометрического анализа сбросовых уступов. Разломы выделялись оп ЦМР ArcticDEM. В качестве морфометрических параметров были использованы

горизонтальная и вертикальная амплитуды, видимая длина сбросовых уступов и минимальное расстояние между сбросовыми уступами. Данные параметры ранее были успешно использованы при проведении морфометрического анализа в пределах рифтовых долин спрединговых хребтов в различных районах [Escartin et al., 1999; Howell et al., 2016]. Еще одним использованным параметром был показатель максимального значения модуля продольной кривизны (Пк) по профилю разломного уступа, который косвенно отражает морфологический возраст разломного уступа – относительный показатель стадии развития морфологии разломного уступа, его современной активности [Hilley et al., 2010]. Всего в пределах всех двух рифтовых зон был выделен 1489 разломных уступа.

Вулканическая система Кверкфьедль включает в себя три отдельные группы разломов. Южная группа прилегает к центральному вулкану и включает почти исключительно разломы восточного падения. Центральная группа разломов является обширной, состоит преимущественно из разломов западного падения и характеризуется наибольшими суммарными амплитудами (рисунок). В северной группе обнаруживаются сравнительно небольшие значения амплитуд и длин.

Вулканическая система Аскья характеризуется наибольшей изменчивостью параметров разломов по широте. Выделяется несколько групп сбросов к северу от стратовулкана и одна группа разломов к югу от него. К северу разломные уступы сосредотачиваются в пределах восточной, центральной и западной частей ВС Аскья, но практически не проявляются совместно, лишь отчасти перекрываясь друг с другом на отдельных участках. Наибольшие значения амплитуд (рис. 1) наблюдаются на участках появления западной группы.

Вулканическая система Фремринаумар в целом значительно менее активна по сравнению с ВС Аскья. Могут быть выделены три группы разломов. Первая находится вблизи центрального вулкана и характеризуется наибольшими параметрами амплитуд (рис. 1). Вторая приурочена к наиболее активной части ВС Аскья. Следующий существенный максимум амплитуд находится на полуострове Мельраккаслъетта, где суммарные амплитуды достигают 500 м, это значительно больше, чем в случае с ВС Аскья. Также большие значения характерны и для продольной кривизны но меньшие – для расстояния, что указывает на значительную современную активность.

Вулканическая система Крабла значительно отличается от более восточных. В ее пределах выделяются две группы разломов. Первая располагается к югу от центрального

вулкана и состоит практически исключительно из коротких разломов западного падения с различными амплитудами и расстояниями (рисунок). Основная группа разломов сконцентрирована вблизи центрального вулкана и продолжается к северу от него. Для нее характерны наименьшие расстояния среди всей Северной РЗ.

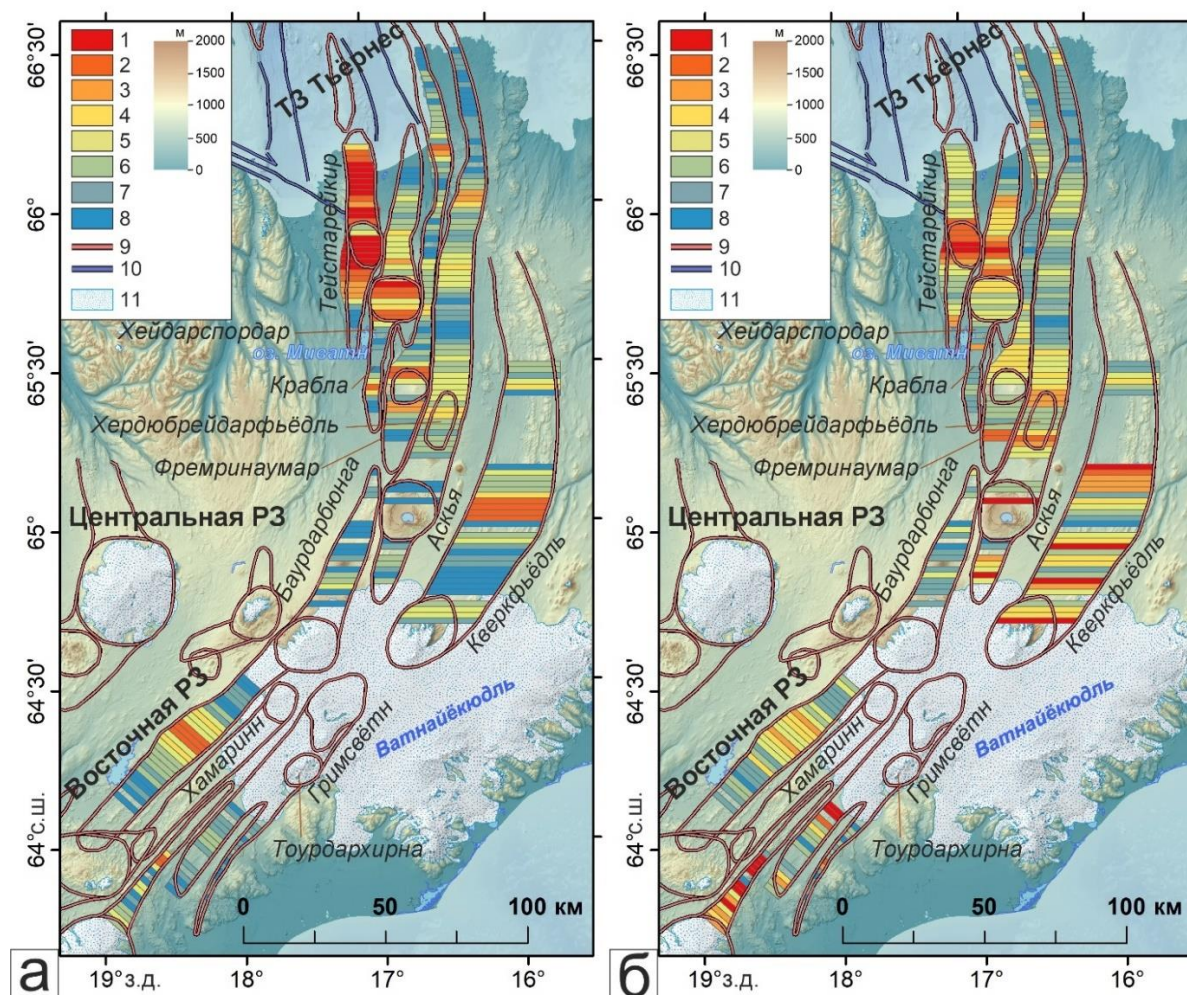


Рисунок. Распределение значений параметров по профилям. а – горизонтальной амплитуды. Суммарные значения амплитуды (м): 1 – > 1000, 2 – > 500, 3 – 400–500, 4 – 300–400, 5 – 200–300, 6 – 100–200, 7 – 50–100, 8 – < 50; 9 – границы вулканических систем, 10 – сдвиговая зона, 11 – ледники; б – максимального модуля продольной кривизны. Средние значения: 1 – > 14, 2 – 12–14, 3 – 10–12, 4 – 8–10, 5 – 6–8, 6 – 4–6, 7 – 2–4, 8 – < 2; 9–11 – аналогичны «а»

Вулканическая система Тейстарейкир сильно отличается от других вулканических систем. Она состоит из двух отдельных групп разломных уступов. На северном участке наблюдаются практически исключительно сбросовые уступы восточного падения, суммарная горизонтальная амплитуда которых достигает 1780 м, а вертикальная – 870 м. На южном участке в центральной части выделяется главный центр

растяжения, от которого суммарная величина деформаций уменьшается к северу и югу, а расстояние, напротив, — увеличивается.

Вулканическая система Баурдарбюнга включает в себя две группы разломов. Северный участок отличается малыми значениями амплитуд и длины разломов, большими значениями расстояния и продольной кривизны. В южной части выделяется единая группа разломов с небольшими расстояниями между уступами. Максимум по амплитудам (рис. 1) наблюдается в центральной части этой группы и приблизительно соответствует минимальным значениям в пределах Западной РЗ.

Вулканическая система Гримсветн отличается еще меньшими амплитудами. Выделяется одна группа разломов с максимумом (рисунок) в центральной части и преобладанием разломов западного падения, что, по-видимому, частично компенсирует малое количество таковых в ВС Баурдарбюнга.

Несколько отличается от них вулканическая система Катла. В ее пределах выделяются две группы разломов. Южная имеет амплитуды (рисунок), сопоставимые с амплитудами других вулканических систем, а северная представлена разломами со значительно большими амплитудами, сформированными в более раннее время.

Результаты морфометрического анализа показали, что в настоящее время происходит структурно-кинематическая реорганизация как Северной РЗ, так и Восточной РЗ. В случае Северной РЗ вулканическая активность перераспределяется на современные эмбриональные вулканические постройки, а растягивающие деформации концентрируются в сравнительно коротких участках, тогда как большая часть рифтовой зоны становится неактивной. Восточная РЗ разделяется на два ответвления, отличающиеся примерно одинаковой тектоно-магматической активностью. Однако в будущем, предполагается, что восточное ответвление утратит свою активность, которая полностью перейдет в западную часть, соединившись с хребтом Рейкьянес.

Список литературы

Einarsson P. Plate boundaries, rifts and transforms in Iceland // *Jökull*. 2008. V. 58. P. 35–58.

Escartin J., Cowie P., Searle R., et al. Quantifying tectonic strain and magmatic accretion at a slow-spreading ridge segment, Mid-Atlantic Ridge, 29°N // *J. Geophys. Res.* 1999. V. 104 (B5). P. 10421–10437.

Hilley G.E., DeLong S., Prentice C. et al. Morphologic dating of fault scarps using airborne laser swath mapping (ALSM) data // *Geophysical Research Letters*. 2010. V. 37.

Howell S., Ito G., Behn M. et al. Magmatic and tectonic extension at the Chile Ridge: Evidence for mantle controls on ridge segmentation // *Geochem. Geophys. Geosyst.* 2016. V. 17. P. 2354-2373.

Khodayar M., Björnsson S., Víkingsson S., Jónsdóttir G.S. Unstable Rifts, a Leaky Transform Zone and a Microplate: Analogues from South Iceland // *Open Journal of Geology*. 2020. V. 10. I. 4. P. 317–367.

ОТКЛИК МОДЕЛИ МОЩНОСТИ ДОЗЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ СОБЫТИЯ 10–11 НОЯБРЯ 2025 ГОДА

В.А. Буров², Ю.П. Очелков², А.Д. Кондратов^{1,2}, А.С. Аракелов², К.И. Холодков^{1,2}

¹*Институт физики Земли имени О. Ю. Шмидта Российской академии наук*

²*Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова*

keir@ifz.ru

Воздействие ионизирующего излучения на крейсерских высотах гражданских авиаперелётов представляет признанную профессиональную опасность для экипажей самолетов и частых пассажиров. В то время как галактическое космическое излучение (Galactic Cosmic Rays, GCR) обеспечивает фоновую мощность дозы в 4–8 мкЗв/ч, экстремальные события солнечных энергичных частиц могут увеличить мощность дозы на два-три порядка величины в течение минут [Dyer et al., 2018; Mishev et al., 2018]. В ответ на это Поправка 82 к Приложению 3 Конвенции о международной гражданской авиации: Метеорологическое обслуживание международной воздушной навигации [Международная..., 1981] предписывает предоставление сводок по космической погоде всякий раз, когда прогнозируемые или наблюдаемые эффективные мощности дозы превышают 30 мкЗв/ч (MODERATE) или 80 мкЗв/ч (SEVERE) в определенных объемах атмосферы.

В конце октября солнечная активность была низкой, с изолированными вспышками класса C. К 3 ноября активная область № 4274 вернулась на северо-восточный лимб. Регион быстро вырос и произвел несколько вспышек M- и X-класса с гало-СМЕ. Кульминацией стала вспышка X5.2 11 ноября 09:55–10:04 UTC, сопровождавшаяся мощным протонным событием. Первые протоны >500 МэВ были зарегистрированы в 10:15 UTC. Множественные СМЕ слились в межпланетном пространстве, сформировав композитную ударную волну, которая прибыла 12 ноября, впоследствии вызвав бурю Kp=9-.

Событие 10-11 ноября 2025 г. относится к наиболее интенсивным радиационным бурям Солнечного цикла 25 и предоставляет редкую возможность оценить производительность модели в реальных экстремальных условиях. Одна из двух моделей излучения, используемых Китайско-Российским консорциумом – глобальным центром космической погоды, – это внутренняя модель мощности дозы, разработанная Институтом прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова. Модель вычисляет

эффективные дозы и эквивалентные дозы окружающей среды от GCR и солнечных космических лучей (Solar Cosmic Rays, SCR) в спокойных и возмущенных геомагнитных условиях. Входные данные реального времени включают: интегральные потоки протонов в трех высокоэнергетических каналах (>60 , >100 , >500 МэВ) с GOES-18/19 и космических аппаратов Электро-Л; планетарный индекс К (K_p); дату/время для сезонной плотности атмосферы.

Ключевые компоненты: стандартная атмосфера ГОСТ 24631-81; пороги вертикальной жесткости в спокойное время – по Ныммик [2009]; в возмущенных условиях – модель магнитосферы Цыганенко [Tsyganenko, 2005]; спектр GCR – Коломеец [Kolomeets et al., 1979] с параметром солнечной модуляции К (0,3–2,5); спектр SCR – степенной закон по жесткости, подогнанный под три высокоэнергетических канала GOES / аналогичные датчики Электро-Л; предварительно вычисленные таблицы потоков протонов и нейтронов, валидированные по стратосферным баллонным кампаниям; преобразование доз с использованием советского стандартного сферического водного фантома (диаметр 30 см, ГОСТ 25645.203-83 [Космическая..., 1983]).

Несмотря на экстремальный индекс спектра жесткости ($\gamma \sim 2.1$), геомагнитное экранирование оставалось эффективным в первые часы. Дозовые нагрузки на полярных шапках ($>70^\circ$ геомагн. широты) на FL390–FL450 выросли до 300–550 мкЗв/ч, превысив порог SEVERE. Средние широты оставались ниже 30 мкЗв/ч. Прибытие шока переконфигурировало магнитосферу: пороги 80 мкЗв/ч; средние широты – MODERATE до SEVERE; приэкваториальные – >30 мкЗв/ч, до 50–70 мкЗв/ч. Это проникновение на тропические широты редко и документировано ранее только в бурях октября–ноября 2003 г. [Mishev et al., 2018].

Событие 11 ноября 2025 г. создало одну из самых суровых радиационных сред для авиации. Другие модели, такие как MAIRE [Davis et al., 2022], подтвердили уровни SEVERE. Это подчеркивает важность оперативных моделей для обеспечения безопасности полетов.

Список литературы

Космическая безопасность экипажей в полете. Модель тела человека для расчета тканевой дозы: ГОСТ 25645.203-83. М.: Госстандарт, 1983.

Международная организация гражданской авиации. Приложение 3 к Конвенции о международной гражданской авиации: Метеорологическое обслуживание международной воздушной навигации. 21-е изд., включая поправку 82. Монреаль: Международная организация гражданской авиации, 2025. Стандартная атмосфера. Параметры: ГОСТ 24631-81. М.^Госстандарт, 1981.

Ныммик Р. А. Разработка модели потоков тяжелых заряженных частиц солнечных космических лучей (СКЛ) в межпланетном пространстве. Усовершенствование моделей, алгоритмов и программно-математического обеспечения для расчета радиационных условий и показателей стойкости РЭА КА в межпланетном пространстве. Отчет по Госзаданию. 2009.

Davis C.S.W., Lei F., Ryden K., Dyer C., Heil M. Modeling Radiation in the Atmosphere Due to Cosmic and Solar Particles Activities to Model the Effects of Solar Energetic Particles at the University of Surrey (MAIRE) and Beyond // Space Weather. 2022. V. 20, I 12.

Dyer C., Hands A., Ryden K., Lei F. Extreme Atmospheric Radiation Environments & Single Event Effects // IEEE Trans. Nucl. Sci. 2018. V. 65, I. 1. P. 432-438.

Kolomeets E.V., Krupennikov O.V., Kazakh O.V., Barsukov O.A., Shmonin V. L. Fluxes of Cosmic Ray Secondary Components in the Earth Atmosphere Generated By Galactic Cosmic Rays Nuclei // Proceedings of the 16th International Cosmic Ray Conference. Kyoto, 1979. V. 7. P. 121-126.

Mishev A., Tuohino S., Usoskin I. Neutron monitor count rate increase as a proxy for dose-rate assessment at aviation altitudes during GLEs // Journal of Space Weather and Space Climate. 2018. V. 8.

Tsyganenko N.A., Sitnov M.I. Modeling the dynamics of the inner magnetosphere during strong geomagnetic storms // J. Geophys. Res. 2005. V. 110.

**ГОМИНОЛОГИЯ — РОЖДЕНИЕ НОВОЙ НАУКИ. ЯВЛЕНИЯ,
ЗАДОКУМЕНТИРОВАННЫЕ В ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В
2015-2025 ГГ.**

И.Д. Бурцев

Международный Центр Гоминологии

inhomin@yandex.ru

Гоминология — новая область науки, изучающая снежного человека (Сч), человекообразных существ (известных и под другими местными наименованиями). Сч, ведут практически животный образ жизни, не пользуются огнем, орудиями труда, одеждой, но имеют необычно большую для людей физическую силу, членораздельную речь, навыки ручной работы. Автор имеет как гуманитарное, так и техническое образование, занимается исследованиями Сч 60 лет – начиная с экспедиции в 1965 году, участник многих экспедиций в различных регионах, странах и континентах, автор публикаций и книг по названной тематике.

В ходе исследований автор не раз сталкивался с явлениями, не укладывавшимися в привычные представления о природе и способностях живых существ.

Наблюдения летом 2015 года. 2015, июнь. 74-летняя В. А. Титова, бывшая преподавательница математики, вблизи села Никольское, Раменского района была поражена появлением на ее огородном участке волосатого человекообразного существа ростом порядка двух с половиной метров. Самое удивительное было в том, что это существо не удалилось, а просто растаяло на глазах обескураженной женщины...

Расследовано мной с выездом на место (фото 1, 2).



Фото 1



Фото 2

2015, июнь. Ветеран Афгана, художник, Любченко А.В., 58 лет. В Горной Шории, Кемеровской области, близ города Таштагол, во время выхода на гору, встретил гоминоида ростом под три метра, и по его мысленному сигналу присел с ним рядом и общался телепатически на протяжении около часа, одновременно рисовал его портрет на куске бересты. В конце общения показал ему портрет на бересте, и тот ногтем прочертил рядом свой автограф. Любченко спросил его имя, и тот ответил голосом: Та-бан. (Фото 3 и рисунки 4)

2015, июль. Во время экспедиции в составе: И.Д. Бурцев, к.б.н. А.Н. Строганов, Н. Грехова в Клинском районе Московской области по сигналу М.М. Журавлева, ранее обнаружившего там следы больших ног.



Фото 3



Рисунок 4

Автокамера, установленная на крыше легкового автомобиля, снимала на протяжении часа (4.00-5.00) темную фигуру, присевшую за палаткой, которая совершала лишь небольшие движения. В 5.00 А.Н. Строганов снял камеру, понадобившуюся ему для съемки в лесу. После возвращения из поездки он обнаружил на камере снятое изображение существа, которое мы не видели глазами, хотя ходили там в двух метрах от него.

2020, июль. В ходе экспедиции в предгорьях Урала в ответ на сигналы местного жителя А.В. Черепанова мы с А.Н. Строгановым и с товарищем из СПб располагались на поляне в лесу. У нас пропала бутылка с остатками виски в ней (примерно 70 мл). Но однажды поздно вечером, когда мы расположились около костра, вдруг эта бутылка материализовалась у моих ног! С нетронутыми остатками виски в ней. В ходе той же экспедиции мы с А.Н. Строгановым получили слепки следов гоминоида, оставленных рядом с метом, где мы им оставляли угощения. И еще один след мы сфотографировали оставшийся на кучке пепла от прогоревшего костра в день нашего отъезда с той точки. (Фото 6).

2020, ноябрь. На этот раз мы базировались в автомашине, кунге военного образца на базе ЗиЛ-131. (Фото 5).



Фото 5



Фото 6

По ночам мы ощущали воздействие группы гоминоидов, включая тактильные контакты с ними. Но были и проявления аномальные. Так, в закрытом кунге однажды табуретка поднялась с пола и опустилась на посуду на столе в перевернутом состоянии. В другой раз она опустилась на наши с А.Н. Строгановым спальные полати. (Фото 8) Однажды мои очки, оставленные мной на столе, вдруг оказались в одном из моих мягких полусапожек. (Фото 7) Однажды канистра с 20 литрами воды ночью оказалась на груди у Алексея, нашего гида-контактера.



Фото 7



Фото 8

Был момент, когда лампочка была вырвана из патрона на потолке на наших глазах, и позже мы ее с трудом нашли за полатами. А однажды я сидел и смотрел что-то на экране телефона, связанное с нашей поездкой. В этот момент зажигалка, лежавшая на раковине у входа, вдруг ложится на экран моего телефона – с расстояния около двух метров! Я ее положил рядом, произнеся: Видимо, я что-то сказал не то... И как бы в подтверждение – зажигалка вновь ложится рядом... (Фото 10).

Самый обескураживающий момент произошел, когда ночью вдруг какая-то сила подняла с постели на раскладушке А.В. Черепанова и затолкала его вниз головой в промежуток между нашими с А.Н. полатами и стенкой кунга у нас в ногах! Мы с Андреем вскочили и начали вытаскивать Алексея, который только и мог, что болтать ногами, находясь в узком промежутке по пояс, вниз головой...

2021, декабрь. Происходило самовозгорание высохшей травы на склоне в районе «ямы», где наверху росли два дуба - природное пониженное место, окруженное пологими склонами с редкими деревьями на них – место силы, как можно это охарактеризовать. Огонь спускался по склону. Образовавшуюся сажу А.Н. Строганов собрал и пытался организовать ее анализ по возвращении в Москву, но это не удалось. В той же поездке случилось и другое возгорание всего лишь в 20 метрах от кунга, которое мы наблюдали.



Рисунок 9



Фото 10

2023, май. Экспедиция там же, в предгорьях Урала: Мансур Аблрахимов, канд. геолого-минералогических наук, наш питерский коллега, Алексей Ч., я. Мы располагались в палатках, на поляне. Ночью мы трое сидели за походным столом. Алексей отсутствовал. Среди прочих происшествий – начался монетный «дождь». В небе луна. Видно, что никого вокруг нет, а монеты сверху сыплются. (Монеты советские, уже не действующие. Причем адресно: всего мы насчитали около 50 монет, и каждый из нас троих набрал 15 или чуть больше-меньше монет. Мне одна монета попала в кружку.

И в эту же ночь – мы сидели за столом, Мансур прилег в палатке, вдруг ему на грудь легли наручные часы.

2023, сентябрь. Мы с А.Н. Строгановым расположились в кунге, в «яме». Наверху, с одной стороны – два дуба, там место аномальное. Мы и раньше здесь бывали. С нами Алексей, гид. Ночью мы с ним отправились к дубам. Алексей не приветствовал этот поход, оценивая эту затею опасной. Но мы настояли, и поднялись к дубам. На подходе – с неба стали падать монеты. Мы их не собирали, так как падали они в подсохшую траву. Стали возвращаться – Андрей вспомнил, что что-то оставил у дуба, вернулся. Мы с Алексеем стоим, вдруг мне на грудь падает кукла Вуду (мы ее видели раньше, на дубе). Алексей распахнулся, мол, я ж говорил вам, не надо туда идти, стал топтать куклу ногами. Подошел Андрей, и мы двинулись дальше, вернулись к кунгу.

В эту же ночь Андрей обнаружил под спиной, когда лежал на полатах, пачку купюр образца 1961 г., уже вышедших из употребления. Потом пачки стали сыпаться, как будто с потолка, хотя кунг был закрыт.

Позже ночью пошел дождь, крыша была худая, нас заливало. В конце концов мы удалились оттуда.

В ходе других экспедиций происходили другие аномальные явления. Например, в окна залетали предметы, которые меняли направление движения, а также скорость и ускорение, как это установили при изучении видеосъемок (В.Н. Фефелов), ни с того ни с сего – сам собой заводился двигатель автомобиля, кунг даже трогался с места, когда в нем не было водителя.

Случались также и самовозгорания коробок с продуктами питания (в 2025 г.)

МОДЕЛЬ ШАРОВОЙ МОЛНИИ С ТВЕРДОЙ ОБОЛОЧКОЙ, ЗАПОЛНЕННОЙ СВЕТЯЩИМСЯ ГОРЯЧИМ ПАРОМ

В.Л. Бычков, А.А. Логунов, Д.В. Бычков

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

bychvl@gmail.com

Введение. Светящиеся сферические объекты в природе известны давно, они появляются в различных условиях таких как извержение вулканов, удары линейной молнии в почву, различные виды огней, при геотектонических событиях и сложных атмосферных условиях. Согласно наблюдениям, это шары с размерами до 50 см, имеющие время жизни до нескольких десятков секунд. Свойства, выделяющие их из природных объектов, является высокая энергия и способность гибнуть со взрывом [Bychkov, 2022].

Сферические объекты, так называемые, полые и наполненные газом сферы и микросферы, получают в практике [Baidak, 2023]. В литературе выделяют несколько групп полых микросфер, отличающихся способом получения и количеством входящих в состав компонентов. Известны работы по физико-химическому получению зольных микросфер с использованием низкотемпературной плазмы. При этом установлено, что процесс прогрева в условиях плазмы происходит значительно эффективнее, чем в естественных условиях [Bulina, 2006].

Во второй половине 20-го века при исследованиях электрических разрядов [Golka, 1994] светящиеся сферы появлялись при замыкании металлических электродов в жидкости при этом были отчетливо видны оболочка и ядро. В экспериментах со взрывом разряда в воде в трубке с титановыми [Urutskoev, 2004] электродами образовывались полые металлические сферы с твердой оболочкой. В большом количестве экспериментов в разрядном объеме появлялись светящиеся образования [Paiva, 2007], [Bychkov, 2022]. В этом случае важную роль играли материалы электродов и вещества, с которыми взаимодействовала плазма. Так в экспериментах [Emelin, 1997] при создании плазмы в трубках из органических материалов наблюдалось появление полых металлических сфер на основе металла электродов. В экспериментах [Emelin, 2012] при наполнении разрядной трубки кремневой ватой при разряде из отверстия в трубке вылетали светящиеся образования со сложной внутренней структурой и оболочкой толщиной 4-10 мкм. В экспериментах [Bychkov, 2015], [Baidak, 2023] использовались капиллярные

разряды в воздухе, в них были получены долгоживущие светящиеся объекты размером до 20 мм и временем жизни до 7 с с оксидной оболочкой толщиной около 10 мкм и больше. Именно наличие твердой тонкой оболочки отличают полученные объекты от чисто плазменных. Такие оболочки могут быть образованы в электрических приборах при высоких перенапряжениях в высоковольтной цепи, и при ударе молниевых разрядов в землю, содержащую SiO₂ и Al₂O₃ и металлические предметы; они реализуются в экспериментах с капиллярными разрядами, когда высокотемпературная плазменная струя взаимодействует с металлическими образцами, образуя светящиеся сферы с оболочкой и газообразным ядром. Согласно [Zhang, 2014] создание оболочки происходит в результате быстрого термического окисления. Оно заставляет окислитель диффундировать в материал при высокой температуре и реагировать с ним. Процесс обычно проводится при температуре от 900°C. Используется либо кислород, либо кислород с водяным паром (влажное окисление), например: $\text{Si} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SiO}_2$ или $\text{Si} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2$. В результате образуется аморфная поверхность. При ударе разряда (в том числе молниевом) который переносит большую энергию в некоторый объект, часть её расходуется на испарение вещества, образуются паровое ядро и оболочка из окисленного материала (при ударе линейной молнии происходит перенос электрических зарядов одного знака). Т.е. образуется заряженный объект, состоящий из оболочки и ядра, который по свойствам аналогичен естественной шаровой молнии далее мы называем его шаровой молнией (ШМ).

Модель шаровой молнии. Ряд свойств ШМ поняты на основе существующих моделей [Nikitin, 2018], [Bychkov, 2022], однако свойство высокой энергии требует дополнительного анализа. Итак, ШМ представляет собой заряженную сферу с оболочкой из атомов состава почвы или металлов, с внутренним объёмом, заполненным газообразным или парообразным веществом. Объект имеет оболочку и ядро, и может быть электрически заряженным. Энергия такого объекта складывается из термической и электростатической энергий, переданных от разряда.

Часть энергии ШМ, реализованная при нагревании материала при ударе разряда связана с его параметрами известным выражением Клайперона- Менделеева [Smirnov, 1987]

$$E_{\text{term}} = \frac{m}{\mu} \bar{R}T, \quad (1)$$

где $\bar{R} = 8.3 \cdot 10^3 \text{ Дж/(Кмоль} \cdot \text{К)}$ – газовая постоянная. Рассматривается униполярно заряженная сфера, для электрической энергии которой известна формула [Nikitin, 2018]:

$$E_{el} = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{R} \quad (2)$$

где Q - заряд ШМ, R -радиус, $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ – электрическая постоянная. При этом внутренняя энергия ДСО за счет обоих механизмов возбуждения равна

$$E_{\Sigma} = E_{el} + E_{term} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{R} + \frac{m}{\mu} \bar{R}T, \quad (3)$$

а плотность энергии равна

$$W_{\Sigma} = W_{el} + W_{term} \approx \frac{3}{(4\pi)^2 \epsilon_0} \frac{Q^2}{R^4} + \frac{m}{\mu} \frac{\bar{R}T \cdot 3}{4\pi R^3} \quad (4)$$

где m - масса материала ШМ (вещество атомов), $\bar{R}$ - универсальная газовая постоянная, T – температура материала ШМ, μ - молекулярный вес диссоциированных молекул. В (3), (4) пренебрегается толщиной оболочки δ по сравнению с R . Для оценок рассматривается кремний. При этом мы считаем, что происходит диссоциация SiO_2 ($\mu_{\text{SiO}_2} = 28,09 + 32$), а молекулярный вес полученных частиц $\mu_p \approx 30$. В природных процессах пар состоит частиц Si и O_2 , а оболочка – из модифицированного расплава SiO_2 и его сплава с компонентами материала почвы, а в случае взаимодействия молнии с металлами типа стали, олова, алюминия, припой пар состоит из атомарных частиц соответствующего металла. Будем считать, что температура газа внутри оболочки близка к 2000 К. Исследования по гибким оболочкам [Geguzin, 1985] показывают, что до момента потери устойчивости во всех нормальных сечениях оболочки имеют место сжимающие напряжения σ , величина которых равна:

$$\sigma = \frac{P_a \cdot R}{2\delta}, \quad (5)$$

где δ - толщина оболочки, R – радиус сферы, $P_a = 1,03 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – атмосферное давление.

Известно [Nikitin, 2018] выражение для кулоновского действия зарядов одного знака на поверхность сферы

$$F_{el} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{R^2}, \quad (6)$$

Q – заряд сферы. Из него следует выражение для кулоновского давления зарядов одного знака, действующих на оболочку

$$P_{el} \approx \frac{Q^2}{4\pi^2 \varepsilon_0 R^4}, \quad (7)$$

Мы считаем, что именно процессы атомизации вещества, кулоновского расталкивания и механического сжатия оболочки приводят к установлению давления внутри сферы. Сила давления частиц типа SiO₂ внутри сферы (ШМ) равна

$$P_w = \frac{m}{\mu} \bar{R} T \left(\frac{4}{3} \pi (R)^3 \right)^{-1} \approx \frac{m}{\mu} \bar{R} T \cdot \frac{3}{4\pi R^3}, \quad (8)$$

а напряжение на оболочке

$$\sigma = \frac{m}{\mu} \bar{R} T \frac{3}{4\pi R^3} R / (2\delta) = \frac{m}{\mu} \bar{R} T \frac{3}{8\delta\pi(R)^2} \quad (9)$$

Из этих выражений следует уравнение для определения баланса действующих сил на поверхность ШМ (где T - температура частиц газа внутри ШМ).

В табл. 1 представлены параметры заряженной сферы в зависимости от величины заряда для сферы $R=0.1$ м.

Табл. 1. Параметры заряженной ШМ

$R, \text{ м}$	$Q, \text{ Кл}$	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}
0.1	$W_{el}, \text{ Дж/м}^3$	21.5	$2.15 \cdot 10^3$	$2.15 \cdot 10^5$	$2.15 \cdot 10^7$	$2.15 \cdot 10^9$	$2.15 \cdot 10^{11}$

В Табл. 2 представлена внутренняя энергия ШМ в зависимости от её веса при температуре пара $T=2000\text{К}$, при толщине оболочки $\delta=100$ мкм и при среднем атомном весе $\mu=30$, при размере ШМ $R=0.1$ м. Мы также приводим величину напряжения на оболочке (9).

Поскольку у ШМ как величина заряда, так и величина массы вещества, могут влиять на условия существования, то действие этих факторов складываются. При этом суммарная плотность энергии может изменяться в широких пределах и достигать величины 10^9 - 10^{10} Дж/м³, что находится в согласии с рядом наблюдений [Buchkov, 2022].

Табл. 2. Внутренняя энергия ШМ в зависимости от веса при $\delta=100$ мкм, $T=2000$ К, $\mu=30$

$R, \text{ м}$	$M, \text{ кг}$	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10
0.1	$W_{term}, \text{ Дж/м}^3$	$1.32 \cdot 10^5$	$1.32 \cdot 10^6$	$1.32 \cdot 10^7$	$1.32 \cdot 10^8$	$1.32 \cdot 10^9$
0.1	$\sigma, \text{ Па}$	$6.6 \cdot 10^7$	$6.6 \cdot 10^8$	$6.6 \cdot 10^9$	$6.6 \cdot 10^{10}$	$6.6 \cdot 10^{11}$

При $Q > 10^{-3}$ Кл давление зарядов на оболочку и при $m > 10^{-5}$ кг давление и напряжение сравнивается с атмосферным и ШМ становится неустойчивой. Высокие значения напряженности электрических полей на поверхности таких ДСО лежат в диапазоне 10^8 - 10^{10} В/м, что объясняется в работе [Bychkov, 2022].

Время жизни ШМ можно связать с временем его излучения. Оценим параметры излучения. Будем считать, что, нагрев оболочки паром компенсируется термическим излучением с поверхности оболочки, тогда, можно воспользоваться следующим приближенным относительно теплоёмкости реального газа выражением [Smirnov, 1987]:

$$\frac{3}{2} N k_B \frac{4}{3} \pi R^3 \frac{dT}{dt} = -\sigma_{SB} T^4 4\pi R^2, \quad (10)$$

k_B – постоянная Больцмана, а σ_{SB} – постоянная Стефана-Больцмана. При значениях средних параметров ШМ [Bychkov, 2022]: $N = 8 \cdot 10^{27} \text{ м}^{-3}$, $R = 0,1 \text{ м}$, $T_1 = 500 \text{ К}$ (конечная температура ШМ), получим $t_x \approx 260 \text{ с}$. Эта величина сравнима с наблюдаемым временем жизни реальных ШМ.

Детальное объяснение других свойств ШМ представлено в [Bychkov, 2022, 2025].

Список литературы

- Bulina N.V., Gromyko A.I., Bondarenko G.V. et al.* The phys. metals metallography. V. 102. Suppl. 1 2006 P. S94-S95.
- Golka R.K.* // J. Geophys. res.: Atmospheres. 1994, V.99, no D5 P. 10679-10681.
- Urutskoev L.I., Liksonov V.I., Tsynoev V.G.* // Prikladnaya Fizika, 2004, №4, P. 83-100.
- Paiva G.S., Pavão A.C. et al.* // Phys Rev Lett. 2007, V. 98, P.048501-1 – 048501-4.
- Bychkov V.L.* Natural and Artificial Ball Lightning in the Earth's Atmosphere // Atmospheric Sciences. 2022.
- Emelin S.E., Semenov V.S., Bychkov V.L. et al.* // Tech. Phys. 1997, V. 42, No. 3. P. 269–277.
- Emelin S., Bychkov V., Astafiev A. et al.* // IEEE Trans. Plasma Sci. 2012, V. 40, P. 3162–3165.
- Bychkov V.L., Chernikov V.A., Osokin A.A. et al.* // IEEE Trans. Plasma Sci. 2015, V. 43, P. 4043-4047.
- Baidak V.A., Bychkov V.L., Sorokovykh D.E. et al.* // Usp. Priklad. Fiz. 2023. V. 11. P. 399–406.

Nikitin A.I., Bychkov V.L., Nikitina T.F. et al. IOP Conf. Series: J. of Phys.: Conf. Series 2018. V. 996. P. 012011.

Zhang J. X. J., Hoshino K. Fundamentals of nano/microfabrication and scale effect. Molecular Sensors and Nanodevices. (Elsevier/William Andrew, Oxford, 2014).

Smirnov B.M. Introduction to plasma physics. M.: Nauka, 1987. 200 p.

Geguzin Y.E. Bubbles. M.: Nauka, 1985, 200 p.

Bychkov V.L., Sorokovykh D.E., Bychkov D.V., Logunov A.A. // Rus. J. Phys. Chem. B. 2025. V. 19, P. 1286–1295.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ПОЛУЧЕНИЮ ИСКУССТВЕННЫХ ШАРОВЫХ МОЛНИЙ

В.Л. Бычков, А.А. Логунов, Д.В. Бычков, К.Н. Корнев, О.С. Сурконт

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

bychvl@gmail.com

Введение. Исследование долгоживущих светящихся образований — искусственных шаровых молний (ИШМ) ведётся давно [Авраменко, 1990], [Silberg, 1962], [Bychkov, 2022], что связано с поиском объяснения физической природы шаровых молний естественного происхождения в связи с возможностью применения этого феномена на практике. Во второй половине XX века в связи с исследованиями плазмы разрядов различного типа, были получены долгоживущие светящиеся образования, так в работе [Silberg, 1962] было сообщено, что при замыкании электродов батарей в подводных лодках появлялись крупные светящиеся шары, а в [Golka, 1994] светящиеся шарики появлялись при замыкании металлических электродов в жидкости. В дальнейшем было проведено большое количество экспериментов с воздействием разной природы плазмы на электроды и материалы, когда в процессе экспериментов в разрядном объеме появлялись светящиеся образования. При этом важную роль играли материалы электродов и вещества, с которыми взаимодействовала плазма.

В данной работе мы сконцентрируем наше внимание на получении ИШМ в экспериментах с капиллярным разрядом [Авраменко, 1990]. Работа является продолжением наших исследований [Bychkov, 2015], в которых при помощи капиллярного разряда в припое были получены светящиеся образования с эффективным диаметром до 5 мм и временем жизни до 7 с.

Целью данной работы является создание крупных ИШМ с размерами порядка и более 1 см. Предполагается, что при вложении энергии в разряд большой мощности, будет вкладываться больше энергии в испарение материала, на который действует струя плазмы. При этом образуется оболочка и паровое ядро которые являются основной этих объектов

Капиллярный плазмотрон. Для проведения экспериментов по созданию ИШМ используется капиллярный плазмотрон, это наиболее известный тип плазмотронов для получения долгоживущей плазмы и ИШМ [Авраменко, 1990], [Bychkov, 2015]. Принципиальная схема этого плазмотрона представляет собой цепь, включающую в себя

инициирующую ёмкость, коммутатор, батарею конденсаторов и разрядное устройство, в состав которого входят плоские электроды, разделённые диэлектриком с капилляром см. рис.1.

На пути струи располагалась проволока, либо тонкая металлическая цилиндрическая пластинка исследуемого материала, находящаяся под положительным или отрицательным потенциалом, или без напряжения. Материал фольги был: сталь, алюминий, олово, свинец, припой, медь.

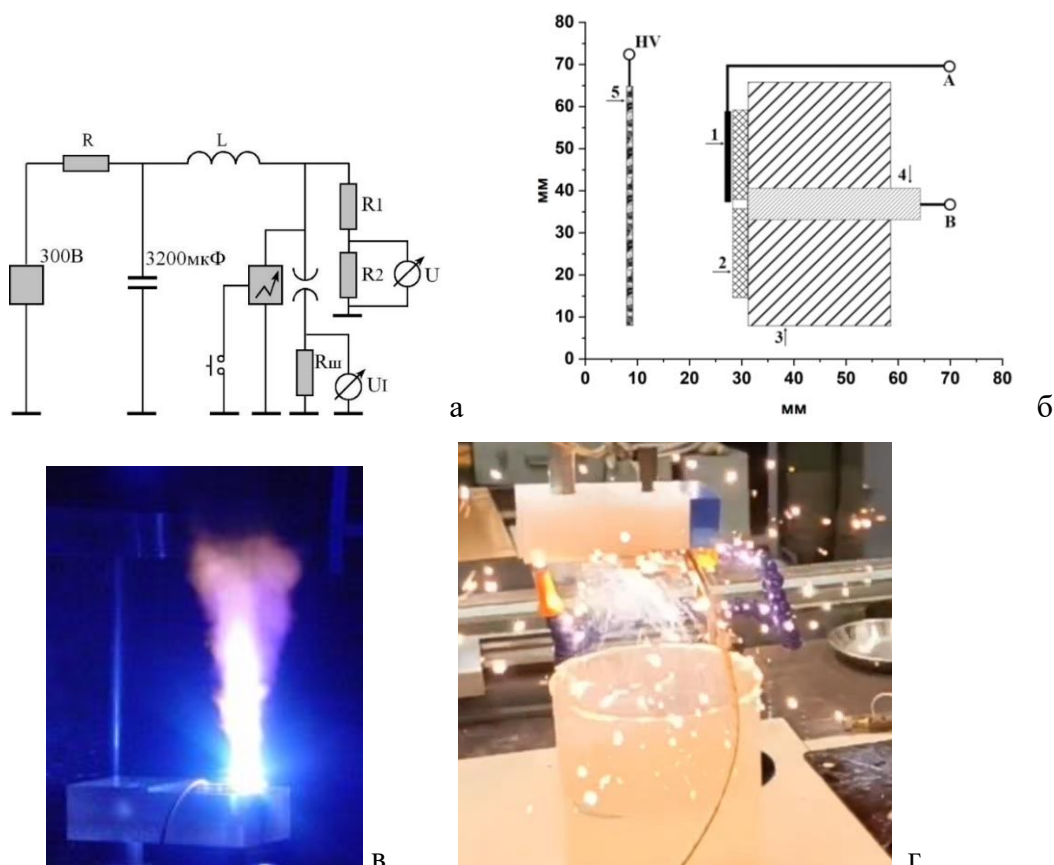


Рис. 1. Капиллярный плазмотрон. а. Электрическая схема, б – схема плазменной секции 1,4 – электроды, 2 – диэлектрическая пластина с капилляром (разрядная камера), 3 – основание плазмотрона (диэлектрик), 5 – металлический образец (мишень), в. внешний вид плазмы, реализованной плазмотроном; г – множественные ИШМ

При увеличении энергии, вкладываемой в разряд, увеличиваются ток и напряжение на разряде, а также его длительность. При этом в разряде расходуется около 5-7 % изначально вложенной энергии. В Табл. 1 представлены типичные параметры капиллярного плазмотрона: емкость конденсаторной батареи, энергия, вложенная в разряд, максимальное значение тока, максимальное значение напряжения, время действия разряда. Для получения разряда часто используется капилляр из PLA, т.е. полилактида диаметром 2 мм и длиной 4,5 мм. Сам разряд осуществлялся

непосредственной подачей напряжения с заряженных емкостей на электроды плазматрона. Импульс тока разряда имеет треугольный вид, его длительность составляет $\tau \sim 7-25$ мс.

Таблица. Параметры капиллярного разряда

Емкость, мкФ	Энергия, вложенная в разряд, Дж	$I_{\max}$, А	$U_{\max}$, V	t, мс
13070	1176	72,3	172	15,4
16360	1472	72,3	192	25,3

Из экспериментов следовало, что концентрация электронов (ионов) изменяется вдоль оси разряда в диапазоне $10^{16} - 10^{18} \text{ см}^{-3}$, а в радиальном направлении в пределах $10^{15} - 10^{17} \text{ см}^{-3}$. При этом аксиальное распределение температуры в плазменной струе составляло 5000-6000 К по высоте около 8-9 см и радиальное распределения температуры 4000-6000 К по радиусу около 6 мм.

В качестве исследуемого объекта использовался припой ПОС 61 (диаметром 1,5 мм, состав которого: Sn – 59-61%, Pb – 39-41%), сталь, свинец, олово, алюминий и медь. Металлические пластинки находились либо под потенциалом ± 13 кВ, либо без напряжения. Величина потенциала не позволяла зарядить пластинки выше 10^{-9} Кл, поскольку возникал пробой воздуха между пластинкой и плазмотроном.

Наблюдение ИШ при высокой вложенной энергии. На рис. 2 представлен кадр появления ИШМ из плазматрона из последовательности кадров вылета ИШМ из пластинки свинца. На фотографии, представленной ниже, использовалась наибольшая доступная энергия, вкладываемая в разряд, примерно 1.5 кДж. Часть светящихся объектов взрывалась в воздухе.

По видеофильму можно определить время жизни от рождения до разрушения ИШМ, оно составляет до 7 с. Некоторые из таких ИШМ взрывались при падении на поверхность стола или бумаги, разделяясь на ИШМ меньших размеров. В результате этого они оставляли следы на бумаге, т.е. полученные объекты также содержали газ под оболочкой.



Рис. 2. Вылет ИШ из пластинки свинца

Диаметр объекта на 35 кадре видеофильма составлял около 0.7 см (частота съемки 238 кадров/с.)

Во всех проведенных экспериментах движение ИШМ можно описать следующим образом. При соприкосновении с поверхностью ИШМ подпрыгивали на некоторую высоту порядка нескольких сантиметров, потом снова падали и снова подпрыгивали. Такое движение наблюдалось в течение всего времени их жизни, при этом амплитуда каждого последующего прыжка уменьшалась, а длина увеличивалась.

В экспериментах с оловом, алюминием и припоем при попадании светящегося шара в кювету с водой, из объекта выпадал шарик, а на поверхности жидкости наблюдалась полупрозрачная оболочка толщиной до 100 мкм. В экспериментах с медной пластиной оболочки не наблюдались.

Выводы. В работе проведены исследования по получению ИШМ в разных условиях. При вложенных энергиях в плазмотрон происходило взаимодействие плазмы струи с металлом, при котором образовывался светящийся объект с внутренней паровой областью и оксидной оболочкой. Металлические образцы состояли из алюминия, меди, стали, олова и припоя. Наилучшие результаты получались при использовании алюминия, олова, свинца и припоя, в которых отмечено заметное образование оболочки. С увеличением вложенной энергии размеры объекта увеличивались.

При вложенной энергии около 1500 Дж наблюдалось образование ИШМ диаметром до 1,0-1,5 см, с оболочкой толщиной до 100 мкм и временем жизни до 4-7 с.

Эти ИШМ также взрывались и оставляли следы в виде точек из сажи при их взаимодействии с бумагой и следы взрыва в виде звезды на бумаге.

По параметрам: долгому свечению (долгому времени жизни), способности прыгать, распаду на несколько объектов, высокой плотности внутренней энергии они являются аналогами реальных шаровых молний.

Список литературы

Авраменко Р.Ф., Бахтин Б.И., Николаева В.И., Поскачьева Л.П., Широков Н.Н. // Ж Т Ф. 1990. Т. 60, Вып.12. С. 73–78.

Bychkov V.L. Natural and Artificial Ball Lightning in the Earth's Atmosphere // Atmospheric Sciences.

Bychkov V.L., Chernikov V.A., Osokin A.A., Stepanov A.I., Stepanov I.G. // IEEE Trans. Plasma Sci. 2015, V. 43, No. 12. P. 4043–4047.

Golka R K. // J. Geophys. res.: Atmospheres 1994, V. 99, I. D5. P. 10679-10681.

Silberg P.A. // J. Geophys. res. 1962. V.67. P. 4941.

О ПРОТИВОСТОЯНИИ МЕХАНИЦИЗМА И ТЕЛЕОЛОГИЗМА

Ю.Н. Голубчиков

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносоваgolubchikov@list.ru

Выдающийся российский ученый А.Е. Федоров (1952-2024) сформулировал четыре постулата-ограничений современной научной деятельности: 1 Постулат: мир материален. 2 Постулат: в мире существуют только те силы и взаимодействия, которые сегодня знает наука. 3 Постулат: то, что происходило сейчас, происходило раньше - действовали те же законы. 4 Постулат. то, что мы установили за 400 лет наблюдений, в микроскопической точке мирового пространства, происходит везде, и всегда во всем Космосе [Федоров, 2022].

Попытаемся сопоставить постулаты А.Е. Федорова с механицизмом и противоположным ему телеологизмом (таблица).

Таблица. Сопоставление постулатов позитивизма (механицизма) и телеологизма

Механицизм	Телеологизм
Возникновение мироздания, жизни и человечества трактуется как результат действия очень долгих, но абсолютно слепых сил. Все объекты природного происхождения эволюционно самоорганизовались в процессе случайного перехода от хаоса к порядку, из ничего во все.	Происхождение всех вещей имеет разумную причину. «В начале было Слово», по-гречески «Логос» (логика, закон). И Логос, и Дао, и числа «правят миром и творят его порядок». Высшее не может появиться из низшего, большее из меньшего, сложное из простого. Из ничего не появляется нечто.
Отрицание духовно-нематериального мира. Ограничение исследований только набором объектов, имеющих энергию или абстрактными символами.	Чувствам и сознанию доступна незначительная часть Мировой реальности, ничто в сравнении с целым.
Главенство материи над духом, количества над качеством, низшего над высшим.	Главенство духовной стороны над материальной и телесной.

Причинно-следственная обусловленность как единственно верный научный подход.	Соответствие явления или процесса цели (конечной причины).
Случайность и прогрессивность истории, большое значение народных масс в историческом процессе.	Истории присущи смысл и цель. Наука о будущем строится на основе эсхатологии.
Все законы и скорости в прошлом действовали как в современности. В прошлом прошло невероятное количество миллионов лет.	Ничего определенного о доисторическом прошлом сказать нельзя. Там действовали законы креации.
В результате длительного превращения одних биологических видов в другие одна или несколько пар обезьян были наделены людским потомством.	Утверждение исключительности человека и его упадка от первоначального времени высокой духовности.

В основу современной науки положен фундаментальный догмат о случайности. В основе религии сохранился телеологический догмат при понимании единства материального и нематериального миров. Нередко эти два догмата сводятся к противостоянию научного и религиозного мировоззрений. Считается, что научное и религиозное мировоззрение наиболее противостоят по отношению к эволюции (от лат. evolution - развертывание) – учения о происхождении всех существующих видов и человека в результате физических случайностей, приведших к последовательности жизнеспособных генетических мутаций на основе естественного отбора. Его апологеты утверждают: «Отвергая эволюционизм сегодня, мы в принципе отвергаем всю современную науку» [Лохов, Мамченков, 2024, с. 150].

В позитивизме (механицизме, сциентизме, редукционизме) случайность парадоксальным образом предопределяет закономерный эволюционный прогресс всего сущего из хаоса в порядок, из ничего во все. На достижениях механистической картины мира (парадигмы), где все тела пассивны и изменение их состояния определяется внешней силой, выстроена система диалектического материализма. Под диалектикой со времен Платона понимались рассуждения (диа — сквозь противоречия), сегодня же она диктует «единственно верные» решения.

В телеологической ментальности из ничего не появляется нечто, высшее не может появиться из низшего, большее из меньшего, сложное из простого. Такие вещи как свет или вода не происходят из чего-то. Вода не произошла от водки и со временем может только ухудшаться, а не эволюционировать в более чистую, кристальную и святую. Свет со временем тускнеет или как-то еще иссякается. Сознание не возникает случайно, оно отлично от материи и дано нам свыше, как и совесть. Порядок прямо противоположен хаосу и может в него только обращаться, но никак из него не происходить.

Считается, что Пифагор назвал систему светил Космосом. Греческий корень «косм» означает «порядок», а слово «космос» переводится как мироздание, устроенное в строгом порядке.

Позитивистская наука построена на полном отрицании нематериального мира. Нематериальными у нее могут быть только абстракции в форме символов, слов, чисел, формул, программ. Впрочем, и эти понятия идеальны. Из материального мира они возникнуть не могут.

В религии находит понимание существование еще более сложной иной реальности, которую даже нельзя сформулировать формулой и даже словом. О ней можно догадываться, чувствовать ее интуитивно, но нельзя даже представить. Из той реальности приходят к нам сны, ясновидения, интуитивные знания и озарения.

Законы природы тоже телеологичны и имеют свои неведомые нам цели. В соответствии с ними идут процессы во Вселенной. Законы эти точны, изящны и лаконичны, расположены за пределами материального мира и управляются непонятным для нас способом.

Хотя слово «закон» вряд ли уместно в данном контексте. Как поучал Николай Сербский, физика (природа) не может ни создавать, ни диктовать какие-либо законы. «Тот, Кто устанавливает законы, и тот, кто их принимает к исполнению, должны быть мыслящими сущностями. Не может бессознательный предписывать законы сознательному, как и сознательный не может устанавливать законы для бессознательного» [Сербский, 2007, с. 11].

Сциентизм исходит из того, что то, что ученые установили за 400 лет наблюдений, в микроскопической точке мирового пространства, происходит везде и происходило всегда. Телеологическое мировоззрение противится такому подходу.

Современная наука утверждает, что все законы и скорости в прошлом действовали как в современности. В том прошлом прошло неимоверное количество миллионов лет. Религия утверждает, что ничего определенного о доисторическом прошлом сказать нельзя. Там шли дни творения «с совершенно непостижимой для нас мгновенностью, по сути равной вечности» [Салтыков, 2021, с. 1249].

В религиозном мышлении полагается, что Вселенная возникает сразу и целиком со всеми своими антропными свойствами. Также возникают все главные объекты природы. Если даже один случай создаст нечто хорошее, вроде клетки, а она сама по себе целый биохимический завод, то другой случай это тут же разрушит.

Не уступает по сложности Вселенной человеческий мозг. В одном его кубическом сантиметре имеется столько отдельных нейронов и синапсов (связей между нейронами), сколько букв в Ленинской библиотеке. Но ум еще неизмеримо нечто большее, чем искры в этих синапсах. В нем таятся интуиция и инстинкты, подсознание и совесть, воспоминания и забвения, ясновидение и сновидения, душевность и духовность, страсти и судьба. Такое чудо не выводится из случайных беспорядочных связей естественного отбора. Оно дается свыше и сразу. Если непонятно как, то оно не означает, что это не так. «С чем можно сравнить претенциозность этой гордой доктрины, отказывающей всему, что не вмещается в наш бедный и очень ограниченный разум?» – вопрошал Святитель Лука (Войно-Ясенцкий) [2023, с. 43].

Знаменитый космолог А. Д. Линде [1998] включает сознание в качестве одной из переменных в космологические уравнения, иначе описание Вселенной будет заведомо неполным. Румынский профессор медицины Д. Константин-Дулкан обосновывает формирование мозга сознанием, а организма мозгом [Constantin-Dulcan, 2008]. Ум, смысл и ценность столь же фундаментальны как материя или пространство/время [Нагель, 2024].

Все без исключения религии и древние цивилизации признавали упадок человека только не от полуобезьяны, а от первоначального времени высокой духовности. Носитель духовного света человек тоже появился сразу и целиком, во всем своем великолепии и с богатыми языками, столь оскудевшими сейчас. Сравните в этом отношении высокопарный церковнославянский язык с современным русским. Сразу со всем своим богатством культурных растений вступает человек на Землю. Носивший когда-то гораздо больший объем головного мозга, он также подвержен процессам

вырождения и распада. Хотя всегда остаются и живут среди нас люди самого высокого предназначения.

Вытесненной из идеологических и научных представлений оказалась и душа. На ее месте «появилась зияющая дыра, которую бесконечное производство и потребление материальных количеств оказались неспособными заполнить» [Critchley, 2020, с.50]. Была отброшена и совесть. Ее пытаются заполнить искусственным интеллектом.

По словам российского православного философа Виктора Аксючица: «Тот образ вселенной, которым так гордится наука (“мир—автомат”, “вселенная—заведенные часы”), — это образ ада... Бесконечный круговорот вещества, существование по застывшим неизменным “законам” лишены цели, а значит, и смысла, а бессмысленное прозябанье — это одна из форм небытия» [2018, с. 377].

И чем эта вера и интерпретация мира ближе к истине, чем отвергнутая телеологическая? «В частности, в решении вопроса, является ли Земля результатом слепого действия физических законов или ее развитие подчинено некоторой конечной цели, например, цели стать вместилищем человеческой цивилизации», — замечал замечательный российский географ А.Д. Арманд [2001, с. 3].

Список литературы

Аксючиц В. В. Гибель богов натурализма. Пределы науки и фиаско научного мировоззрения. М., Берлин: Директ-Медиа. 2018. 293 с.

Арманд А.Д. Эксперимент «Гея». Проблема живой Земли. М.: Сирия Садхана, 2001. 92 с.

Линде А. Д. Физика элементарных частиц и инфляционная космология. М.: Наука, 1998. 321 с.

Лохов С.А., Мамченков Д.В. Креационизм — псевдонаука или псевдорелигия // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Философия. 2024. Т. 28. № 1. С. 148—167.

Лука (Войно-Ясенецкий), святитель. Дух, душа и тело. М.: Благовест, 2023. 192 с.

Нагель Т. Ум и Космос. Почему материалистическая неодарвинистская концепция природы почти наверняка ложна; пер. с англ. М.: Канон+РООИ «Реабилитация» 2024. 192 с.

Салтыков А.А. прот. Сотворение мира: еще раз об основных понятиях // Humanity space International almanac V. 10, No. 9, 2021. С. 1239-1268 DOI: 10.24412/2226-0773-2021-10-9-1239-1268

Сербский (Велимирович) Николай, святитель. Слово о Законе (Номология). М.: Феофания, 2007. 124 с.

Федоров А.Е. Платоновы тела и космические периоды: арийская нумерология и космогония // Система «Планета Земля»: 25 лет сборнику «Система “Планета Земля”». М.: ЛЕНАНД, 2022. С. 113-149.

Constantin-Dulcan, D. In Căutarea sensului pierdut creierul și noua spiritualitate. Cuvânt înainte de Stela-Maria Ivaneș Ediția a II-a revăzută și adăugită mieH Cluj-Napoca, 2008, 417 p.

Critchley P., The Quest for Meaning: Physics, Purpose, and Seeing God in the Face of the Other. 2016.

ВИРТУАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ НА БАЗЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО АКУСТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

В.В. Гравиров

Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН

gravirov@mail.ru

В последние десятилетия геофизика характеризуется быстрым проникновением передовых технологий, обусловленным комплексом значимых причин. Обеспечение национальной безопасности и защиты суверенитета невозможно без применения инновационных подходов во многих сферах деятельности. Рост потребности в точном и оперативном контроле геологических процессов направлен на снижение угроз природных бедствий и эффективное использование природных ресурсов. Конкурентная борьба за стратегические минералы — в частности, редкоземельные элементы и металлы — усиливает значение поиска и разведки соответствующих месторождений. Кроме того, повышение производительности при добыче углеводородов и твердых полезных ископаемых невозможно без широкого внедрения современных решений, что делает геофизические исследования ключевым элементом прогресса промышленности.

Особый интерес в научном мире вызывает технология распределенного акустического зондирования (Distributed Acoustic Sensing - DAS). Это инновационная методика, основанная на применении оптоволоконных линий для фиксации акустических колебаний, способная обеспечить высокоточный мониторинг изменений в геологических и конструктивных объектах. Технология DAS открывает новые возможности также для изучения внутренних процессов Земли: она позволяет детально анализировать сейсмическую активность, отслеживать состояние подземных водоносных слоев и проводить исследования глубинных геодинамических явлений.

Системы DAS способны охватывать протяженные участки, что делает их крайне востребованными при наблюдении за большими территориями. В нефтегазовом секторе они применяются для диагностики состояния трубопроводов и своевременного обнаружения утечек, что существенно снижает вероятность аварий и повышает безопасность эксплуатации. В сейсмологии DAS способен кардинально расширить и улучшить имеющуюся сеть сейсмических станций, что непосредственно повлияет на точность отслеживания землетрясений и поспособствует более достоверному прогнозированию их проявлений [Кислов, Гравиров, 2023]. Благодаря этим качествам

распределенное акустическое зондирование становится неотъемлемым компонентом современных геофизических исследований, способствуя повышению эффективности добычи полезных ископаемых и углублению знаний о физике земной коры. В контексте глобальных климатических изменений и возросшей зависимости от природных ресурсов внедрение таких технологий приобретает решающее значение для достижения устойчивого развития.

Перечислим далее имеющиеся на сегодняшний день основные достоинства и недостатки виртуальных приборов, функционирующих на базе распределенного акустического зондирования [Кислов, Гравиров, 2022].

Преимущества:

- низкая стоимость; широкая распространенность материалов;
- организация массивов сейсмических пунктов большой протяженности;
- высокое пространственное разрешение;
- можно выбрать пространственную дискретизацию;
- широкий частотный диапазон, от 0,001 Гц до 10 кГц;
- динамический диапазон более 120 дБ;
- возможность использования уже существующих волоконно-оптических сетей;
- быстрое развертывание с минимальным подключением нового оборудования;
- требуется один блок регистрации данных, расположенный на одном конце волокна;
- отсутствует проблема временной синхронизации между виртуальными датчиками;
- не нужны индивидуальные источники питания датчиков и их обслуживание;
- надежность, прочность, долговечность, коррозионная стойкость, малый размер и вес;
- возможность непрерывной работы;
- можно легко развернуть даже в самых суровых и самых необычных условиях, в том числе возможность организации плотной сейсмической сети в мегаполисе;
- нечувствительность датчиков к электромагнитным полям.

Недостатки:

- реализация на оптических кабелях ограниченной длины, как правило не более 150 км;
- возможность регистрации только однокомпонентной осевой деформации оптоволокон;
- оптические кабели как правило не проложены по прямой линии, т.е. направление чувствительности от одного виртуального датчика к другому может существенно меняться;
- отношение SNR разных участков кабеля разное;
- более высокий уровень шума, чем у обычных широкополосных сейсмометров;
- существующие кабели связи обычно проложены в местах с повышенным уровнем шума;
- связь между кабелем и грунтом может отличаться по длине кабеля;
- неопределенность глубины заложения кабеля;
- собственный шум подобных систем в настоящее время строго не оценен;
- расположение и ориентация виртуальных датчиков трудноопределима, особенно на ранее проложенных оптических кабелях;
- трудность оценки магнитуды и фокусного механизма;
- присутствует дополнительная погрешность в измерениях (чувствительность к изменениям температуры, влажности, давления, внешних нагрузок, промерзанию/оттаиванию и т.д.).

Также следует отметить, что на данный момент виртуальные и традиционные геофизические устройства не являются взаимозаменяемыми. У каждого типа имеются собственные сильные стороны и слабые места, которые дополняют друг друга, подтверждая их незаменимость в конкретных условиях [Гравиров, 2025]. Будущее, вероятно, принесет создание гибридных систем, сочетающих технологии на базе распределенного акустического зондирования с классическими методами. Объединение информации, полученной различными способами, позволит формировать более полные и многомерные модели для анализа геологических и экосистемных процессов. Подобный синергетический подход позволит преодолеть ограничения каждой отдельной технологии, используя ее сильные стороны, что приведет к повышению точности исследований и повышению достоверности научных интерпретаций.

Список литературы

Гравиров В.В. Смогут ли виртуальные геофизические приборы на базе распределенного акустического зондирования заменить в ближайшем будущем классические сейсмические приборы? // Наука и технологические разработки. 2025. Т. 104. № 1. С. 35-49.

Кислов К. В., Гравиров В. В. Распределенное акустическое зондирование: новый инструмент или новая парадигма // Сейсмические приборы. 2022. Т. 58, № 2. С. 5–38.

Кислов К. В., Гравиров В. В. Обзор перспективных использований распределенного акустического зондирования // Наука и технологические разработки. 2023. Т. 102, № 4. С. 4–37.

**БАКСАНСКАЯ ТЕМПЕРАТУРНАЯ АНТЕННА ГОРНЫХ ПОРОД:
ПОЛУЧЕНИЕ УНИКАЛЬНЫХ ДАННЫХ ЗА СЧЕТ МОДЕРНИЗАЦИИ
ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ**

В.В. Гравиров

Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН

gravirov@mail.ru

За последнее десятилетие Кавказская подземная геофизическая лаборатория Института физики Земли РАН, размещенная в удаленной штольне Баксанской нейтринной обсерватории Института ядерных исследований РАН, превратилась в один из ключевых центров наших масштабных научных программ. На ее базе нами было реализовано множество работ по развертыванию и совершенствованию геофизического оборудования, обеспечивающего высокоточные замеры. Расположенная в глубине горы Андрычи, на расстоянии порядка 25 км от пиков знаменитого двухвершинного вулкана Эльбрус, эта лаборатория обладает исключительным положением, что обеспечивает ей особое значение как в российском, так и международном научном контуре.

Оборудование, установленное в лаборатории, сочетает в себе выдающиеся технические параметры и широкий спектр функциональных возможностей, позволяя детально анализировать сложные геодинамические процессы — от тектонических перемещений и сейсмической активности до мониторинга температур горных пород. Особое внимание уделяется работе высокочувствительной прецизионной температурной антенны [Лиходеев и др., 2018; Гравиров и др., 2025], которая способна регистрировать колебания температуры породного массива внутри горы с точностью до $0,0005^{\circ}\text{C}$. Эти данные открывают новые перспективы для изучения внутренних процессов, протекающих в глубине Земли. Научные результаты, полученные в лаборатории, оказывают существенное влияние как на развитие теоретических основ геофизики, так и на практическое применение — например, в прогнозировании природных опасностей и формировании мер по снижению рисков стихийных бедствий.

Одним из приоритетных направлений исследований в лаборатории выступает анализ теплового состояния горных пород в зоне вулкана Эльбрус. Регион, отличающийся сложной геологической организацией и исключительными природными особенностями, привлекает внимание специалистов по вулканологии, сейсмологии и геотермальным технологиям. Исследование температурных характеристик в этом

районе имеет решающее значение для раскрытия внутренних процессов Земли и прогнозирования вулканической активности. Установленная на удалении примерно 4 км от устья штольни, многоканальная прецизионная температурная антенна обеспечивает детальный мониторинг тепловых колебаний в массивах горных пород, что делает ее уникальной среди аналогичных систем. Ключевым преимуществом точки размещения антенны является минимальное влияние на ее результаты наблюдений внешних факторов, таких как колебания атмосферного давления, погода и температура окружающего воздуха, что в целом гарантирует надежность и точность измерений [Кислов, Гравиров, 2013].

В настоящий момент времени в лаборатории эксплуатируется сбалансированная система прецизионной геофизической аппаратуры [Гравиров и др., 2025], объединяющая в своем составе лидар, сейсмометр, магнитометр, барометры и другие средства регистрации геофизических показателей [Гравиров и др., 2022]. Установленный комплекс научных приборов дает возможность находить и выявлять взаимосвязи между наблюдаемыми температурными флуктуациями в породе и изменениями других физических параметров. Например, лидар способен регистрировать даже незначительные изменения количества выброса флюидов, которые оказываются зачастую коррелирующими с наблюдаемыми термическими процессами.

При разработке концепции температурной антенны обширные усилия по повышению ее разрешающей способности были сконцентрированы на проектировании и совершенствовании базовых элементов ее электропитания, ответственных за формирование всех необходимых уровней питающих напряжений. Как хорошо известно, источник питания представляет собой один из базовых узлов любого научного прибора. Его стабильная работа напрямую определяет качество измерений. Обеспечение непрерывного, чистого (без помех) и точно контролируемого энергоснабжения является критическим требованием для получения достоверных и высокоточных данных. Безусловно, блоки питания — это не просто составная часть оборудования, а ключевой элемент, обеспечивающий надежность, устойчивость и долговечность функционирования всей системы.

За последнее время были продолжены работы по модернизации управляемого аккумуляторного блока питания, используемого для комплексного энергообеспечения всей прецизионной температурной антенны. Переход на автономное питание от аккумулятора позволил добиться крайне низкого уровня пульсаций напряжения — менее

нескольких микровольт в среднем. Был внедрен особый режим работы, при котором питание на температурные датчики антенны подается лишь в течение минутного интервала, после чего осуществляется их отключение на четыре минуты. Временной интервал без подачи напряжения используется для автоматической подзарядки аккумулятора. Применение импульсного режима питания позволило исключить самонагрев платиновых терморезисторов вследствие протекания измерительных токов, что ранее могло влиять на точность термометрических замеров.

Дополнительно была выполнена электромагнитная развязка датчиков от помех, возникавших в работе функциональных узлов, питающихся от сети переменного тока 220 В. Особое внимание было уделено исключению работы схемы зарядки аккумулятора в состоянии холостого хода в периоды измерений. Это позволило свести к минимуму уровень паразитных электромагнитных излучений, генерируемых в этом режиме. В результате проведенных модернизаций удалось повысить точность и разрешающую способность температурной антенны, что дало существенный прогресс в качестве получаемых данных.

Сочетание исключительного местоположения антенны и передового технического оснащения в лаборатории создает оптимальные условия для проведения комплексных научных исследований. Подобная инфраструктура способствует как уточнению действующих теоретических моделей, так и формированию новых научных гипотез в сфере геофизики и геологии. Созданная научная платформа, объединяющая разнообразные измерительные системы, позволяет реализовывать многоаспектные эксперименты [Гравиров и др., 2022]. Возможность совместного анализа данных, поступающих от различных приборов, усиливает информационную ценность результатов и повышает их достоверность, а также способствует построению целостных представлений о протекающих природных явлениях [Лиходеев и др., 2022].

Таким образом, дальнейшее использование прецизионной температурной антенны в контексте изучения вулкана Эльбрус открывает широкие перспективы для развития научных знаний. Это будет способствовать углубленному анализу геотермальных явлений и возможно сможет стать основой для создания эффективных систем раннего предупреждения вулканической активности. Достижения в этой области будут иметь стратегическое значение, так как они будут направлены на снижение уязвимости населенных пунктов к природным опасностям, что напрямую будет сказываться на защите жизни людей и сохранении существующих экосистем.

Список литературы

Гравиров В.В., Дещеревский А.В., Кузьмин Ю.О., Лиходеев Д.В., Собисевич А.Л., Широков И.А. Развитие систем прецизионных наклономерных наблюдений в условиях подземной обсерватории // Сейсмические приборы. 2022. Т. 58. № 1. С. 29–52.

Гравиров В.В., Собисевич А.Л., Лиходеев Д.В., Преснов Д.А., Канониди К.Х., Дещеревский А.В., Пузич И.Н. Северокавказская геофизическая обсерватория: новые аппаратурные комплексы и результаты // Сейсмические приборы. 2025. Т. 61, № 3. С. 5–92.

Кислов К.В., Гравиров В.В. Исследование влияния окружающей среды на шум широкополосной сейсмической аппаратуры // Вычислительная сейсмология. Сер. 42. М.: Красанд, 2013. 240 С.

Лиходеев Д.В., Гравиров В.В., Кислов К.В. Прецизионные дифференциальные термометры для исследования тепловых процессов на базе Северокавказской геофизической обсерватории // Наука и технологические разработки. 2018. Т. 97. № 1. С. 15–24.

Лиходеев Д.В., Собисевич А.Л., Гравиров В.В. Приливные эффекты в тонкой структуре тепловых полей по результатам наблюдений в глубокой штольне Северокавказской геофизической обсерватории // Доклады РАН. 2022. Т. 503. № 2. С. 72–77.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ УЛЬТРАДИАННЫХ РИТМОВ ЖИВОТНЫХ И КРУПНОМАСШТАБНЫХ ФЛУКТУАЦИЙ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ В ДОЛГОТНОМ И ШИРОТНОМ НАПРАВЛЕНИЯХ

М.Е. Диатроптов

Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН

diatrom@inbox.ru

Проведено исследование динамики двигательной активности самцов джунгарского хомячка в возрасте 3–5 мес. и изменений температуры тела одомашненных расписных перепелов в разных географических пунктах. Температуру тела и двигательную активность регистрировали датчиком ДТН-5 (ООО "ЭМБИ РЕСЕРЧ") со встроенным 3D акселерометром. Датчик имплантировали в брюшную полость не позже, чем за 2 недели до эксперимента. В качестве анестетика использовали Золетил (Virbac Sante Animale) в дозе 5–7 мг/кг. Данные о температуре тела и двигательной активности с шагом в 1 мин накапливались в памяти датчика, а при окончании эксперимента считывались бесконтактным способом. Атмосферное давление регистрировалось ежеминутно прибором EClerk-M-RHTP (НПК "Рэлсиб"). Исходя из гипотезы, что на исследуемые параметры влияет внешний фактор среды, вычисляли ежеминутные изменения изучаемых показателей. Для поиска оптимального времени задержки между двумя временными рядами рассчитывали кросскорреляционную функцию. Все выявленные в работе показатели имели статистическую значимость более 95%.

При одновременном наблюдении на разных долготах (от 37°в.д. до 42°в.д.), показано, что фаза активности животных распространяется с востока на запад со скоростью вращения Земли (4 мин / 1° долготы). Нужно отметить, что при наблюдении на дальних расстояниях, к примеру, между Москвой и Ульяновском систематически регистрировалось некоторое запаздывание фазы, т.е. вместо расчетных 44 мин, разница прихода «волны» активности из Ульяновска в Москву составила 48-50 мин. Исследования на разной широте (от 44°с.ш. до 60°с.ш.), показали, что в более южных локациях наблюдается опережение фазы по сравнению с северными в среднем на 0,75 мин / 1° северной широты. Показано, что в период стабильной погоды аналогичная зависимость наблюдается в флуктуациях атмосферного давления. Такие флуктуации атмосферного давления можно считать крупномасштабными, т.к. на трех измерителях, расположенных в вершинах равностороннего треугольника со стороной 20км, при

регистрации 1 раз в минуту сдвиг фазы достоверно не выявляется. В условиях нестабильной погоды преобладают локальные флуктуации атмосферного давления, которые не являются отражением искомого биотропного фактора среды.

Фронт «волны» активности животных направлен не параллельно географической долготе, а с наклоном около 8-9 градусов к востоку, т.е. в более северных пунктах наблюдения «волна» запаздывает. Этот факт не согласуется с положением фронта солнечного терминатора, который в период наблюдений (лето) имеет обратный наклон: восход солнца в северных областях наблюдается раньше, чем в южных. Если бы причина была связана с восходом Солнца или с атмосферными проявлениями солнечного терминатора, то напротив, в более северных точках наблюдалось бы опережение ритма. Выявленный наклон фронта распространения волны от географического меридиана примерно соответствует магнитному меридиану. Следовательно, вдоль магнитного меридиана наблюдается одинаковая фаза активности животных. Можно предположить, что некий внешний фактор, влияющий на активность животных и атмосферное давление, распределяется с учетом магнитных линий. Ранее нами было показано, что пермалловый магнитный экран не влияет на степень синхронизации ультрадианных ритмов активности животных. Известным фактором, удовлетворяющим этому условию, является вторичное космическое излучение, но его интенсивность недостаточна для формирования таких эффектов. Либо, в своем составе оно имеет неучтенную высокоинтенсивную реакционноспособную составляющую.

В результате нашего исследования можно заключить, что вокруг Земли существует некая неоднородность, которая одинакова вдоль магнитных линий Земли, но разная в широтном направлении, при этом она существенно не смещается вместе с вращающейся Землей, что обуславливает выявляемые нами флуктуации. Установленные закономерности ультрадианных ритмов температуры активности животных в зависимости от широты и долготы будут полезны в дальнейших поисках гелиогеофизического фактора среды, влияющего на активность симпатической нервной системы.

ВЗРЫВНОЙ ХАРАКТЕР ДЕГАЗАЦИИ ПРИ ВЫХОДЕ МАНТИЙНЫХ ПОРОД НА СРЕДИННОМ АТЛАНТИЧЕСКОМ ХРЕБТЕ

И.Г. Добрецова

АО Полярная морская геологоразведочная экспедиция

dobro54@mail.ru

Российский разведочный район (РРР) на Срединном Атлантическом хребте (САХ) был выделен на основании Контракта на разведку полиметаллических сульфидов между Международным Органом по Морскому Дну (МОМД) и Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации 29.10.2012 года. Он расположен в пределах сегмента 12° – 21° с.ш. САХ, имеет площадь 10 000 км² и состоит из 100 блоков (10×10 км каждый), сгруппированных в семь участков: А, В, С, D, E, F и G (рис. 1 а, б).

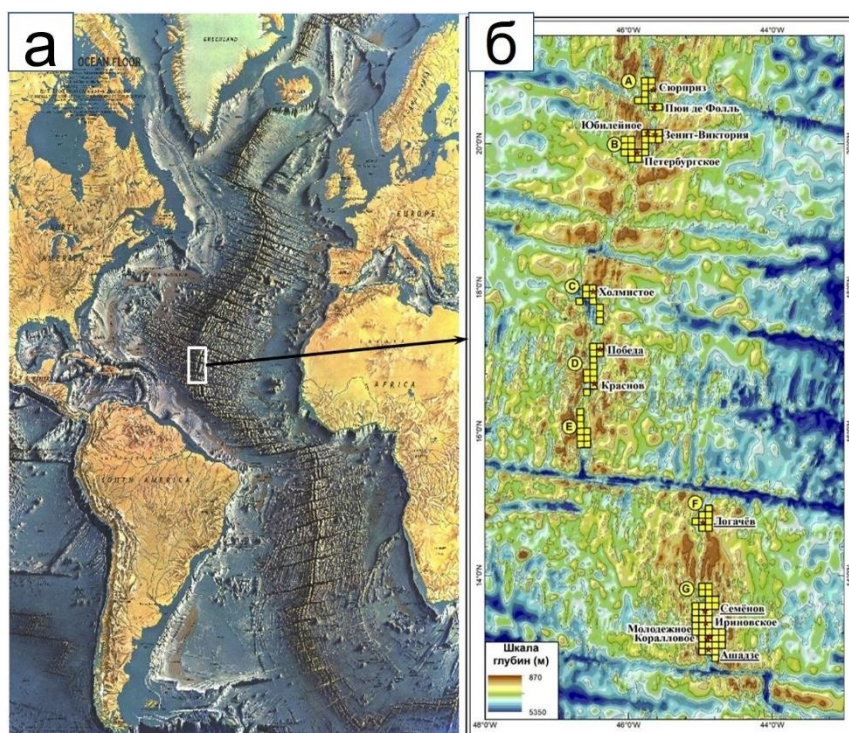


Рис. 1. Российский Разведочный Район на Срединном Атлантическом хребте.
а – положение района (белый прямоугольник) на САХ; б – 7 участков и 100 блоков в пределах РРР

Полярная морская геологоразведочная экспедиция (ПМГРЭ) работает в Атлантическом океане уже около 40 лет. С момента заключения контракта ПМГРЭ ведет поиски и разведку глубоководных полиметаллических сульфидов в пределах выделенных блоков. Дно океана в пределах САХ сложено базальтами, частично, а на

отдельных участках полностью перекрытыми пелагическими осадками, представленными рыхлыми карбонатными кокколито-фораминиферовыми илами иногда с прослоями птеропод. В меньшей степени отмечается и другая фауна (как планктонного, так и бентосного происхождения). Возраст осадков – голоцен – поздний плейстоцен.

На отдельных участках в пределах САХ выявлены выходы на поверхность дна серпентинизированных глубинных ультраосновных (мантийных) пород. Споры о том, каким образом глубинные породы выходят на поверхность дна, и на какой стадии происходит их серпентинизация, не прекращаются по настоящий день. В 2017 году международной экспедицией с судна «JOIDES Resolution» были пробурены скважины в серпентинитовых грязевых вулканах на Марианской дуге [Фрайер и др., 2018]. Из этих вулканов серпентин выбрасывается на поверхность дна в полужидком состоянии в сопровождении водорода.

В 2023 г в районе 30°с.ш. на САХ, в пределах поля Лост Сити, там, где на поверхность дна выходят мантийные породы, международной экспедицией с судна «JOIDES Resolution» была пробурена скважина глубиной 1268 м и извлечен километровый керн серпентинизированных мантийных пород, рассеченных дайками габбрового состава, карбонатными и тальковыми прожилками [Turner, 2023]. Изучение пород из керна также не внесло ясности о генезисе серпентинитов, талька и карбонатов. Преобладающая сегодня в геологии идея процессов серпентинизации, образования карбонатных и тальковых прожилков связана с предположением о проникновении морской воды по трещинам под океанское дно и ее взаимодействии с породами ультраосновного состава. Это предположение является чисто теоретическим, не подкреплено ни одним фактом и противоречит законам физики [Арсанова, 2012, 2020].

Автор в экспедициях НИС «Профессор Логачев» принимала участие в видеонаблюдениях дна, в том числе и на участках выхода мантийных пород на поверхность, а также изучала под биноклем поднятые образцы. Именно кропотливое изучение образцов под биноклем в условиях рейса и под микроскопом (как оптическим, так и электронным) в стационарных условиях, позволяет увидеть и понять многие геологические процессы. Визуальные определения минерального состава подтверждались рентгеноструктурным анализом. По разработанной в ПМГРЭ методике поисковых работ, перед видеонаблюдениями проводится съемка дна с помощью придонного локатора бокового обзора, позволяющая выделять распространение осадков

и выходы коренных пород. Мантийные породы на дне САХ образуют неоднородные по размеру купола округлых и неправильных форм, от первых метров до 10 км по удлиненной стороне в бортах рифтовой долины. Купола, имеющие размеры превышающие километр, приурочены к хорошо проявленным тектоническим разломам. В тоже время, отмечаются незначительные по размеру купола (не более первых метров в диаметре), сложенные раздробленными серпентинизированными ультраосновными породами на ровных площадях, перекрытых осадками, без признаков тектонических нарушений. Такие купола образовались в результате дегазации, по типу бугров пучения в вечной мерзлоте [Добрецова, 2025]

По данным, полученным с помощью локатора бокового обзора, строятся карты дна, на которых прокладываются профили для последующего видеонаблюдения с целью выбора мест для опробования.

На участке G, в блоках 66 и 68 проводилось наблюдение дна по заданным профилям в районе выхода коренных пород, частично перекрытых осадками, имеющих округлые границы (рис. 2).

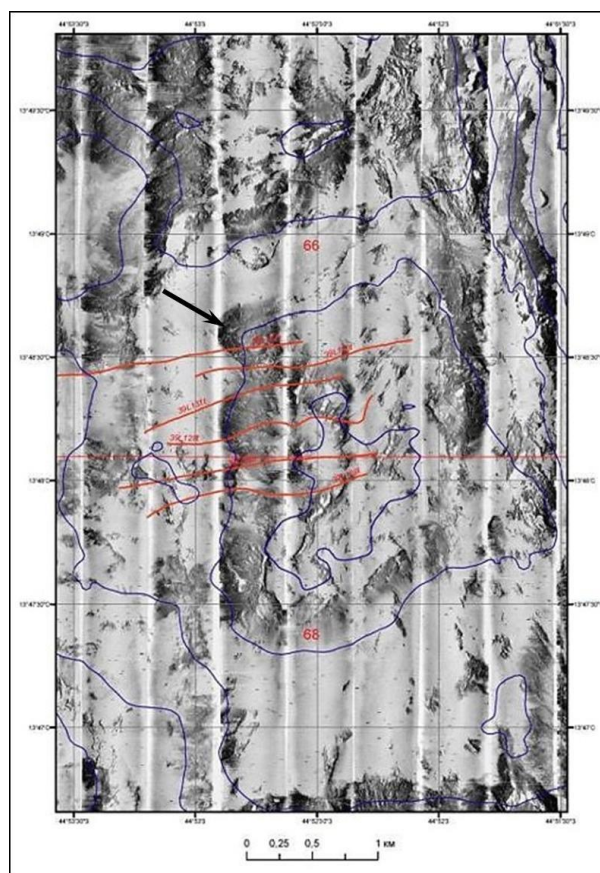


Рис. 2. Карта дна, полученная с помощью локатора бокового обзора. Участок G блоки 66 и 68. Светлое – осадки. Темное – выходы коренных пород. Красные линии – теле профили. Стрелкой показаны округлые купола коренных пород

При прохождении телеустановкой по заданным профилям (телеаппарат тянется на кабель-тросе за судном на расстоянии примерно 3 м над дном), вблизи выхода коренных пород (показанных на рисунке 2 стрелкой), на осадках была отмечена мелкая крошка пород. По мере приближения к куполообразному выходу коренных пород, не перекрытому осадками, крошка на осадках сгущалась и укрупнялась, и у подножья купола наблюдался щебень и более крупные обломки. Все это косвенно свидетельствует о взрывном характере разброса вещества вокруг куполообразного коренного выхода пород. В результате опробования были подняты осадки, на поверхности которых мелкие фрагменты пород были представлены в разной степени серпентинизированными ультраосновными (мантийными) породами, оливиновыми долерито-базальтами, порфиоровыми базальтами, оливиновыми габбро и туффитами. Все фрагменты разных пород со всех сторон были покрыты марганцевой корочкой мощностью менее 1 мм. Фактически в раздробленном материале был представлен весь офиолитовый комплекс. При этом, при изучении шлифов в оптическом микроскопе, во многих поднятых фрагментах разных пород наблюдались «горячие» контакты с осадками и сохранившиеся фораминиферы, что свидетельствует о поступлении фрагментов этих пород в осадок в горячем виде. Равномерная марганцевая корочка, покрывавшая все без исключения фрагменты пород, образовалась в заключительную пневматолито-гидротермальную стадию, характерную для подводных извержений [Зеленов, 1972].

Еще одним доказательством внедрения горячей ультраосновной магмы, в том числе и взрывного характера, в накопленные рыхлые биогенные карбонатные осадки, служит изучение вещественного состава, поднятого на самих куполах.

Так при изучении поднятых в разной степени серпентинизированных ультраосновных (мантийных) пород были выявлены «горячие» контакты с вмещающими рыхлыми биогенными карбонатными осадками и образование зон по типу скарнов, с типичной скарновой минерализацией на «горячих» контактах. В трещинах остывания ультраосновных пород, куда были захвачены рыхлые биогенные карбонатные осадки, наблюдалось преобразование последних в кристаллическую форму кальцита, магнезиального кальцита, доломита и арагонита. При этом, среди кристаллических карбонатов сохраняются реликты биогенного карбоната и фауна, а также наблюдаются постепенные переходы от биогенного карбоната к кристаллическому (рис. 3 а, б).

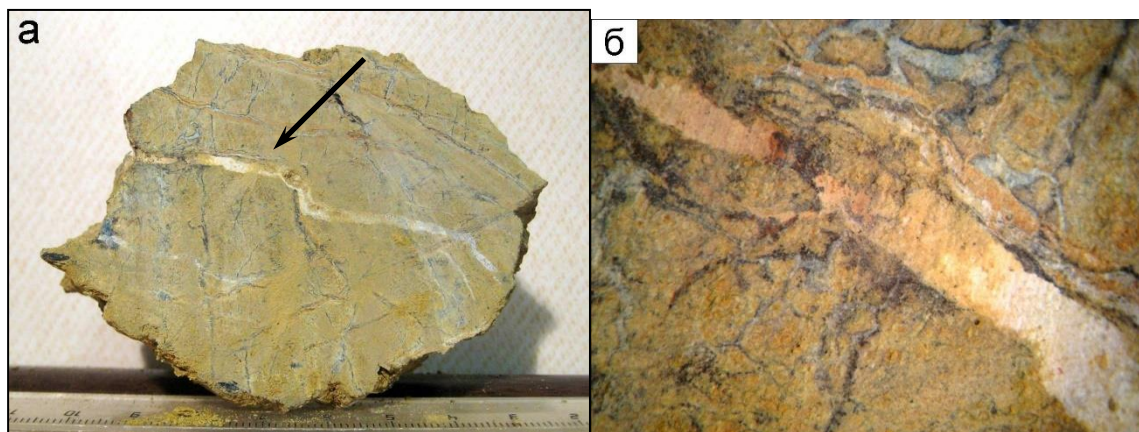


Рис. 3. Трещина в серпентините, заполненная карбонатом; а – Спеленная поверхность образца и трещина (показана черной стрелкой); б – увеличенный фрагмент. Видно, как биогенные осадки бежевого цвета, расположенные ближе к поверхности образца, с глубиной постепенно переходят в арагонит белого цвета

Кроме того, были подняты породы, в которых несортированные фрагменты серпентинизированных ультраосновных пород размером от пылевидных частиц до первых сантиметров, насыщали карбонатную практически однородную массу. Подобные породы внешне напоминают брекчии и в литературе, посвященной современным и палеоокеанам описываются как серпентинит-карбонатные и офикальцитовые брекчии [Артемьев и др. 2003, Bonatti and oth. 1974]. О генезисе этих пород тоже не существует единого мнения на сегодняшний день [Артемьев 2020]. При их изучении под биноклем хорошо видно, что карбонат, вмещающий в себе фрагменты ультраосновных пород, содержит реликты фауны, свидетельствующие об его изначальном биогенном происхождении (рис. 4 а, б).

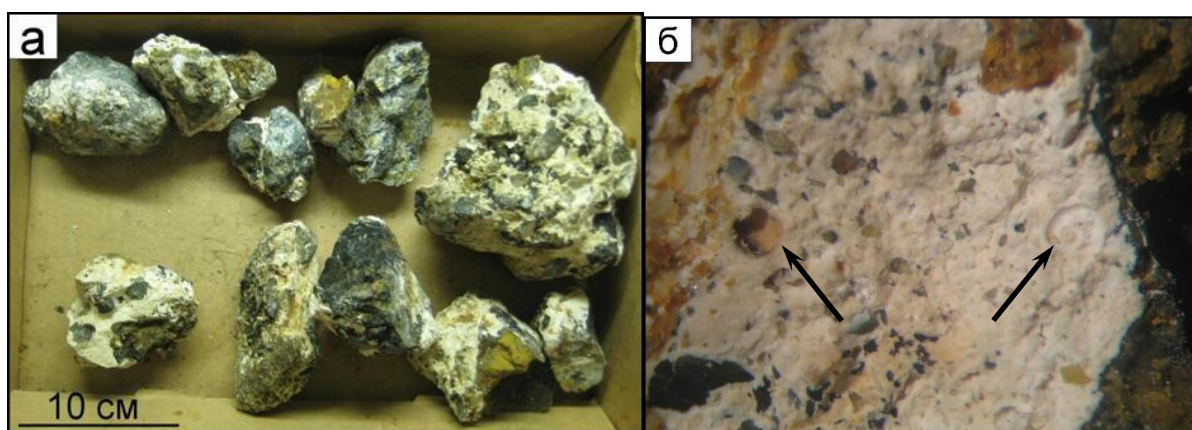


Рис. 4. Породы, в которых несортированные фрагменты серпентинизированных ультраосновных пород насыщают карбонатную массу;
а – внешний вид породы; б – увеличенный фрагмент. Реликты фауны в мелкокристаллическом карбонате, размером 0,5 мм показаны черными стрелками

Резкая размерная неоднородность фрагментов ультраосновных серпентинизированных пород и «горячие контакты» между их фрагментами с вмещающим карбонатом, многочисленные реликты фауны в карбонате, свидетельствуют о попадании еще не остывших фрагментов ультраосновных серпентинизированных пород в рыхлые биогенные карбонатные осадки, спекание последних и преобразование их в кристаллическую форму, что возможно только при взрывном характере поступления этих пород на поверхность дна с сопровождающей их пневмолито-гидротермальной деятельностью. Изучение контактов между отдельными фрагментами серпентинизированных ультраосновных пород с карбонатным цементом позволило выявить особенности не характерные для брекчий. Например, кайма новообразованного доломита вокруг серпентинита и образование оливин-карбонатной смеси (рис. 5 а, б). Или контакт частично измененного оливина с карбонатом. Границы вкрапленника оливина не имеют четких очертаний, как должно быть при образовании брекчий. Наблюдаются заливообразные границы оливинового вкрапленника в карбонатном цементе, и даже изолированные оторванные мелкие фрагменты оливина, рядом с основным вкрапленником (рис. 6). В отдельных образцах отмечаются гнезда сульфидов, указывающие на наложенные гидротермальные процессы.

Следовательно, правильно будет называть эту породу туффит, образованный при ультраосновном (серпентинитовом) вулканизме.

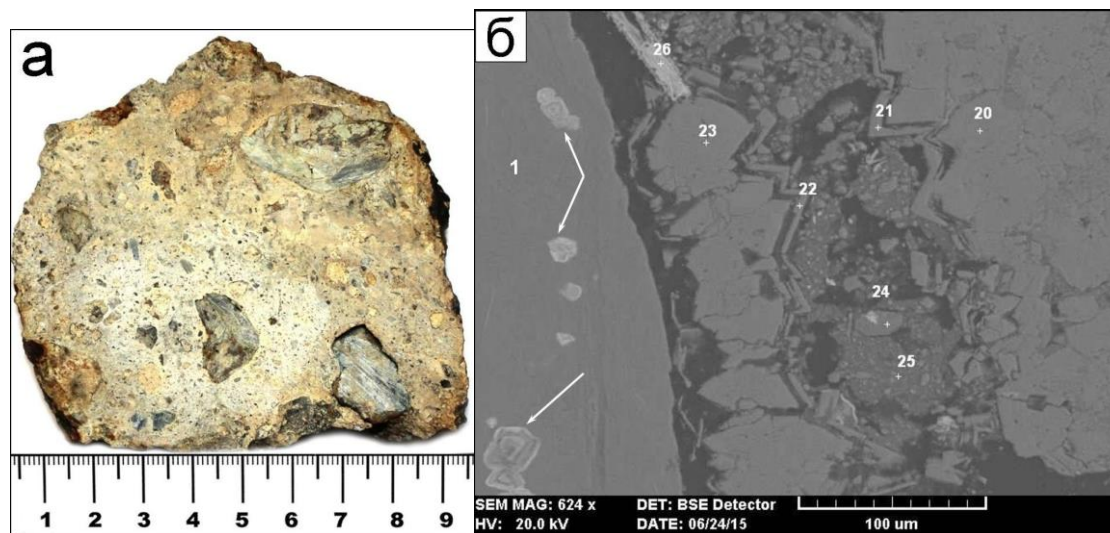


Рис. 5. Туффит; а – спил образца; б – контакт фрагмента серпентинита (1) с вмещающим карбонатом (20) На контакте развита кайма доломита (21, 22, 23). 24 – оливин, 25 – оливин-карбонатная смесь, 26 – гидроокислы железа. Стрелками показана шпинель. Изображение под электронным микроскопом



Рис. 6. Увеличенный фрагмент туффита. Вкрапленник частично измененного оливина в карбонате. Стрелки показывают отдельные фрагменты оливина, оторванные от основной его массы

К понятию о том, на какой стадии возникает серпентинизация ультраосновных (мантийных) пород помогают прийти наблюдения под бинокляром и поляризационным микроскопом в шлифах. В образцах даже под бинокляром видны тонкие серпентиновые прожилки, секущие, как саму породу, так и трещины остывания, заполненные спекшимися карбонатными осадками (рис. 7). Серпентин имеет гидротермальное происхождение и отлагался из флюида в момент внедрения ультраосновной породы в осадок

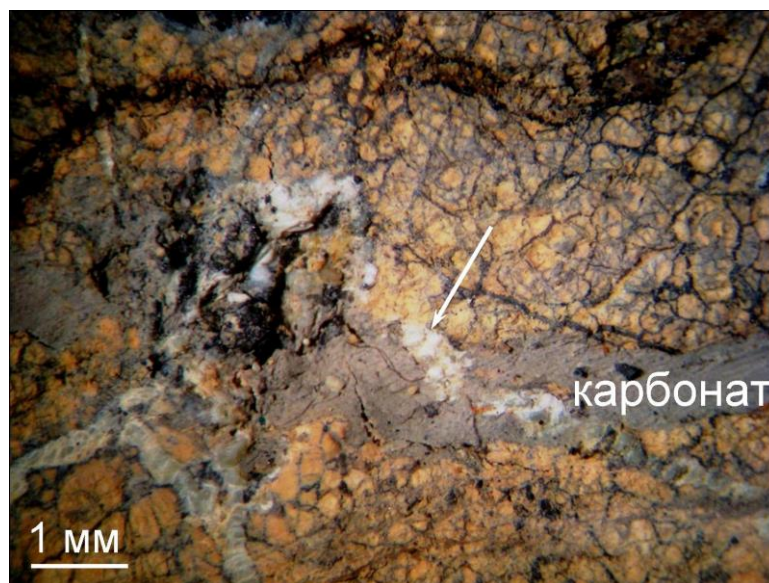


Рис. 7. Спеленная поверхность измененной ультраосновной породы (дунита) из зоны «горячего» контакта с рыхлыми биогенными карбонатными осадками. Трещины, заполненные карбонатом, секутся серпентиновыми прожилками (показано стрелкой)

В шлифах, на площади в 1 см^2 , наблюдалось до 6 прожилков серпентина мощностью сотые доли миллиметра, секущие друг друга. Этот серпентин имеет явное глубинное гидротермальное происхождение. Причем, для образования прожилков такой мощности, требуется большая энергия и проницательная способность, что наиболее вероятно при процессах дегазации, когда флюид, являющийся, по сути, сверхкритической жидкостью, ведет себя одновременно как жидкость (растворяя в себе серпентин) и как газ (проникая в трещинки мощностью сотые доли миллиметра).

Еще косвенными подтверждениями того, что серпентин развивается по ультраосновной (мантийной) породе из глубинного гидротермального флюида, служат рыхлые биогенные карбонатные осадки, поднятые вместе с серпентинизированными ультраосновными (мантийными) породами. Эти осадки незначительно литифицированы и пропитаны серпентином и тальком (рис. 8 а, б).

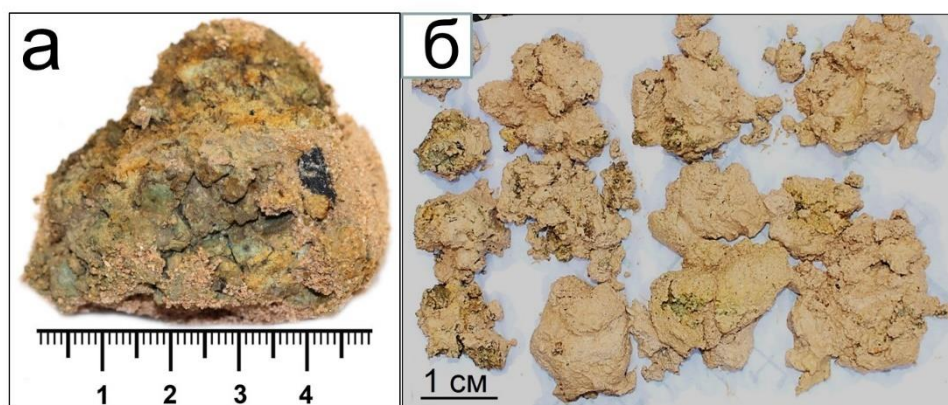


Рис. 8 а, б. Биогенные карбонатные осадки, незначительно литифицированные и пропитанные серпентином и тальком

Выводы. Поднятые породы, которые классифицируются как туффиты, образовались при серпентинитовом вулканизме и свидетельствуют о взрывном характере поступления серпентинизированных ультраосновных (мантийных) пород на поверхность дна в пределах PPP СХХ.

Небольшие (первые метры в диаметре) куполообразные формы, сложенные раздробленными серпентинизированными ультраосновными (мантийными) породами, на ровных горизонтальных площадках, покрытых осадками, образовались в результате дегазации, по типу бугров пучения в вечной мерзлоте.

Серпентин и тальк отлагались из глубинных гидротермальных флюидов в несколько этапов, развиваясь как по ультраосновным (мантийным) породам, так и по вмещающим их осадкам.

Список литературы

Арсанова Г.И. Вода гидротерм вулканических областей: метеорная или вулканическая? // Пространство и Время. 2012. Т.1. Вып. 1. С. 1–12.

Арсанова Г.И. Сверхкритическое состояние воды как причина геологических явлений // Earth Sciences. The scientific heritage, 2020. № 45. С. 7–17.

Артемьев Д.А., Дунаев А.Ю., Зайков В.В., Крайнев Ю.Д. Серпентинит-карбонатные брекчии на кобальт-медно-колчеданных месторождениях в зоне Главного Уральского разлома // Геохимия, минералогия и минерагения меди. Екатеринбург: УГГГА, 2003. С. 28–30.

Артемьев Д.А. Проблема генезиса офикальцитов в офиолитовых зонах (обзор) <https://meetings.chelscience.ru/metallogeny/2020/08/06/590/>

Добрецова И.Г. Процессы дегазации на дне Атлантического океана. Вестник Геонаук. Сыктывкар (Коми). 2025. №5. С 18-28

Зеленов К.К. Вулканы как источники рудообразующих компонентов осадочных толщ. М.: Наука, 1972. 215 с.

Фрайер П. Грязевые вулканы в районе Марианских островов // В мире науки, 1992. № 4. С. 14–21.

Bonatti E., Emiliani G., Ferrara G., Honnorez J., Rydell H. Ultramafic-carbonate breccias from the Equatorial Mid Atlantic Ridge // Marine Geol. 1974. V. 16. P. 83–102.

Turner B. Scientists extract a kilometer of rock from Earth's mantle in record-breaking mission. Published 8 June 2023.

О ВАЖНОСТИ МИНЕРАЛОГИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА СРЕДИННОМ АТЛАНТИЧЕСКОМ ХРЕБТЕ

И.Г. Добрецова

АО Полярная морская геологоразведочная экспедиция

dobro54@mail.ru

Минералогия — одна из фундаментальных наук, занимающаяся изучением минералов и их свойств. Знание минералогии чрезвычайно важно для поиска, оценки и разработки месторождений полезных ископаемых, а также необходимо для нужд экологии, климатологии, материаловедения, химии и физики, медицины и фармакологии, даже для изучения культурного наследия. Она играет ключевую роль в понимании процессов, происходящих на дне океанов. Именно в минералогии существует направление — генетическая минералогия, которое изучает процессы и механизмы формирования минералов не только с химической точки зрения, но и учитываются биохимические факторы, взаимодействие живых микроорганизмов с минералами [Кузнецов, 1962]. Термин генетическая минералогия введен А.Е. Ферсманом в 1912 году. Чтобы увидеть и понять генетические моменты, необходимо визуальное изучение вещества с применением разного рода увеличений от обычной лупы, до оптических и электронных микроскопов. Это расширяет традиционные подходы к изучению минералов, предоставляя глубокое понимание их происхождения и взаимодействия с живой природой. Для получения полноценной информации о территории, или площади дна океана, необходимо проводить опробование и изучение минерального состава по сети, покрывающей интересующую площадь. Плотность опробования зависит от целей и поставленных задач.

Отечественные исследования по проблеме глубоководных полиметаллических сульфидов (ГПС) на Срединном Атлантическом хребте (САХ) начались в 1985 году. В 2012 году был заключен «Контракт на разведку полиметаллических сульфидов между Международным органом по морскому дну (МОМД) и Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации».

Полярная морская геологоразведочная экспедиция (ПМГРЭ) более 40 лет проводит исследования в Атлантическом океане на Срединном хребте. За это время было открыто 14 рудопроявлений. Автор, принимала участие в 18-ти рейсах с 2003 по 2024 год и в открытии 13 рудопроявлений, на научно-исследовательском судне (НИС)

«Профессор Логачев». Помимо научно-практической деятельности, по условиям международного контракта, автор проводила обучение стажеров из разных стран. О шлихоминералогической методике поиска и возможном визуальном определении минерального состава поднятых образцов в условиях рейса, не было представления ни у одного стажера.

До появления геофизических методов поиска, шлихоминералогия была практически единственным и весьма эффективным методом обнаружения рудопроявлений глубоководных полиметаллических сульфидов (ГПС) на САХ. С ее помощью при участии автора было открыто 4 рудопроявления из 14-ти на Срединном Атлантическом хребте и еще одно, первое неактивное поле ГПС в Индийском океане в совместном российско-китайском рейсе на НИС «Da Yang Yi Hao» в 2009 г. С появлением геофизических методов, минералогические не утратили своей актуальности. Методика геофизических методов поиска ГПС, разработанная и применяемая специалистами ПМГРЭ выявляет аномалии естественного поля, но заверка аномалий проводится видеонаблюдениями дна и обязательно его опробованием. Только тщательное минералогическое изучение поднятого вещества в условиях рейса позволяет сделать выводы о перспективности исследуемой площади. Практика показала, что большинство геофизических аномалий не связаны с рудопроявлениями ГПС.

Шлихоминералогия имеет значительные преимущества и перед геохимическими методами поиска. Это оперативный метод, который выполняется на борту судна. Его чувствительность намного выше, чем у всех методов, позволяющих получать химический состав вещества. Наличие даже единичных знаков минералов-индикаторов гидротермальной деятельности в осадке дает представление о типе рудного объекта. Например: спектральный анализ показал наличие меди. Но с чем связана эта медь непонятно. Это может быть высокотемпературный халькопирит, низкотемпературные нестехиометрические сульфиды меди, гидрохлорид меди – атакамит или даже самородная медь. Наличие того или другого минерала меди связано с определенными условиями его образования и на стадии поиска позволяет предположить тип рудного объекта и его зональность. Кроме того, этот метод прекрасно зарекомендовал себя при поиске рудных объектов скрытых в осадках, которые невозможно увидеть при телесъемке дна. Шлихоминералогический метод является единственным легко доступным методом, позволяющим выявлять какие именно подстилающие породы на морском дне, перекрыты осадками с целью составления геологической карты

исследуемого участка дна. В состав океанских базальтов, перидотитов и габбро входят и оливины, и пироксены и шпинель. Чтобы различать, какие именно породы перекрыты осадками, важно понимать генетические особенности одних и тех же минералов, характерные для каждого типа пород.

Почему так важно обращать внимание на генетические моменты, которые выявляются при визуальном наблюдении? Рентгеноструктурным методом можно определить минеральный состав, но только визуальные наблюдения покажут, в каких условиях рос минерал, каким изменениям он подвергался, что важно для правильного понимания геологических процессов и выбора «работающих» поисковых критериев. О процессах, происходящих на дне Атлантики, существует несколько различных мнений именно потому, что генетическую минералогию практически никто не использует.

Вот некоторые факты, показывающие важность именно визуальных наблюдений с точки зрения генетической минералогии.

1. По доминирующему в научной среде мнению, глубоководные полиметаллические сульфидные руды образуются на выходе флюида в воду в виде черных курильщиков в осевой зоне рифтовой долины [Батуев и др., 1995; Богданов, 2006; Масленников, 2019; Черкашев и др., 2013, 2023; Cherkashov, 2024]. Но, из 14 рудных объектов, открытых ПМГРЭ в пределах PPP, 13 расположены даже не в днище, где проходит ось, а в бортах рифтовой долины и одно рудное поле (Пюи де Фолль) расположено на вершине одноименного вулкана, возвышающегося над дном на 2 км. А внимательное изучение руд под биноклем в десятках тысяч образцов, показало, что подавляющее большинство (99%) ГПС сформировалось, как метасоматиты по рыхлым карбонатным биогенным осадкам и содержат реликты фауны, ксенолиты измененных осадков и многочисленные псевдоморфозы по фауне (рис. 1), [Габлина и др. 2015, 2017]. Самым важным доказательством, что руды формировались в осадке, являются полученные U-Th методом возраста руд, которые оказались намного моложе вмещающих их осадков [Рождественская и др., 2014] Тем не менее, до сих пор господствует мнение в научной среде, что руды, выявленные в осадках, являются погребенными, а не новообразованными [Черкашев и др. 2013].

Кроме того, формы сульфидных кристаллов (дендриты, идиоморфные кристаллы со ступенями роста на гранях и т.п.) свидетельствуют об их росте в вязкой среде, которой являются рыхлые биогенные карбонатные осадки, покрывающие дно Срединно-Атлантического хребта [Гликин, 2004].

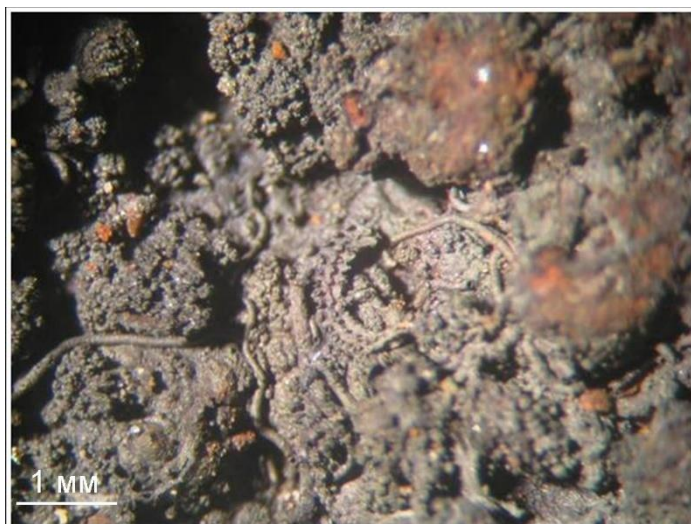


Рис. 1. Вершина сульфидной постройки в осадках. Псевдоморфозы пирита по донной фауне. Рудное поле Семенов.

2. Большинство поднятых сульфидных построек внешне выглядят как окисленные руды, покрытые с поверхности и даже содержащие в полостях и кавернах гидроокислы железа (ржавчину). На самом деле никакого окисления сульфидных руд на дне океана нет. Гидроокислы железа в виде самостоятельных гидротермальных образований развиваются по осадкам, как на контакте сульфид-осадок, так и по ксенолитам захваченных осадков в процессе образования сульфидов. Сульфиды при этом остаются неизменными (рис. 2 а, б; 3 а, б). Самостоятельные гидротермальные образования гидроокислов железа из флюидов могут отлагаться и на сульфидах, но это не имеет отношение к окислению последних. Ю.А. Богданов наблюдал при погружении на гидротермальных полях Броккен Спур и Рейнбоу, как наружные стенки активных черных курильщиков покрывались гидроокислами железа непосредственно из флюида [Богданов, 2006].

3. Вопреки устоявшемуся мнению, что в рифтовой долине осадков очень мало и они преимущественно распространены на флангах хребта [Черкашев и др., 2023], видеонаблюдения дна (автором просмотрено более 600 погонных км телепрофилей) свидетельствуют о значительном распространении осадков и их наличие даже в днище рифтовой долины, а в бортах, участки, лишенные осадков, редки.

4. Изучение минерального состава металлоносных осадков (к ним относятся осадки ржавого цвета, содержащие в абиогенной части более 10% железа) более чем в 600-х разрезах осадочной толщи показало, что гидроокислы железа развиваются метасоматически по биогенным карбонатным осадкам в процессе глубинной дегазации. Возникает вопрос о правомерности называть их осадками, а не метасоматитами [Габлина

и др. 2015; Добрецова, 2025]. Процесс пропитки биогенных осадков флюидами, идущими через них из глубин предполагал и Ю.А. Богданов [Богданов и др., 2006].

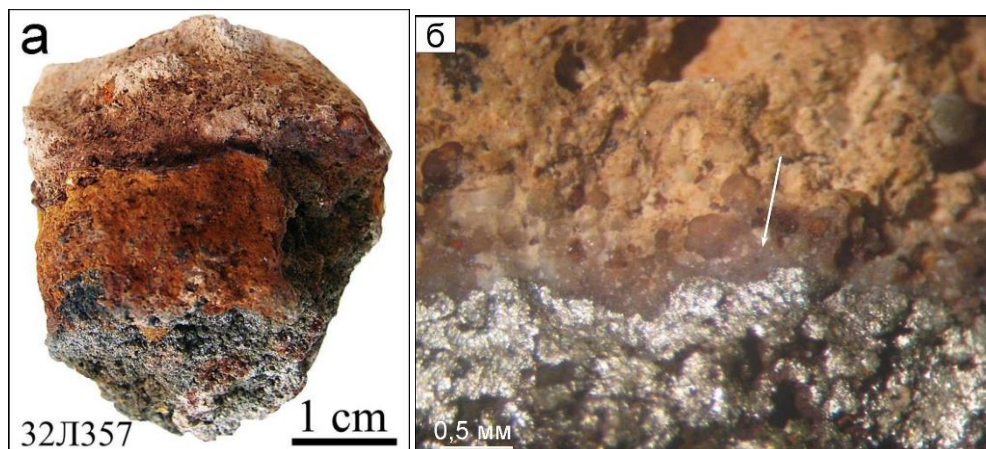


Рис. 2. Сульфидная рудная постройка, выросшая в осадках; а – общий вид постройки с литифицированными и ожезженными осадками на ее поверхности; б – увеличенный фрагмент свежего скола. Сульфиды не окислены, на контакте сульфид – ожезженный литифицированный осадок развита полоса новообразованного кристаллического карбоната (показано стрелкой)

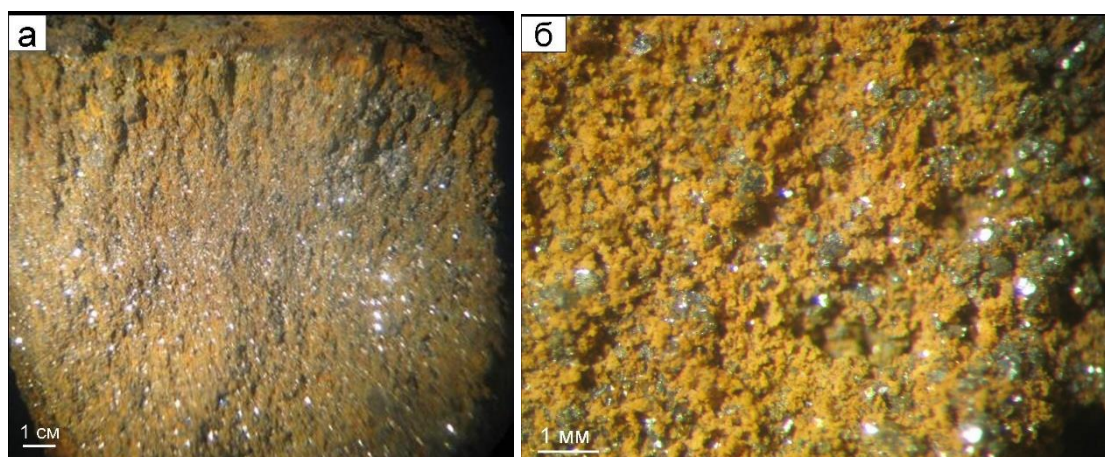


Рис. 3. Сульфидная рудная постройка, выросшая в осадках, производящая впечатление окисленной руды; а – общий вид постройки. Видны вертикальные следы диффузии флюида; б – увеличенный фрагмент. В рыхлой массе «ржавого» цвета, являющейся измененными осадками видны многочисленные идиоморфные кристаллы пирита с сильным блеском. Часть этих кристаллов легко вынимается из рыхлой «ржавой» массы пинцетом

Метасоматической природе металлоносных образований по рыхлым биогенным карбонатным осадкам, противоречит общепринятая концепция о выпадении металлоносных осадков «частица за частицей» из гидротермального плюма, созданного черными курильщиками [Гурвич, 1998; Короновский, 1999; Бич и др., 2018; Кукса. 2023]. В теории образования металлоносных осадков утверждается, что помимо гидроокислов железа они насыщены сульфидами, образованными при разрушении сульфидных построек [Маслеников, 2019].

Сульфиды, содержащиеся в таких осадках, и даже образующие сульфидные пески, не имеют никакого отношения к разрушению сульфидных построек и являются новообразованными. Об этом свидетельствуют ребра и грани кристаллов, не имеющих дефектов и показывающих, что сульфиды росли в свободном пространстве, в данном случае в рыхлых осадках.

Вторым фактором, подтверждающим их рост в осадках служат многочисленные псевдоморфозы сульфидов по фауне, в том числе и бентосной (рис. 4 а, б).



Рис. 4. Сульфидный песок; а – общий вид; б – увеличенный фрагмент. Видны многочисленные псевдоморфозы сульфидов по трубкам червей

Хочется надеяться, что минералогические методы займут достойное место в познании геологических процессов на дне морей и океанов.

Список литературы

Батуев Б.Н. и др. Новое гидротермальное поле в осевой зоне Срединно-Атлантического хребта (14°45' с.ш.) // Доклады РАН. 1995. Том 343. № 1. С. 75-79.

Бич А.С., Петров А.Ю. Изучение металлоносных осадков для реконструкции процессов гидротермального рудообразования (на примере рудного узла Победа, Срединно-Атлантический хребет) (научный руководитель д.г.-м.н. Г. А. Черкашев). Металлогения древних и современных океанов. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018. С. 89-93

Богданов Ю.А. Гидротермальный рудогенез океанского дна. М.: Наука, 2006. 527 с.

Габлина И.Ф., Дмитренко О.Б., Оськина Н.С. и др. Влияние гидротермальной активности на карбонатные микрофоссилии в донных осадках тропической Атлантики // *Океанология*. 2015. Т. 55. № 1. С. 113–125.

Габлина И.Ф., Добрецова И.Г., Наркевский Е.В. и др. Влияние гидротермально-метасоматических процессов на формирование современных сульфидных руд в карбонатных донных осадках Срединно-Атлантического хребта (19–20° с.ш.) // *Литология и полез. ископаемые*. 2017. № 5. С. 387–408.

Гурвич Е.Г. Металлоносные осадки Мирового океана. М.: Научный мир, 1998. 340 с.

Гликин А.Э. Полиминерально-метасоматический кристаллогенез. Санкт-Петербург: Нева, 2004. 300 с.

Добрецова И.Г. О процессах дегазации на Срединном Атлантическом хребте // *Материалы XXXIV Всероссийской с международным участием междисциплинарной конференции геологического и географического факультетов МГУ «Система Планета Земля»* М.: Перо, 2025. С. 78-81.

Добрецова И.Г. Процессы дегазации на дне Атлантического океана // *Вестник Геонаук. Сыктывкар (Коми)*. 2025. № 5. С 18-28.

Короновский Н.В. Гидротермальные образования в океанах // *Соросовский образовательный журнал*. 1999. № 10. С. 55-62

Кузнецов В.И., Иванов М.В., Ляликова Н.Н. Введение в микробиологическую геологию. М. АН СССР, 1962. 240 с.

Кукса К.А. и др. Особенности формирования металлоносных осадков гидротермального рудного узла Семенов // *Сборник тезисов докладов 10-й Международной конференции «Полезные ископаемые Мирового океана»*. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2023. 137 с.

Масленников В.В., Масленникова С.Н., Леин А.Ю. Минералогия и геохимия древних и современных черных курильщиков (сравнительный анализ). М.: РАН, 2019. 832 с.

Рождественская и др. Поисковые работы на площади Российского разведочного района в Атлантическом океане с оценкой прогнозных ресурсов

ГПС категории Р2 в блоках 1-12, 15-17. Отчет по Государственному контракту № 21/06/102-10. Фонды ПМГРЭ. Ломоносов. Книга 1. 2014. 198 с.

Черкашев Г.А. и др. Сульфидные руды северной приэкваториальной части Срединно-Атлантического хребта // *Океанология*. 2013. Т 53, № 5. С. 1–14.

Черкашев Г.А. и др. Геологоразведочные работы на глубоководные полиметаллические сульфиды в осевой зоне Срединно-Атлантического хребта: результаты исследований в Российском Разведочном Районе // *Океанологические исследования*. 2023. Т. 51, № 4. С. 167–185.

Cherkashov G.A. et al. The results of the geological exploration for deep-sea polymetallic sulphides at the axial zone of the mid-atlantic ridge // *Exploration & Protection of Mineral Resources journal*. Special issue July 2024. P. 81–84.

ПРОГНОЗНЫЕ ПРИЗНАКИ МОЩНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В 2025 ГОДУ В СТРУКТУРЕ СОЛНЕЧНО-ЗЕМНЫХ СВЯЗЕЙ

Л.Н. Дода

Научный центр оперативного мониторинга Земли Роскосмоса

l.doda@mail.ru

Авторская 4-х уровневая система прогнозирования землетрясений (СПЗ-4) разработана на основе концепции сеймотектогенеза (СТГ), механизма запуска землетрясений (МЗЗТ) в структуре солнечно-земных связей [Дода, 2013, 2025], декомпозиции временных гармоник различного ранга в режимах долгосрочного (ДП), среднесрочного (СП), краткосрочного (КП) и оперативного (ОП) прогнозирования землетрясений, методик расчета прогнозных параметров ЗТ. В 2025 г. с помощью СПЗ-4 успешно реализованы прогнозы 12 из 16 произошедших ЗТ с магнитудами более $M_w7.0+$.

В докладе представлены прогнозные признаки и расчет прогнозных параметров 4-х наиболее значимых сейсмических событий в 2025 г. [Дода, 2025]: на Камчатке 29 июля магнитудой $M_w8.8$ (s1) и 18 сентября $M_w7.8$ (s2), в Мьянме 28 марта $M_w7.7$ (s3), на о. Минданао, 08 декабря $M_w7.6$ -Япония (s4) с прогнозом от 15, 17 ноября на странице автора в сети facebook.com.

Для расчета параметров ЗТ (даты, места и магнитуды) в режиме краткосрочного прогноза использовались следующие исходные данные и элементы [Дода, 2013]: а) когерентные по интервальным датам аномалии параметров вращения Земли, гравитики, протонов, облачных сейсмоиндикаторов (ОС), как необходимое условие подготовки ЗТ; б) сейсмамагнитные меридианы (СММ), инициированные геомагнитными возмущениями, как достаточное условие запуска ЗТ.

В качестве примера в соответствии со схемой [Дода, 2013] приведен расчет параметров катастрофического ЗТ (s1) на Камчатке в режиме КП. Прообразом данного ЗТ выбрано катастрофическое ЗТ 04 ноября 1952 магнитудой $M_w9.0$ (s5). Квантование по 6-летним кратным гармоникам интервала 72 года ± 1 год между событиями (s1, s5) позволило перевести прогноз из режима ДП в КП. При декомпозиции режимов прогнозирования ДП→СП→КП использовались гармоники 4, 6, 8 лет параметров вращения Земли (траектории геополюса и угловой скорости (ускорения) вращения Земли) и кратные 7 суточные гармоники 7, 14, 21 сут. параметров СММ.

В режиме КП доминирующим признаком были ОС-индикаторы, выявленные на спутниковых снимках 28 июля 2025. Их протяженность трассирования границ плит, измеренная на снимках длиной $D \sim 6540$ км., по авторской формуле $M(S) = \ln D/D_0 \pm 0.2$, $D_0 = 1$ км. определила потенциальную магнитуду ЗТ на уровне $M_w \sim 8.8 \pm 0.2$ и совпала с магнитудой реального ЗТ(s1).

СММ запуска ЗТ (s1) сформированы от геомагнитных возмущений 18, 19, 29 июля 2025 г. и определили по 7-кратным суточным гармоникам интервальные даты возможного ЗТ на Камчатке (26, 29 или 31 июля 2025) ± 2 сут.

Мощный афтершок ЗТ (s1) в виде события 18 сентября 2025 $M_w 7.8$ (s2) произошел в соответствии с законом Бота, был спрогнозирован автором, хотя явился полной неожиданностью для геофизиков и сейсмологов.

Более подробно признаковая база ЗТ (s1, s2) изложена в [Дода, 2025, с. 64-81].

Прогнозы по ЗТ (s1, s2) выставлялись на страничке автора в интернете 18 июля 2025 по ЗТ (s1) и 14, 16 сентября 2025 г. по событию (s2), направлялись для рассмотрения и заключения в Московский Институт теории прогноза землетрясений (МИТПЗ РАН). Механизм запуска ЗТ в структуре солнечно-земных связей представлен в докладе автора на III Международной конференции по сохранению научного наследия и развитию идей А.Л. Чижевского и сборнике материалов конференции [Сборник, 2022].

Список литературы

Дода Л.Н. Астро Метео Тектоника (АМТ). Сейсмопрогнозные приложения. Монография в 9 томах. М.: DELIBRI, 2025. Т. 9. 250 с.

Дода Л.Н. Геосейсмическое эхо солнечных бурь или землетрясения рождаются на Солнце // Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной сохранению научного наследия и развитию идей А. Л. Чижевского «А. Л. Чижевский. Вклад в науку и культуру». Калуга, 2022. С. 71–75.

Дода Л.Н., Натяганов В.Л., Степанов И.В. Эмпирическая схема краткосрочного прогноза землетрясений // ДАН. 2013. Т. 453. № 5. С. 551–557.

ОРБИТАЛЬНЫЙ КИМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СЕДИМЕНТОГЕНЕЗА В ПЛЕЙСТОГЕН-ГОЛОЦЕНЕ КАК КАТАСТРОФНЫЙ ЭКОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФОН ОБРАЗОВАНИЯ, ГИБЕЛИ И МИГРАЦИЙ ДРЕВНЕГО НАРОДОНАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

В.А. Епифанов

zem864@yandex.ru

Геодинамические процессы внутри Земли, на ее поверхности и в прилегающих слоях атмосферы приводят к развитию природных катастроф

Осипов В.И.

Геологам-геофизикам давно известно, что глубинная жизнь Земли реагирует на Малый Космос отзываясь колебаниями дебита скважин, активизациями грязевого вулканизма, «твердыми приливами», геомагнитными модуляциями, сейсмической активностью. Изменения эксцентриситета околосолнечной орбиты, прецессия и нутации земной оси через наведенные резонансы [Епифанов, 2020] непременно влияют на протекающие в недрах планеты (мантии и ядре) процессы.

И в первую очередь это происходит в рифтогенах, являющихся «живыми ранами планеты». В зонах спрединга на дне Мирового океана (разрывного расширения земной коры) осуществляются массовые эманации глубинных газов, и их изотопный состав фиксируется в ледниках Антарктиды и Гренландии, располагающихся в полярных широтах в областях активного рифтогенеза. По изотопии этих газов определены и соотнесены между собой глобальные колебания температур атмосферы и океанов планеты. Периодически такая дегазация становится активной, что предопределено вращением Земли на орбитах и вокруг своей оси [Епифанов, 2021 а].

Эти ритмы — основа для прогнозов геоэкологических катастроф, поскольку в них «оживают» и рифт-рамповые зоны континентов, в пределах которых в периоды тектонической активности начинают массово проявляться процессы разных типов литоэлевации [Епифанов, 2021 б]. «Быстрая литоэлевация» катастрофична по своей сути и локально, но кардинально, изменяет ландшафтные обстановки, негативно влияя на существующие биоценозы вплоть до их полной смены. Последний из таких периодов (неотектонический этап) и является *Четвертичным ледниковым периодом*.

Наиболее ярко проявляющийся активизацией недр цикл обусловлен ритмами изменения эксцентриситета орбиты с длительностью около 108 тысячи лет. В некие

отрезки времени каждого такого цикла устанавливается наиболее стабильная скорость вращения Земли вокруг Солнца, а наведенный на нее климатический резонанс максимально высок по амплитуде. Именно в такие моменты возбуждение ядерных зон планеты становится наиболее эффективным, активность ее недр максимальной, а катастрофические события на поверхности массовыми, что фиксируется и масштабами «экзотического» седиментогенеза.

И именно этот ритм наиболее выражен в глобальных изменениях климата, обусловленных динамикой формирования в земной коре криолитосферы как результата дросселирования горных пород у поверхности планеты при адиабатическом расширении глубинных газов. В итоге на континентах образуется «многолетняя мерзлота» наиболее долго сохраняющаяся в полярных широтах и над газоносными территориями, а в Мировом океане массово образуются скопления газогидратов.

При изучении Четвертичного периода (Квартера) главная проблема заключена в отсутствии у специалистов желания использовать современные знания из области седиментологии. Очевидно, что в науке «запрет на катастрофизм» все еще сохраняется.

Более 70 лет назад Н.М. Страховым была сформулирована основа концепции седиментогенеза, включающая выделение двух определяющих факторов литогенеза: экзогенного и эндогенного (тектоногенного). Экзогенный представлен тремя типами – гумидным, аридным, ледовым, а тектоногенный режим – вулканогенно-осадочным. На основе собственных работ, и используя результаты исследований отечественных и зарубежных исследователей, спустя полвека эту классификацию детально рассмотрела и дополнила заведомо ВСЕГЕИ д. г.-м. наук Г.А. Беленицкая [Беленицкая, 2006].

Наряду с экзогенным климатическим классом и составляющими его типами, она в классификации выделила тектоногенный инъекционно-осадочный класс, в который включила помимо вулканогенно-осадочного еще четыре типа седиментогенеза.

Это гравитито-осадочный (суспензионно-потоковый, олистростромовый и т.п.), флюидно-осадочный (результат излияния глубинных флюидов), реидно-осадочный (излияния пластичных породных масс), флюидизатно-осадочный (результат извержения-излияния разжиженных масс рыхлых пород). Эта теоретическая схема до сих пор еще игнорируется, хотя механизмы природной реализации трех типов из классификации Г.А. Беленицкой были продемонстрированы описанными на объектах России проявившимися в Квартере процессами литоэлевации [Епифанов, 2021 б, 2024].

Особенно наглядно механизмы показаны на «экзотических массивах» песка, формирующихся гидровулканами и при «газовом вулканизме», проявляющихся в ходе «быстрой литоэлевации» при инъекционном режиме «дискретно-импульсного» типа.

Автор убежден – время исследований «реального седиментогенеза» уже пришло. При этом широко известно, но тоже слабо изучено глобальное опустынивание и захоронение под гигантскими массами песков огромных, прежде плотно заселенных территорий. На исторической памяти народов ранее процветавшие цивилизации были поглощены песками Средней Азии, пустынь Такла-Макан и Сахары. Эти масштабные события, являясь региональными катастрофами, близки между собой хронологически, и, имея явный литосферный рифт-рамповый геодинамический контроль, связаны с единой группой-триадой полезных ископаемых – углеводороды, соли, подземные воды.

Именно в пустынях Средней Азии при работах на углеводороды (1967) гидрогеологом П.П. Иванкиным был выявлен и описан гидровулканизм, а позднее (1994) защищена по этой теме докторская работа. Осушения и наполнения водой Арала, превращения плейстоценового Каспия в Хвалынское и Гирканское моря, «бугры Бэра», накопление «шоколадных глин» и иные «экзоты Прикаспия» – все это прямо связано с залегающей в его фундаменте неотектонической активностью рифт-рамповой системы, сопровождаемой литоэлевацией. И происходило это в местах тысячелетнего проживания популяций древнего народонаселения, определяя условия жизни, а также время и направления миграций его в разные периоды плейстоцена-голоцена.

Заметим, что и в пустыне Такла-Макан на окруженной «молодыми горами» Таримской плите в песках на глубине находятся гигантские запасы соленой воды и добываются углеводороды. Нефть, газ и запасы воды тоже имеются в песках Сахары, расположенных на стыке рифтогенных структур Средиземноморья, Африки, Аравии. Закон для всех един. Космос, геоэкология, эволюция человечества связаны напрямую.

Ранее нами уже отмечалась на уровне прохождения «бутылочного горлышка» случайно образовавшихся при снип-мутациях самостоятельных Y-хромосомных гаплогрупп связь антропогенеза с циклами климатических изменений в «рядах гармоничных значений» орбитальных ритмов планеты [Епифанов, 2020]. И было отмечено, что эти же числовые ряды фигурируют в Ригведе, Каббале и Библии. В том числе, цикл длительностью 3 600 лет издавна известен под названием «сар».

Также указано, что после глобального запыления атмосферы и двух резких, оцененных по изотопии газов, похолоданий в «муруктинское оледенение» между 61 и 69

тысячами лет назад (т.л.н.), человечество свое возрождение начало во время экскурса Каргополово. И отмечено: «... носители всех остальных гаплогрупп, начиная с ВТ, имеют общего предка, который жил всего 64 ± 6 т. л. н. Иначе говоря, предки гаплогруппы ВТ физически не выжили, не прошли «бутылочное горлышко популяции» [Клесов, 2017, с. 14]. А примерно через 43 т. л. на юге Сибири (ныне археологические объекты Буря и Мальта в верховьях р. Ангары) «... у двух носителей гаплогруппы R1 в их Y-хромосомах случайным образом произошли мутации – у одного снип-мутация под индексом M 420 ... образование гаплогруппы R1a, а у другого проскочила мутация M 343, которая ознаменовала образование гаплогруппы R1b» [там же, с. 16].

Итак, и в «сартанское оледенение» закрепились необратимые мутации при прохождении «бутылочного горлышка» в максимумы похолодания. Образовавшиеся гаплогруппы – R1a (арьи) и более поздняя R1b (эрбины) – за разделяющее их снип-мутации время (~ 3600 лет) при внешнем физиологическом сходстве сформировали разные по психотипу, а изначально и по языку, до сих пор ментально оппонирующие друг другу, к настоящему времени многочисленные, Y-хромосомные популяции.

Поскольку «язык отцов» мог быть забыт при длительном одичании сведенной до минимума популяции, т.е. во время прохождения «бутылочного горлышка», а подобное возможно лишь при резких и кардинальных изменениях среды обитания «живущих в природе» охотников и собирателей, то очевидно, что эти экологические катастрофы повторившись через 3600 лет, зафиксировали известный цикл «сар».

Новый же язык может сформироваться только в активно растущей популяции в ходе коммутирования при долгой ее изоляции в благоприятной среде. Например, в богатых биоресурсами предгорьях Алтая или Саян, окруженных мелководными бассейнами с колониями пресноводных мшанок (наблюдения Н.А. Бакшеева), неоднократно формировавшими в Сибири обширные лессовые покровы.

Таким образом, вынужденное, но успешное приспособление к новым условиям жизни, а также постепенное самовосстановление от последствий катастроф территорий до симбиотичных ландшафтов приводили к образованию новых популяций с самобытными культурами, языком и мировосприятием. В разное время и различными путями арьи и эрбины с Байкала-Ангары через юг Сибири и Приуральско-Каспийский регион вышли на Европейскую часть континента. И спустя тысячелетия, регулярно испытывая мутации в Y-хромосоме, и создавая самобытные культуры и сообщества, они творили реальную историю, создавая основу современной цивилизации.

Полноценно реконструировать реальную историю человечества в пространстве-времени могут лишь детальные исследования Квартера с использованием современных геологических знаний, в сочетании с археологией, оснащенной ДНК-генеалогией.

Итак, разнообразные катастрофические процессы циклично повторяются, и они могут быть датированы и распознаны в типах «необычных» осадков, накопившихся на дневной поверхности. Однако для этого нужно привлекать современные знания о седиментогенезе, уточняя и дополняя работы Г.А. Беленицкой и В.А. Епифанова.

И давно известно-доказано, что «научные представления» 100-летней давности о роли инсоляции в образовании криосферы, увеличивающейся на сотни метров над залежами газа и достигающей 1,5 км по мощности, неверны. Она лишь согревает! А значит, ошибочны и общие представления о причинах-механизмах резких похолоданий климата. Искривленная климатическая «повестка» – орудие политиков-глобалистов.

Знания об экогеологических явлениях и обуславливающих их процессах дают понимание причин и последствий грядущих природных катастроф. И это позволит избегать излишне алармических умонастроений, осуществляя прогноз времени, места и типов грядущих угроз. А с развитием цифровых технологий это делать можно будет вполне детально и надежно.

Список литературы

Беленицкая Г.А. Сфера седиментогенеза как область современного и бывшего восходящего стока: инъекционно-осадочные (аклиматические) типы седиментогенеза // Дегазация Земли: геофлюиды, нефть и газ, парагенезисы в системе горючих ископаемых. М: ГЕОС. 2006. С. 52–56.

Епифанов В.А. Геохиматика – физический процесс-закон, определяющий структуру геосферы и характер распределения в ней магматизма и рудогенеза // Восьмые Кудрявцевские Чтения. М.: ЦГЭ. 2020, <http://conference.deepoil.ru>

Епифанов В.А. Ритмы неоплейстоцена-голоцена, палеоклимат и палеомиграции рода R1 по данным ДНК-генеалогии // LXXIII Герценовские чтения «География: развитие науки и образования». Т.1. СПб: Астерион. 2020. С. 409–416.

Епифанов В.А. Космические циклы влияния на геосферу и модуляции климата Земли // Динамика и взаимодействие геосфер. Том I. Томск: ЦНТИ. 2021 а. С. 158–164.

Епифанов В.А. Литоэлеация – пока не изученные процессы-механизмы осадкообразования в Квартере // Динамика и взаимодействие геосфер. Том I. Томск: ЦНТИ. 2021 г. С. 164–169.

Епифанов В.А. Процессы-механизмы литоэлеации и их проявления в четвертичном «экзотическом» осадкообразовании // 30 лет семинару – конференции Система «Планета Земля». М.: Перо. 2024. С. 152–182.

Клесов А.А. История ариев и эрбинов. Европейский Запад против европейского Востока. М.: Концептуал. 2017. 320 с.

ОЦЕНКА ПРОНИЦАЕМОСТИ ЗЕМНОЙ КОРЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ НОВЕЙШИХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

В.А. Зайцев, Л.В. Панина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

v.zaitsev@mail.ru

Работа направлена на изучение новейших геодинамических процессов, которые формируют системы разломов и зоны трещиноватости, являющиеся основными путями миграции флюидов и определяющие сейсмическую опасность территорий. Исследования носят комплексный характер и базируются на интеграции следующих методов:

№	Метод	Описание
1	Структурно-геоморфологический	Базовый метод неотектоники для выявления новейших структур по анализу рельефа
2	Дешифрирование космоснимков	Выявление линейментов, как потенциальных зон проницаемости
3	Классическая и космическая геодезия	Получение прямых данных о современной геодинамике
4	Сейсмологические методы	Выявление активных современных деформаций
5	Тектонофизические методы	Прогнозирование направлений проницаемости и механизмов формирования структур
6	Геохимические методы	Выявление направлений глубинной дегазации (H ₂ , He)
7	Сейсморазведка	Локализация структур в пределах месторождений углеводородов
8	Исследование керна	Прямое изучение трещиноватости на глубине
9	Скважинная геофизика (FMI)	Регистрация трещин непосредственно на стенках скважин
10	Гидрогеологические методы	Интегральная оценка проницаемости горного массива
11	3D геодинамическое и фильтрационное моделирование	Создание комплексных моделей для всех этапов исследования

Наиболее надежные результаты достигаются при комплексном подходе, объединяющем методы на разных этапах:

- Региональный этап: анализ космических снимков, изучение геоморфологии и сейсмичности для выделения крупных неотектонических структур.
- Детальный этап: 3D сейсморазведка и полевые наблюдения для локализации зон проницаемости, построение 3D геодинамической модели.
- Лабораторный этап: изучение детальной геофизики и проведение лабораторных работ, направленных на анализ параметров вторичной проницаемости.

В 2025 году были продолжены работы по созданию электронной версии атласа карт «Новейшей тектоники и геодинамики Восточно-Европейской платформы». Обобщение результатов по всей изученной территории Восточно-Европейской платформы позволило сделать следующие выводы:

1. Новейшая структура ВЕП представляет собой сочетание разноранговых поднятий и впадин, нарушенных разрывами, что создает сводово-блоковый стиль дислокаций. Преобладание поднятий указывает на общее воздымание платформы.

2. Активность некоторых слабых зон подтверждена данными газовой съемки, космической геодезии, проявлениями сейсмичности и повышенными значениями теплового потока.

3. Формирование новейших структур ВЕП испытывает влияние Уральского орогена на востоке (субширотное сжатие) и орогена Большого Кавказа на юге (субмеридиональное сжатие).

Детальные структурно-геоморфологические исследования Мезенской синеклизы выявили следующие особенности, а именно, синеклиза разделяется на северо-западный и юго-восточный сегменты вдоль Финско-Ладожской геодинамически активной зоны (Рис.1). Юго-восточный сегмент характеризуется более высокими амплитудами поднятий (до 261 м), в то время как в северо-западном — преобладают низины с редкими локальными поднятиями амплитудой 125–180 м. Установлен сводово-блоковый стиль новейших дислокаций. Крупные структуры (поднятия, впадины) ограничены протяженными слабыми зонами (часто разрывами), преимущественно северо-западного простирания. Выявлена хорошая корреляция новейших дислокаций со структурами фундамента. Протяженные слабые зоны следуют вдоль разломов фундамента и проявляют современную активность, подтвержденную сейсмичностью.

3D геокинематическое моделирование показало, что Мезенская субпровинция испытывает вращательное движение по часовой стрелке, что указывает на левосторонние сдвиги по Финско-Ладожской и Сухоно-Вычегодской геодинамически активным зонам (рис. 2). Архангельская субпровинция движется в юго-западном направлении, а Тиманский кряж — с севера на юг.

Расчеты по упругой конечно-элементной модели (Elastic Stress) показали изменение локального поля напряжений. В южной (Мезенской) части преобладают устойчивые северо-восточные ориентировки осей растяжения, тогда как в северной части (от Кулойского плато до Северного Тимана) оси напряжений имеют разнонаправленные ориентировки (рис. 3). Таким образом, вся территория делится на две части северную от Кулойского плато до Северного Тимана, где оси напряжений имеют разнонаправленные ориентировки, и южную (Мезенскую), где преобладают устойчивые северо-восточные ориентировки осей растяжения.

Для всей территории Восточно-Европейской платформы была построена карта новейшего напряженного состояния. Для чего была выполнена оценка напряженного состояния с помощью анализа «решений фокальных механизмов». Был проанализирован сводный каталог землетрясений. Анализ 19 событий с решением фокальных механизмов (1976–2018 гг.) показал, что внешнее поле напряжений имеет сдвиговую кинематику с направлением максимального сжатия 332° .

Предложен новый подход к созданию неотектонических карт, который дополняет традиционное отображение вертикальных движений расчетом горизонтальных составляющих. С помощью программы Irap RMS (метод Displacement Discontinuity) рассчитываются векторы горизонтальных перемещений на основе модели напряженного состояния и местоположения разрывных нарушений. Такие карты имеют важное практическое значение для оценки сейсмической опасности и прогнозирования флюидной проницаемости. На основе 3D геодинамической модели ВЕП была построена карта вторичной (трещинной) проницаемости земной коры. Модель показала, что тектонические напряжения могут увеличивать проницаемость пород на 2–5 порядков. Карта была верифицирована путем сопоставления с данными ГНСС, гелиевых исследований и эманиционной съемки водорода.

Использование методики построения карт вторичной проницаемости позволило уточнить оценку геодинамической безопасности территорий, в частности для местоположения атомных электростанций. Показано, что Нововоронежская АЭС

находится в небезопасном районе с точки зрения новейшей геодинамики, в то время как Смоленская, Курская и Калининская АЭС находятся в значительно более безопасных условиях.

В 2025 году начаты научно-исследовательские работы на угольном месторождении Тентекское (АО «Qarmet», Казахстан) с целью увеличения эффективности заблаговременной дегазации угольного пласта D6. Работы включают построение детальной 3D компьютерной модели участка шахты для расчета напряженно-деформированного состояния массива, создания дискретной модели трещиноватости и расчета вторичной проницаемости угольного пласта D6. Эти расчеты позволили спрогнозировать скорости дегазации метана и выявить участки взрывобезопасной угле (менее 13 м³/т) концентрации метана (рис. 4).

Таким образом, связь между новейшими тектоническими движениями и проницаемостью геологической среды носит сложный, многофакторный характер. Неотектоника определяет не только пространственное распределение проницаемости через формирование трещинных систем и разломных зон, но и ее временную динамику, контролируемую циклами сейсмической активности и современным полем напряжений. Интеграция анализа современных тектонических движений и полей напряжений в процессы геологического моделирования является не просто академической задачей, а необходимым условием для снижения рисков и повышения успешности геологоразведочных работ и разработки месторождений углеводородов. Такой подход особенно важен при освоении низкопроницаемых и трещиноватых коллекторов.

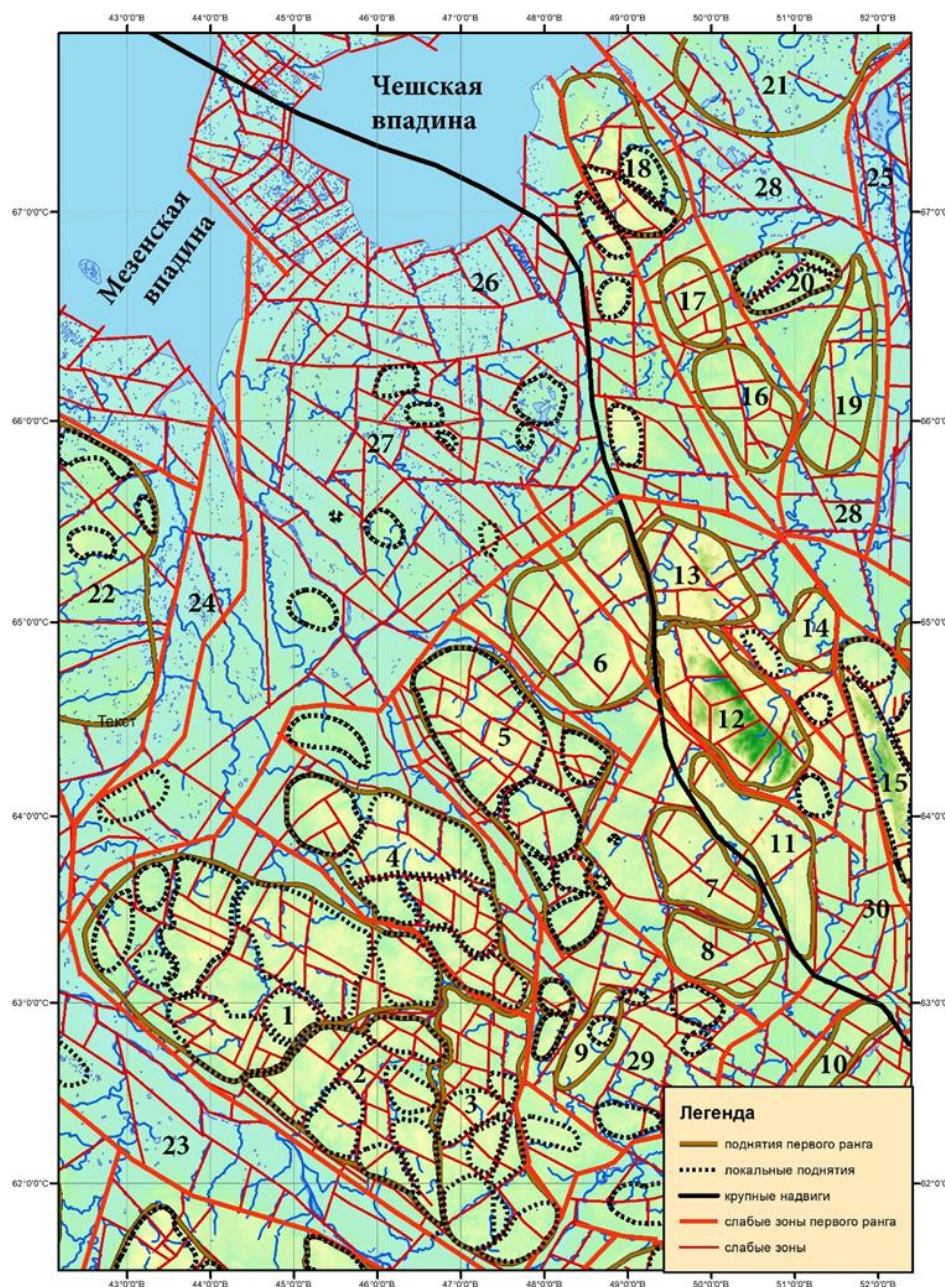


Рис. 1. Структурно-геоморфологическая карта территории Мезенской синеклизы и ее обрамления. Цифрами обозначены: поднятия первого ранга: Мезенская субпровинция: 1 – Юрасское, 2 – Тойменское, 3 – Илешское, 4 – Нюхченское, 5 – Мезенское, 6 – Сульское, 7 – Елвинское, 8 – Ирвинское, 9 – Единское, 10 – Вишерское; восточное обрамление: Тиманская субпровинция: 11 – Ворыквинское, 12 – Четласское, 13 – Цильменское, 14 – Усинское, 15 – Вымское, 16 – Томанское, 17 – Косманское, 18 – Чайцынское; Печорская субпровинция: 19 – Тобышевское, 20 – Болбанбуоюрское, 21 – Сойменское; западное обрамление: 22 – Кулойское; прогибы: 23 – Северо-Двинский, 24 – Кулойско-Пинежский, 25 – Печорский; впадины: 26 – Оминкая; ступени: 27 – Сафонская, 28 – Сосвинско-Тобышевская, 29 – Яренговская, 30 – Вымская

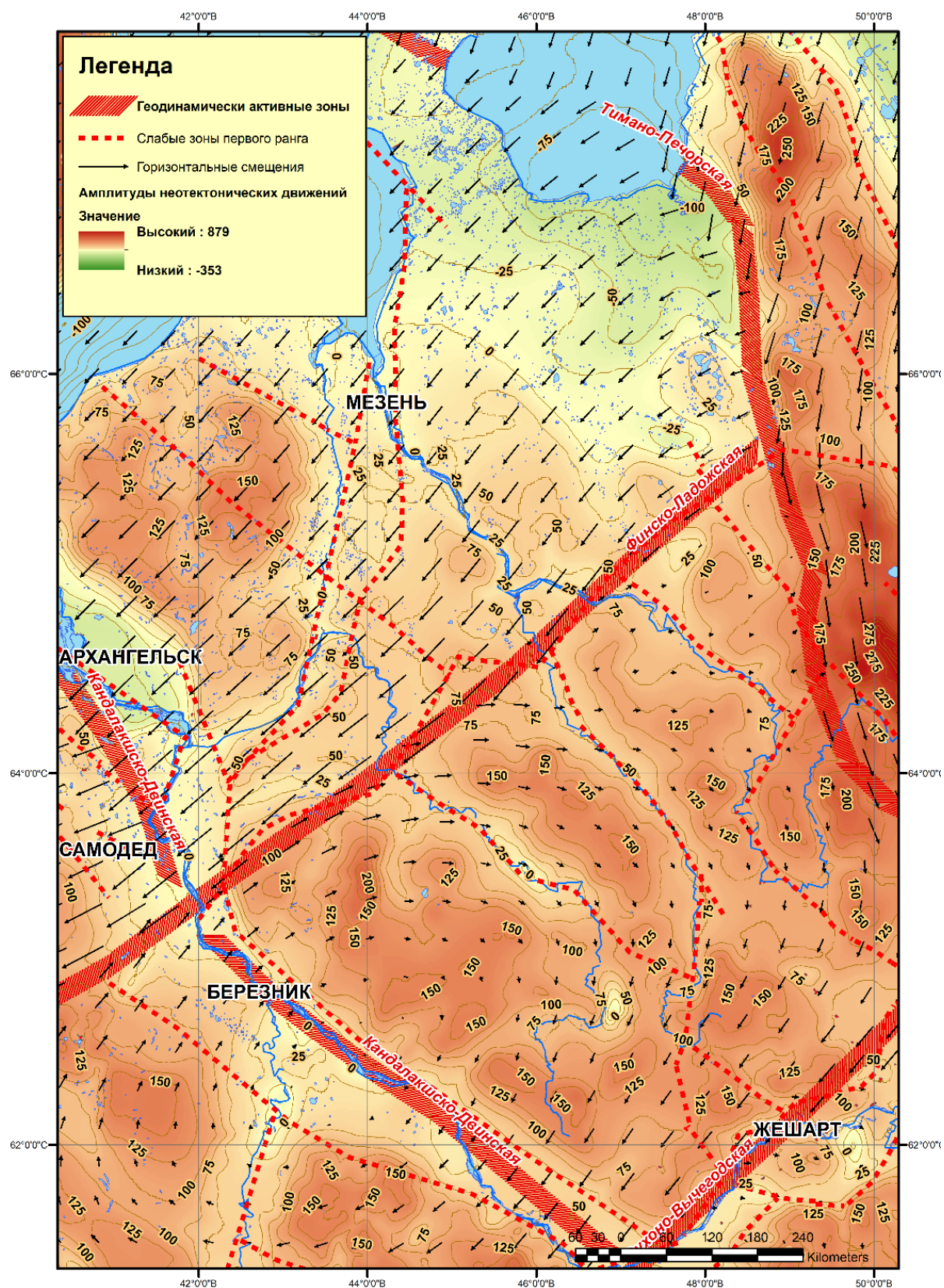


Рис. 2. Кинематическая модель новейших тектонических движений территории Мезенской синеклизы и ее обрамления

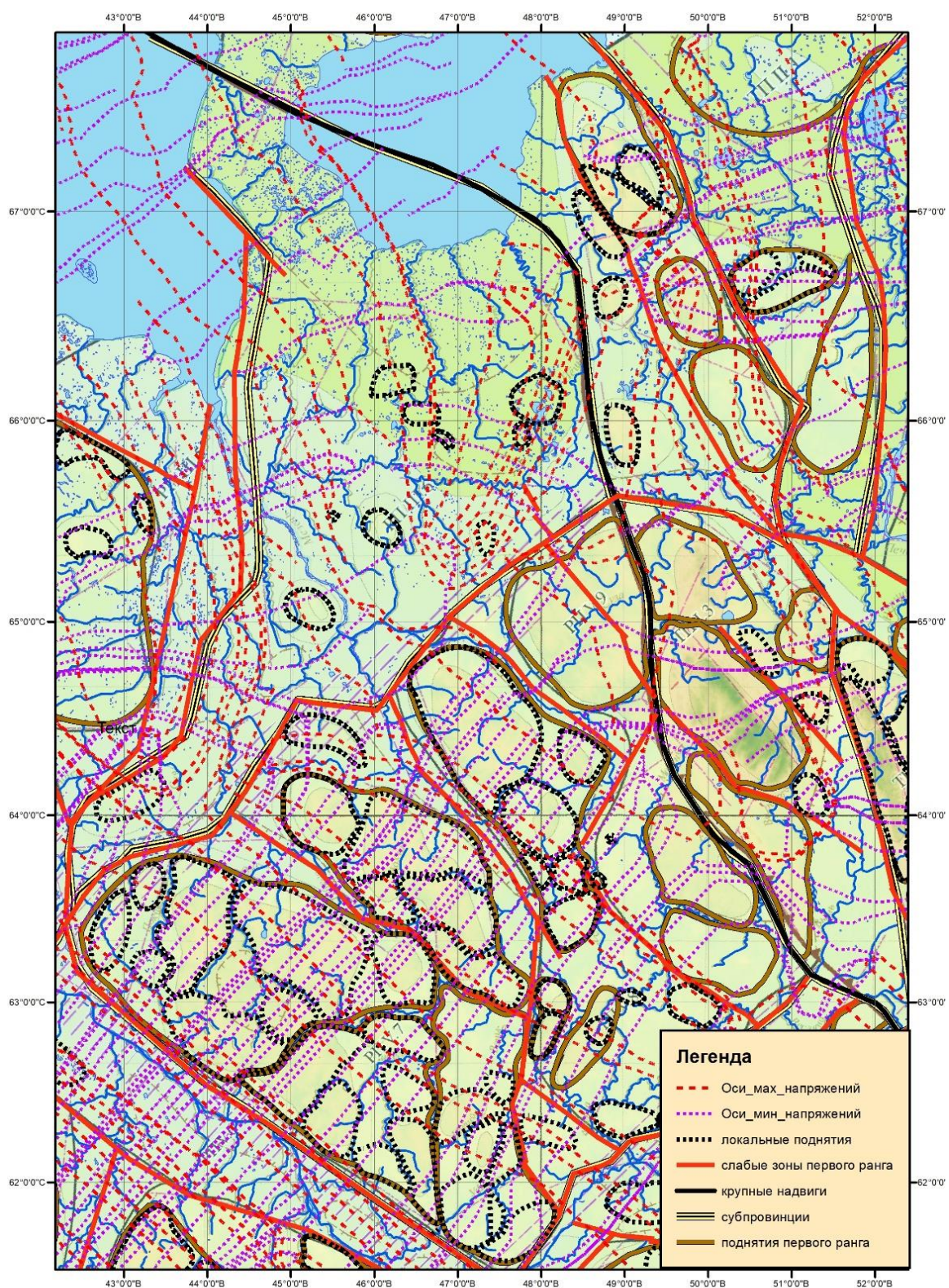


Рис. 3. Карта напряженного состояния территории Мезенской синеклизы и ее обрамления

Применение: Ресурсы — Дегазация угольных пластов на шахте «Тентекская».

Наши модели имеют прямое применение в промышленности, оптимизируя добычу ресурсов и повышая безопасность за счет прогнозирования потоков флюида (метана).

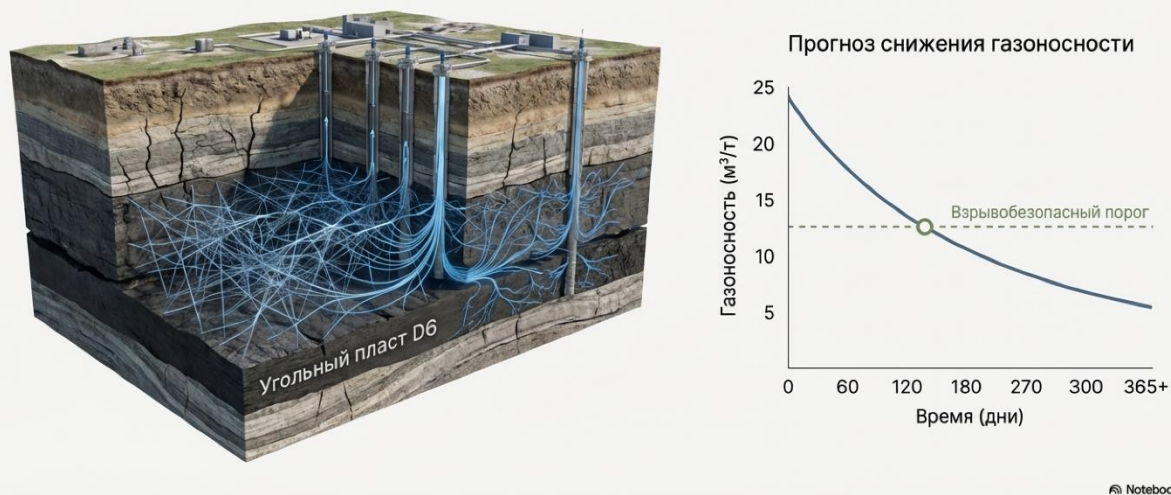


Рис. 4. Схема предварительной дегазации угольного пласта D6 шахты «Тентекская»

Исследование выполнено в рамках НИР «Моделирование новейших геодинамических процессов, влияющих на сейсмичность и флюидную проницаемость осадочных толщ» (МГУ имени М.В. Ломоносова).

ТЕОРИЯ РАСТУЩЕЙ ЗЕМЛИ: К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ И ГЕНЕРАЦИИ ВЕЩЕСТВА

М. Зиналиев¹, А.В. Череповский²

¹SAS «MECALAC FRANCE»

²АО «Росгеология»

mourad_zinaliyev@yandex.com

Космологическая причина увеличения размеров и массы Земли является научным наследием выдающегося русского исследователя И.О. Яковского, который в 1888 году выдвинул свою гипотезу увеличения размеров и массы Земли [Кэри, 1991]. Недостаточный уровень развития научного знания привели к ситуации, когда теория растущей Земли стала считаться маргинальной — была приравнена к устаревшим несостоявшимся учениям, нарушающим законы сохранения энергии [Блинов, 2011; Череповский, 2025].

Современная эмпирическая гипотеза о наличии источника энергии и генерации вещества в центре небесных тел, обладающих внутренней активностью, основана на новых данных, полученных в процессе исследования земных недр, в ходе космических научных миссий и астрофизических исследований, а также методов математического моделирования [Зиналиев, 2025].

Показательной в этом смысле является развитие взглядов на источник солнечной энергии. Проблема источника солнечной энергии стала важной частью физики и астрономии только с появлением закона сохранения энергии в 1840-х годах. Эволюция научной мысли в этом вопросе прошла через гипотезы падения метеоров или астероидов на Солнце, преобразования гравитационной энергии в тепловую, радиоактивного распада и завершилась в современную эпоху гипотезой термоядерного синтеза [Kragh, 2016].

Между тем, ядерной физикой и астрофизикой установлены два существенных ограничения на возможность *инициации* такой термоядерной реакции в солнечном ядре. В частности, термоядерная реакция в центре Солнца не может быть инициирована за счет слияния ядер дейтерия и трития, поскольку им неоткуда взяться в центре молодого Солнца:

— материал остатков после взрыва сверхновой содержит ничтожное количество дейтерия;

— тритий является радиоактивным элементом, время распада которого составляет чуть больше 12 лет — мгновение в масштабах времени формирования планетарной системы (по некоторым оценкам, около 1 млрд лет).

Поэтому термоядерная реакция в центре Солнца должна инициироваться за счет синтеза гелия из двух ядер водорода. Однако, при существующих параметрах давления и температуры в центре нашей звезды реакция термоядерного синтеза невозможна, поскольку для преодоления кулоновского барьера между протонами в первой реакции цикла требуется ~ 1 MeV, а температура в центре Солнца составляет лишь ~ 1 keV (в тысячу раз меньше) [Зельдович и др.] [Ryan et al., 2010].

Выход из этой ситуации был найден в 1928 году Г.А. Гамовым, предложившим идею о квантово-механическом проникновении волновой функции альфа-частицы через кулоновский барьер (т.н. туннельный эффект) [Ryan et al., 2010].

Туннельный квантовый эффект позволяет двум протонам вступить в термоядерную реакцию друг с другом. Вероятность возникновения туннельного эффекта равна величине $3 \cdot 10^{-9}$ (исчезающе малая доля от 1%). Но в ядре Солнца присутствует $\sim 10^{56}$ протонов и миллиарды лет времени для реализации такой вероятности синтеза ядер водорода; так что даже такая малая вероятность дает суммарную частоту реакций, которая обеспечивает наблюдаемую солнечную активность [Зельдович и др.] [Ryan et al.].

Казалось бы, прекрасно, проблема преодолена!

Но нет! Дьявол кроется в деталях! Современные солнечные модели определяют величину давления в солнечном ядре $P_c \approx 2.5 \times 10^{16}$ Па. Его роль заключается в удержании плазмы достаточно долго и при достаточно высокой плотности.

Энергия, выделяемая в ходе синтеза гелия-4 в результате слияния двух ядер гелия-3 ($3\text{He} + 3\text{He} \rightarrow 4\text{He} + 2\text{p}$), имеет величину 12,86 MeV — почти в 13 раз больше, чем этого необходимо для запуска реакции слияния двух ядер водорода или двух ядер гелия-3 в реакциях протон-протонного цикла [Ryan et al., 2010] (рис. 1).

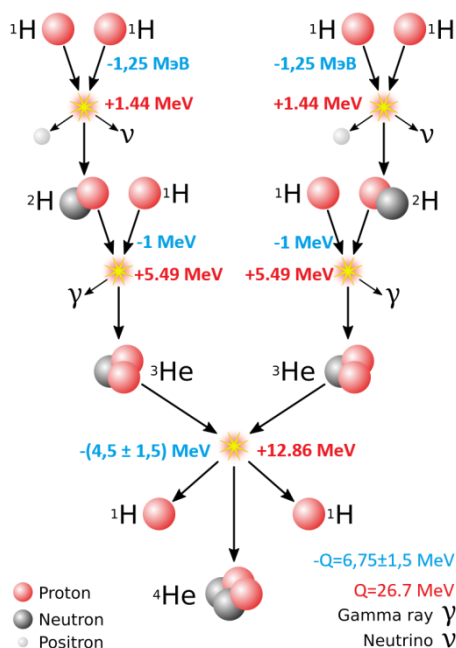


Рис. 1. Схема протон-протонного цикла солнечной термоядерной реакции с указанием выделяемой энергии

Фактически, энергия реакции слияния двух атомов гелия-3 (см. завершающую нижнюю часть схемы) должна питать с огромным избытком энергию реакции слияния как выделившихся двух атомов водорода, так и находящихся рядом двух атомов гелия-3, запуская таким образом цепную термоядерную реакцию.

В соответствии с общепринятыми взглядами на формирование солнечной системы, молодое Солнце состояло в основном из водорода. Поэтому запуск термоядерной реакции на начальном этапе его существования неизбежно привел бы процесс горения в состояние цепной реакции мощного термоядерного взрыва.

Каким образом была «преодолена» эта проблема? Очень просто — в концепцию выработки солнечной энергии был введен постулат о том, что реакция термоядерного синтеза не является цепной.

Существует еще одна астрофизическая особенность возникновения солнечной системы. Для формирования центрального тела, а также планет из остатков взрыва сверхновой звезды необходим первоначальный гравитирующий объект, который мог бы *инициировать* аккрецию газопылевого облака на свою поверхность. На их роль, в одних гипотезах, выдвигаются крупные осколки, образовавшиеся после взрыва сверхновой, в других гипотезах — небесные тела, которые случайно оказались в области

распространения взрыва сверхновой, в-третьих — темная материя, которая собрала своим притяжением газ и остатки сверхновой [Верходанов, 2020].

Наблюдательные данные астрофизики полностью опровергают доминирующую концепцию формирования центрального тела планетарной системы, подобной солнечной.

В частности, реальные зарождающиеся планетарные системы содержат в своей центральной части, так называемые, объекты Хербига-Аро — светящуюся область, из которой вырывается по обе стороны от плоскости планетарного диска постоянно действующий джет ионизированного вещества [Bally, 2016] (рис. 2).

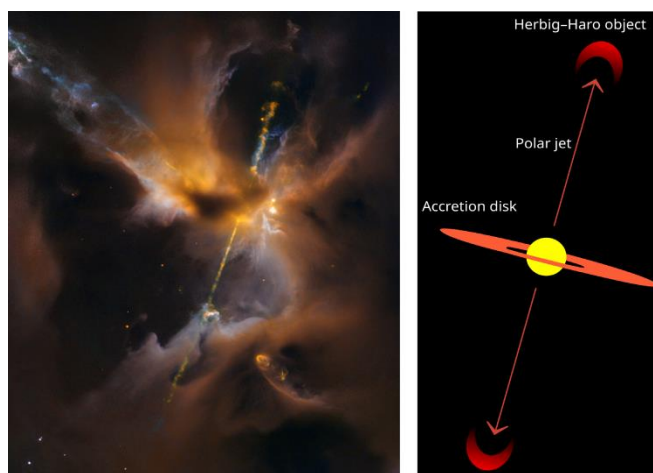


Рис. 2. Объект Хербига-Аро — светящаяся область в центре планетарной системы, из которой вырывается по обе стороны от плоскости планетарного диска постоянно действующий джет ионизированного вещества

Если следовать общепринятой космологической концепции формирования релятивистских джетов, в месте нахождения зарождающейся звезды находится сверхмассивная черная дыра, которая затягивает в себя материю из планетарного диска, генерируя при этом релятивистскую струю [Бескин, 2010].

Однако в центре зарождающейся планетарной системы, как известно, не может существовать ни малой, ни сверхмассивной черной дыры, поскольку такой объект поглотил бы всю окружающую его материю.

Из вышеизложенных фактов следует, что до момента запуска термоядерной реакции в центре новой звезды функционирует источник энергии и вещества неизвестной природы. И судя по характеру современных солнечных аномалий, этот источник энергии и вещества продолжает функционировать до настоящего времени (что не отменяет возможность осуществления в солнечном ядре реакций термоядерного синтеза). Экспериментальная проверка представленной гипотезы может быть

осуществлена путем исследования недр комет с низкой активностью, траектории которых проходят рядом с орбитой вращения Земли вокруг Солнца [Зиналиев, 2025].

Список литературы

- Блинов В. Ф.* Растущая Земля: из планет в звезды. Киев, 2011. 305 с.
- Бескин В.С.* Магнитогидродинамические модели астрофизических струйных выбросов // Успехи физических наук. 2010. Т. 180 (12). С. 1241-1278.
- Верходанов О.В.* Приближение к непонятному в космологии // Лекция на канале фонда Траектория. 12.04.2020.
- Зиналиев М.* Теория растущей Земли. К решению проблемы источника энергии и вещества // Уральский геологический журнал. 2025. № 1 (163). С. 3–63.
- Кэри С.У.* В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной: История догм в науках о Земле. М.: Мир. 1991. 447 с.
- Череповский А.В.* Критический анализ аксиом теории тектоники плит // «Геофизика». 2025. № 1. С. 88–93.
- Bally J.* Protostellar Outflows // Annual Review of Astronomy and Astrophysics. 2016. V. 54. P. 491-528.
- Kragh H.* The Source of Solar Energy, ca. 1840-1910: From Meteoric Hypothesis to Radioactive Speculations // European Physical Journal H. 2016. V. 41. P. 365-394.
- Ryan S.G., Norton A.J.* Stellar Evolution and Nucleosynthesis. New York: Cambridge University Press, 2010. 236 p.

БИОТА ИЛИ АБИОТИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ПОЧВЫ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА

Т.А. Зубкова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

dusy.taz@mail.ru

Здоровье почвы и здоровье человека. Почва, как один из компонентов окружающей среды, может представлять риски здоровью человека по следующим причинам: в ней могут обитать, или проводить часть жизненного цикла, микроорганизмы, являющиеся возбудителями заболеваний; загрязняющие вещества в почве также способствуют развитию заболеваний у человека и третье – это сама почва, свойства которой могут способствовать, как снижению токсичности компонентов в почве, так и их усилению. Заболеваемость и смертность людей от загрязняющих веществ в почве является одним из серьезнейших результатов экологического состояния окружающей среды, *затрагивающих здоровье каждого человека*. Под здоровьем почвы понимается ее постоянная способность функционировать как жизненно важная живая экосистема, которая поддерживает жизнь растений, животных и людей. Это почвы с характерными зональными признаками и продуктивностью растений, соответствующей природно-климатическим условиям и современным технологиям. Такое мнение утвердилось в научных сообществах разных стран [Зубкова, 2025]. Следует заметить, что речь идет не о здоровье почвы, как компонента биосферы, а о здоровых почвах для человека. Биосфера и почвы в том числе – вечны, а человек – смертен. Даже, если человек все вокруг распашет, застроит и отравит, биосфера останется. Вымрут одни организмы, появятся другие виды, устойчивые к загрязнению, в том числе и к радионуклидам. Природа без человека жила миллионы лет и теперь сможет жить без него, но человек вне полноценной биосферы существовать не может [Моисеев, 1998]. Поэтому понятие «здоровая почва» относится только к человеку, а не к биосфере в целом, и ее логичнее называть «здоровая почва для человека».

В настоящее время активно обсуждается микробиологическая концепция «здоровых почв», в которой оценивается здоровье микробных сообществ, обитающих в почве [Курманбаев, Сундет, 2023; Соколов и др., 2020]. Микробиологическая концепция «здоровых почв» сосредоточена на биологических регуляторах и индикаторах

оптимального функционирования агроценозов при выращивании сельскохозяйственных растений. Таким образом, почва – лишь место обитания организмов, резервуар.

Практически здоровье почвы связывают с отсутствием в ней болезнетворных организмов, которые могут инициировать заболевания и у человека. Так, почвенные грибы вызывают аллергические заболевания, комары, размножающиеся в заболоченных почвах, являются переносчиками малярии. Известны отдельные факты заболеваний щитовидной железы у населения, проживающего в районах подзолистых почв бедных йодом, или «уровская болезнь» суставов и костной ткани из-за необычного соотношения кальция, кремния и стронция в почвах Забайкалья. У населения Дагестана в районах с избытком бора на отгонных пастбищах встречается болезнь мышц, митоз [Ковалев, Ковалева, 2009]. Поэтому вполне естественно, что почвенная биота может представлять риски здоровью человека. В земле могут встречаться бактерии столбняка, сибирской язвы, ботулизма, что повышает вероятность появления опасных инфекций у человека. Причем, оптимум среды обитания патогенных микроорганизмов приходится на слабощелочную область pH. Именно сдвиг pH почв в щелочную область в почвах урбанизированных территорий, создает дополнительные риски здоровью населения в городах.

Причиной заболеваний у человека могут быть и загрязняющие вещества, которые аккумулируются почвой на долгое время. Загрязнению окружающей среды и почв посвящено множество научных работ. Остановимся на малоизвестных фактах.

Прионы в почве. В конце 20 века появилась новая инфекция, приводящая к смертельным исходам, но вызвана она была не микробами, а частицами неживой природы - прионами. Прионы – это не вирусы и не бактерии, а видоизмененные белки, т.е. белки-мутанты, вызывают дегенерацию головного мозга, мельче вируса в 100 раз и обладают чрезвычайно высокой химической стабильностью. Прионы попадали в почву, где выпасались больные животные, и такие пастбища забрасывались на долгие годы. Впоследствии было показано, что материал, содержащий прионы, заразен даже при 10-миллионном разведении. Причина в том, что прионы, попадая в почву, адсорбируются почвенной матрицей. Казалось бы, в результате образуются контакты, которые блокируют функциональные группы прионов, и таким образом, приводят к снижению токсичных свойств. Но в реальности, как показали модельные эксперименты с почвенными минералами (монтмориллонит, каолинит и кварц), активность прионов в связке с монтмориллонитом не уменьшалась, а только возрастала [Johnson C.J. et al.,

2006, 2007]. Таким образом, глинистые минералы (монтмориллонит, каолинит) не только прочно адсорбируют прионы, но и сохраняют их инфекционность, в некоторых случаях даже приумножая ее [Leita, 2006]. Поэтому содержание глины в почве и связанные с ней экологические свойства заслуживают особого внимания при оценке местных и региональных рисков вспышек прионных заболеваний и перспектив борьбы с ними в природных и производственных условиях. Однако механизм адсорбции прионов в почвах и приумножения их активности не однозначен. Многое зависит от фазового состояния химического элемента в почве. Так, Mn^{2+} в составе $MnSO_4$ усиливает прионную инфекцию [Davies, Brown, 2009], а в составе бернессита (Mn^{4+}) и пиролюзита (MnO_2), напротив, снижает и способствует разрушению [Russo, Johnson, 2009]. Причем, с увеличением возраста бернессита, наблюдается повышение в нем концентрации MnO_2 и MgO . Важно подчеркнуть, что марганец находится в составе бернессита со степенью окисления $4+$ и $3+$. Причем, деградация прионов с участием бернессита, увеличивалась с подкислением среды, а его активность в лабораторных испытаниях снижалась более чем в 10000 раз. Оксиды марганца могут снижать активность прионного белка как минимум в 104 раза [Russo и др., 2009]. В почвах оксиды марганца концентрируются в железисто-марганцовистых новообразованиях и в кутанах с манганом. Их много в кислых подзолистых и дерново-подзолистых почвах. Поэтому в этих почвах снижены риски, связанные с заражением прионной инфекцией, а возможно и других загрязняющих веществ.

Еще один почвенный компонент – гуминовые кислоты, разлагают прионы и снижают инфекционность [Kuznetsova A. и др., 2018]. Полученные результаты весьма актуальные с экологической точки зрения, поскольку адсорбция прионов в гуминовых кислотах может влиять на их доступность и, следовательно, препятствовать передаче прионных заболеваний у жвачных животных в окружающей среде.

Таким образом, связывание прионов глинистыми минералами, медью и марганцем повышает их инфекционность. Однако оксиды марганца в форме бернессита, пиролюзита или манганита катализируют их разложение со снижением токсичности. Становится очевидным, что абиотические компоненты почвы могут играть роль как усилителя токсичности загрязняющих веществ, так и их ингибитора. Участие абиотических катализаторов показывает их эффективность на примередетоксикации прионов, что приобретает народохозяйственную значимость в настоящее время, потому что в почве могут накапливаться и другие загрязняющие вещества, трансформация

которых актуальна. Абиотические катализаторы проявляют многофункциональность в почвенных процессах и катализируют разнонаправленные реакции (таблица).

Таблица. Многофункциональность абиотических катализаторов в почве и неоднозначность их экологической роли (+ положительная, – отрицательная)

Катализатор	Экологическая роль	Участие в почвенных процессах
Глинистые минералы (монтмориλλονит, каолинит)	+	Катализаторы гумусообразования
	+	Разложение пестицидов
	–	Усиливают активность (инфекционность) прионных белков
Fe-Mn новообразования, бернессит, пиролюзит	+ –	Катализируют окислительно-восстановительные реакции
	+	Снижают активность прионов
Mn ²⁺ (MnSO ₄)	–	Усиливают инфекционность прионных белков
Гуминовые кислоты	+	Разложение прионов и снижение инфекционности

В настоящее время актуально направление, связанное с ускорением разложения загрязняющих веществ. Так, разложение пестицидов (ДДТ, паратион, диазинон, малатон, ронел, атразины, триазины, линурон и др.) в почве ускоряется не только микроорганизмами и иммобилизованными ферментами, но и минералами. Ученые доказали, что почвы и глинистые минералы работают как катализаторы в этом процессе. Причем такие реакции проходят не за годы, а за часы и сутки. Сегодня хорошо известно, что микроорганизмы играют решающую роль в нейтрализации загрязняющих веществ только на первых этапах, а через 1-2 месяца их активность резко падает. Оставшиеся углеводороды трансформируются очень медленно, и именно в этой второй фазе участвуют минеральные катализаторы. Соли железа специально вносят в почву вместе с окислителями. Дело в том, что металлы с переменной валентностью даже в форме простых солей очень неплохие катализаторы, а когда они связываются с органическим веществом почвы, их каталитическая активность возрастает в десятки раз. С их помощью активно разлагаются нефть, дизельное топливо, бензапирены и другие вредные соединения.

И все же кто или что определяет здоровье почвы для человека – биота или абиотические компоненты почвы? Почвенные микроорганизмы – главные регуляторы почвенных процессов, и это бесспорно. Но концепция «здоровых почв» не отвечает на вопрос: Как почва связана со здоровьем населения, и влияет ли качество земель на

заболеваемость и смертность людей? В современное время почва продолжает накапливать загрязняющие вещества в своем профиле, и в будущем может представлять собой уже вторичный источник загрязнения окружающей среды и водных бассейнов. Поэтому разработка новых методологических подходов к оценке качества почв и их роли в формировании здоровья населения весьма актуальна.

Существуют различные методологические подходы оценки качества почв и земель для установления взаимосвязей с заболеваемостью населения: по негативным свойствам земель, по агрохимическим свойствам, по бонитету почв, по содержанию тяжелых металлов в почвах и др. Различные подходы показывают одну и ту же тенденцию: в районах с более плодородными почвами показатели здоровья населения гораздо выше [Зубкова, 2025]. Исключение составляет подход, который оценивает только степень загрязнения почв, но не оценивает ее плодородие. Следует обратить внимание на то, что в данном подходе почва выступает как грунт для аккумуляции и хранения тяжелых металлов, т.е. сама почва как бы не при чем. Аналогичный взгляд типичен и для медицинской геологии, где почву рассматривают как грунт или верхний слой земли, содержащий токсичные для живых организмов химические элементы [Фаррахов, Вольфсон, 2009]. Однако именно такой подход позволяет выявить связи между конкретным источником заболевания в почве и смертностью проживающего на данной территории населения, и позволяет провести анализ причинно-следственных связей.

Таким образом, доказано, что возбудители некоторых инфекций могут обитать в почве и создавать риски заболеваний для человека, скорость проявления болезни сравнительно быстрая и определяется инкубационным периодом. У загрязняющих почву соединений органической и неорганической природы период отклика на здоровье населения может исчисляться годами и десятилетиями. Причем, сама почва проявляет себя не как инертная масса, вмещающая загрязнители или биоту, а как организованная система, регулирующая процессы разложения, детоксикации загрязнителей или напротив, усиливающая их токсичность. Поэтому показатель «здоровья почвы для человека» интегральный и наиболее информативный – это почвенное плодородие или характеристики качества земель.

Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М.В. Ломоносова

Список литературы

Зубкова Т.А. Почвы и здоровье населения // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2025. № 2. с. 91-95.

Ковалев И.В., Ковалева Н.О. Эколого-функциональная роль почв в развитии цивилизации // История и современность. 2009. № 1. С. 93-114.

Курманбаев А.А., Сундет Т.Р. Концепция почвенного здоровья и современные индикаторы здоровья почв // Почвоведение и агрохимия. 2023. № 2. С. 91-106.

Моисеев Н.Н. Экология в современном мире // Наука и жизнь. 1998. № 3. С. 2-9.

Соколов М.С., Семенов А.М., Спиридонов Ю.Я., Торопова Е.Ю., Глинушкин А.П. Здоровая почва – условие устойчивости и развития агро- и социосфер (проблемно-аналитический обзор) // Известия РАН. Серия биологическая. 2020. № 1.

Фаррахов Е.Г., Вольфсон И.Ф. Медицинская геология: состояние и перспективы в России и странах СНГ. 2009. С.1-11.

Davies P., Brown D.R. Manganese Enhances Prion Protein Survival in Model Soils and Increases Prion. 2009.

Russo F., Johnson C.J., Chad J. Johnson C.J. et al. Pedersen Pathogenic prion protein is degraded by a manganese oxide mineral found in soils // Journal of General Virology. 2009. V. 90. No. 1. P. 275–280.

Johnson C.J., Pedersen J.A., Chappell R.J., McKenzie D., Aiken J.M. Oral Transmissibility of Prion Disease Is Enhanced by Binding to Soil Particles // PLoS Pathog. 2007. 3(7).

Johnson C.J., Phillips K.E., Schramm P.T, McKenzie D., Aiken JM. et al. Prions adhere to soil minerals and remain infectious // PLoS Pathog. 2006. 2(4).

Kuznetsova A., Cullingham C., McKenzie D., Aiken J.M. PLoS Pathog. 2018. Nov 29; 14(11).

Leita L, Fornasier F., De Nobili M., Bertoli A, Genovesi S. et al. Interactions of prion proteins with soil // Soil Biol Biochem. 2006. V. 38. P. 1638–1644.

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ И ПОЧВЫ КАК ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Т.А. Зубкова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

dusy.taz@mail.ru

Здоровье населения — важнейший фактор развития страны, лежащий в основе ее экономического, социального и демографического роста. Он определяет благополучие общества и входит в цели устойчивого развития, разработанные ООН. Здоровье социальной общности характеризуется комплексом показателей: рождаемость, смертность, средняя продолжительность жизни, заболеваемость, травматизм, уровень физического развития и др. Поэтому для достижения ожидаемой продолжительности жизни в 78 лет к 2030 году (сейчас 73 года) актуальны комплексные исследования учитывающие воздействие социальных, биологических и экологических факторов на здоровье человека. Особенно важным для России являются показатели состояния окружающей среды, где существенную долю составляют земельные ресурсы.

Однако какова роль почв и земель в формировании здоровья населения? Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) дает широкое определение термину здоровье: "состояние полного физического, умственного и социального благополучия, и не только отсутствие заболеваний или недомогания" Поэтому здоровье является не только медицинским, но и психологическим, социальным и культурным понятием. Следовательно, оно не может определяться вне социальной и культурной сфер жизни общества. Состояние здоровья каждого человека, зависит от 4-х групп факторов: образа жизни, медицинского сервиса, генной программы организма и окружающей среды (таблица 1).

С учетом этих факторов рассчитывается индекс здоровья населения. Согласно такому подходу, решающее влияние на формирование здоровья человека оказывает его образ жизни, особенно материальное положение. У людей с высоким уровнем дохода лучше здоровье, поскольку они имеют более широкий доступ к качественным медицинским услугам, а также могут позволить себе лучшее жилье, питание, отдых, условия работы и многое другое. Было показано, что доходный градиент в здоровье существует независимо от уровня социально-экономического развития и богатства страны. С возрастом зависимость здоровья и доходов, как правило, усиливается

[Карцева, Кузнецова, 2023]. Степень потребления алкоголя ведет к снижению продолжительности жизни и создает гендерный градиент ожидаемой продолжительности жизни в России [Разводовский, 2017]. Образовательный статус также влияет на ожидаемую продолжительность жизни (ОПЖ). Так, ОПЖ мужчин (более 50 лет) с высоким образовательным статусом оказывается на три года выше, чем для мужчин с низким образовательным статусом. Для женщин эти различия еще более значимы – разница составляет 4,4 года. [Шульгин и др., 2018]. Духовное здоровье – тоже важный фактор формирования физического здоровья. Образ духовно здорового человека связывают с его работой и реализацией творческих способностей [Тинякова, 2016].

Табл. 1. Факторы, влияющие на здоровье населения

Факторы	% долевого участия	Показатели
Образ жизни. Социально-экономические факторы	50%	Труд, быт, отдых, питание, жилище, бюджет, курение, физическая активность, потребление алкоголя и наркотиков, табакокурение, питание, злоупотребление лекарствами, доходы и уровень образования населения, ВВП на душу населения и др.
Доступность медицинской помощи	10%	Уровень государственного финансирования, доступность и качество медицинской помощи, медицинская активность населения
Наследственные факторы	20%	Возраст, пол, наследственность
Окружающая среда	20%	Воздух, вода, почвы, горная порода и природные ископаемые

В настоящее время долевой вклад окружающей среды в формирование здоровья человека достигает 25% и более, оказывая влияние на уровень заболеваемости населения [Факторы..., 2025]. Причем, 20-30 лет назад он оценивался как 10-17% [Прохоров, 1999; Улумбекова, Гинойн, 2022], что свидетельствует о возрастании долевого участия окружающей среды в формировании здорового человека.

Из факторов окружающей среды, влияющих на формирование здоровья человека выделяют литогенный, климатический, биологический и почвенный.

Литогенный фактор – это повышенный радиоактивный фон, подземные и поверхностные воды, отходы горнодобывающей промышленности, эндогенные газовые потоки в разломных зонах и др. Влияние литогенного фактора на атмосферу, почву и биоту просматривается на примере разломно-блоковых зон [Кутинов и др., 2012, 2018], в которых формируются: 1) озоновые аномалии в результате дегазации H_2 из глубинных зон планеты; 2) изменяются атмосферное давление, температура воздуха, количество осадков, химический состав газов, электромагнитные свойства атмосферы и пр.; 3) повышается содержание тяжелых металлов в почвах. 4) Эндогенные геофизические факторы в разломно-блоковых зонах влияют и на растительность: изменяются морфометрические показатели ценозообразующих видов деревьев и кустарников [Шиманская и др., 2013; Беляев и др., 2007; Боярских, 2011]. Установлено влияние H_2 на структурные изменения в листьях растений (увеличение хлоропластов и др.) и их оптические свойства [Тимченко и др., 2014]. 5) В тектонических зонах разлома выявлены места гибели рыб, морских звезд [Кутинов и др., 2012, 2018], повышенная частота встречаемости психоневрологических заболеваний и агрессивность человека [Белов С.В., 2025, с.38]. Разрушение озонового слоя (потери 15-25%), усиление активного ультрафиолета (УФБ-излучения), формирование приземного озона, опасно для всей биоты Земли. У людей происходят повреждения глаз, кожи, иммунной системы. Причем, повышенные концентрации приземного озона образуются в курортных местах, речных долинах: в Тарусе на Оке, под Звенигородом на Москва-реке [Котельников и др., 2004, 2016]. Инициатором разрушения озонового слоя, запускающего цепочку отрицательных для здоровья человека климатических явлений, выступают озоноразрушающие газы эндогенного происхождения: водород, метан, угарный газ, которые приурочены к тектоническим разломным зонам, и они маркируются реками [Сывороткин, 2002, 2017]. В этом примере литогенный фактор (эндогенная дегазация) запускает цепочку климатических изменений (степень разрушения озонового слоя, УФБ-излучения, приземный озон), которые и оказывают негативное влияние на здоровье человека. В городах особое пространство образуют электромагнитные излучения различного диапазона (мобильная связь, линии воздушных электропередач, СВЧ и др.), влияние которых на здоровье населения только изучается. Но уже известно, что даже малые уровни электромагнитных излучений (сотовые телефоны) негативно и часто избирательно влияют на живые организмы и на здоровье человека [Григорьев, 2018; Тамбиев и др., 2015].

Горные породы, обогащенные радиоактивными изотопами, провоцируют онкологические заболевания у людей. Однако такие случаи редки и связаны с локальными выходами горных пород на поверхность вблизи населенных пунктов. Среди изверженных горных пород наибольшей радиоактивностью обладают кислые, наименьшей — ультраосновные породы. Высокорадиоактивны вулканический пепел и морские горючие сланцы. Радиоактивный изотоп калий-40 может поступать в почву с удобрениями, которые добывают из природных калийных солей сильвинит, карналлит, каинитово-лангбейнитовых руд и других. Если литогенный фактор независим от биосферы, он сформирован задолго до ее образования, и активизируется в соответствии с космическими ритмами планеты, то биологический фактор здоровья тесно связан с климатом, поэтому логично их рассматривать вместе.

Биологический и климатический факторы влияния на здоровье человека иллюстрирует карта санитарно-экологической оценки территорий [Национальный...2004]. Выделяются Экстремальные санэкосистемы, характеризующиеся суровыми природными условиями. Они в сочетании с особой геомагнитной обстановкой формирует особый тип патологической панорамы: метеострессы, сердечно-сосудистые заболевания, холодовые полиневриты, расстройство ритмики физиологических функций, снижение иммунных свойств организма. Комфортные санэкосистемы выделяются в густонаселенной европейской части России, и характеризуют в основном экологический фон городов. В городах высокие техногенные нагрузки на организм человека вызывают повышенную заболеваемость органов дыхания, аллергические заболевания детей, повышенную онкологическую патологию (у мужчин рак легких), сердечно-сосудистые заболевания в молодом возрасте (особенно у мужчин), туляремию, сельскохозяйственные зооантропозы, лептоспирозы. Карта санитарно-экологического состояния территорий показывает ареалы распространения зооантропозов — заболеваний, общих для человека и животных домашних, диких и сельскохозяйственных.

Существует тесная функциональная взаимосвязь состояния здоровья населения и показателей загрязнения окружающей среды. По данным специалистов ВОЗ 23% от общего числа случаев смерти в мире связаны с загрязнением окружающей среды [Факторы...,2025]. Основными причинами смерти среди них являются загрязнители воздуха, воды и почвы (табл. 2).

Табл. 2. Факторы окружающей среды, вызывающие патологии человека (по [Гиноян, 2022])

Факторы окружающей среды	Основные загрязнители (в порядке убывания)	Патологии (болезни)
Атмосферный воздух	Диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода и твердые частицы, ПАУ (включая бензапирен), фтористый водород, аммиак, фенол, бензол, сероуглерод, свинец, ртуть, кадмий и другие тяжелые металлы, а также углеводороды, токсичные летучие растворители (бензины, спирты, эфиры) и др. гелиокосмические, радиационные, магнитные и др. излучения	Органов дыхания (пневмония, бронхит), сердечно-сосудистой системы (ишемическая болезнь сердца), системы крови (анемия, гипоксия), раковых заболеваний, иммунной системы (аллергия, астма), повышается вероятность рождения детей с малым весом и с пороками развития (заячья губа, волчья пасть, дефекты сердечного клапана).
Вода	Пестициды, поверхностно-активные вещества, нефтяные углеводороды (бензол, фенол), производные бифенила, хлорорганические вещества, тяжелые металлы: свинец, медь, хром, кадмий, ртуть, цинк, патогенные микроорганизмы и т.д.	Пищеварительная система, кожные покровы, брюшной тиф, дизентерия, холера и др.), раковые заболевания, инфекционные
Почва	Металлы (железо, медь, алюминий, свинец, цинк, кобальт), радиоактивные вещества, пестициды, канцерогены, ПАУ, патогенные микроорганизмы и др., прионы	Общие респираторные заболевания, аллергические, малярия, Инфекционные (столбняк, ботулизм, чесотка, туляремия и др.), онкологические заболевания

Однако задачи оценки и выявления взаимосвязи "окружающая среда – здоровье", а также выраженности долевого вклада загрязнений окружающей среды в развитие основных заболеваний человека являются трудной проблемой. Сложность этих задач определяется многофакторностью влияния внешней среды на организм человека и многофакторностью ответных реакций. Например, токсическое действие тяжелых металлов на организм может проявляться отдаленно и в последующих поколениях,

поскольку они являются долгоживущими эндотоксикантами, срок жизни которых в водной среде достигает нескольких месяцев и лет, а в почвах – сотен лет [Гичев, 2000].

Более подробное перечисление зарегистрированных случаев поражения организма человека в результате прямого контакта или воздушно-капельным путем из загрязненного воздуха можно ознакомиться в эколого-гигиенических и клинических справочниках. Иллюстрация этой проблемы представлена в монографии Ю.П. Гичева [Гичев, 2000], где приводятся примеры патологий в организме людей, проживающих в условиях повышенного загрязнения окружающей среды. Например, у лиц, работающих в сельском хозяйстве и контактирующих с кормовыми добавками, с пестицидами и ядохимикатами, происходят нарушения функционального состояния печени, липидного обмена и развитие атеросклероза. Около 50% пестицидов, широко распространившихся в объектах окружающей среды, обладают выраженным мутагенным эффектом. Изучением и оценкой долевого вклада экологических изменений в возникновение, патогенез и патоморфоз распространенных заболеваний человека занимается экологическая медицина [Гичев, 2000]. Следует подчеркнуть, что большинство патологий человека связано с загрязнением воздуха или воды. Данных о связях с загрязнением почв мало, несмотря на то что загрязнение почв растет. Объяснить это можно тем, многие поллютанты редко доводят человека до смерти, хотя и вызывают тяжелые болезни, которые не всегда учитываются статистикой. И другая причина исторического характера: почва является объектом исследования медицинской геологии в течение более 50 лет. Медицинское почвоведение пока еще не оформилось в отдельный раздел почвоведения, хотя актуальность такого выделения очевидна. Несмотря на то, что почва образовалась из горной породы и унаследовала ее свойства, следует отметить multifunctionalную и разнонаправленную роль почв в формировании здоровья населения. В отличие от горной породы почва оказывает влияние на здоровье человека не только в группе факторов «Окружающая среда» (Табл.1), но еще и в группе «Образ жизни» [Зубкова, 2025]. Причем, загрязненные почвы создают экологические риски здоровью населения, а плодородные почвы, напротив, способствуют экономическому, социальному и демографическому развитию общества, и таким образом повышают социальный статус человека.

Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М.В. Ломоносова.

Список литературы

Белов С.В., Вольфсон И.Ф. Коронавирус, эндогенная активность Земли и социум // Разведка и охрана недр. 2020. № 8. С. 48–53.

Белов С.В. Минеральные ресурсы, эндогенная активность Земли и гелио-био-геологическая концепция // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2021. № 1-2. С. 1–9.

Гичев Ю.П. Экологическая обусловленность основных заболеваний и сокращения продолжительности жизни. Новосибирск: СО РАМН. 2000. 46 с.

Григорьев Ю.Г. От электромагнитного смога до электромагнитного хаоса к оценке опасности мобильной связи для здоровья населения // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2018. Т. 63. № 3. С. 28–33.

Кутинов Ю., Чистова З., Беляев В., Неверов Н. Земля как система оболочек, объединенных каналами глубинной дегазации 2018.

<https://regnum.ru/news/innovatio/2428428.html>

Зубкова Т.А. Почвы и здоровье населения // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2025. № 2. С. 91–95.

Кваша Е., Харьковская Т., Юмагузин В. Смертность от внешних причин в России за полвека // Демографическое обозрение. 2014. Т. 1. № 4. С. 68–95.

Карцева М. А., Кузнецова П. О. Здоровье, доходы, возраст: эмпирический анализ неравенства в здоровье населения России // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2023. № 2. С. 160–185.

Котельников С.Н., Миляев В.А., Степанов Е.В. Содержание озона в приземном слое атмосферы курортных районов и крупных городов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2004. Т. 19. С. 64–71.

Национальный атлас России. Т. 2. Природа. Экология. М.: Астрель, 2004. 495 с.

Разводовский Ю.Е. Алкоголь как фактор гендерного градиента ожидаемой продолжительности жизни в России // Собриология. 2017. № 3(13). С. 53–60.

Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. М.: Геоинформцентр, 2002. 250 с.

Тинякова Е.А. Настроение как фактор духовного здоровья в русской народной традиционной культуре // Здоровье и образование в XXI веке. 2016. С. 140–142.

Улумбекова Г.Э., Гинойн А.Б. Финансирование здравоохранения для достижения ожидаемой продолжительности жизни в России 78 лет к 2030 году // Народонаселение. 2022. Т. 25. № 1. С. 129–140.

Факторы окружающей среды, влияющие на здоровье человека // Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» в ЗАО г. Москвы, 2025 г. <https://gsenzao.ru/factory-okruzhayushhej-sredy-vliayushhie-na-zdorove-cheloveka/>

Шульгин С., Зинькина Ю., Щербов С. Ожидаемая продолжительность жизни пожилых в России в зависимости от образовательного статуса // Демографическое обозрение. 2018. Т. 5. № 1. С. 25–38.

АНАЛИЗ НОВЕЙШЕЙ ГЕОДИНАМИКИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ПО ДАННЫМ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕКТОНОФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

И.И. Иванов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

iliahockey95@mail.ru

Исследуемый регион расположен на северо-западе Восточно-Европейской платформы, где находится Калининская атомная электростанция. Основной целью работы является выявление геодинамически опасных с точки зрения новейших движений районов северо-западной части Восточно-Европейской платформы вокруг Калининской АЭС. По результатам моделирования проинтерпретирована геодинамическая обстановка вокруг станции и описана кинематика разрывов.

Для достижения цели был проведен комплексный анализ территории, в который входил: структурно-геоморфологический и морфометрический анализ рельефа, метод автоматизированного дешифрирования расположения и ориентации линейных элементов рельефа, метод трехмерного геодинамического и геокинематического моделирования.

По результатам структурно-геоморфологического метода были отдешифрированы в масштабе 1:1 000 000 региональные поднятия и слабые зоны. Под слабыми зонами подразумеваются зоны трещиноватости, дробления пород и разрывов со смещением [Костенко, 1999]. Метод основан на анализе гидросети топографической карты, цифровой модели рельефа FABDEM V 1-2, спектрзональных космических снимков со спутника Landsat7. В результате была построена структурно-геоморфологическая карта.

На изучаемой части территории оконтурено 31 поднятие. Они во многом совпадают с поднятиями на карте неотектоники Межеловского [Объяснительная..., 2020]. Помимо этого, поднятия хорошо оконтурены в тепловом поле и схеме вертикального вреза дневной поверхности рельефа. Данная схема была составлена автором работы путем вычитания максимальной и минимальной отметок высот рельефа [Михайлов, 2015]. Величина вертикального вреза и карта теплового потока позволили сделать вывод об активном развитии большинства поднятий изучаемого региона. В западной части изучаемого района поднятия имеют изометричную форму, а в восточной части вытянутую в северо-западном направлении. Эти две различные части территорий

отличаются наличием геодинамически активных зон северо-восточного направления [Макаров, 2003], а также заметной разницей в высотных отметках рельефа.

Слабые зоны имеют три преобладающих направления простираения: северо-восточное, субмеридиональное, северо-западное. Слабые зоны с северо-восточным направлением наследуют простираение Валдайского авлакогена [Структурная ..., 1982], а также некоторые разломы в фундаменте северо-западного простираения. Автоматизированное дешифрирование расположения и ориентации линейных элементов рельефа позволило выделить штрихами гидросеть и объединить их в линии вытянутости для помощи в визуальном дешифрировании, а также рассчитать дополнительные параметры. Так, например, плотность штрихов гидросети позволила дополнить сведения о высокой степени активного развития поднятий.

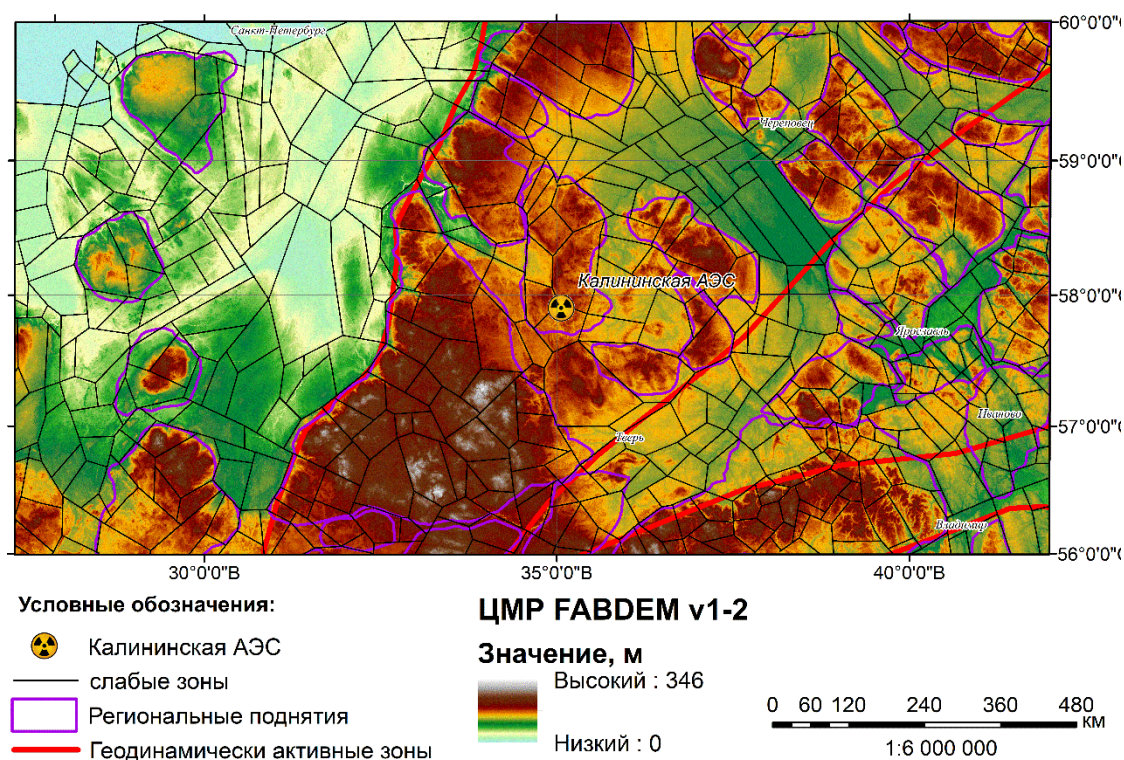


Рис. 1. Структурно-геоморфологическая карта района вокруг Калининской АЭС с эпицентрами землетрясений

С помощью программного обеспечения RMS 2013 была построена трехмерная геодинамическая модель, которая состояла из поверхностей рельефа и фундамента, а также генерализованных слабых зон. К модели была приложено внешнее напряжение сжатия с ориентировкой оси максимального напряжения 290 градусов. По результатам моделирования были установлено, что Калининская атомная электростанция не входит

в области вероятного появления новейших разрывов, выделенных на карте красным цветом (рис. 2).

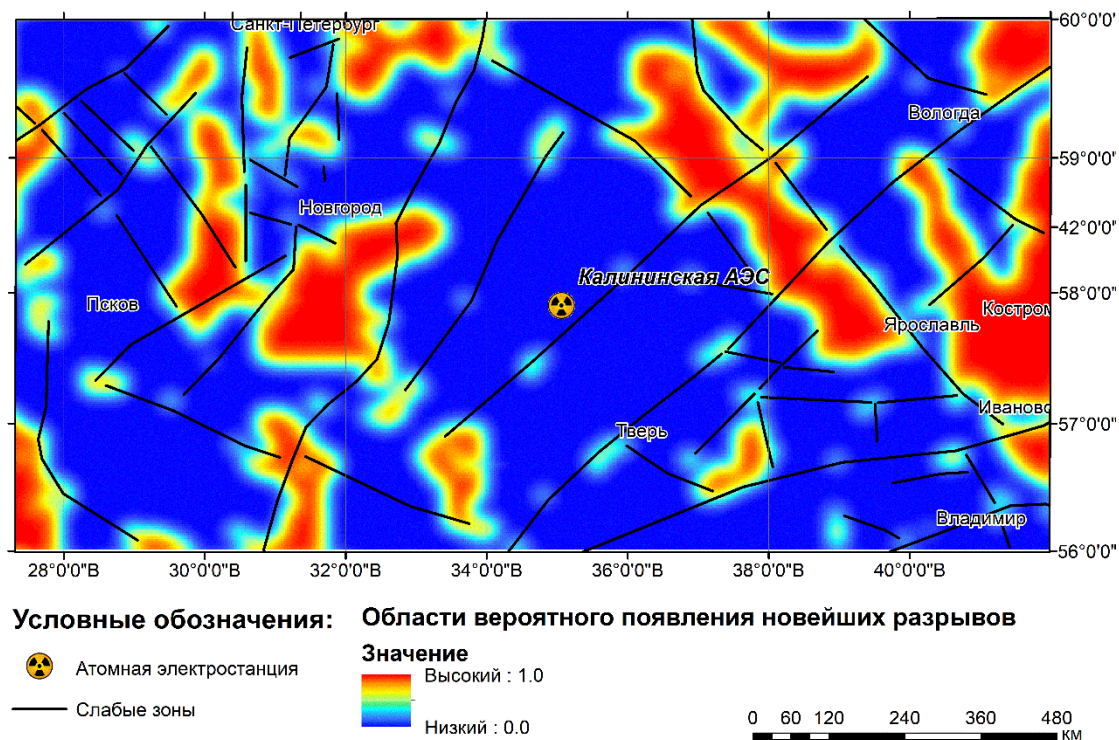


Рис. 2. Области вероятного появления новейших разрывов

Также с помощью результатов моделирования была получена кинематическая модель перемещения блоков земной коры вдоль разрывных нарушений (рис. 3). Проанализировав эту модель, можно сделать вывод, что станция находится в геодинамической обстановке транспрессии. Кинематика разрывов многообразна и сложна: есть сдвиги, а есть сдвиги с растяжением или сжатием.

Таким образом, атомная электростанция расположена в безопасном районе, в геодинамической обстановке транспрессии.

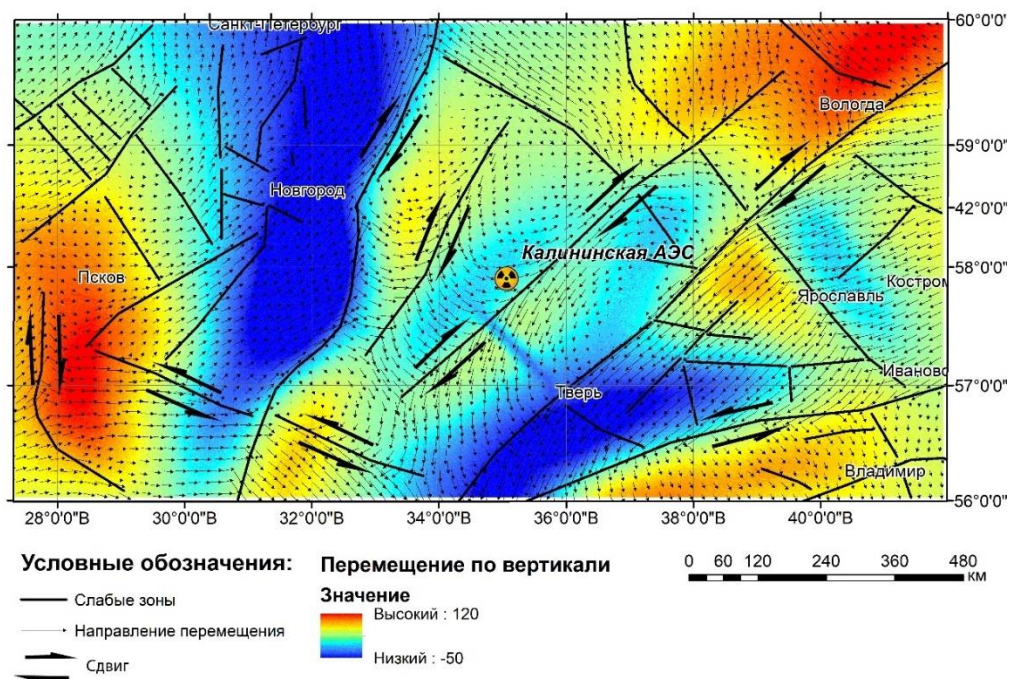


Рис. 3. Области вероятного появления новейших разрывов

Список литературы

- Костенко Н. П.* Геоморфология. М.: МГУ, 1999.
- Макаров В.И., Макарова Н.В.* Новейшие геодинамически активные зоны Восточно-Европейской платформы// Тектоника и геодинамика континентальной литосферы. М.: ГЕОС, 2003. С. 16–19.
- Михайлов В.А.* Комплексный морфометрический анализ Тарханкутского полуострова с помощью ГИС [Электронный ресурс] // Современные научные исследования и инновации 2015. № 2. Ч. 4.
- Объяснительная записка «Карты неотектонического районирования территории Российской Федерации. Масштаб 1:2 500 000» / под редакцией Н.В. Межеловского, 2020 г.
- Структурная карта поверхности фундамента платформенных территорий СССР. Масштаб: 1:5000000 / Главные редакторы: В.В. Семенович, Л.И. Ровнин, Н.В. Неволин, В.Ю. Зайченко, Е.В. Каркус, Г.А. Габриэлянц, К.А. Савинский. Министерство геологии СССР, 1982.
- Схема проницаемости земной коры европейской части СССР по данным гелиевых исследований. Масштаб 1:2500000. Редактор Еремеев А.Н. Министерство геологии СССР, 1983.

СЕЙСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА (EARTHQUAKE WEATHER)**Л.И. Иогансон***Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН*ioganson@bk.ru

Под сейсмической погодой подразумевается широкий спектр метеорологических, электрических и космических процессов, устойчиво проявляющихся при землетрясениях. В англоязычной литературе к ним применяется термин «Earthquake weather». К метеорологическим явлениям относятся резкая перемена погоды, порывы ветра и вихри, «сухие» туманы, грозы, бури, ураганы. Электрические эффекты проявляются в высоком насыщении атмосферы электричеством (зимние грозы, безгрозовые молнии, «электрические дожди» и др.). Особый класс включает так называемые «световые явления» (световые столбы, шары, дуги, огни, светящиеся (или огненные), полосатые и радужные облака, северные сияния). С сейсмичностью также коррелируют свечение и необычная окраска неба, Солнца и Луны, исключительная яркость и непривычная форма звезд, «звездопады», а по представлениям древних — даже метеоры и кометы.

Элементы сейсмической погоды с давних пор рассматривались как предвестники землетрясений. Однако проведенные в последние десятилетия целенаправленные исследования в нашей стране и за рубежом разнообразных предвестников землетрясений, в том числе и перечисленных, привели к неоднозначным и в целом разочаровывающим результатам и показали, что нередкое совпадение атмосферно-космических явлений с сейсмичностью — еще не доказательство их взаимообусловленности. Это уменьшило прикладной интерес к сопутствующим землетрясениям атмосферно-космическим явлениям как сейсмическим предвестникам, но обусловило возникновение фундаментального направления в изучении их причинно-следственных связей и природы самих явлений. Так, многочисленные работы по световым феноменам касаются, прежде всего, их природы. Пока преждевременно говорить о заметных успехах в этом направлении. Представляется, что принципиальное препятствие для удовлетворительного объяснения генезиса световых феноменов заключается в отсутствии их должной классификации с учетом всех разновидностей, проявляющихся избирательно в различных сейсмотектонических условиях. Анализ исторических сейсмических каталогов и литературных данных позволил разработать

детальную классификацию световых феноменов на основании сопоставления их характера и конкретных землетрясений, начиная с античной эпохи и до их проявлений при сейсмических событиях в XXI веке.

КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ НА РУБЕЖЕ ЧЕТВЕРТИ ВЕКА

А.Д. Кондратов^{1,2}, К.И. Холодков^{1,2}, В.А. Буров²

¹Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН

²Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова

lermon54@ifz.ru

На протяжении десятилетий космическая погода, порождаемая солнечной активностью, остается одним из основных источников рисков при осуществлении гражданских авиаперелетов. Явления космической погоды, такие как геомагнитные бури, солнечные вспышки и выбросы корональных масс, приводят к ряду негативных последствий: снижению точности и надежности решений систем спутниковой навигации [Demyanov, 2021], повышению мощности дозы радиационного облучения летного состава самолетов и пассажиров [Cican, 2025], затруднениям в загоризонтной радиосвязи в ВЧ-диапазоне [Fiori, 2022].

Работа по наблюдению за данными явлениями регламентируется стандартами, разрабатываемыми Международной организацией гражданской авиации (ICAO). В соответствии с данными стандартами глобальные центры наблюдения за космической погодой осуществляют наблюдение и анализ текущего состояния космической погоды, а также формируют сводки и предупреждения для организаций, связанных с гражданской авиацией [ICAO, 2025].

На данный момент существует 4 глобальных центра наблюдения за космической погодой - консорциум Австралия-Канада-Франция-Япония (ACFJ), Пан-европейский консорциум "Служба авиационных пользователей космической погоды" (PECASUS), Российско-Китайский консорциум (CRC) и Центр прогнозирования космической погоды (SWPC). От Российской Федерации в консорциуме участвует Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова (Росгидромет).

Среди явлений космической погоды, представляющих интерес для мониторинга и прогнозирования, можно выделить: геомагнитные бури, солнечные вспышки, выбросы корональных масс и солнечные протонные события. Для регистрации данных явлений используются данные от космических обсерваторий и различных наземных средств наблюдения: риометров, магнитометров, ионозондов и солнечных телескопов.

В 2025 году было также представлено несколько значимых явлений космической погоды:

- 10-11 ноября 2025 года — можно было наблюдать значимую солнечную вспышку класса X, за которой последовала сильная геомагнитная буря. Данное явление также сопровождалось сильным протонным событием, и оно привело к продолжительным помехам в высокочастотной радиосвязи [European..., 2025].
- 2 июня 2025 года — была зафиксирована сильная геомагнитная буря, которая привела к нарушению работы систем спутниковой навигации [Geomagnetism..., 2025].
- 31 мая 2025 года — сильная солнечная вспышка класса M, сопровождаемая солнечной радиационной бурей. Данная вспышка привела к незначительным помехам в высокочастотной радиосвязи [Blašković, 2025].

В соответствии с этим, можно утверждать, что наблюдение и прогнозирование явлений космической погоды для нужд гражданской авиации остается актуальным и востребованным направлением исследований и разработок.

Список литературы

Demyanov V.V., Yasyukevich Y.V. Space weather: Risk factors for global navigation satellite systems // *Solar-Terrestrial Physics*, 2021. V. 7. I. 2. P. 28–47.

Cican G., Silivestru V. Cosmic radiation and airline passengers: Sources, exposure levels, health risks, and protective measures - A review // *Journal of Space Safety Engineering*, 2025. V. 12. I. 4. P. 615–630.

Fiori R.A.D. et al. Occurrence rate and duration of space weather impacts on high-frequency radio communication used by aviation // *Journal of Space Weather and Space Climate*. 2022. V. 12. P. 1-16.

Международная организация гражданской авиации. Приложение 3 к Конвенции о международной гражданской авиации: Метеорологическое обслуживание международной воздушной навигации. 21-е изд., включая поправку 82. Монреаль: Международная организация гражданской авиации, 2025.

European Space Agency. ESA analyses impacts of November 2025 solar storm after three CMEs strike Earth // Aerospace and Defence. URL: <https://www.aerospace-and-defence.com/esa-analyses-impacts-november-2025-solar-storm-3-cmes-earth-a-2234835b9110a63fc0c49764ea83ecbd/> (дата обращения: 12.01.2026).

Geomagnetism Program. Severe Magnetic Storm -June 2, 2025 // U.S. Geological Survey. URL: <https://www.usgs.gov/programs/geomagnetism/science/severe-magnetic-storm-june-2-2025> (дата обращения: 12.01.2026).

Blašković T. S1 – Minor solar radiation storm in progress following M8.1 solar flare // The Watchers. URL: <https://watchers.news/2025/05/31/s1-minor-solar-radiation-storm-may-2025/> (дата обращения: 12.01.2026).

ЛЕГЕНДЫ И БЫЛИ О СИБИРСКИХ ТРАППАХ

Н.А. Криволуцкая

Институт геохимии и аналитической химии имени В.И. Вернадского РАНnakriv@mail.ru

В последние три десятилетия усилился интерес исследователей к крупным магматическим провинциям, в частности, трапповым, влияющим на развитие и облик Земли. Среди них особое место принадлежит Сибирской изверженной провинции как: 1) самой крупной по объему магматических пород на континентах; 2) включающей уникальные платино-медно-никелевые месторождения; 3) близкой по времени образования к массовому вымиранию жизни на границе Р-Т. Несмотря на длительную историю изучения, механизмы формирования провинции и связанных с ней месторождений, а также ее возраст остаются дискуссионными [Campbell et al., 1992; Kamo et al., 2003; Naldrett, 2004; Sobolev et al., 2011; Elkins-Tanton et al., 2020 и др.]. Это во многом обусловлено ее огромными размерами и труднодоступностью отдельных районов, которые изучались разными исследователями в разные годы, что обусловило сложность сопоставления разработанных отдельных стратиграфических схем между собой. Между тем, геологическое строение Сибирской провинции имеет решающее значение для понимания ее образования. В докладе рассматриваются главные проблемы, возникающие при интерпретации геолого-геохимические особенностей Р-Т вулканогенных пород.

1. В первую очередь, следует остановиться на термине «траппы». В настоящее время он применяется ко всем базальтам Восточной и Западной Сибири, а также Кузнецкого прогиба, Урала и других районов, близких по возрасту образования. Между тем, к траппам относятся только базальты, покрывающие огромные территории на древних платформах, что хорошо отражает английский термин «flood basalts» - базальты наводнения, т.е. катастрофические проявления базальтов, а не любые их проявления. Обычно траппы имеют достаточно большую мощность потоков (первые десятки метров), и выдержанный толеитовый состав на огромных площадях [Криволуцкая, Кедровская, 2020]. Традиционно к траппам относили базальты Восточной Сибири и Таймыра [Золотухин и др., 1986], но в последние годы сюда включают и другие вулканы, которые не соответствуют этому термину и представляют собой рифтогенные породы, существующие в пределах Сибирской изверженной провинции –

в Западной Сибири, на крыльях Енисей-Хатангского прогиба и оперяющих его структур. Они характеризуются небольшими ареалами распространения и мощностями, а также очень изменчивым составом (от пикритов до дацитов). Обычно считается, что сначала действовал рифтовый магматизм, а потом – платформенный, или трапповый [Wooden et al., 1993; Альмухамедов и др., 2004]. Но нами было установлено [Krivolutskaya et al., 2022], что оба типа проявлялись одновременно, что должно, но не учитывается в модельных построениях.

2. Наиболее популярной гипотезой образования провинции является плюмовая, в которой типичные траппы образуют головную часть плюма – потока вещества, поднимающегося от границы ядра и мантии к поверхности Земли, - а завершающую часть – рифтогенные базальты [Campbell, Griffiths, 1990]. Такой порядок проявления разного магматизма был получен и экспериментально [Campbell, Davies, 2006]. При этом, как подчеркивают авторы статьи, на начальной стадии должны обязательно образовываться пикриты, что, по их мнению, фиксируется появлением маймечитов на севере Сибирской провинции. Но в действительности эти вулканиты завершают развитие магматизма. Типичный трапповый магматизм (моронговская-самоедская свиты в Норильском районе, аянская-хоннамакитская на плато Путорана и нидымская-ямбуканская в Тунгусской синеклизе) вообще не несет никаких мантийных меток: это толеитовые базальты (6-7мас.% MgO), редко содержащие железистый оливин (Fe_{76-78}) с $\epsilon_{Nd} = -1$ до $+3$. Обычно эти особенности объясняются ассимиляцией 35-ю % корового вещества магмой [Wooden et al., 1993], но доказательств такого масштаба этого процесса нет. Таким образом, Сибирская провинция не является эталоном проявления плюмового магматизма, как это обычно считается.

3. Предполагается, что уникальные платино-медно-никелевые месторождения Норильского района также были образованы за счет обогащенности плюмового вещества платиноидами [Добрецов и др., 2013] и путем ассимиляции ангидрита родоначальными магмами [Naldrett, 2004]. Однако никаких повышенных содержаний в базальтах, предполагаемых продуктах плавления плюма, не обнаружено. Идея ассимиляции сульфатсодержащих пород рудоносными магмами базируется на тяжелом изотопном составе серы сульфидов норильских месторождений [Grinenko, 1985]. Однако многие геологические факторы противоречат этому заключению: быстрое остывание магм с образованием стекловатой зоны закалки в эндоконтактах рудоносных интрузивов, отсутствие свидетельств изменения геохимических и петрографических особенностей

пород внутри массивов, идентичность составов рудоносных интрузивов при локализации в разных вмещающих породах (базальтах, карбонатно-сульфатных отложениях или терригенных породах). Но главным контраргументом ассимиляции являются масс-балансовые расчеты кальция в этом процессе, не подтверждающие извлечение серы из ангидрита вмещающих пород. Перечисленные факты свидетельствуют о том, что предлагаемая модель формирования месторождений не соответствует действительности в настоящий момент.

4. Большое значение исследователями придается влиянию магматизма на развитие жизни на Земле. Согласно последнему решению Международного стратиграфического комитета, граница между пермским и триасовым периодами проводится в интервале 251.902 ± 0.024 Ma (<https://stratigraphy.org/chart>) на основании опорного морского разреза в провинции Мейшань, Китай, характеризующегося катастрофическим сокращением видов в это время. Предполагается, что именно Сибирские траппы стали причиной вымирания 90% из них. Однако это явление имеет очень сложный характер. Во-первых, синхронность этих событий однозначно не доказана. Даже в океанах северного и южного полушария резкая смена видов происходила неодновременно, а на суше часто предполагается ее проявление либо раньше морских событий, либо позже. На Сибирской платформе эта граница однозначно не фиксируется, поскольку одни и те же виды палеонтологи относят то к перми, то к триасу (Могучева, Наугольных, 2010; Садовников, 2016). На основании изучения насекомых в туфогенно-осадочных породах трапповой формации даже делается заключение об отсутствии вымирания видов в это время, а общее их сокращение обусловлено замедлением появления новых видов, начиная с середины пермского периода [Rasnitsyn et al., 2013]. Во-вторых, причина исчезновения многих видов животных и растений окончательно не установлена. Хотя предполагается поступление большого количества CO_2 в атмосферу при извержении траппов [Marfin et al., 2024], в современных условиях наиболее влияние на изменение климата и жизни на планете играют пары воды, а не углекислый газ (<https://scientificrussia.ru/articles/vodyanoi-par-usilitel-globalnogo-potepleniya-intervyu-s-professorom-ran-daryei-gishinoy>). В-третьих, оценки объемов поступивших в атмосферу газов во время извержения траппов сильно варьируют и часто являются сильно завышенными [Krivolutskaya et al., 2022]. Особенно важна продолжительность извержений, которая до сих пор также точно не определена. Все имеющиеся определения длительности образования траппов основаны на

датировании зерен циркона или бадделиита из магматических пород провинции, которая, как полагают, не превышала 1 млн. лет [Kamo et al., 2003; Burgess, Bowring, 2015]. Однако дело не в точности аналитических работ в этом случае, а в самом объекте изучения: в изверженных породах, используемых для определения возраста (обычно в габброидах) содержится огромное количество указанных минералов с разбросом значений возраста более 150 Ма [Malitch et al., 2013]. Поэтому реальная длительность извержений до сих пор не известна, и, следовательно, роль траппов в вымирании не доказана.

Таким образом, заключение о том, что Сибирские траппы и связанные с ними месторождения возникли в результате действия суперплюма на границе перми и триаса и вызвали при этом самое крупное вымирание жизни на Земле, представляется недостаточно доказанным, т.е. некоторой геологической легендой, в то время как реальные факты, представляющие собой быль, требуют во многом новой интерпретации.

Работа выполнена в рамках госзадания ГЕОХИ РАН.

Список литературы

Альмухамедов А.И., Медведев А.Ю., Золотухин В.В. Эволюция пермо–триасовых базальтов Сибирской платформы во времени и пространстве // Петрология. 2004. № 12. С. 339-353.

Добрецов Н.Л. Мантийные суперплюмы как причина основной геологической периодичности и глобальных реконструкций // Докл. Акад. Наук. 1997. Т. 357. № 6. С. 797-800.

Добрецов Н.Л., Борисенко А.С., Изох А.Э. и др. Термохимическая модель пермотриасовых мантийных плюмов Евразии как основа для выявления закономерностей формирования и прогноза медно-никелевых, благородно-и редкометалльных месторождений // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 9. С. 1159-1187.

Золотухин В.В., Дюжиков О.А., Виленский М.А. Базальты Сибирской платформы. Новосибирск: Наука, 1986. 256 с.

Кривоуцкая Н.А., Кедровская Т.Б. Строение и состав надаянского покрова как пример однородности лавовых покровов Сибирской трапповой провинции // Геохимия. 2020. Т. 65. № 4. С. 313-327.

Могучева Н.К., Наугольных С.В. Gagariostrobus cylindricus (Prynada) Mogutcheva и пермо-триасовая экосистемная перестройка флор Тунгусского бассейна // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2010. Т.18. № 1. С. 34-44.

Садовников Г.Н. Эволюция биома Среднесибирского траппового плато // Палеонтологический журнал. 2016. Т. 50. № 5. С. 518-532.

Burgess S. D., Bowring S. A. High-precision geochronology confirms voluminous magmatism before, during, and after Earth's most severe extinction // Sci.Adv. 2015. 1 e1500470.

Campbell I. H. Davies G.F. Do mantle plumes exist? // Episodes. 2006. V. 29. P. 162–168.

Campbell I.H., Griffiths R.W. Implications of mantle plume structure for the evolution of flood basalts // Earth Planet Sci. Lett. 1990. V. 99 (1–2). P. 79–93.

Campbell I. H., Czamanske G. K., Fedorenko V. A. et al. Synchronism of the Siberian Traps and the Permian–Triassic boundary // Science. 1992. V. 258, P. 1760–1763.

Elkins-Tanton L. T., Grasby S. E., Black B. A. et al. Field evidence for coal combustion links the 252 Ma Siberian traps with global carbon disruption // Geology. 2020. V. 48. P. 986–991.

Ernst R. Large Igneous Provinces. Cambridge University Press, 2014, 750 p.

Grinenko L.N. Sources of sulfur of the nickeliferous and barren gabbrodolerite intrusions of the northwest Siberian platform. Int. Geol. Rev. 1985. V. 27. P. 695–708.

Kamo S.L., Czamanske G.K., Amelin Y. Rapid eruption of Siberian flood-volcanic rocks and evidence for coincidence with the Permian–Triassic boundary and mass extinction at 251 Ma // Earth Planet. Sci. Lett. 2003. V. 214. P. 75–91.

Krivolutskaya N. A., Konyshov A. A., Kuzmin D. V. et al. // Is the Permian - Triassic mass extinction related to the Siberian Traps? // Geochemistry International. 2022. V.13. P. 1321-1349.

Malitch K.N., Belousova E.A., Griffin W.L., Badanina I.Yu. Hafnium-neodymium constraints on sources heterogeneity of the economic ultramafic-mafic Noril'sk-1 intrusion (Russia) // Lithos. 2013. V. 164–167. P. 36–46.

Marfin A.E., Bizimis M., Lightfoot P.C. et al. Constraints on the source of Siberian Trap magmas from Mo isotope evidence // Geochimica et Cosmochimica Acta. 2024.05.013.

Rasnitsyn A.P., Aristov D.S., Rasnitsyn D.A. Insects at the borderline between the Permian and the early triassic (Urzhum-Olenek age) and the problem of Permian-Triassic biodiversity crisis // *Zhurnal Obshchei Biologii*. 2013. V. 74. P. 43-65.

Sobolev S.V., Sobolev A.V., Kuzmin D.V. et al. Linking mantle plumes, large igneous provinces and environment catastrophes // *Nature*. 2011. V. 477. P. 312–316.

Wooden J.L., Czamanske G.K., Fedorenko V.A. et al. Isotopic and trace-element constraints on mantle and crustal contributions to Siberian continental flood basalts, Norilsk area, Siberia // *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1993. V. 57. P. 3677–3704.

МНОГОЛЕТНИЕ СПУТНИКОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ КАРЕЛИИ И МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

И.С. Крупенникова, А.Н. Мокрова, Т.В. Гусева, В.П. Передерин, Ф.В.

Передерин, Н.К. Розенберг, Д.К. Мокров

Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН

ik@ifz.ru

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) широко используются для наземных высокоточных координатных определений при исследованиях современных движений и деформаций земной коры как тектонических плит, так и отдельных геологических структур. Измерения проводятся регулярно на специально оборудованных пунктах, объединенные в разномасштабные геодинимические полигоны.

Современная спутниковая навигационная система основывается на использовании принципа дальномерных измерений между навигационными спутниками и наземными приемниками (рис. 1). В составе сигнала со спутников передается информация, на основании которой высчитываются координаты пунктов в общеземной координатной системе на каждый момент времени.

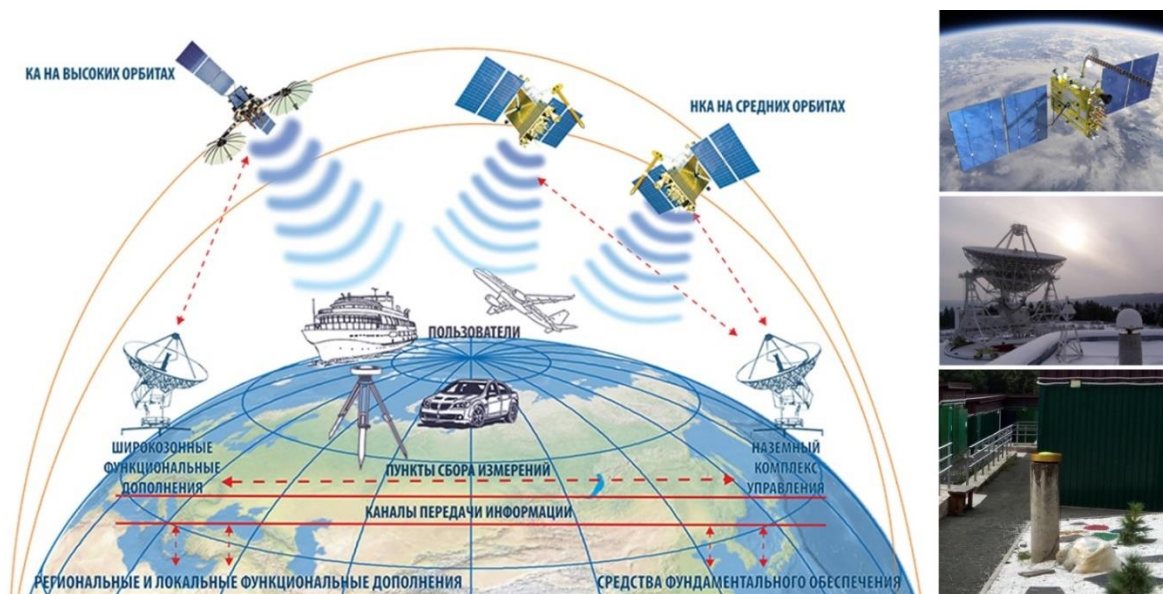


Рис. 1. Инфраструктура навигации и позиционирования на базе системы повышения точности навигации Роскосмоса <https://www.roscosmos.ru/22054/>

Для геодезических измерений используется высокоточная аппаратура, специальные программы обработки полученных данных для определения положения

пункта с максимально возможной точностью, что позволяет изучать медленные и быстрые деформационные процессы, происходящие на земной поверхности.

Одним из объектов геодинамических исследований с применением спутниковых геодезических технологий стала территория северо-запада России. Сотрудники ИФЗ РАН с конца прошлого века проводят регулярные измерения с целью исследования современного развития деформационных процессов, в частности постледникового поднятия Балтийского щита [Прилепин и др., 2002, Галаганов и др. 2009].

Карельский геодинамический полигон, заложенный в 1990х гг., расположен в области с наиболее стабильной геодинамической обстановкой. В настоящее время измерения проводятся на трех пунктах (рис.2), одним из которых является пункт BOTS, расположенный на территории Ботанического сада Петрозаводского Государственного университета.



Рис. 2. Расположение пунктов наблюдения. Цветом показаны геодинамические сети: оранжевый – Кандалакшская, зеленый – Карельская, синий – новые пункты, заложенные в 2024 г.

В 2015 г. на побережье Кандалакшского залива и территории расположения Беломорской биологической станции (ББС) МГУ им. Н.А.Перцова был заложен геодинамический полигон, состоящий из 9 пунктов, для исследования современных движений Кандалакшского грабена, активной структуры в восточной части Фенноскандии. Пункты KNDL, UMBA заложены на метеорологических станциях г. Кандалакша и п.г.т. Умба. В 2024 г. на метеостанциях в г. Кемь и п. Разноволок, заложены новые пункты KEMP и RAZN заполняющие пробел между геодинамическими полигонами в Карелии и Мурманской области.



Рис. 3 а) пункт ГНСС КЕМР; б) установка оборудования на пункте BOTS

Антенны на пунктах устанавливаются либо способом принудительного центрирования, либо на штативе, в зависимости от конструкции пункта (рис.3).

Синхронные измерения GPS+ГЛОНАСС проводятся в июле-августе способом дифференциального позиционирования в статическом режиме, с интервалом регистрации 30 с. Для выбранного временного интервала производится определение среднесуточных геоцентрических и геодезических координат пунктов и их осреднение в отсчетной координатной системе ITRF. Также привлекаются данные постоянно действующих станций Международной геодинимической сети (IGS), ближайшие из которых используются в вычислениях в качестве опорных (перемещаемых во времени с постоянной скоростью). Среднеквадратическая ошибка определения плановых координат составляет в среднем 0.2 мм для пунктов IGS и 0.3–0.5 мм – для определяемых пунктов. Точность определения вертикальной составляющей координат в 2–2.5 раз ниже.

На рисунке 4 приведен график временного хода северной (N) и восточной (E) компонент координат для пункта BOTS за 2006-2025 гг. На нем отражено изменение во времени компонент координат пункта BOTS, которое демонстрирует достаточно равномерное горизонтальное смещение пункта.

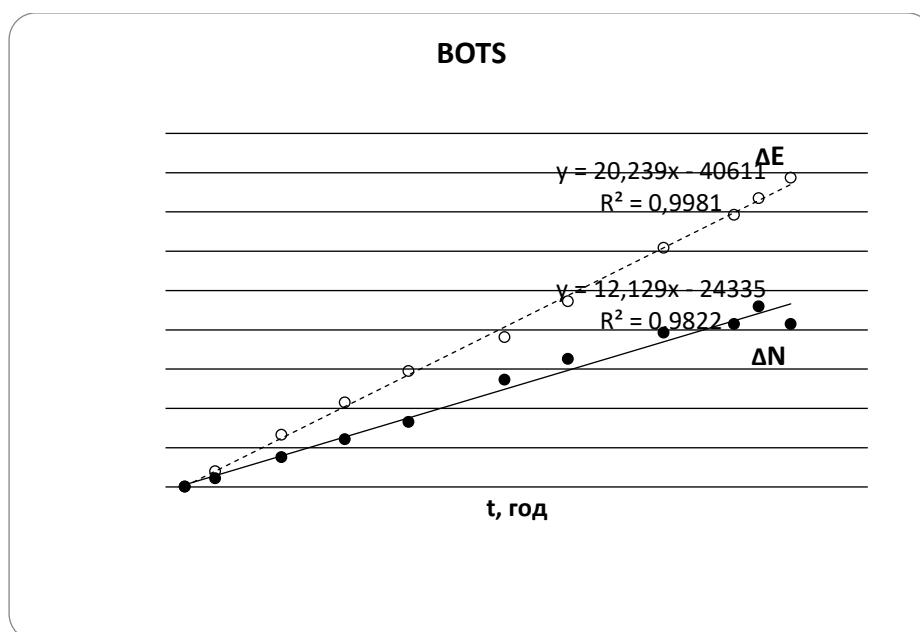


Рис. 4. График временного хода северной (N) и восточной (E) компонент координат для пункта BOTS

На основе полученных координат пунктов и скоростей их горизонтальных и вертикальных смещений в глобальной и региональной системе координат, проводится анализ геодинамической обстановки региона [Гусева и др., 2020]. Результаты вычислений подтверждают современное изостатическое поднятие Балтийского щита со скоростью до 9,5 мм/год, на российской территории, не превышая 5–6 мм/год. Горизонтальные движения имеют северо-восточное направление и составляют в среднем 22,5 мм в год в международной земной системе отсчета ITRF (рис. 5). Внутрорегиональные горизонтальные скорости смещения были получены путем перерасчета скоростей относительно находящегося на северо-западе пункта TRO1, который был принят за неподвижный. Полученные скорости в локальной системе отчета имеют преимущественно юго-восточное направление со средними значениями скоростей 6,4 мм/год (рис. 6).

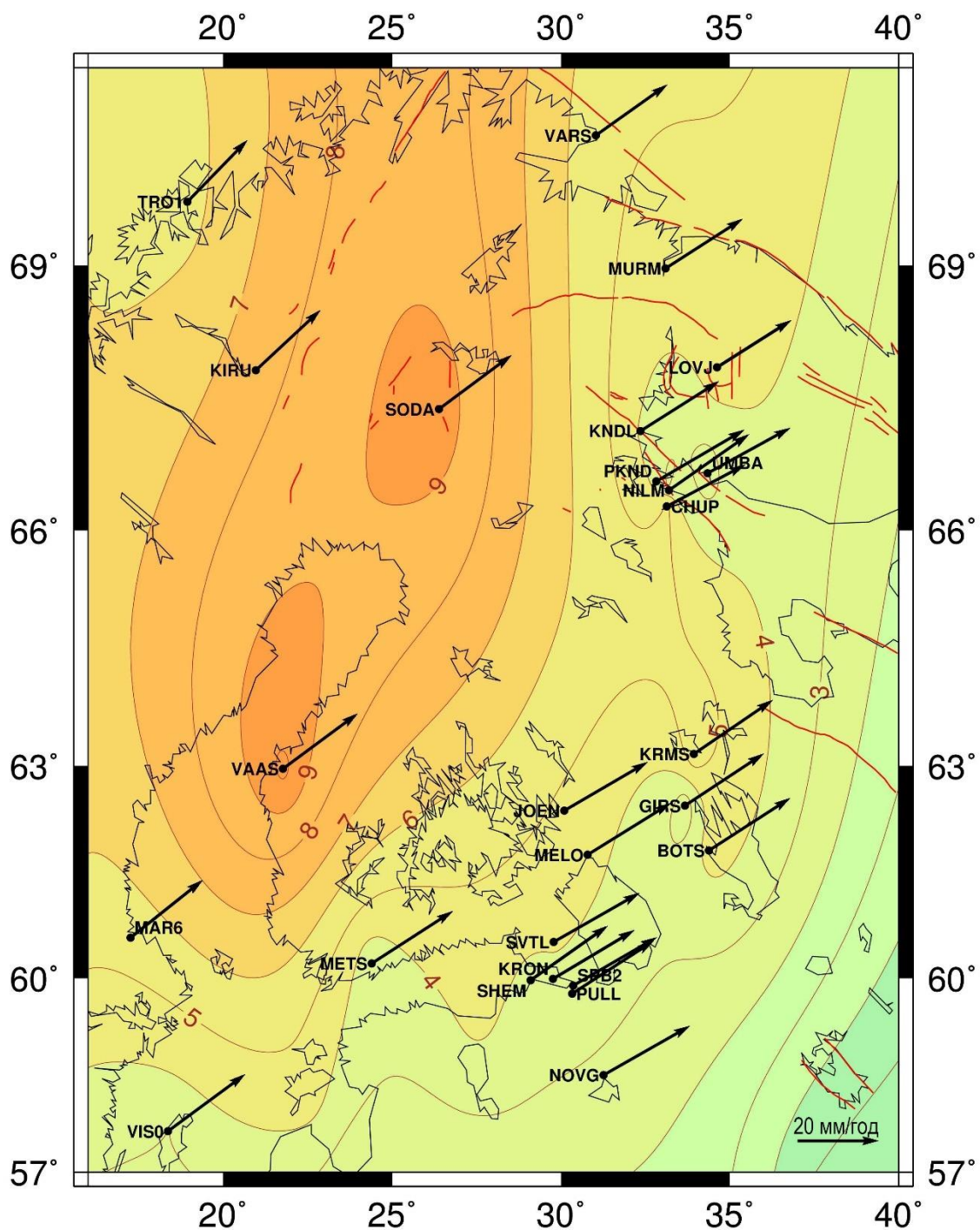


Рис. 5. Карта скоростей вертикальных движений (изолинии) и векторов горизонтальных движений (стрелки) в международной наземной системе координат ITRF за 2015-2025 гг.

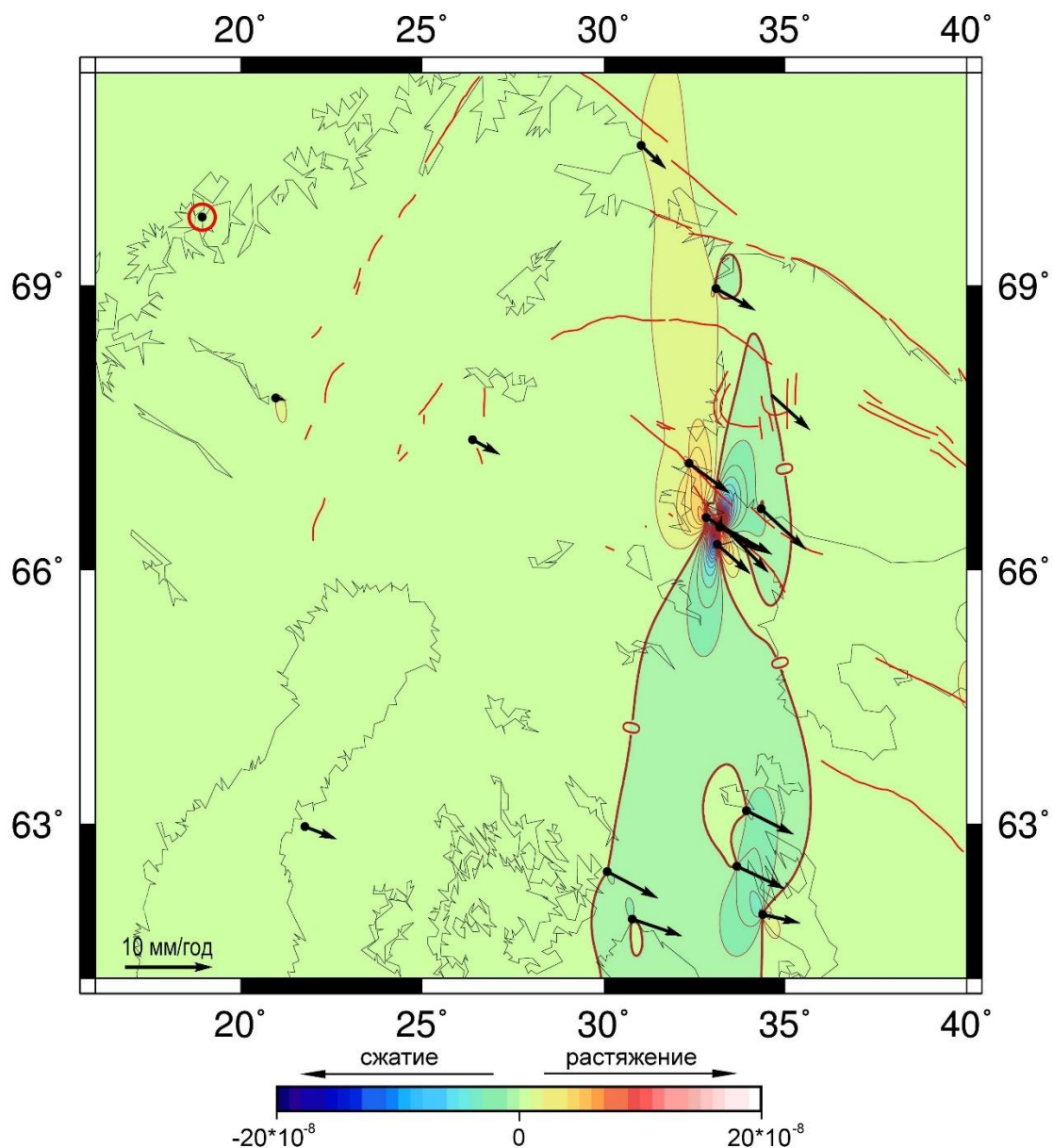


Рис. 6. Распределение скоростей площадных деформаций (изолинии) и векторов скоростей (стрелки) горизонтальных смещений относительно пункта TRO1 (отмечен красным кружком на левой карте) за 2015-2025 гг.

На основе плановых координат пунктов и скоростей их изменения получены скорости площадных деформаций региона, рассчитанные по конечно-разностной схеме на основе данных измерений ГНСС за период с 2015 по 2025 гг. (рис. 6). На общем невозмущенном деформационном фоне Балтийского щита выделяется протяженная узкая зона сжатия, простирающаяся с юга на север, через Кандалакшский залив. Здесь же берет начало узкая протяженная зона растяжения, простирающаяся на север параллельно полосе сжатия вдоль западной границы Кольского полуострова. Эти

вытянутые чередующиеся зоны сжатия-растяжения со значениями деформаций от 5×10^{-8} до 7×10^{-8} приурочены к юго-западному побережью Кандалакшского залива.

Результаты выполненных исследований с использованием ГНСС технологий и анализа сейсмичности позволяют оценить количественные характеристики современной геодинамики исследуемого региона и особенности ее проявления в первую четверть текущего века. Дальнейшее развитие сети геодезических наблюдений в северо-западной части Восточно-Европейской платформы позволит расширить и уточнить имеющиеся данные о геодинамическом режиме этого региона.

Список литературы

Прилепин М.Т., Мишин А.В., Кабан М.К., Баранова С.М. GPS изучение геодинамики Балтийского щита // Физика земли. 2002. № 9. С. 49–58.

Галаганов О.Н., Горшков В.Л., Гусева Т.В., Передерин В.П., Розенберг Н.К., Щербакова Н.В. Исследование вертикальных движений в районе Ладожского и Онежского озер по GPS-данным // Труды Института прикладной астрономии РАН. 2009. № 20. С. 261–265.

Гусева Т.В., Крупеникова И.С., Мокрова А.Н., Передерин В.П., Розенберг Н.К. Спутниковый мониторинг и сейсмическая активность северо-запада России // Геофизические исследования. 2020 Т. 21. № 1. С. 24–32.

**РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНИХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ С
ПОМОЩЬЮ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ
(ГНСС) НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА**

**И.С. Крупенникова, В.П. Передерин, Ф.В. Передерин, Н.К. Розенберг, Т.В. Гусева,
А.Н. Мокрова**

Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН

ik@ifz.ru

Применение методов космической геодезии в современной геодинاميке открывает возможности для всестороннего изучения геодинاميческих процессов — как поверхностных, так и глубинных, — на основе систематического мониторинга смещений земной поверхности. Реализация данного подхода предполагает организацию многократных спутниковых наблюдений на сети закрепленных пунктов, проводимых в идентичных сезонных условиях на протяжении ряда лет, что позволяет минимизировать влияние сезонных колебаний на получаемые данные.

В рамках научно-исследовательской деятельности лаборатории спутниковых методов изучения геофизических процессов ИФЗ РАН особое внимание уделяется анализу движений и деформаций земной коры на территории Северного Кавказа и Крымского полуострова. Полученные в ходе наблюдений и последующей обработки данные существенно дополняют существующие представления о современном развитии тектонических структур Альпийско-Гималайского складчатого пояса, к которому относится Северный Кавказ [Новейшая, 2000].

История спутниковых наблюдений на Кавказе берет начало в 1991 году — они были инициированы после разрушительного Рачинского землетрясения (апрель 1991 года) [Reilinger et al., 1991, 1997]. В последующие годы сеть наблюдений последовательно расширялась и модифицировалась (рис. 1). В настоящее время на Кавказской геодинاميческой сети регулярно с периодичностью раз в два года, проводятся повторные измерения. Их ключевая цель — уточнение количественных параметров движений и деформаций отдельных блоков земной коры, а также исследование эволюции деформационных процессов в сейсмоактивных районах с высокой плотностью населения и значимыми инженерными сооружениями.

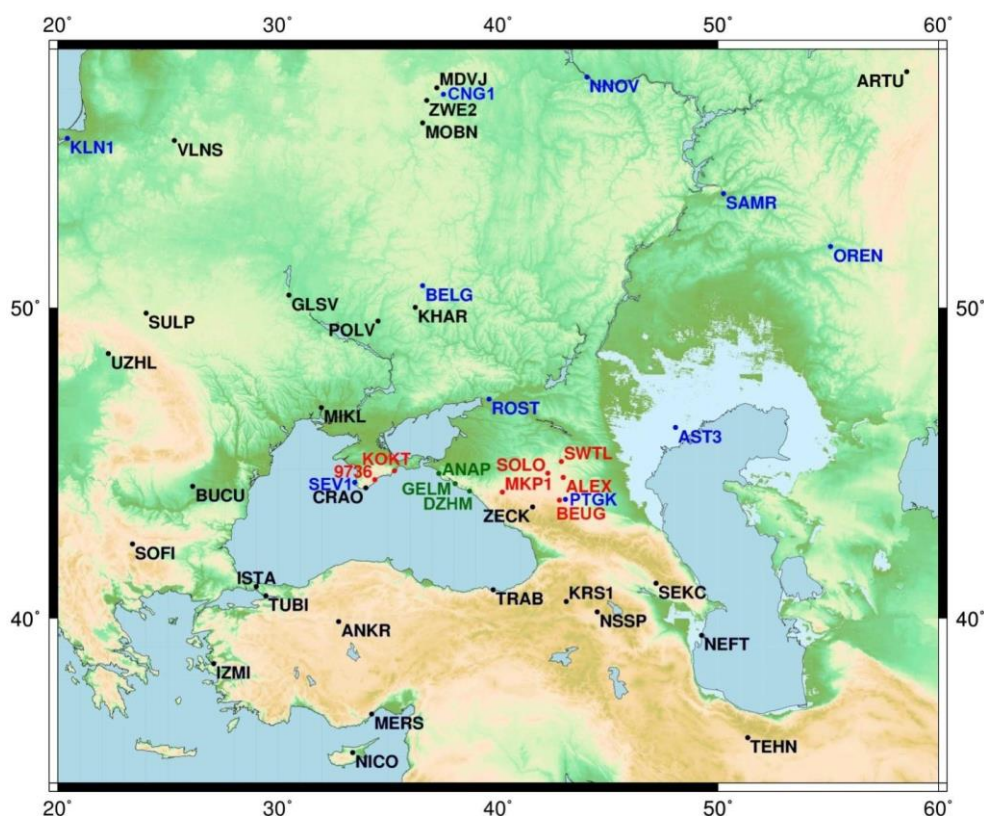


Рис. 1. Расположение пунктов, использованных в анализе: черные — ближайшие пункты IGS; синие — пункты ФАГС; зеленые и красные — пункты ИФЗ РАН

Многолетние наблюдения, охватывающие три десятилетия, обеспечили накопление значительного массива спутниковой геодезической информации [Галаганов др., 2023]. Это позволило не только выявлять интенсивные межплитовые деформации, но и фиксировать существенно менее выраженные внутриплитовые смещения, что имеет особую значимость для регионов с блоковой структурой земной коры. На основе длительного временного ряда данных, дополненных информацией от сетей ФАГС и IGS, были рассчитаны скорости смещений в различных системах отсчета, а также площадные деформации.

Анализ плановых смещений пунктов демонстрирует их северо-восточную направленность (рис. 2). При этом горизонтальные скорости варьируются от 26,5 мм/год в северной части Северокавказского региона до 33,9 мм/год — в южной. Вертикальные движения распределены достаточно равномерно, со средними скоростями в пределах первых миллиметров в год. В частности, на юго-западном побережье Каспийского моря зафиксировано опускание со скоростью $-7,3$ мм/год, тогда как в районе Ставропольского свода наблюдается незначительное поднятие в диапазоне от 0,5 до 2,1 мм/год. Для

пунктов полуострова Крым и Черноморского побережья Кавказа характерны скорости, близкие к нулевым, — от $-0,7$ до $+0,6$ мм/год (рис. 2).

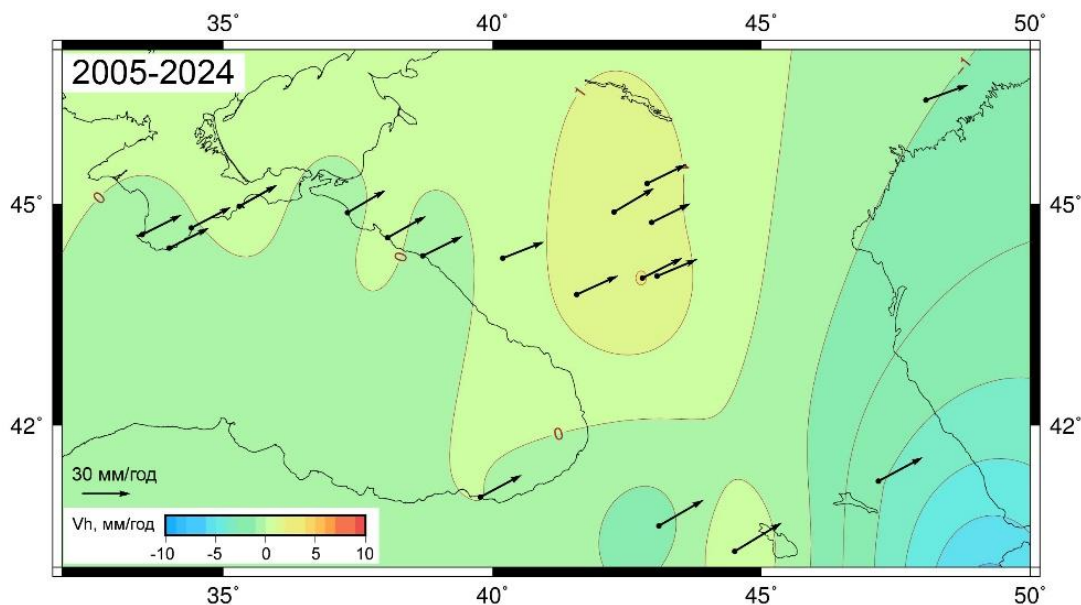


Рис. 2. Карта распределения вертикальных (изолинии) и горизонтальных (стрелки) скоростей пунктов геодинимической сети Крымско-Северокавказского региона в координатной системе ITRF

Скорости движения пунктов в системе отсчета ITRF преимущественно отражают кинематику Евразийской тектонической плиты в глобальном масштабе. Для детализации региональных внутриплитовых движений был выполнен расчет скоростей плановых смещений относительно пункта ZECK, условно принятого за неподвижный и расположенного в центре исследуемой территории (рис. 3 а, б). В региональной системе отсчета средние значения скоростей составляют 1–3 мм/год. В восточной части региона южные и северные пункты перемещаются навстречу друг другу со скоростями 2–4,8 мм/год, при этом пункты восточной части Кавказа демонстрируют север-северо-восточное направление движений. В районе Ставропольского свода направления движений приобретают несколько хаотичный характер с преобладанием северо-западного вектора, а скорости снижаются до 1,5–3 мм/год. На Черноморском побережье Кавказа и полуострове Крым величина вектора скорости в среднем составляет 1,2–2,6 мм/год в направлении запад-северо-запад.

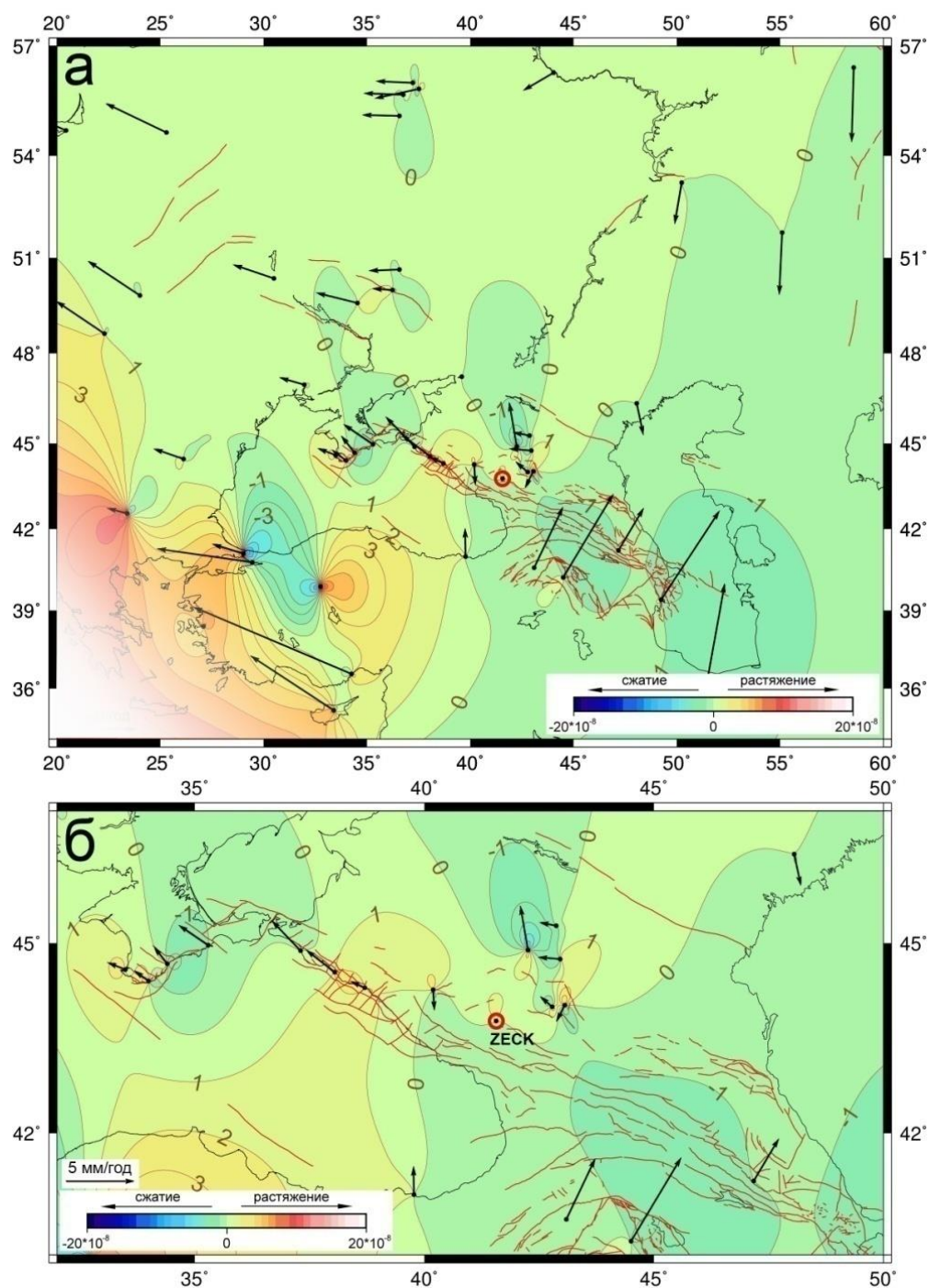


Рис. 3. Распределение скорости площадных деформаций за период 2005–2024 гг. в разном масштабе: а — общая, б — детальная. Стрелками обозначены векторы скоростей горизонтальных движений пунктов относительно пункта ZECK (красный кружок). Красными линиями обозначены основные тектонические нарушения

Деформационное поле в пределах Крымско-Северокавказского региона представлено чередованием слабых деформаций сжатия и растяжения со значениями $\pm 2 \times 10^{-8}$ в год (Рис. 3 а, б). При этом большая часть Северного Кавказа (восточная и центральная зоны) находится в условиях сжатия, тогда как западная часть испытывает

растяжение. На Ставропольском выступе выделяется протяженная с севера на юг зона сжатия с деформациями до -5×10^{-8} . В западной части Крыма преобладают условия растяжения, в то время как восточная часть полуострова и Керченский пролив подвержены сжатию. Юго-западное побережье Черного моря (Малая Азия, Балканский полуостров, Средиземное море) попадает в область аномальных деформаций сжатия-растяжения со значениями в диапазоне от -7×10^{-8} до $+11 \times 10^{-8}$.

Таким образом, полученные данные обеспечивают количественные оценки скоростей горизонтальных движений и площадных деформаций. Выявленные закономерности подтверждают неоднородность геодинамических процессов в пределах исследуемого региона: от доминирующего сжатия в восточной и центральной частях Северного Кавказа до растяжения в его западной зоне. Зафиксированные скорости вертикальных и горизонтальных смещений указывают на сохранение активной тектонической динамики, требующей постоянного мониторинга.

Систематический мониторинг геодинамических процессов на территории Северного Кавказа и прилегающих областей Восточно-Европейской платформы является неотъемлемым элементом современных геодинамических исследований. Полученные результаты не только углубляют понимание механизмов тектонической активности, но и создают основу для прогнозирования потенциальных сейсмических рисков, что имеет существенное значение для обеспечения безопасности населения и инфраструктуры в сейсмоактивных регионах.

Список литературы

Галаганов О.Н., Гусева Т.В., Крупенникова И.С., Мельник Г.Э., Мокрова А.Н., Передерин В.П., Передерин Ф.В., Розенберг Н.К. Сопоставление деформационного поля и сейсмического потока территорий Крыма и Северного Кавказа в зоне коллизии Евразийской и Аравийской литосферных плит // Мониторинг. Наука и технологии, издательство Общество с ограниченной ответственностью Центр сопряженного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов (Махачкала). 2023. № 1. С. 6-15.

Новейшая тектоника, геодинамика и сейсмичность Северной Евразии / Под ред. Грачева А.Ф. М.: ПРОБЕЛ, 2000. 487 с.

Reilinger R.E., Hamburger M.W., Prilepin M.T., Guseva T.V. Epoch Geodynamic GPS Measurement Across the Caucasus Collision zone (abstract) // AGU. Fall Meeting. Program. Dec. 9-13, 1991. San-Francisco, California. 1991. P. 112.

Reilinger R., McClusky S., Souter B., Hamburger M., Prilepin M., Mishin A., Guseva T., Balassanian S. Preliminary estimates of plate convergence in the Caucasus collision zone from global positioning system measurements // J. Geophys. Res. 1997. V. 24. No 14. P. 1815–1818.

КАРКАС ВИХРЕВЫХ И КОЛЬЦЕВЫХ СТРУКТУР В КОНСОЛИДИРОВАННОЙ КОРЕ

А.М. Кузин

Институт проблем нефти и газа РАН

amkouzin@ya.ru

Основными отражающими границами при региональных наблюдениях МОГТ в консолидированной коре считаются листрические разломы, не считая горизонтальных границ. М.В. Минцем была предложена гипотеза образования чашеобразных структур, образованных листрическими разломами (овоидами) [Глубинное строение., 2010]. Изучение внутренней структуры Токмовского свода, Прикаспийской впадины и других тектонических структур позволило сделать вывод о том, что их формирование сопровождалось вращением синформного или чашеобразного блока, которое могло быть вызвано вращением вещества плюма. Эта гипотеза была подкреплена результатами решения задачи по изучению тепловой модели плюма [Добрецов, Кирдяшкин; 1994]. При моделировании плюмового потока было обнаружено, что осе-симметричное состояние конвективного перемещения потока вещества нарушается: восходящее течение - по оси канала и нисходящее - у стенок канала. Восходящее течение происходит у одной стенки, нисходящее у другой стенке. Поток по высоте разбивается на ячейки, длина которых в 2,5-4 раза больше диаметра канала. На границе ячеек наблюдается смещение потоков от одной стенки к другой и частичное их перемешивание. В результате канал представляет собой бегущую волну с винтовым вращением около вертикали, проходящей через источник нагрева. Амплитуда отклонения от оси составляет 1-2 диаметра и возрастает вверх по каналу. По мнению [Добрецов, Кирдяшкин; 1994] винтообразные перемещения при функционировании плюма могут приводить к образованию круговых и S-образных или петлеобразных структур на поверхности земли.

Соотношение мощностей земной коры к мантии приблизительно составляет 1:100. На этом фоне даже локальные конвективные мантийные потоки флюидов должны оказывать влияние на структуру земной коры, в том числе приводя к возможному доминированию структуры вращения вещества. Однако такого преимущественного присутствия структур вращения вещества не наблюдается, при фактически повсеместном наличии кольцевых или вихревых структур. Поэтому более

предпочтительным объяснением будет воздействие флюида. Действительно, данные региональных сейсмических наблюдений МОГТ показывают, что наклонные отражающие границы встречаются на всех глубинных уровнях, включая верхнюю мантию. Отдельные границы почти непрерывно прослеживаются на глубины 70-80 км и более, пересекая все горизонты реологической расслоенности земной коры и границу Мохоровичича. Если исключить зоны субдукции, то возможным источником может выступать вихревая расслоенность, вызванная миграцией флюидов.

Влияние мантийной конвекции флюидов в земной коре подтверждается в схемах тектонического строения территорий современного вулканизма [Масуренков и др., 2010]. Лепестковые структуры являются не только открытыми для миграции флюидов структурами, но и могут генерировать очаги землетрясений. Изучение Ашхабадских землетрясений выявило в коре вихревое расположение очагов землетрясений. Возможное присутствие вихревых структур, связанное с флюидными потоками, имеет место в Памиро-Гиндукушской сейсмогенной зоне [Шевченко и др., 2011].

Если флюид в мантии или в слаболиитофицированных осадочных породах при определенных температурах и давлениях может создавать вихревые и кольцевые структуры, то в породах консолидированной коры процесс возможен только на стадии их образования. Благодаря внедрению в практику сейсмических исследований метода общей средней или глубинной точки (МОГТ) было установлено, что лепестковые или овоидные структуры распространены повсеместно. В геосреде их создают именно листрические и наклонные разрывные нарушения. Образование листрических и наклонных разрывных нарушений объясняется в общем случае неоднородностью геосреды. Под нагрузкой разрывы «обтекают» более мягкие неоднородности среды по вертикали и горизонтали. Смена направления динамического воздействия ведет к смене направления развития разрыва, в результате в пространстве формируется каркас из наклонных и листрических разрывных нарушений. Кроме того, в породах изменение внутреннего угла трения при наличии флюида меняет реологию разрушения, что позволяет объяснить существование листрических разломов на разных глубинных уровнях литосферы. Например, отдельные отражающие границы (некоторые прослеживаются до глубин 50-60 км) в районе Ромашкинского месторождения (Южно-Татарский свод) образуют лепестковую структуру (рис.1а). Узел пересечения отражающих границ находится в подошве интрузии. Флюиды создают систему наклонных и вертикальных каналов миграции (рис. 1б). В целом, картина распределения

отражающих поверхностей в кристаллическом фундаменте по данным МОГТ нередко напоминает чешуйчатую структуру, когда отражающие поверхности с меньшей глубиной залегания находятся внутри более глубокозалегающих, образуя лепестковую структуру.

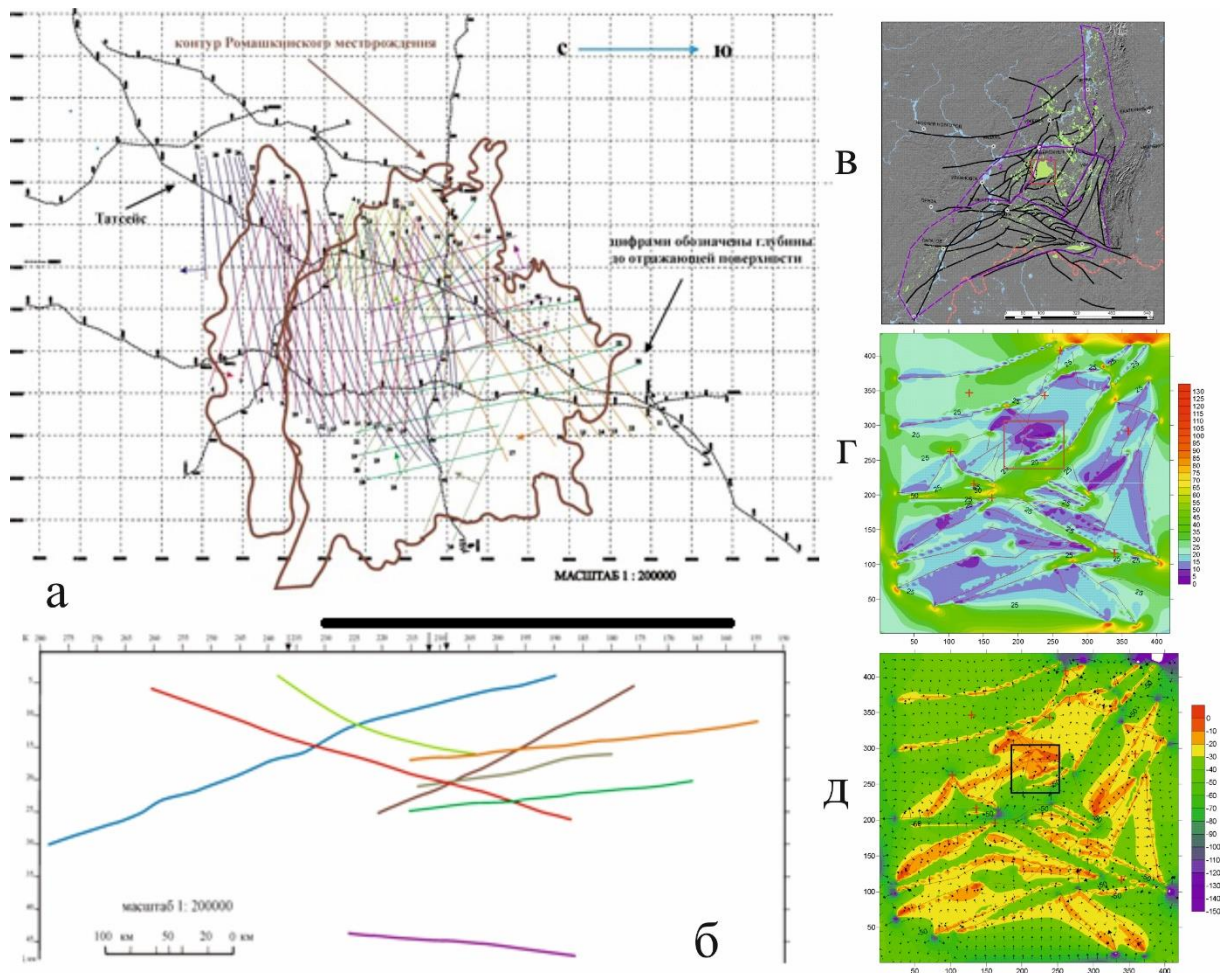


Рис. 1. а - Схема отражающих поверхностей в консолидированной коре Южно-Татарского свода в районе Ромашкинского месторождения нефти, построенная по данным региональных профилей МОГТ (Татнефтегеофизика), совмещенная с контуром Ромашкинского месторождения нефти [Кузин, 2018]; б - Глубинный разрез по геотраверсу Татсейс, построенный на основе схемы отражающих поверхностей консолидированной коры. Черная полоса - интервал пересечения Ромашкинского месторождения [Кузин, 2018]. Результаты моделирования напряженно-деформированного состояния для Волго-Уральской НГП. Ромашкинское месторождение; в – Карта нефтегазоносности Волго-Уральской НГП; г – Схема распределения интенсивности напряжений в районе Ромашкинского месторождения нефти; д – Схема распределения векторов флюидных потоков [Каган и др., 2013].

Смыкание линий выхода наклонных отражающих границ с границей кольцевой структуры встречалось автором в породах северного обрамления Кокчетавского массива, а также на Украинском кристаллическом щите. Как вода формирует

унаследованное простираение трещиноватости в осадочном чехле, так и сквозь коровые флюиды формируют вихревые, кольцевые, линейные зоны трещиноватости или уплотнения пород в каркасе лепестковых структур. На рис. 1д показаны флюидные вихревые потоки в районе Ромашкинского месторождения нефти.

Лепестковые структуры также могут быть образованы волноводами. Вихревой мантийный поток флюидов заполняет экранированные сверху участки границ консолидированной коры (сейсмических горизонтов). Между Уральской складчатой областью и Восточно-Уральским поднятием на пересекающихся геотраверсах Рубин-1 (рис. 2а) и Рубин-2 (рис. 2б) в нижней и средней частях консолидированной коры волноводы образуют лепестковую структуру.

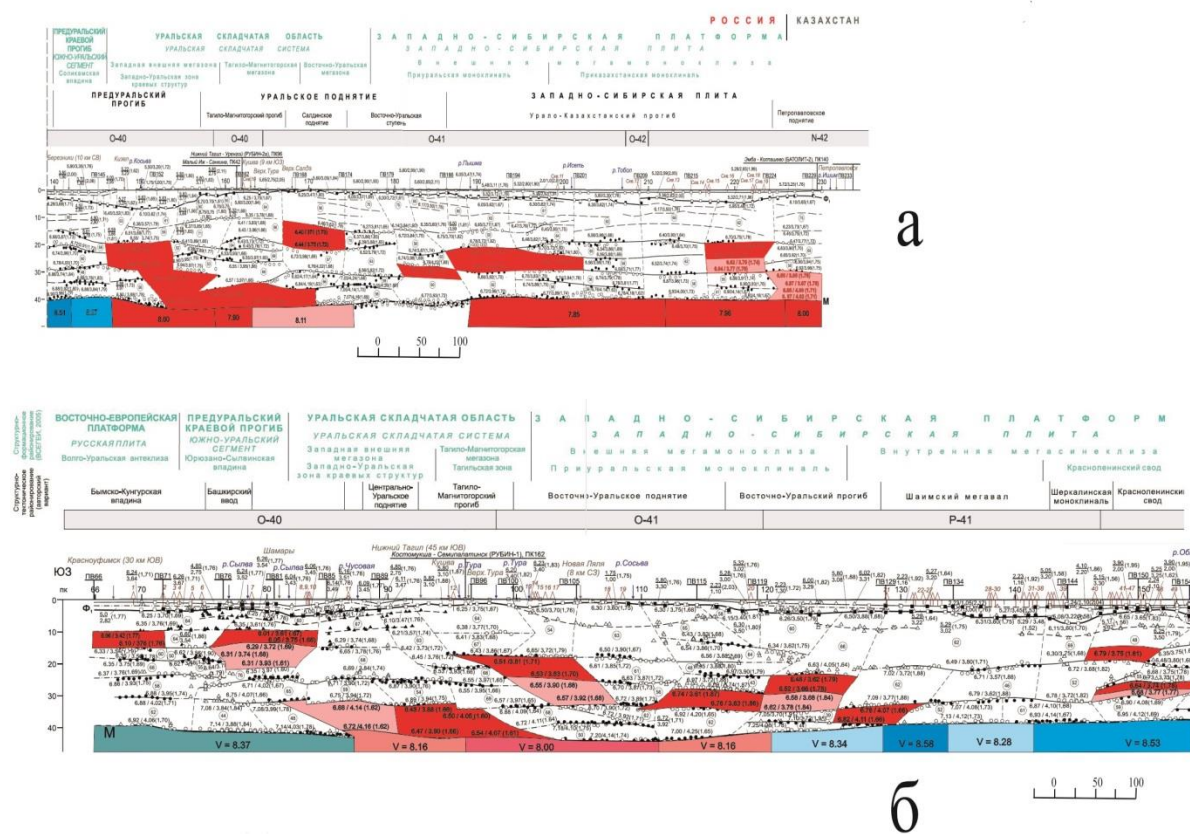


Рис. 2. Глубинные разрезы по геотраверсам проекта РУБИН [Проект Рубин-1990., 2013]. Красным цветом выделены волноводы. На границе Мохоровичича красным цветом выделены блоки с относительно пониженной скоростью, синим - с повышенной скоростью продольных волн. а - РУБИН-1 – «г. Костомукша – г. Семипалатинск»; б - РУБИН-2 – «г. Нижний Тагил – г. Уренгой»

Волноводы расположены непосредственно вдоль сейсмических границ, занимая отдельные их интервалы. Это позволяет предполагать, что флюидные потоки заполняли наиболее разуплотненные участки вдоль сейсмических границ (слоев). Положение в

пространстве этих границ дает основание считать их границами смены режимов тектонического развития геосреды. Образование вихревых и кольцевых структур является общим явлением в геологической среде, характерным при миграции флюидных потоков. Природа их образования в геосреде может быть различна, но в любом случае флюид в геосреде принимает участие в образовании листрических и наклонных разрывных нарушений и, соответственно, структурного каркаса.

Работа выполнена в рамках госзаказа. Рег. номер Минобрнауки России - FMME-2025-0012 Номер гос. НИОКТР в РОСРИД - 125021302095-2

Список литературы

Глубинное строение, эволюция и полезные ископаемые раннедокембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы: Интерпретация материалов по опорному профилю 1-ЕВ, профилям 4В и Татсейс: М.: ГЕОКАРТ: ГЕОС, 2010. Т.2 400 с.

Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г. Глубинная геодинамика. Тр. ОИГГМ СО РАН; вып. 830, Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН, 1994. 299 с.

Каган А.И., Морозов В.Н., Колесников И.Ю., Татаринов В.Н. Прогнозирование мест локализации углеводородов в градиентных полях тектонических напряжений // 2-е Кудрявцевские Чтения. Всероссийская конференция по глубинному генезису нефти и газа. Москва. ЦГЭ. 21–23 октября 2013. URL: http://conference.deepoil.ru/images/stories/docs/2kr_theses/Morozov-Kagan-Kolesnikov-Tatarinov_Theses.pdf

Кузин А.М. Геологическое строение консолидированной коры в районе Ромашкинского месторождения по данным сейсмических наблюдений. Часть 1, 2 // Актуальные проблемы нефти и газа. 2018. Вып. 1(20).

Масуренков Ю.П., Собисевич А.Л., Комкова Л.А., Лаверова Н.И. Флюидно-магматические системы Северного Кавказа. М.: ИФЗ РАН, 2010. 280 с.

Полетаев А.И. Некоторые закономерности и особенности планетарной, региональной и локальной сейсмотектоники // Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики: XI Горшковские чтения: Материалы конф., посвящ. 100-летию со дня рождения Г.П. Горшкова (1909–1984) / Под ред. Н.В. Короновского. М., 2009. С. 19–37.

Проект Рубин – 1990. Профиль ГСЗ «Костомукша – Семипалатинск», профиль ГСЗ «Нижний Тагил – Уренгой» // Атлас «Опорные геолого-геофизические профили России». Глубинные сейсмические разрезы по профилям ГСЗ, отработанным в период с 1972 по 1995 год. Электронное издание. СПб.: ВСЕГЕИ. 2013. С. 48–50.

**ТЕКТОНИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ ПЛАТФОРМЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ,
ИХ ГЕОМОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ВОЗМОЖНЫЕ
МЕХАНИЗМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ
СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРА РУССКОЙ ПЛИТЫ**

Ю.Г. Кутинов, З.Б. Чистова, Е.В. Полякова, А.Л. Минеев

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени
академика Н.П. Лаврова УрО РАН*

lenpo26@yandex.ru

В качестве объектов исследований межгеосферного взаимодействия были выбраны тектонические нарушения и узлы их пересечений. Нами они рассматривались в качестве геосистем, общими чертами которых являются: единая совокупность компонентов; их пространственная упорядоченность; наличие основных свойств систем; устойчивость отличительных свойств и их специфичность; упорядоченность свойств в пространстве и во времени; наличие непрерывного обмена и преобразования вещества и энергии (диссипативные структуры) [Кутинов, Чистова, 2012]. Большое значение имеет такое свойство геосистем как эмерджентность, т.е. при суперпозиции отдельных подсистем возникают свойства и процессы, которые в исходных подсистемах не содержались. По способам соединения составных частей геосистем различают два типа внутренних связей: вертикальные (межкомпонентные) и горизонтальные (межсистемные). В тектонических узлах доминируют вертикальные связи, а в тектонических разломах – горизонтальные. Поэтому в зависимости от направления деформационной волны, разломы будут находиться в режиме растяжения или сжатия. Реакция тектонических узлов будет сложнее, одновременно часть узла будет в режиме сжатия, а часть – растяжения независимо от направления вектора деформационной волны, т.е. возникает режим с перемешиванием. Такое различие в режимах функционирования структур обуславливает их принципиальные различия в характере тепло-массопереноса и т.п.

Линейные тектонические структуры являются диссипативными границами блоков разного порядка, для которых характерны автомодельные процессы упорядочения структуры (самоорганизация системы) [Садовский, 1989]. Эти положения разработаны для линейных горизонтальных тектонических структур, и практически отсутствуют для тектонических узлов. Существующие теоретические модели, результаты физических экспериментов и математического моделирования позволяют

анализировать процессы, происходящие в конкретных структурах, определять их глубинность, тип деформаций, возможности массо-энергопереноса и т.п. [Кутинов и др., 2020]. Но для получения полной картины межгеосферного взаимодействия необходим анализ и структуры современного рельефа, отражающего результат взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. На настоящий момент существуют ряд схем взаимосвязей между компонентами природной среды на глобальном [Шарый, 2016] и на региональном уровнях [Беляев и др., 2010]. Эти схемы носят концептуальный характер, и не являются алгоритмами исследований. Тем не менее, геологическое строение рассматривается как фактор, прямо или косвенно влияющий на биоту.

Эндогенные процессы выполняют созидательную роль в формировании земной коры и, являясь неэнтропийными, ведут к восстановлению организации системы земной коры, создавая неровности поверхности рельефа. Экзогенные процессы имеют энтропийный характер, и приводят к дезорганизации системы. В совокупности они создают систему, где эндогенные процессы нарушают баланс системы, а экзогенные его восстанавливают, приводя к выравниванию поверхности дневного рельефа. Являясь структурообразующими, тектонические нарушения играют также важную роль как каналы переноса эндогенной энергии. Тектонические движения по сравнению с экзогенными процессами реализуются медленно и в течение длительного времени. В большинстве случаев они недоступны непосредственным наблюдениям, их медленное и постоянное воздействие на окружающую среду имеет признаки эволюционного развития, что обычно не позволяет однозначно отнести их к признакам воздействия (можно только говорить о пространственном совпадении).

При этом воздействие тектонических подвижек в преобладающих случаях реализуется через косвенные факторы, такие как характеристики структуры рельефа. Наиболее отчетливо в структуре рельефе выделяются тектонические нарушения сбросового/взбросового типа (рис. 1) и образованные или тектонические структуры по выдержанным по простиранию структур геоморфометрическим параметрам. Сдвиговые деформации выделяются, как правило, цепочками изолированных аномалий. Особенно отчетливо это видно в значениях плотности гидросети [Кутинов и др., 2024]. Тектонические узлы характеризуются преобладанием изометричных форм по латерали и фрагментарным распределением параметров рельефа и свойств природных компонентов. Они выделяются высокими значениями изменчивости геоморфометрических параметров и индекса изрезанности рельефа.

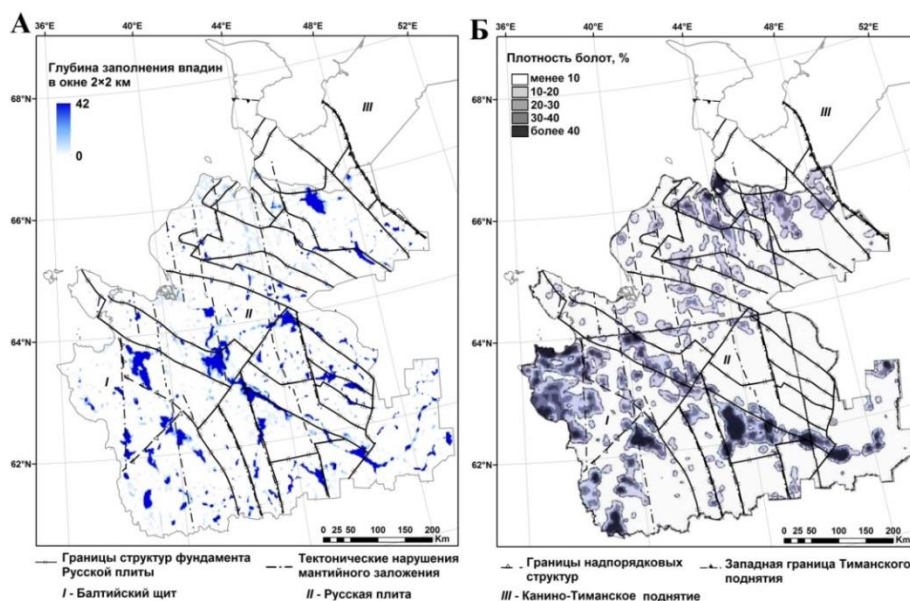


Рис.1. Примеры влияния тектонических нарушений на структуру поверхности рельефа: бессточные впадины (А); болота (Б)

Наиболее распространенной формой анализа отражения тектонических структур является сопоставление роз-диаграмм спрямлённых отрезков геолого-геофизических материалов, характерных для разных уровней разреза. Нами были построены розы-диаграммы [Кутинов и др., 2020] потенциальных полей, отражающие структуры фундамента, гидросети, космо-фотолинеаментов и простираения склонов, пересчитанных из значений их экспозиций (*Aspect*). Несмотря на полное совпадение преобладающих простираций на розах-диаграммах, можно говорить только о совпадении направлений структур. Поэтому для анализа пространственных закономерностей были рассчитаны отражения структур фундамента в современной рельефе [Полякова и др., 2019]. Наследование отмечается на 86 % территории. Таким образом, наблюдается не только совпадение простираций, но и контуров структур.

Подъем или опускание блоков земной коры изменяет уровень базис эрозии и, как следствие, скорость протекания эрозионных процессов. Т.е. происходит изменение значений углов наклона рельефа и экспозиции склонов. Это приводит к изменению количества фотосинтетически активной радиации (ФАР) Солнца и изменению параметров растительного покрова. В целом этот процесс выглядит следующим образом: тектоническая подвижка → изменение базиса эрозии → изменение скорости эрозионных процессов → изменение структуры рельефа (углы наклона склонов, экспозиция склонов) → изменение освещенности склонов и ФАР → изменение метеорологических

параметров (количество осадков, время таяние снежного покрова и т.п.) → изменение структуры и состава почв → изменение растительного покрова (рис. 2).

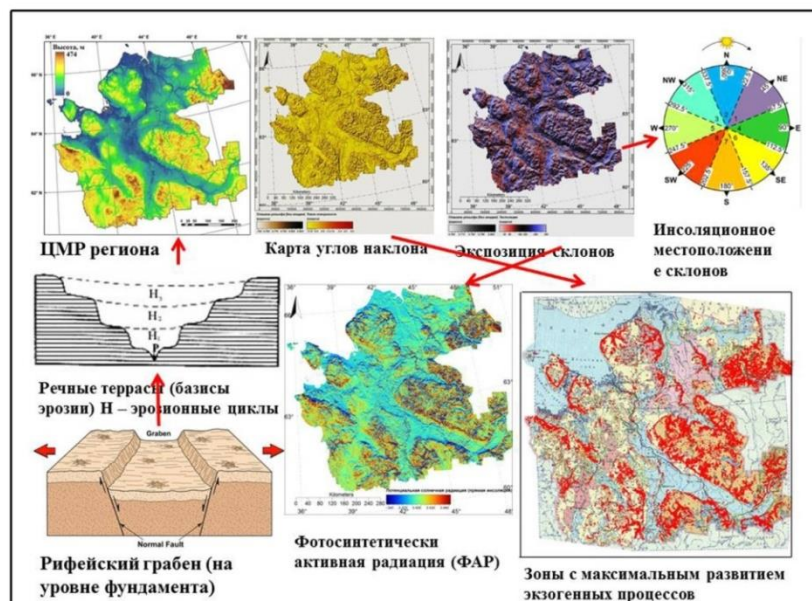


Рис. 2. Упрощенная «цепочка» процессов воздействия тектонических структур на состояние природной среды

Примером такого же косвенного воздействия тектонических узлов на древесный покров являются и лесные пожары. Процесс выглядит следующим образом: возникновение наведенных вихревых токов в переменном магнитном поле → повышенная частота грозových разрядов + глубинная дегазация → возникновение лесных пожаров → изменение структуры растительного покрова. Примеров механизмов косвенного воздействия тектонических нарушений на окружающую среду можно привести еще достаточно много. Но во всех случаях мы имеем дело с сопряженными в пространстве и времени процессами, имеющими параметры, отличающиеся как от эндогенных, так и экзогенных процессов, рассматриваемых изолированно друг от друга. Следует отметить, что даже те факторы воздействия тектонических нарушений и узлов их пересечения, которые традиционно считаются факторами «прямого» воздействия при детальном рассмотрении относятся к косвенным. Имея дело с конечным результатом этих процессов довольно сложно сказать, что это следствие воздействия тектонических нарушений. Таким образом: 1) разломы и тектонические узлы отличаются друг от друга. В узлах тектонических нарушений доминируют вертикальные связи, а в тектонических разломах их слагающих – горизонтальные; 2) воздействие тектонических узлов на природную среду носит косвенный характер, и реализуется за счет цепочки связанных в пространстве и во времени процессов.

Финансирование. Государственное задание Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук.

Список литературы

Беляев В.В., Бурлаков П.С., Хмара К.А., Гофаров М.Ю. Азональные факторы продуктивности бореальных хвойных древостоев Европейского Севера России // Вестник Поморского государственного университета. Сер. «Естественные и точные науки». 2010. № 2. С. 33–38.

Кутинов Ю. Г., Минеев А. Л., Чистова З. Б., Полякова Е. В. Расчет плотности гидросети равнинных арктических и субарктических территорий России по цифровой модели рельефа с использованием ГИС-технологий (на примере Архангельской области) // Арктика: экономика и экология. 2024. Т. 14. № 4. С. 511-521.

Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б., Полякова Е.В., Минеев А.Л. Применение цифровых моделей рельефа (ЦМР) для выделения тектонических структур древних платформ (на примере северо-запада Русской плиты). Пенза: «Социосфера». 2020. 378 с.

Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б. Системные свойства геологической среды. Структура временных потоков и критические рубежи в эволюции геосистем. Часть 1 // Пространство и время. 2012. № 2(8). С. 139–146.

Полякова Е.В., Кутинов Ю.Г., Минеев А.Л., Чистова З.Б. Опыт применения цифрового моделирования для выявления наследования структур фундамента в современном рельефе севера Русской плиты // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 2. С. 75–83.

Садовский М.А. Автомодальность геодинамических процессов // Вест. АН СССР. 1986. № 8. С. 3-12.

Шарый П. А. Геоморфометрический анализ пространственной изменчивости почв и экосистем: специальность 03.02.08 «Экология (биологические науки)»: диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. Ростов-на-Дону. 2016. 319 с.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСТРОЙКИ С ТЕКСТУРАМИ КОНУС В КОНУСЕ У ЗОН ДЕГАЗАЦИИ ТЕССЕЛЬСКОГО ПАЛЕОВУЛКАНА (ЮЖНЫЙ БЕРЕГ КРЫМА)**В.И. Лысенко***Филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.**Ломоносова» в г. Севастополь**niagara_sev@mail.ru*

Более трех веков изучаются образования конус в конусе (СIC). Несмотря на большое количество гипотез их происхождения, механизмы формирования этих образований до сих пор остаются дискуссионными. Постройки СIC встречаются в осадочных толщах от протерозоя до мезозоя, что делает их изучение важным для реконструкции палеогеографических условий прошлого [Hesse et al., 2019]. Существующие гипотезы генезиса СIC условно можно разделить на две основные группы: механические процессы, связанные с уплотнением и деформацией осадков, и биогенные процессы, обусловленные деятельностью живых организмов [Колокольцев, 2002]. Наши исследования позволяют отвергнуть чисто механические модели и иначе осмыслить биогенную природу образования построек СIC.

Результаты изучения морфологии, изотопного состава и геохимии пород с текстурой СIC доказывают, что они принципиально отличаются от конкреций и являются постройками сообществ микроорганизмов. У них чётко выражены основание и вершина. Рост СIC начинается с пузырьковой и заканчивается древовидной формой. Выделяются три стадии их формирования. Основу построек составляет древовидный модельный скелет, состоящий из тонких (микронных) лепестков ламин. По гипотезе А.А. Яркова, ламины представляют собой плоские клетки простейших, содержащие ядрышки и цитоплазму [Ярков, 2015]. Поэтому ламины являлись центрами формирования новых подобных клеток постройки. Их длина зависела от расположенных рядом сегментов скелетов построек. В процессе роста ламины срастались не только с родственными близлежащими лепестками, но также и с плоскими клетками древовидных строений, расположенных рядом. В результате формировалась плоская поверхность матов с углублениями около сегментов скелетов. В понижениях скапливался терригенный материал. Обычно, между лепестками ламин его содержание не значительное, что свидетельствует о высоких скоростях образования строений СIC.

Во временные периоды интенсивного поступления глинистого материала на поверхность матов, ламины обретали способность увеличивать высоту рифлёных выступов. Это вероятно, позволяло очистить поверхность от грязи, а по выступам отростков, предположительно, поступало питание в клетки из окружающей среды.

Нахождение построек СИС в аргиллитах таврической серии и данные формирования вулканической толщи свидетельствует, что их образованию происходило на значительных морских глубинах в афотической зоне. Морское происхождение среды подтверждается соотношением $Sr/Ba = 7.2$. Формирование построек происходило на твердой поверхности туфов. Близость центров вулканизма подтверждают содержания марганца, титана и соотношение $Ti/Zr = 66$. Питание живых организмов построек связано вулканическими углеводородными флюидами, а не с жизнедеятельностью цианобактерий или с переработкой биогенных остатков, как считают некоторые исследователи [Ярков, 2015]. Данные анализов $\delta^{13}C$ антраконита (от -13.59 до -19.14%) и органики (-36.64%) построек свидетельствуют о том, что их образование связано с симбиозом прокариот по переработке углеводородных флюидов.

Наличие в породах построек СИС фрамбоидов пирита, микростяжений кварца и сферолитов антраконита свидетельствует о симбиозе клеток ламин с сообществами метаногенных, метанотрофных и сульфатредуцирующих прокариот. [Campbell, 2006]. Разница в изотопном составе углерода между карбонатом и органическим веществом ($\Delta^{13}C \approx -17,5\%$) подтверждает бактериальный хемосинтез как основной механизм образования карбоната. Сферолитовые структуры на поверхности ламин наиболее логично объясняются именно симбиотическими взаимодействиями между ними и прокариотами [Hesse et al., 2019]. Ламин для них служили надежным субстратом и укрытием.

Процессы образования карбоната, судя по составу флюидов и данным соотношения $V/(V+Ni)$ и V/Cr , протекали аноксидной обстановке. Формирование органического вещества клеток ламин происходило в оксидных условиях, что подтверждают низкие содержания U и соотношения Mo/Mn и U/Th . Такое сочетание условий возможно лишь в микромасштабе — непосредственно в клетке или в её ближайшем окружении. Сообщества прокариот производили значительное количество биогенного углеродистого вещества, достаточного для поддержания не только собственной жизнедеятельности, но и для питания живых клеток СИС, бактерий и эукариот.

Формирование СИС происходило в промежутках между вспышками активности подводных вулканов, вблизи грязевых котлов или гидротермальных источников. Об этом свидетельствуют высокие соотношения титана к циркону (64.7), а также данные палеотемпературы по изотопам кислорода (от + 62⁰ до + 83⁰). Выбросы флюидов носили импульсный характер и контролировали динамику роста построек. Вместе с флюидами происходило поступление глинистого материала, образовавшегося в результате взаимодействия кислых гидротермальных растворов с магматическими породами.

Главными газовыми компонентами палеофлюидов являлись метан и сероводород, которые обычно преобладают в современных постмагматических процессах. О глубинной природе, поступления флюидов, свидетельствуют высокие содержания литофильных, халькофильных и редкоземельных элементов в карбонате построек, а также данные изотопного состава серы и углерода. Из недр совместно с газами поступали углеводороды нефти, что характерно для постмагматической деятельности современных вулканов. Углеводороды являлись материалом, которые прокариоты в процессе своей жизнедеятельности использовали для создания органического вещества и карбоната построек СИС. Биогенное углеродистое вещество создавалось в значительном количестве. Его было достаточно для питания живых клеток СИС и крупной фауны, а также для окрашивания кальцита и глины построек.

На современных выходах холодной и горячей дегазации обычно существуют оазисы жизни с крупной фауной [Campbell, 2006; Nesse et al., 2019]. Сходный биоценоз червей, моллюсков и гастропод находился вблизи построек СИС. Они находились в симбиозе с сообществом прокариот. Жизнь в оазисе вблизи построек СИС проходила на значительных глубинах ниже границы критической зоны растворения карбоната и вблизи гидротермальных источников вулкана. Поэтому карбонатный материал раковин биоценоза заместился сульфидами, а значительная его часть растворилась.

По условиям образования и многим признакам постройки СИС можно отнести к древним породам карбонатов углеводородного просачивания [Campbell, 2006]. Главным условием их образования является поступление углеводородных флюидов из грязевых котлов или термальных источников и деятельность сообщества прокариот по их переработке. Материалом для формирования строений СИС служил метан. Поэтому подобные постройки карбонатов углеводородного просачивания, созданных прокариотами, можно называть метанолитами триаса.

Список литературы

Колокольцев В.Г. Текстура cone-in-cone и ее происхождение // Литология и полезные ископаемые. 2002. №6. С. 612–627.

Ярков А.А. Zarizinlaminata – царские пластинки. Сборник конференции, посвященной 65 – лет Волгоградского отделения Русского географического общества. Волгоград. 11.12.2015. М.: Планета. 2015. С. 55–104.

Campbell K.A. Hydrocarbon seep and hydrothermal vent paleoenvironments and paleontology: Past developments and future research directions. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol, 2006. V. 232. P. 362–407.

Hesse R., Fong C., Schumann D. Origin of spherulitic and cone-in-cone concretions in Cambro-Ordovician black shales, St Lawrence Estuary, Quebec, Canada// Materials Science. Geological Magazine. 2019. V. 156 (10). P. 1793–1804.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА КОЛЕБАНИЯМИ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

П.В. Люшвин, М.О. Буянова¹, А.С. Челидзе²

¹Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

²ГБОУ г. Москвы школа № 627 имени генерала Д.Д. Лелюшенко

lushvin@mail.ru,

История данных наблюдений за уровнем Каспийского моря начинается с конца 30-х годов XIX века. Периодически наблюдения проводились на десятках станциях-пунктах, однако абсолютное большинство были срочными речными наблюдениями, а не непрерывными самописцами. Возможно, поэтому страница регистрации сейш и цунами в Каспии остается недописанной. Открытие и перенос уровенных станций-постов во многом связано с отмытым берегом, когда при падении уровня на 1-2 м берег отступал на километры и более. Уровень Каспийского моря в основном зависит от стока р. Волги обуславливающей поступление в море-озеро $>60\div75\%$ речного стока (≤ 460 км³/г) [Лебедев, 2014]. Поскольку весенние половодья приводили к катастрофическим наводнениям, для их демпфирования с 30-х гг. XX века началось строительство каскада ГЭС. По его завершению оказалось, что из-за испарения с затопленных участков и использования воды на хозяйственные нужды до Каспия не стало доходить >40 км³/г ($\geq 15\%$ волжского стока). К 1976÷1978 гг. уровень катастрофически упал на 2 м (по расчетам без активной деятельности человека уровень был бы выше на $\approx 1,5\div 2$ м) (рис. 1. а) [Жиндарев и др., 2013].

Для стабилизации уровня в 1980 г. построили дамбу, что отсекала сток из моря в залив-испаритель Кара-Богаз ≈ 10 км³/г. Однако, волжский сток не прогнозируемо стал расти, затапливая объекты спешно построенные в зоне осушки. В 1984 г. и 1992 г. дамбу взорвали, и тут, вопреки оплаченным прогнозам, волжский сток сократился [Бармин, 2000; Лебедев 2014]. С 2009 по 2025 Каспий катастрофично для портовой инфраструктуры, рыбного хозяйства и экологии «усох» до -29 м. К этому времени не стало СССР - единого управления территориями (иначе дамба могла бы быть восстановлена). Ресурсы для «спасения» моря-озера исчерпаны? Воду не возьмешь из Дона, Днепра или из северных рек, как рассматривалось в 70÷80 годы XX века. Ресурсы исчерпаны! Нет, имеется биологический ресурс – тростник-сорняк, что первым вырастает в дельтах рек. Согласно лимнологическим исследованиям, толщина слоя воды

эвапотранспирации (испарение с воды + транспирация макрофитов) зарослей тростника летом в $\approx 3 \div 5$ раз интенсивнее, чем с водной поверхности (рис. 1.б). Большую часть надводной дельты р. Волги (72%) и площади островов ($>90\%$) занимают заросли тростника густотой $\approx 10 \div 60$ тыс. стеблей/га, высотой до 6 м. В 1939 г. затраты на испарение от Волгограда до моря оценивались в $\approx 5 \div 10 \text{ км}^3$ (при условии, что испарение с сухой в межень дельты значительно ниже, чем с открытой воды). В 1880 г. площадь дельты была ≈ 3 тыс. км^2 , к 2013 г. в связи с падением уровня моря её площадь достигла ≈ 19 тыс. км^2 , и даже ≈ 27 тыс. км^2 , соответственно увеличились и оценки потерь на испарение $\approx 20 \text{ км}^3$ [Водный, 2018; Дельта, 2020]. Если исключить испарение зарослей тростника хотя бы с половины дельты, то оценка величины затрат на испарение (1) будет в разы больше:

$$0,5 * 20 \text{ км}^3/\text{г} + 3 \div 5 * 0,5 * 20 \text{ км}^3/\text{г} \approx 10 + 30 \div 50 \approx 40 \div 60 \text{ км}^3/\text{г} \quad (1)$$

В СССР тростник с Волжской дельты использовали в качестве топлива, в животноводстве, строительстве, 5 камышпромхозов заготавливали тыс.т. его для Астраханского целлюлозно-картонного комбината (рис. 1.в) [Люшвин, 2024]. В результате в 60-80 гг. неучтенная при оценках водного баланса экономия воды на испарении с убранного тростника $\approx 10 \div 30 \text{ км}^3/\text{г}$, сберегла $>1 \div 2$ м уровня. Если рост годового стока $\geq 260 \text{ км}^3/\text{г}$ в 1963, 1966, 1970 и 1974 гг. приводил к «видимым» всплескам уровня, то в XXI веке сорняк-тростник так бесконтрольно разросся, что стал «нивелировать» уровень - испарил воду даже нормального стока $\geq 260 \text{ км}^3/\text{г}$ в 2016, 2017 и 2020 гг. При гипотетической уборке половины зарослей в XXI веке, обходя места массовых гнездовий птиц и миграций рыб, не было бы текущего катастрофического понижения уровня. Если убирать излишки тростника и в иных дельтах каспийских рек, а также с литорали от р. Урал до Кизлярского залива, то «экономия» на испарении даст еще $\geq 20 \text{ км}^3/\text{г}$. Иначе Каспийское море превратится подобно Аральскому в Малое море.

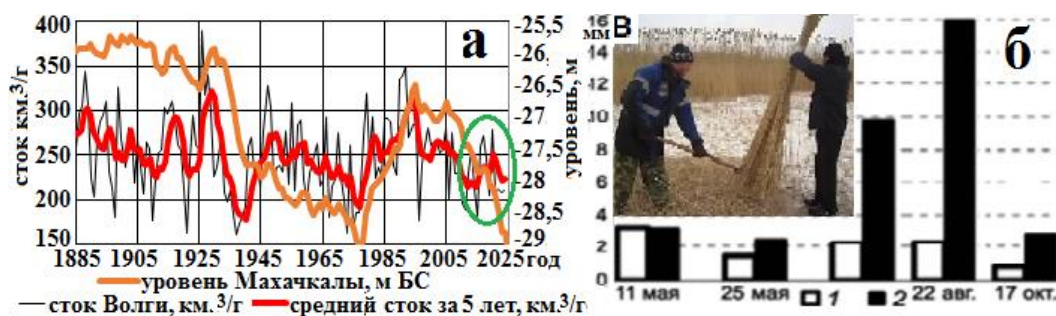


Рис. 1. а - уровень моря в Махачкале, среднегодовой сток и осредненный за 5 лет, в эллипсе – отклик уровня на всплеск стока в 2010÷2024 гг.; б -интенсивности испарения с воды (1) и транспираций (2) в зарослях тростника [Wetzel, 2001]; в –уборка камыша.

Сложность прогнозирования уровня закрытого каспийского водоема связана как с самим объектом, так и с данными измерений. Величины составляющих водного баланса Каспия порой меняются год от года на $\geq 40\%$. Хотя Каспий и находится в активной зоне взаимодействия литосферных плит, даже эпизодическое влияние современной тектоники на уровень моря и площадь зеркала считаются не существенным или замалчивается (рис.2) [Водный, 2018; Голубов, 1994].

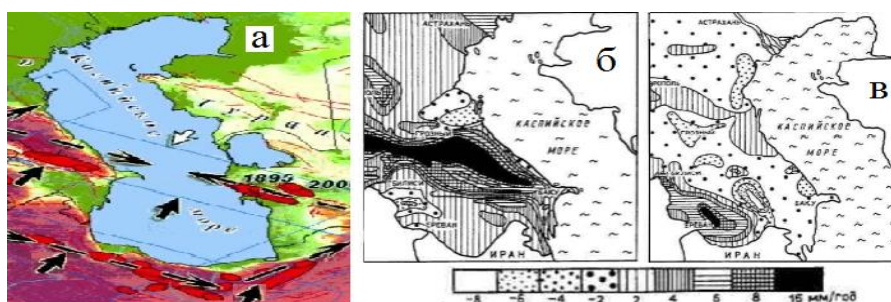


Рис. 2. а - Движение литосферных плит. б, в - карты современных вертикальных тектонических движений в регионе за 1973 г. и 1986 г. [Лебедев, 2014]

Для «подчеркивания» влияния геологических факторов и нивелирования гидрометеорологии ниже в основном рассматривались не сами уровенные ряды, а пространственно-временные контрасты среднегодовых уровней (рис. 3, 4). Оказалось, что с конца 30-х по 75÷80 гг. XX века величины разниц уровня воды на взморье Волжской дельты (о. Тюлений) и на станциях западного берега постепенно выросли до 20 см за исключением Апшеронского п-ова (Баку), где контраст уровней, напротив, упал на ≈ 30 см. В конце 70-х были резкие перепады уровней, далее фрагментарно начались перемены знаков контрастов уровней, размах величин контрастов $\geq 40\div 60$ см. На восточном берегу длительных тенденций изменений контрастов уровня не выявили. За 50÷70 лет их величины менялись на 5÷15 см. На обоих берегах не выявлено устойчивых связей контрастов уровней со стоком р. Волга и уровнем на станциях.

Часть перечисленных особенностей связана с исходными данными. Во-первых, на западном берегу Каспия в 1977-1980 гг. проводилась повторная привязка реперов уровенных постов - высотные отметки изменились относительно 1950 г. на 7÷11 см. На восточном побережье этих работ не проводили. Во-вторых, тектоника в регионе раздроблена и активна, скорости вертикальных движений до ± 6 мм/г, у Сумгаита ≥ 12 мм/г. Согласно данным нивелирования Кавказа литосферные блоки вдоль западного берега Каспия до 1975-1978 гг. поднимались, а вместе с ними поднимались и репера [Лебедев, 2014]. Вода оттекала в иные части чаши моря, зримый уровень воды на западе

опускался, контрасты уровней по сравнению с о. Тюлений росли! Далее фрагментарно стала происходить смена знаков движений.



Рис. 3. а – разницы уровней на западе Каспия и на о. Тюлений; б – тренды контрастов с рис. 3а и уровень моря на о. Тюлений; в - фрагмент рис. 3а, сток р. Волги

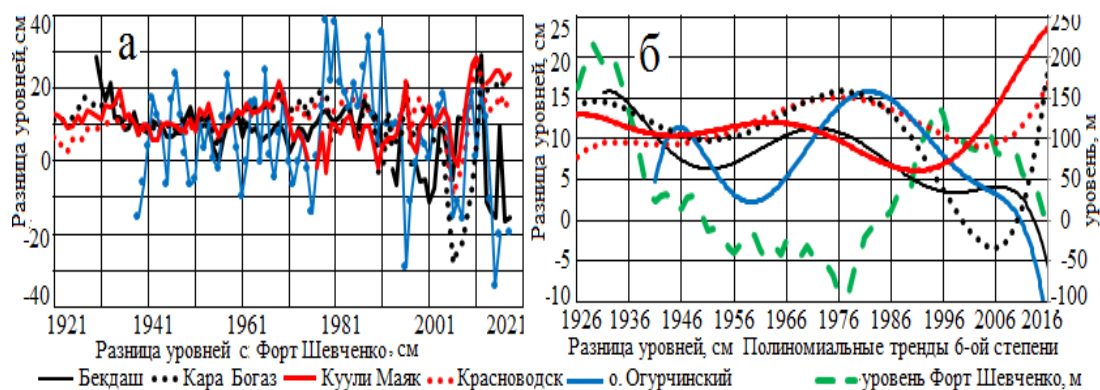


Рис. 4. а – разницы уровней воды на восточном берегу Каспия и на Форт Шевченко; б – тренды контрастов уровней с рис. 4а и уровень моря в Форту Шевченко

Из приведенного следует, что уровенные данные до 1976-1978 гг. и после желательно анализировать отдельно. Контрасты уровней имеют характерные отклонения от общих тенденций лишь с иранской станцией Ашурада на юго-востоке моря (до $\pm 1,5$ м), где литосферный блок дна Каспия погружается под Персидскую литосферную плиту (рис. 5). Вертикальные скорости до ≈ 7 см/г., индикаторы смещений – землетрясения. При их активизации литосферный блок (репер уровня) опускается, уровень воды в Ашурада становится формально выше (без учета вертикальной динамики литосферных плит), чем на севере моря (например, в конце 70-х волжские воды «втекали» на взморье, а наоборот). В сейсмоспокойные 80-90-е литосферный блок (репер поста) поднимался, вода отступала, контрасты росли. Считается, что сейсмика в регионе коррелирует с числами Вольфа [Ковалев, 2013].



Рис. 5. Разницы уровней на постах и станции Ашурада, уровни моря, число землетрясений у Ашурада и максимальные магнитуды (М) >4. На врезке их эпицентры

Список литературы

Бармин А.Н. Голуб В.Б. Поучительный урок результатов эксплуатации тростниковых зарослей в дельте реки Волги // Известия Самарского научного центра Ан РФ. 2000. Т. 2, № 2. С. 295–299.

Водный баланс и колебания Каспийского моря. Моделирование и прогноз. Научно-методическое пособие. Под редакцией Нестерова Е.С. М.: // Триада, 2016. 378 с.

Голубов Б.Н. Аномальный подъем уровня Каспийского моря и техногенная дестабилизация недр // Известия РАН. Серия географическая. 1994а. № 1. С. 59-74.

Жиндарев Л.А., Игнатов Е.И., Бадюкова Е.Н., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д., Шипилова Л.М. Каспийское море. Т. 6. 2013. С. 938–1099.

Ковалев В.В., Парада С.Г. Геологические аспекты современных изменений уровня Каспийского моря // Вестник Южного научного центра. 2013. Т.9, № 2. С. 38–46.

Лебедев С.А. Спутниковая альтиметрия Каспийского моря. М., 2014. 335 с.

Люшвин П.В., Буянова М.О., Челидзе Н.С. Управление распространением зарослей тростника для демпфирования уровня Каспийского моря - озера и регионального потепления климата в ЮФО // Труды XII Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2023)» Тверь: ПолиПРЕСС, 2024. Т. 1. С. 567-574

Wetzel R.G. Limnology. 2001.

ИТОГИ ПОИСКА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ХФУ-ФРЕОНОВ**И.М. Мазурин***Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»*mazurinenin@mail.ru

В статье рассмотрены результаты поиска замены запрещенным к производству и использованию фреонов из группы ХФУ, т.е. фторированных углеводородов, содержащих хлор в молекуле. Эти запреты законодательно оформили около 200 стран-участниц Монреальского протокола к Венской конвенции 1985 г. по озону. Несмотря на то, что фреоны являются продуктами массового применения в бытовых и промышленных холодильниках и для них пока так и не удалось найти альтернативных заменителей. Суррогатные заменители, используемые сегодня, создали целый ряд неразрешимых проблем как для пользователей, так и для производителей бытовой и промышленной холодильной техники. Наибольшие проблемы возникли из-за пожароопасного изобутана (R-600a), заправляемого в холодильные агрегаты.

Ключевые слова: фреоны, холодильные агрегаты, озоновый слой Земли, физические свойства веществ, безопасность, альтернативы.

В 1987 году Россия стала страной-участницей Монреальского Протокола, представленного мировыми СМИ как международную акцию по защите озонового слоя Земли от разрушения, которое происходит от выбросов в атмосферу содержащих хлор фреонов из бытовых холодильников и от пожаротушающих веществ, содержащих бром, называемых галонами. Для этого все страны-участницы Монреальского Протокола приняли обязательства добровольно прекратить производство и использование фреонов и галонов в предельно сжатые сроки. Чуть позже возникли неразрешимые проблемы при выполнении обязательств Протокола, связанные с запретами на производство и использование «озоноопасных фреонов и галонов, которые оказались технически важными веществами, массово потребляемыми в качестве рабочих тел энергетических машин, растворителей и пожаротушающих бромсодержащих веществ, но не имеющими себе альтернатив. Предлагаемые заменители, отвечающие требованиям по отсутствию в молекуле озоноопасных брома и хлора, были либо откровенно ядовиты и нестабильны, как гидрофторуглероды (ГФУ), либо взрыво- и пожароопасны, как углеводороды и аммиак. По сути, это были суррогаты, но не альтернативы запрещенным веществам. При

запрете на вещества массового применения необходимо было дать на рынок их полные альтернативы, иначе возникает противоречие с ГК РФ и законом о правах потребителей. Наиболее сложные вопросы возникли по задаче обеспечения гарантий пожарной и бризантной безопасности предлагаемых альтернатив.

Итоги поиска безопасных альтернативных заменителей ХФУ оказались печальными не только по числу жертв от пожаров и взрывов бытовых холодильников с изобутаном, но еще и по причине неопределенности из-за отсутствия официального документа с перечнем требований к альтернативам запрещенных хладагентов. Таким документом могли быть Технические Требования к альтернативным веществам, разрешенным для использования в качестве эквивалентной замены запрещенных к использованию ХФУ-хладагентам, растворителям, пожаротушащим и прочим веществам, попавшим под запрет. Но такого документа нет и сегодня. Только спустя 27 лет Европейское Сообщество, не дождавшись перечня требований к альтернативам, выпустило Регламент ЕС 517/2014, в котором авторам идеи запретов ХФУ-фреонов наконец напомнили о Законе о правах потребителей, по которому потребитель имеет право использовать запрещенное вещество, если для него нет альтернативы и его можно приобрести на рынке. Основанием для такой возможности является также и Гражданский Кодекс РФ. Это означает, что пока Совещание Сторон Монреальского Протокола не выпустит необходимый документ, т.е. Технические Требования на альтернативы по каждому из запрещенных хладагентов, будет управляемый хаос в поиске суррогатных заменителей запрещенных хладагентов. Без Технических Требований на альтернативы и их наличия на рынке отсутствует право на запреты существовавших ранее веществ массового применения, если они были безопасны для человека. Из-за поспешно принятых запретов и отсутствия на рынке безопасных альтернатив запрещенным хладагентам, производителям холодильных агрегатов пришлось использовать пожароопасный изобутан в качестве суррогатного заменителя фреона-12. В пожаротушении взамен бромсодержащих соединений стали использовать принципиально непригодный, термически нестабильный и токсичный гидрофторуглерод R-125.

Если обозначить перечень обязательных требований потребителя для предлагаемых альтернатив запрещенным веществам, то среди них прежде всего цена, затем все виды безопасности, надежность, энергоэффективность и прочие важные показатели. Для устройств с новыми рабочими телами эти показатели должны быть не

хуже, чем были с прежними веществами. Как показала практика использования различных смесей и моновеществ, полных альтернатив для фреона-12 и фреона-22, до сего времени так и не нашли. Есть пока лишь суррогаты разного вида, но по цене все они на порядок дороже прежнего фреона-12. До запретов его цена в мире была в пределах 1,5-2 доллара за 1 кг. Аналогичная ситуация и с пожаротушащими бромфреонами, элегазом (SF_6), растворителями и другими фторсодержащими соединениями. Причина здесь лежит во времени, отпущенном на поиск и принятие решений по использованию новых технически важных веществ. Их до сих пор безуспешно ищут, но при этом СМИ быстро и очень хорошо выполнили задачу по нагнетанию людского страха от гибели озона, а затем и от последствий парникового эффекта. В результате задача избавления Земли от ожидаемой климатической катастрофы стала мировой проблемой, требующей срочного решения. Запреты приняли, но при этом получили результаты, которые запрещают практическое применение наспех разрешенных горючих суррогатов под видом альтернатив запрещенным веществам. В России на это обстоятельство не стали обращать внимания, хотя вполне можно было бы вслед за Европой, еще в 2014 году выпустить российский регламент, который дал бы право на применение безопасных фреонов и пожаротушащих веществ, остро необходимых в различных критических ситуациях на флоте, и в оборонной отрасли, как это сделали в Европе.

Вся процедура обсуждения проблемы гибели стратосферного озона была хорошо подготовленным шоу, поскольку экспериментального научного подтверждения гипотеза Молины-Роуланда о причине гибели стратосферного озона так и не получила по двум причинам. Во-первых, практически невозможно в лабораторных условиях смоделировать природные процессы, происходящие в зоне разрушения озона, т. е. на границе тропосферы и стратосферы в сравнимых объемах движущихся масс воздушных потоков при существующих значениях грозовой активности, солнечной инсоляции, а также при постоянно меняющейся величине солнечного ветра, т.е. потоков заряженных частиц, вызывающих полярные сияния. Во-вторых, дыхание Земли через рифтовые разломы в виде выбросов в атмосферу водорода и метана в количествах, сравнимых с антропогенными выбросами от деятельности человека, быстро смоделировать также практически невозможно. Важно и то, что объемы газовых выбросов постоянно изменяются во времени, не подчиняются прогнозам по длительности и зависят от тектонической активности Земли. По этим двум довольно весомым причинам главными аргументами в пользу научной состоятельности гипотезы гибели озона от

хлорсодержащих фреонов (ХФУ) стали только теоретические соображения на основе предполагаемых реакций в упрощенной схеме взаимодействий. Под напором СМИ всю схему воздействия ХФУ-фреонов на озон приняли за истину с вручением Нобелевской премии авторам гипотезы. Введенные в действие запреты на использование ХФУ-фреонов поначалу вроде как и уменьшили озоновую дыру над Антарктидой, но к 2015 году она вернулась к своему прежнему размеру — 29 млн. км². Этот возврат к прежнему состоянию свел на нет все утверждения по поводу научной состоятельности гипотезы Молины-Роуланда и успехов в решении проблемы защиты озонового слоя Земли. Причина гибели озона оказалась иной. На сегодняшний день пока нет более полного описания причины гибели озона, чем то, которое представил В.Л. Сывороткин в 1993 году [Сывороткин, 1993]. Но надо еще и учесть, что на сегодняшний день есть еще, как минимум, 20 гипотез гибели озона [Сывороткин, 2002], каждая из которых родилась в процессе размышлений ученых. Сегодня можно утверждать, что количество сочетаний условий, при которых происходит гибель озона несколько, поскольку речь идет о динамической системе с постоянно изменяющимися параметрами состояния. Другое дело, что есть доминирующая причина, и есть еще менее слабые по воздействию на озоновый слой, но в определенных условиях способных стать весомой причиной гибели озона. Однако принятие одной неподтвержденной гипотезы в качестве обоснования запретов на использование технически важных веществ открыло для американских ТНК новые возможности захвата мировых рынков в холодильной отрасли Европы, Азии и России. Сегодня это уже стало свершившимся фактом, о котором в СМИ не вспоминают.

С момента введения запретов на использование «озоноопасных» фреонов наметилось два основных направления поиска альтернатив запрещаемым веществам. Сначала появилась реклама от ТНК Дюпон де Немур по заранее подготовленным суррогатам в виде смесевых наazeотропных хладагентов (R-400 и выше) из группы гидрофторуглеродов (ГФУ) вместе с R-134a, которые до Монреальского Протокола применять запрещалось из-за невозможности дозаправки холодильного агрегата свежими хладагентом. Состав смеси во времени изменяется из-за разной скорости утечки составляющих компонентов, если смесь не является азеотропом. Эта группа веществ R-32 (CF₂H₂), R-125(C₂F₅H), R-152a(C₂F₂H₄), R-134a(C₂F₄H₂). известна своей нестабильностью, токсичностью из-за проблем с удалением ядовитых примесей и высокой ценой из-за значительной доли фтора в молекуле. Высокая токсичность ГФУ является технологической особенностью этих соединений из-за того, что их крайне

сложно доводить до приемлемого уровня очистки от токсичных примесей, что неизбежно вызывает проблемы при получении разрешения на применение в холодильниках с пищевой продукцией. Эти свойства ГФУ были хорошо известны в Европе. По этой причине европейские фирмы пошли по пути использования углеводородов: метана R290 (C_3H_8); изобутана R-600a (C_4H_{10}), а также аммиака R-717(NH_3) для замены запрещенных фреонов, несмотря на пожарную опасность этих веществ, известную холодильщикам еще с 30-х годов прошлого века.

Среди углеводородов наиболее близким по кривой насыщения, при замене фреона-12, оказался изобутан (C_4H_{10}). Но при сравнении низшей теплоты сгорания изобутана (46×10^3 кДж/кг) с низшей теплотой сгорания тринитротолуола ($4,187$ кДж/кг) получается пугающая величина 10,9 тротилового эквивалента, присущая изобутану. При этом для начала процесса достаточно концентрации изобутана в атмосферном воздухе всего 1,8% объемных. При этом всего 70 граммов изобутана, заправленные в агрегат небольшого бытового холодильника при определенных условиях могут стать причиной взрыва, мощность которого эквивалентна 763 граммам тротила. Причем, при утечке изобутана из холодильного агрегата нет характерного запаха меркаптана, который всегда добавляется в природный газ для предупреждения пользователя об утечке взрывоопасного газа. Наиболее опасным изобутан становится при объемном взрыве. Скорость распространения фронта горения при этом от 1 до 5 км/сек. Мощность взрыва при этом возрастает в 3-4 раза и 70 граммов заправленного в небольшой холодильник изобутана могут достичь мощности взрыва 3 кг тротила. Подобные физические эффекты иногда наблюдаются с момента принятия ГОСТа Р-МЭК 60335-2-24-2001 и введения его в действие с 1 января 2003 года. По п.22.106 этого ГОСТа «масса хладагента, (в т.ч. изобутана) не должна превышать 150 г в каждом отдельном контуре». Официальные данные МЧС с 2006 по 2010 год сообщали о ежегодном количестве пожаров холодильников с изобутаном не менее 1000 пожаров в год. В пятилетний период с 2019 по 2024 количество пожаров для холодильников с изобутаном осталось на уровне 1000 пожаров в год, но при этом появились данные МЧС о количестве взрывов таких холодильников. Их количество от 26 до 30 в год. Количество жертв от взрывов в 2024 году составило 471 человек. Всего пострадало при пожарах от холодильников, заправленных изобутаном за 2024 год 216000 человек.

Несмотря на риски, в надежде на высокое качество изготовления и автоматику, исключаящую взрывы и пожар при неизбежных утечках горючих углеводородов,

европейские фирмы приняли стандарты МЭК, т.е. Международной Электротехнической Комиссии (IEC), позволяющие на официальном основании изготавливать и продавать населению безопасные с точки зрения электротехнических норм холодильники, но при этом заправленные изобутаном. В конструкции таких холодильников предусматривалась взрывозащищенная электрическая часть. Но устанавливают такие холодильники в жилых помещениях, где взрывобезопасных выключателей не ставят, поскольку реклама «экологичных», «озонобезопасных и парниковобезопасных» углеводородов успокоила обывателя. Покупатели считали такие холодильники безопасными и полезными для окружающей среды. На деле, через небольшое время холодильники с изобутаном стали серьезной проблемой для пожарных служб Англии и других европейских стран из-за бытовых пожаров. Россия после принятия европейских стандартов, разрешающих использовать углеводороды в качестве рабочих тел бытовых холодильников, начиная с 2006 года также попала в их число. Количество сгоревших бытовых холодильников, заправленных изобутаном, с начала их официального производства в 2003 году по 2025 год по официальным данным МЧС составило не менее 20 тыс единиц, т.е. то за каждый год после 2006 года в России сгорает не меньше 1000 холодильников заправленных изобутаном. Данные по сгоревшим бытовым кондиционерам скромней и находятся в диапазоне от 117 до 170 единиц в год за тот же период. Эти данные можно найти в официальных выпусках МЧС о пожарах в РФ. При этом изобутан, заправленный в холодильный агрегат, может относительно безбоязненно загореться и сгореть полностью вместе с теплоизоляцией, запененной также на изобутане, поскольку прежний пенообразователь фреон-11 тоже запрещен. Но изобутан при утечке из холодильника может и взорваться с неприятными последствиями. Причина в том, что физические свойства изобутана, как наиболее удобные для агрегатов бытовых холодильников, не обеспечивают ему возможность быстро уйти по вентиляционным устройствам из помещения при утечках из замкнутой системы циркуляции. Изобутан в два раза тяжелее воздуха и по этой причине, при утечке из трубопроводов внутри или снаружи холодильника, изобутан будет стелиться по полу жилого помещения, постепенно заполняя нижнюю часть помещения, медленно поднимаясь выше за счет диффузионного перемешивания с воздухом до момента контакта с электрической искрой домашнего выключателя или открытым пламенем газовой горелки. Минимальная концентрация возгорания изобутана, при которой возможно возгорание, всего 1,8% объемных. При этом равновероятны либо пожар, либо

взрыв. Учитывая факт постоянного ежегодного выпуска в России бытовых холодильников, заправленных изобутаном начиная с 2003 года и объем продаж таких холодильников на уровне 1,5 -2 млн. единиц. в год, можно предположить, что в эксплуатации сейчас находятся не менее 25 млн. бытовых холодильников, заправленных изобутаном. Видимо настало время на государственном уровне позаботиться о выполнении Конституционных гарантий в отношении безопасности населения и разработать программу замены опасных для человека агрегатов, для чего выпустить соответствующие правительственные документы, обязывающие изготовителей опасной техники прекратить ее выпуск. При этом надо определить порядок замены опасных холодильных агрегатов на безопасные. Производители бытовых холодильников формально не несут ответственности за сгоревший холодильник, поскольку холодильник с изобутаном выпущен в продажу в соответствии с ГОСТ Р-МЭК 60335-2-24-2001, либо в соответствии с обновленным ГОСТ Р 52161-2-24-2007. Но в обоих ГОСТах по п 22.106 разрешено заправлять в холодильный агрегат до 150 г изобутана! Это при объемном взрыве по мощности будет эквивалент 6 кг тротила. Проблема безопасного использования бытового оборудования налицо и решать ее надо срочно. Для ее выполнения нужны значительные средства, поскольку несколько миллионов бытовых холодильников заправленных изобутаном стоят на кухнях квартир и ждут своего часа, чтобы еще раз напомнить о недопустимости использования пожаро- и взрывоопасных веществ в качестве заменителей негорючих фреонов.

Если обратиться к первоисточникам, на которых основаны постулаты современных ограничений и полных запретов на использование технически важных веществ, то нельзя не заметить откровенного подлога в отношении понятия времени жизни неосновных газов в атмосфере Земли. До сего времени ни в научной печати, ни в средствах массовой информации так и не опубликован расчет времени жизни газов в атмосфере, хотя на основе этого показателя введен потенциал глобального потепления - (ПГП), по которому ограничивают применение в качестве хладагентов, растворителей и пожаротушающих веществ. Первые данные по временам жизни газов в атмосфере появились в приложении к Киотскому протоколу в 1993 году и затем в отчетах МГЭИК 1995 года без методики расчета. Однако, зная измеренные концентрации неосновных атмосферных газов и изменения их концентрации во времени, несложно посчитать времена их жизни в атмосфере Земли. После довольно несложных расчетов балансов масс, учитывающих количество выбросов известного газа в атмосферу, а также

выгорание этого газа от грозовых разрядов в атмосфере, время жизни самого прочного по энергии диссоциации газа CF_4 составит всего один год, а не 50000 лет [Ravishankara et al., 1993] которые оценила г-жа Соломон, допустив отсутствие воздействия грозовых разрядов на время жизни газов в атмосфере. Такая же точно длительность жизни в атмосфере получится и у всех остальных газов, концентрации которых представлены в отчетах МГЭИК. Как утверждали в 60-е годы прошлого века отечественные ученые, грозы являются чистильщиками атмосферы [Стекольников, 1960]. Именно грозы и не дают неосновным газам жить в атмосфере Земли больше полутора лет. В условиях высоковольтного грозового разряда происходит диссоциативная ионизация как основных атмосферных газов, так и всех других, находящихся в радиусе 2-3 метров от канала разряда. Длина плазменного шнура, по которому происходит грозовой разряд, достигает нескольких километров. Величина тока достигает сотен кА; напряжение пробоя достигает значений 4-5 МВ. Количество грозовых разрядов в атмосфере за год не менее 2 млрд. По этой причине долгого времени жизни у неосновных газов принципиально быть не может.

Расчетные времена жизни газов в атмосфере, полученное на основе материальных балансов, определенных по данным изменения концентраций неосновных газов в атмосфере и опубликованных в официальных изданиях МГЭИК, дают основания для корректировки значений ПГП, представленных в стандартах и регламентах ЕС и отечественных ГОСТах. Кроме того, значение (ODP) также оценивалось в виде безразмерного потенциала в предположении долгой жизни в атмосфере. Время жизни фреона-12 по начальной версии оценивалось в 100 лет, т.е. на два порядка больше, чем в расчете по массовым балансам на основе данных по изменению концентраций в атмосфере. При этом короткая жизнь ХФУ в атмосфере практически исключает их участие в разрушении стратосферного озона, поскольку в тропосферной зоне грозовые разряды быстро разрушают основную массу ХФУ. Появление расчетных данных по временам жизни в атмосфере для неосновных газов дает основание для разработки отечественной версии ГОСТов на рабочие тела для холодильных агрегатов с приоритетом норм Российской Конституции, отечественных норм Гражданского и Трудового права. В итоге основным требованием к хладагентам остаются безопасность для человека и эффективность в холодильном цикле. Об окружающей среде позаботятся грозовые разряды которые, как и в прежние миллионы лет земной истории, надежно очистят атмосферу от неосновных газов, как антропогенных, так и неантропогенных.

В отношении принятых Россией обязательств по Парижскому Соглашению, куда введены обязательства России по Монреальскому и Киотскому протоколам, продолжение выполнения добровольно принятых обязательств возможно на основе скорректированных базовых данных по временам жизни и потенциалам глобального потепления, а также озоновой опасности на основе расчетных данных по временам жизни в атмосфере для каждого хладагента.

Практическая сторона вопроса по рабочим телам в холодильных агрегатах помимо конституционного приоритета безопасности человека связана с необходимостью выполнения условий замкнутого технологического цикла, исключающего потери рабочего тела при ревизиях и ремонтах холодильных агрегатов, а также с необходимостью рецикла рабочего тела после его сбора при авариях или ремонтах. Эти условия являются основой при проектировании практически всех газотехнологических систем, использующих промышленные газы, опасные в разной степени для человека. В отношении фреонов группы ХФУ и ГФХУ, составляющих основу всех рабочих тел для холодильных агрегатов компрессионного типа, задача по исключению потерь хладагентов при эксплуатации и ремонтах была решена в СССР Л.Ш. Малкиным еще в 70-е годы прошлого века и опубликована в открытой печати [Малкин, Колин, 1982]. Но в суматохе перестройки Россия не воспользовалась своим научным богатством и решение по замкнутому циклу использования озоноопасных фреонов даже не обсуждалось, хотя технология замкнутого цикла использования фреонов группы ХФУ для бытовых холодильников ничего сложного не представляет и воспроизвести ее можно практически на любом заводе, выпускающем холодильники. Важно отметить, что при реализации простого решения, предложенного Л.Ш. Малкиным, ограничения Монреальского Протокола теряют смысл, поскольку исчезает предмет претензий к изготовителям и потребителям бытовой техники, заправленной озоноопасными фреонами в отношении их гипотетической опасности для озонового слоя Земли. Если система герметична и выбросы в атмосферу исключены в соответствии с разработанной и утвержденной технологией, то нет и причин для запрета по использованию рабочего тела. Но в холодильной отрасли не нашлось организации-исполнителя этой процедуры. В этом главная причина бед.

Прецедент технического решения, исключающего выброс в атмосферу парниковоопасного газа в атмосферу, был в 90-е годы прошлого века из-за отсутствия альтернативы для элегаза (SF_6), используемого в качестве газа-изолятора в

высоковольтных выключателях. Из-за недопустимо высокого значения ППП, неизвестно кем без расчетного обоснования присвоенного элегазу, ему надо было найти альтернативу. Из-за уникальности свойств SF₆ поиски не дали приемлемого результата. Тогда были разработаны условия применения элегаза, исключаяющие его выброс в атмосферу, поскольку задача сбора элегаза и его рецикла для повторного использования уже была решена в ЭНИН им. Г.М. Кржижановского, а также представлена в международных нормативах МЭК. Просто энергетики, работающие с элегазом, были более энергичными при защите своих интересов, и более профессиональны в поиске приемлемого решения. Кроме того, к моменту принятия решения по использованию элегаза с условием гарантий от выбросов в атмосферу, при эксплуатации высоковольтных аппаратов у эксплуатационных служб уже была нормативная документация от Международной Электротехнической Комиссии (МЭК) – МЭК 60376 и МЭК 60480, а также опыт по сбору и рециклу элегаза при ревизиях газонаполненных аппаратов.

В отличие от энергетиков, холодильщики такого опыта и не имели. Публикация Л.Ш. Малкина [Малкин, Колин, 1982] по замкнутому циклу обращения с фреонами вышла в 1982 году, и не успела получить внедрения на других предприятиях. Экологам эта публикация могла быть очень полезна, поскольку на ее основе вполне можно было бы выполнить обязательства России по Монреальскому протоколу не запрещая производство и использование ХФУ- фреонов.

Выводы. Проблемы безопасности для владельцев холодильников, заправленных изобутаном связаны прежде всего с системным кризисом отечественной холодильной промышленности, вызванным банкротством в 90-е годы предприятий холодильного сектора и принципиальным переходом от разработки и изготовления холодильной техники на отечественных заводах к преимущественному импорту всех видов холодильной техники, заменителей фреонов, и даже европейских стандартов, разрешающих использовать изобутан в бытовых приборах.

Проблема поиска решения задачи по безопасной замене ХФУ-фреонов для бытовых и промышленных холодильников возникла по причине отсутствия дееспособной и полномочной структуры, заинтересованной в ее безопасном решении, хотя задача имела и имеет несколько безопасных вариантов ее решения.

Для решения задачи по созданию конструкции экологически безопасного бытового и промышленного холодильного оборудования необходимо восстановление

разрушенных в период перестройки головных научно-исследовательских структур холодильной отрасли со стендовыми базами по испытаниям бытовых и промышленных машин. Без восстановления разоренных заводов вместе с КБ, холодильная промышленность останется импортозависимой отраслью, ориентированной только на сервис зарубежного оборудования.

Необходимо восстановление производства галогеносодержащих веществ на новом технологическом уровне, исключающим выбросы галогенов в атмосферу на предприятиях-изготовителях промышленно важных веществ для холодильной отрасли.

Производство и потребление хладонов должно предполагать исключительно замкнутый цикл использования с обязательной утилизацией хладонов при ремонтах, ревизиях или окончании эксплуатации агрегата с последующим рециклом хладонов для повторного применения.

Список литературы

Малкин Л.Ш., Колин В.Л. Осушка и очистка малых холодильных машин. М: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 152 с.

Стекольников И.С. Природа длинной искры. М.: АН СССР, 1960. 272 с.

Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. М.: Геоинформцентр, 2002. 250 с.

Сывороткин В.Л. Дегазация Земли и разрушение озонового слоя. Природа. 1993. № 9. С. 35–45.

Ravishankara A.R., Solomon S., Turnipseed A.A., Warren R.F. Atmospheric Lifetimes of Long-Lived Halogenated Species. Science. 1993. V. 29.

ОМОФОНΙΑ В КИТАЙСКОЙ ИНТЕРНЕТ-КОММУНИКАЦИИ

Е.В. Малютенко

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Язык представляет собой органичное единство с менталитетом и культурной идентичностью нации. Мировоззрение, этнические характеристики и исторический путь развития социума запечатлеваются в фонетическом строе и лексическом богатстве языка, который в свою очередь активно формирует сознание и культурные традиции народа.

Китайская устная речь сравнительно небогата – различные диалекты оперируют всего 400-900 слогами, фиксируемыми системой пиньинь. Такого ограниченного набора фонетических единиц явно не хватает для отражения всей полноты окружающей действительности, что приводит к большому количеству омофонов.

Омофония (кит. 谐音 (xié yīn) – «звучать одинаково», «созвучие») – слова, имеющие одинаковое звучание, но различающиеся на письме («плод» и «плот», «столб» и «столп») [Модин, 2017]. В китайском языке большинство слов с одинаковой фонетической оболочкой различаются графически, что стало причиной широкого распространения именно этого типа омонимии. А.А. Хаматова, ссылаясь на данные словаря Кураиси, приходит к выводу, что китайский язык занимает первое место в мире по количеству омофонов [Хаматова, 2006]

Существует также понятие "омофоническая культура", когда одинаковое или похожее звучание разных слов создает между ними смысловые ассоциации, что становится частью культурного кода. Так, например, при выборе подарков представители ханьской культуры избегают дарить зонтики или часы, поскольку слово «зонтик» (伞 sǎn) по звучанию напоминает слово «расставание» (散 sàn), а фраза «дарить часы» (送钟 sòngzhōng) созвучна выражению «проводить в последний путь» (送终 sòngzhōng).

Множество китайских обычаев и традиций возникло под влиянием особенностей фонетической омонимии, получившей в китайском языке название 谐音文化 (xiéyīn wénhuà), что буквально означает «культура созвучий».

Так, в некоторых регионах Китая существовал свадебный обычай, при котором в доме жениха выставляли приданое невесты, включая одежду, постельные принадлежности, примеры её рукоделия, а также овощи. Среди этих овощей обязательно присутствовали сельдерей, чеснок и лук – их выбирали не случайно, а из-за игры слов. Название сельдерея (芹 qín) звучит похоже на слово 清 (qīng) – «чистый, скромный»,

чеснок (蒜 *suàn*) напоминает 算 (*suàn*) – «считать, быть расчётливым», а лук (葱 *cōng*) схож со словом 聰 (*cōng*) – «умный». Таким образом, это символически означало, что невеста – разумная, бережливая и хозяйственная женщина, достойная стать женой. Другим примером является подача рыбы на праздничный стол, поскольку само слово «рыба» (鱼 *yú*) по звучанию совпадает со словом «достаток», «избыток» (余 *yú*), символизируя тем самым благополучие и изобилие

Особое место в культурном коде Китая занимают поверья, связанные с числами. Наиболее яркий пример – негативное восприятие числа четыре (四, *sì*), которое ассоциируется со смертью (死, *sǐ*) из-за сходного звучания. Это суеверие ярко отражается в повседневной жизни: в зданиях часто отсутствуют четвертые этажи, а телефонные или автомобильные номера, содержащие эту цифру, обычно продаются с большой скидкой.

Наряду с этим существуют и «благоприятные» числа, такие как 6, 8 и особенно 9. Цифра девять (九 *jiǔ*) фонетически совпадает со словом 久 (*jiǔ*), означающим «долговечный» или «вечный», а потому считается символом стабильности и долгой жизни. Эта цифра широко используется в культуре и бизнесе: её можно встретить в названиях брендов, на логотипах и в декоративных элементах. В некоторых деревнях, когда китайцы преподносят в подарок деньги, то дают сумму, кратную именно девяти [Чжэн Б, 2024].

Часто омофонию используют в поликодовых рекламных текстах социальной рекламы. Одна из таких реклам посвящена «китайской мечте», под которой понимается действующий курс китайского правительства, направленный на возвращение былого величия страны. В подобных материалах часто используется иероглиф 蝠 (*fú*), то есть «летучая мышь», поскольку он созвучен с иероглифом 福 (*fú*), означающим «счастье» или «благополучие» [Хрипля, 2020].



Современная коммуникация в интернете стала важной частью повседневной жизни, особенно в контексте быстро развивающегося китайского общества. В этой динамичной среде, насыщенной различными формами языкового выражения, особую популярность приобретает феномен омофонии, для изучения которого была выбрана платформа WeChat.

Всего в ходе исследования было выделено 5 групп омофонов, которые пользователи используют для осуществления интернет-коммуникации:

1) Слова, в которых один из иероглифов заменяется на другой, схожий по звучанию:

- 压力 (*yā lì*) и 鸭梨 (*yā lí*) – 压力 (давление) нередко заменяется на 鸭梨 (сорт груши, произрастающий в провинции Хубэй). Так, когда собеседник в онлайн переписке хочет дать понять, что на него кто-то оказывает большое давление: 这次考试让我鸭梨好大 (*Zhè cì kǎoshì ràng wǒ yā lí hǎo dà*) . Этот экзамен сделал мою грушу очень большой (Я в огромном стрессе из-за экзамена).

2) Числовые омофонов:

- 770880 и 亲亲你抱抱你 – с помощью числового сообщения 770880 (*qī qī líng bā bā líng*) можно сократить фразу 亲亲你抱抱你 (*qīn qīn nǐ bào bào nǐ*), которая переводится как «целую, обнимаю» [5].
- 886 и 拜拜了 – 886 (*bā bā liù*) используется в качестве замены для конструкции 拜拜了 (*báibáile*), появившейся в китайском языке через заимствование из английского «bye-bye» и обычно использующейся при завершении диалога [Китайские..., 2025].

3) Омофоны, образованные смешанным путем – с помощью цифр, английских букв, знаков и даже эмоджи. Среди них можно выделить следующие:

- $3Q$ – образовывается путем присоединения английской буквы Q к числу три ($sān$). В итоге получается конструкция, созвучная английскому "thank you" (спасибо).
- $P9$ – образовывается тем же путем, что и предыдущий пример: к числу 9 ($jiǔ$) добавляется английская p , в результате чего появляется звучание, схожее с 啤酒 ($píjiǔ$) – пиво.
- $+U$ – в отличие от предыдущего примера, здесь с знаком (+) соединяется не цифра, а английская буква U . Получившийся в результате омофон $+U$ ($jiā U$) созвучно выражению 加油 $jiāyóu$, которое переводится как «Давай!», «Поднажми!», «Вперед!».

4) Омофоны, появляющиеся в результате замены иероглифов эмодзи.

- 猴 ($hóu$) – вместо 好 ($hǎo$) – «хорошо, здорово» можно поставить эмодзи обезьянки, поскольку произношение 好 ($hǎo$) похоже на 猴 ($hóu$) – «обезьяна».

5) Сокращенные слова и фразы:

- tx является сокращением от 同学 ($tóngxué$) – «одноклассник».

Также омофонические замены выполняют несколько ключевых функций:

1. Ускорение коммуникации

Существенное расхождение между устной и письменной речью в китайском языке проявляется в скорости: около 170 слогов в минуту при говорении против 30–50 иероглифов в минуту при наборе текста. Эта проблема усугубляется техническими особенностями китайской письменности. В настоящее время распространены два основных метода ввода:

1. Фонетический (на основе пиньинь) – требует ввода 2-4 латинских букв для каждого слога.

2. Графический (рукописный ввод) – предполагает воспроизведение всех черт иероглифа.

Хотя фонетический метод ввода считается более быстрым, он создает дополнительную когнитивную нагрузку: пользователю приходится искать нужный иероглиф среди большого количества омофонов, различающихся только тональным звуком. Такое противоречие между естественной скоростью речевого общения и

техническими ограничениями письменной коммуникации приводит к появлению различных сокращений, направленных на уменьшение затрачиваемого времени.

Как уже говорилось ранее, такие сокращения могут осуществляться за счет:

а) Использования только начальных букв каждого из иероглифов, входящих в состав слова:

- gg заменяет 哥哥 (gēge) – «старший брат»;
- XSWL заменяет 笑死我了 (xiào sǐ wǒle) – «умираю со смеху».

б) Замены отдельных иероглифов цифрами:

- 5 (wǔ) используется вместо 我 (wǒ) – «я»;
- 0 (líng) используется вместо 你 (nǐ) – «ты» [Китайские..., 2025].

2. Обход цензуры

В материковом Китае действует строгая политика контроля Интернета, согласно которой запрещается публиковать определённые термины, в большинстве своём касающиеся политики. Однако интернет-пользователи успешно находят способы обхода фильтров с помощью омофонов. Одним из примеров является 共 (hòng) – отдельный иероглиф для обозначения коммунистической партии Китая, который был составлен путем объединения двух графем иероглифа 土共 (tǔgòng) – «компартия» – в одну.

3. Юмор и каламбуры

Омофоны могут использоваться для создания различных каламбуров. Так, 医生 (yīshēng) – «врач» – становится 一生 (yīshēng), означающим «вся жизнь», когда кто-то хочет пошутить о длинных очередях в больницах: 看医生 (kàn yīshēng) – «Посетить врача», 看一生 (kàn yīshēng) – «Посмотреть всю жизнь».

4. Идентичность

Омофоны помогают самовыражаться путем трансляции своего юмора и интересов через изменение слов, а также дают возможность создавать «локальные» шутки, распространенные в кругу друзей или людей, объединенных чем-либо между собой. Например, 好 (hǎo) – «хорошо» – можно заменить на 蒿 (hāo) – «растение (полынь)», придавая сообщению тематический оттенок.

В результате можно сделать вывод, что омофония является неотъемлемой частью китайской культуры, в особенности интернет-коммуникации. Особенно хорошо этот феномен прослеживается в контексте платформы WeChat, где пользователи ежедневно

общаются, пишут комментарии и делятся фотографиями.

Список литературы

Китайские фразы из чисел. URL: <https://studychinese.ru/articles/4/205/> (дата доступа 01.02.2025).

Модин Б.П. Философия мифа. М.: ФЛИНТА, 2017. 258 с.

Хаматова А.А. Омонимия в современном китайском языке. М.: АСТ: Восток-Запад, 2006. 124 с.

Хрипля Т.С. Использование омофонов при создании поликодового рекламного текста (на материале китайской социальной рекламы) // Омские научные чтения – 2020: материалы Четвертой Всероссийской научной конференции, Омск, 30 ноября – 05 2020 года. Омск: Омский государственный университет имени Ф.М. Достоевского, 2020.

Чжэн Б., Корнеева Л.И. Омофоническая культура в преподавании китайского языка как иностранного // Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации в условиях реальной и виртуальной среды: сборник материалов международной конференции преподавателей, студентов и аспирантов, Екатеринбург: Ажур, 2024. С. 753–759.

БИОЭРОЗИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ ИСКОПАЕМЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ**С.В. Молошников***Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*molsergey@rambler.ru

Биоэрозия – процесс разрушения живыми организмами твердых субстратов в водной и наземной среде. Её следы встречается на известковых, кремнистых и древесных субстратах, а также на костных тканях позвоночных, и могут оставляться разнообразными организмами – бактериями, грибами, водорослями, беспозвоночными и позвоночными животными [Wisshak et al., 2019].

К биоэрозии костей позвоночных относятся следы сверления, прогрызания, прикрепления паразитами и симбионтами, а также питания хищниками, падалеядами и остеофагами. Биоэрозионные следы представлены прижизненными повреждениями и посмертными разрушениями костной ткани. Они хорошо известны на скелетных элементах мезозойских и кайнозойских позвоночных [Вялов, Несов, 1974; Лопатин, 2022; Zonneveld et al., 2016; Sato, Jenkins, 2020; Moura et al., 2021; Collareta et al., 2022; Zonneveld et al., 2022; El Hedeny et al., 2023; Perea et al., 2025; и мн. др.]. Биоэрозия костной ткани встречается как у морских, так и наземных рептилий и млекопитающих, на примере которых были впервые установлены и описаны ихнотаксоны, впоследствии встреченные у более древних позвоночных [Dworczak et al., 2025].

Биоэрозия костной ткани неоднократно отмечалась у палеозойских позвоночных. Так, на чешуях и экзоскелете средне-позднедевонских бесчелюстных и рыб известны следы укусов хищными рыбами [например, Обручев, Марк-Курик, 1965, табл. LII, фиг. 3; Лебедев, 1993; Lebedev et al., 2009], которые могут быть отнесены по современной классификации к ихносемейству *Machichnidae* Wisshak et al. и, вероятно, к ихнороду *Nihilichnus* Mikuláš et al., включающему следы укусов позвоночными на костях в виде круглых, овальных, треугольных углублений и отверстий, расположенных поодиночке, группами или рядами [Mikuláš et al., 2006]. У франских антиарх *Asterolepis radiata* Rohon и фаменских кистеперых рыб *Holoptychius* sp. описаны следы жизнедеятельности эктопаразитов, представленные округлыми или овальными ямками глубиной до 1.5 мм и диаметром 2-4 мм с уплощенным дном, и расположенные поодиночке или группами [Лебедев, 1993]. Эти следы сверления (или вбурывания по терминологии О.А. Лебедева [1993, с. 82]), судя по их описанию, относятся к ихнороду *Karethraichnus*

Zonneveld et al. Возможное присутствие *Karethraichnus* указывалось на костях позднедевонских панцирных рыб Свентокшиских гор в Польши – *Karethraichnus?* isp. [Dworczak et al., 2005]. На пластинках позднедевонских плакодерм этими авторами описаны следы *Sulculites bellus* Vialov et Nesson и *Osteocallis?* isp., первоначально установленные у мезозойских рептилий.

В Музее землеведения МГУ в настоящее время хранится коллекция остатков панцирных рыб, собранных в 2008 г. автором статьи совместно с А.А. Канюкиным (ИПЭЭ РАН) в Павловском (Шкурлатовском) карьере в Воронежской области, колл. МЗ МГУ № 134. Этот карьер расположен в 10-12 км юго-восточнее г. Павловска на левом берегу р. Гаврило притока р. Дон и находится на периферии Малой гряды граносиенитов Шкурлатовского рудного поля, принадлежащей к уникальным памятникам природы [Раскатова, 2004]. Остатки ихтиофауны встречены в северо-западной части карьера в песчано-глинистых отложениях ардамовского горизонта (средний девон, живет, средняя часть конодонтовой зоны *varcus*); среди них преобладают костные пластины крупных панцирных рыб Placodermi [Молошников, 2021, 2022; и др.]. Многие кости пиритизированы, встречены неполными. На наружной поверхности собранных костных пластинок присутствуют следы биоэрозии (рис. 1).

На экземпляре МЗ МГУ № 134/16, представленном неполной левой передней спинно-боковой костью *Eastmanosteus* aff. *E. pustulosus* (Eastman) наблюдаются неглубокие следы сверления в виде округлых, овальных, иногда угловатых ямок (рисунок, а). Ямки имеют разную глубину и размеры – от 0.1 до 1.5 мм в диаметре. Их стенки вертикальные. Они расположены как изолировано, так и группами, некоторые из них могут пересекаться.

Наружная поверхность экземпляра МЗ МГУ № 134/17 помимо округлых следов *Karethraichnus* isp. (рисунок, б, в) несет удлиненные борозды со слабо извилистыми краями (рисунок, г, д). Борозды разной глубины и имеют разную длину: от 1.5 мм при ширине 0.3 мм до 2.5 мм при ширине 0.5 мм. В настоящей работе эти следы определяются как *Cubiculum* isp.

Описанные выше округлые следы на экз. МЗ МГУ №№ 134/16 и 134/17 соответствуют диагнозу ихнорода *Karethraichnus* Zonneveld et al., объединяющему простые округлые следы сверления в костной ткани с уплощенным или овальным дном. В сравнении с *Karethraichnus?* isp. из верхнего девона Свентокшиских гор следы на костях *Eastmanosteus* aff. *E. pustulosus* из живета Павловского карьера имеют более

четкую форму и контуры, также они, по-видимому, более глубокие и имеют вертикальные стенки. Судя по изображению *Karethraichnus*? isp. [Dworczak et al., 2025, fig. 2, A], ямки расположены вдоль края кости по одному направлению, а следы *Karethraichnus* isp. на пластинках из живетских отложениях Павловского карьера охватывают площадь больших участков (спинного и бокового) кости, располагаясь в целом беспорядочно и обычно не выстраиваясь по каким-либо четким направлениям.

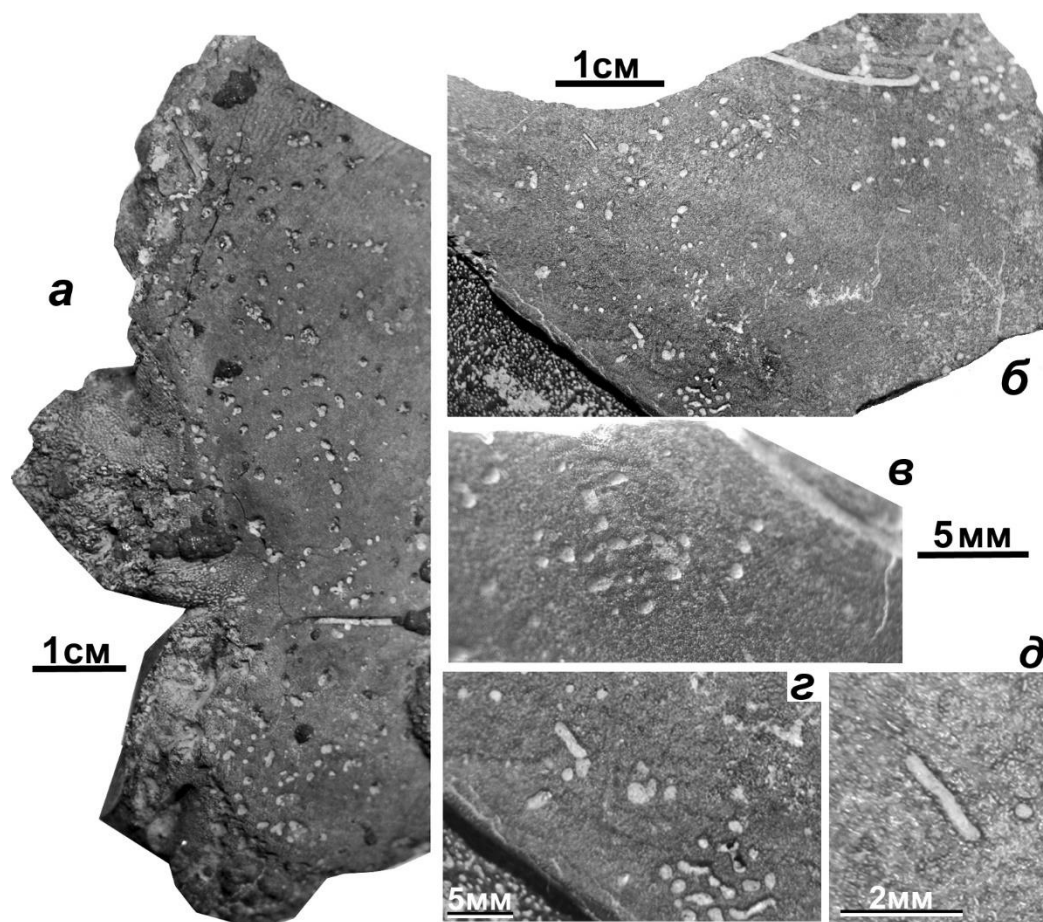


Рисунок. Следы биоэрозии на костных пластинках панцирных рыб (Placodermi); средний девон, живет, ардатовский горизонт, средняя часть конодонтовой зоны *varcus*; Павловский карьер, Воронежская область: *a* – передняя часть левой передней спинно-боковой кости *Estmanosteus* aff. *E. pustulosus* (Eastman) с *Karethraichnus* isp., экз. МЗ МГУ № 134/16, наружная поверхность; *б–д* – фрагмент пластинки плакодермы, экз. МЗ МГУ № 134/17: *б* – наружная поверхность, *в* – участок с *Karethraichnus* isp., *з* – участок с *Cubiculum* isp. и *Karethraichnus* isp.; *д* – *Cubiculum* isp.

Следы *Karethraichnus* описаны у морских и наземных позвоночных и оставляются паразитическими червями, моллюсками и членистоногими [Sato, Robert, 2020; Moura et al., 2021; El Hedeny et al., 2023], а также симбиотическими ракообразными [Collareta et al., 2022]. На многих ископаемых остатках в поврежденной костной ткани наблюдаются признаки зарастания подобных следов, что свидетельствует о прижизненном характере

повреждении [Sato, Robert, 2020; Moura et al., 2021; и др.]. Однако характер следов сверления и их многочисленность на некоторых пластинках панцирных рыб из живета Павловского карьера позволяют предположить, что описанные следы являются посмертным разрушением костной ткани. Следы насекомых-остеофагов ихнорода *Cubiculum*, встреченные на этих же пластинках, подтверждают данное предположение.

Работа выполнена в рамках государственного задания Музея землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова по научной теме № АААА-А16-116042010088-5 «Эволюция геодинамических обстановок и глобальные природные процессы».

Список литературы

Вялов О.С., Несов Л.А. Посмертные повреждения панцирей некоторых раннемеловых черепах костеразрушающими организмами // Палеонтологический сборник. 1974. № 11. С. 99–103.

Обручев Д.В., Марк-Курик Э.Ю. Псаммостейды (Agnatha, Psammosteidae) девона СССР. Таллин: Ин-т геологии АН ЭССР, 1965. 304 с.

Лебедев О.А. О прижизненных повреждениях скелета девонских рыб // Следы жизнедеятельности древних организмов. М.: Наука, 1993. С. 75–86.

Лопатин А.В. Следы зубов млекопитающих на кости эутриконодонта *Gobiconodon borissiakii* (Mammalia, Gobiconodontidae) из нижнего мела Монголии // Доклады РАН. Науки о Земле. 2022. Т. 502, № 1. С. 22–25.

Молошников С.В. О находках дунклеостейдных панцирных рыб (Pisces, Placodermi) в европейской части России (территория Центрального девонского поля) // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 1. С. 67–76.

Молошников С.В. Среднедевонские коккостейдные панцирные рыбы Воронежской области (живет Павловского карьера) по материалам в коллекции Музея землеведения МГУ // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 3. С. 334–342.

Раскатова М.Г. Миоспоровая зональность средне-верхнедевонских отложений юго-восточной части Воронежской антеклизы (Павловский карьер) // Вестн. Воронеж. ун-та. 2004. № 2. С. 89–98.

Collareta A., Merella M., Bosselaers M. et al. A *Karethraichnus* boring on a turtle shell bone from the Miocene of Italy is assessed as the attachment scar of a platylepadid symbiont // N. J. Geol. Pal. 2022. Abh. 303. No. 3. P. 327–337.

Dworczak P.G., Szrek P., Wilk O. Bioerosion in the Late Devonian placoderm remains from the Holy Cross Mountains, Poland // *Acta Palaeont. Pol.* 2025. V. 70. No. 4. P. 629–639.

El Hedeny M., Mohesn S., Tantawy A. et al. Bioerosion traces on the Campanian turtle remains: new data from the lagoonal deposits of the Quseir Formation, Kharga Oasis, Egypt // *Palaeontologia Electronica*. 2023. V. 26. No. 3.

Lebedev O.A., Mark-Kurik E., Karatajute-Talimaa V.N. et al. Bite marks as evidence of predation in early vertebrates // *Acta Zoologica*. 2009. V. 90. Suppl. 1. P. 344–356.

Mikuláš R., Kadlecová E., Fejfar O., Dvořák Z. Three new ichnogenera of biting and gnawing traces on reptilian and mammalian bones: a case study from the Miocene of the Czech Republic // *Ichnos: An International Journal for Plant and Animal Traces*. 2006. V. 13. No. 3. P. 113–127.

Moura J.F., Nascimento C.S.I., Peixoto B.C.P.M. et al. Damaged armour: ichnotaxonomy and paleoparasitology of bioerosion lesions in osteoderms of Quaternary extinct armadillos // *J. South American Earth Sciences*. 2021. V. 109.

Perea D., Verde M., Mesa V. et al. Bioerosion structures on dinosaur bones probably made by Multituberculate mammals and dermestid beetles (Guichón Formation, Late Cretaceous of Uruguay) // *Foss. Stud.* 2025. V. 3. No. 1.

Sato K., Jenkins R.G. Mobile home for Pholadoid boring bivalves: first example from a Late Cretaceous sea turtles in Hokkaido, Japan // *Palaios*. 2020. V. 35. No. 5. P. 228–236.

Wisshak M., Knaust D., Bertling M. Bioerosion ichnotaxa: review and annotated list // *Facies*. 2019. V. 65a. No. 24.

Zonneveld J.P., AbdelGawad M.K., Miller E.K. Ectoparasite borings, mesoparasite borings, and scavenging traces in early Miocene turtle and tortoise shell: Moghra Formation, Wadi Moghra, Egypt // *J. Paleont.* 2022. V. 96. No. 2. P. 304–322.

Zonneveld J.P., Bartels W.S., Gunnell G.F. et al. Borings in early Eocene turtle shell from the Wasatch Formation, South Pass, Wyoming // *J. Paleont.* 2016. V. 89. I. 5. P. 802–820.

СТРУКТУРА И ЭВОЛЮЦИЯ ГОЛЬФСТРИМА**В.В. Низовцев***Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*vnizovtsev@gmail.com

Эволюция Гольфстрима в последние годы вызывает беспокойство Европы. Течение благотворно влияет на климат десяти европейских государств, но в последние годы течение Гольфстрима замедлилось.

Название Гольфстрим означает «течение из залива». Имеется в виду Мексиканский залив, теплые воды которого загадочным образом доносятся до Норвегии и даже далее, до Мурманска и Шпицбергена, обогревая по пути Европу. В Норвегии отклонение температуры воздуха от среднеширотной составляет 15–20°, в Мурманске – 11°. Общая длина этого струйного течения шириной до 100 км составляет около 10 тыс. км. Скорость верхнего теплого слоя толщиной до 800 м порядка 1 м/с. Подобные параметры в океане – большая редкость. Мощность течения $1,4 \times 10^{15}$ Вт, что в 100 раз больше суммарной мощности всех электростанций мира.

Гольфстрим открыт Бенджамином Франклином в соавторстве с капитаном китобойного судна Тимоти Фолджером. Течение нанесено на карты в конце XVIII века, однако его механизм остается дискуссионным. Рассмотрение его природы ограничивается обсуждением особенностей Северо-Атлантического течения, которое, собственно говоря, и оказывает влияние на климат Европы. Однако механизм данного течения нельзя расшифровать, не учитывая, что Гольфстрим – это последовательность трех разнородных течений. Все начинается с Северо-Пассатного (Антильского) течения, идущего от Африки. Отразившись от Американского континента, оно становится Восточно-Американским Гольфстримом, который у берегов Канады сталкивается с Лабрадорским течением и превращается в несущее тепло Северо-Атлантическое течение. Таким образом, при изучении феномена Гольфстрима необходимо исследовать происхождение четырех течений: Пассатное течение, Американский Гольфстрим, Северо-Атлантическое и вспомогательное Лабрадорское течения. Перечисленные течения, как и остальные 40 океанских течений – это результат деятельности на Земле ротационного вихря Декарта. Динамика жидких оболочек в системе мира Декарта подробно рассмотрена в монографии [Низовцев, 2024]. Отсутствие эфирного ветра,

связанного с обращением Земли вокруг Солнца, ставшее причиной отказа от гипотезы эфира, объясняется дрейфовой природой обращения планет.

Профиль течений ротационного вихря. Эфирный вихрь, вращающий нашу планету, генетически связан с синтезом химических элементов из протопланетной (солнечной) магмы в оболочках Земли и Луны и потому приурочен к барицентру системы Земля-Луна. Наличие Луны вызвало сдвиг вихревой оси и тем самым определило зональные особенности динамики процессов.

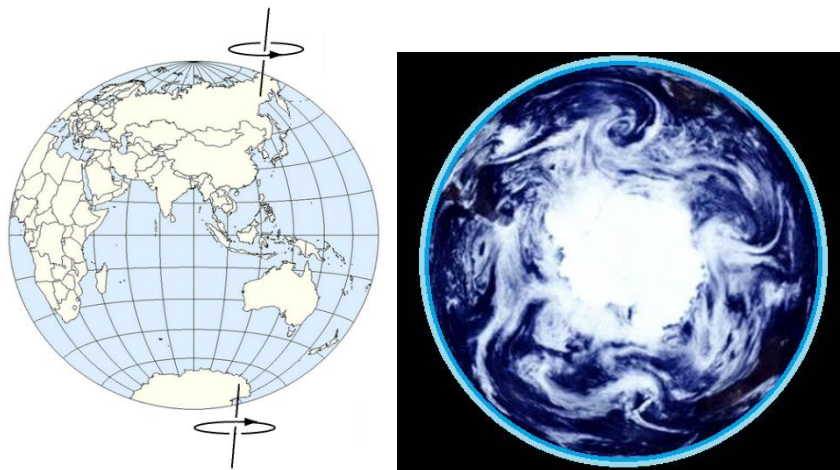


Рис. 1. Положение оси ротационного вихря. Справа показаны результаты циклонической деятельности вихревого привода в Южном океане – синтез за месяц. Аппарат Galileo Orbiter NASA, 1997.09.10. NASA/courtesy of nasaimages.org

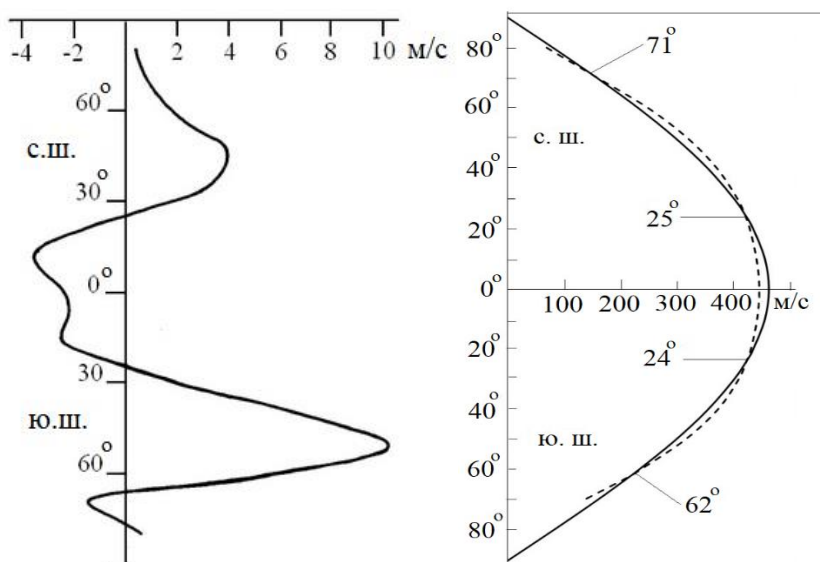


Рис. 2. Среднегодовой профиль зональных ветров (слева), по [Сидоренков, 2002], и профиль эфирных течений (пунктир), наложенный на профиль ротации поверхности планеты $\sim \cos\varphi$. На профилях указаны положения полюсов ротационного вихря (71° с. ш. и 62° ю. ш.) и границы пассатных течений (25° с. ш. и 24° ю. ш.).

Для момента кульминации Луны на долготе 0° , профиль течений на поверхности Земли в Северном полушарии на долготе 180° имеет вид:

$$v = 0,0395(4670 + 6378 \cos \varphi). \quad (1)$$

Здесь φ – широта, 6378 – радиус планеты, 4670 – расстояние между центром планеты и барицентром системы Земля-Луна, 0,0395 – константа. При расстояниях, выраженных в километрах, получаемая скорость измеряется в м/с. За пределами планеты ($r \gg 11048$ км), но в пределах вихревого ядра ($r < r_1$) профиль течений имеет вид (в системе СИ):

$$v_c = 0,4 \cdot 10^{-4} r, \quad r < r_1. \quad (2)$$

На границе вихревого ядра скорость течений составляет порядка 2,0 км/с. Радиус ядра очень велик ($r_1 \sim 0,5 \cdot 10^5$ км). В этом сказался диффузионный механизм слияния двух ранних ротационных вихрей: Земли и Луны.

Согласно (2), максимальная скорость эфирных течений на экваторе (долгота 180°) составляет 442 м/с; при скорости ротации планеты на экваторе 465 м/с это вызывает пассаты в жидких оболочках. В картезианской системе мира сдвиговые напряжения в планетных оболочках обусловлены рассогласованием между скоростью фильтрации течений вихревого привода ротации и скоростью ротационного движения оболочек.

Формально, из (1) следует, что при всех $\varphi > 30^\circ$ на долготе 180° (относительно кульминации Луны) скорость проникающих течений эфирного флюида превышает скорость ротации оболочки. Однако в результате суточного усреднения по всем долготам картина оказывается иной. Как видно из рис. 2, на широтах от 50° до 70° , скорость атмосферных ветров и, значит, эффективность действия течений ротационного вихря, снижается, а на широтах выше 70° направление ветров (и океанских течений) вообще обращается.

Смещение оси вихря с центра Земли приводит к сложному профилю течений в жидких оболочках: прямые течения на средних широтах и обратные на низких и высоких (рис. 2). Ротация планеты и восточные переносы поддерживаются течениями эфира на средних широтах. В диапазоне экваториальных широт $\pm 30^\circ$ наблюдаются течения обратного направления (пассаты). Западные высокоширотные переносы вызваны также тем, что земная поверхность опережает течения вихря. Антициклонические течения высоких широт традиционно интерпретируют как термохалинные течения, хотя в океанах они невозможны [Щевьев, 2011].

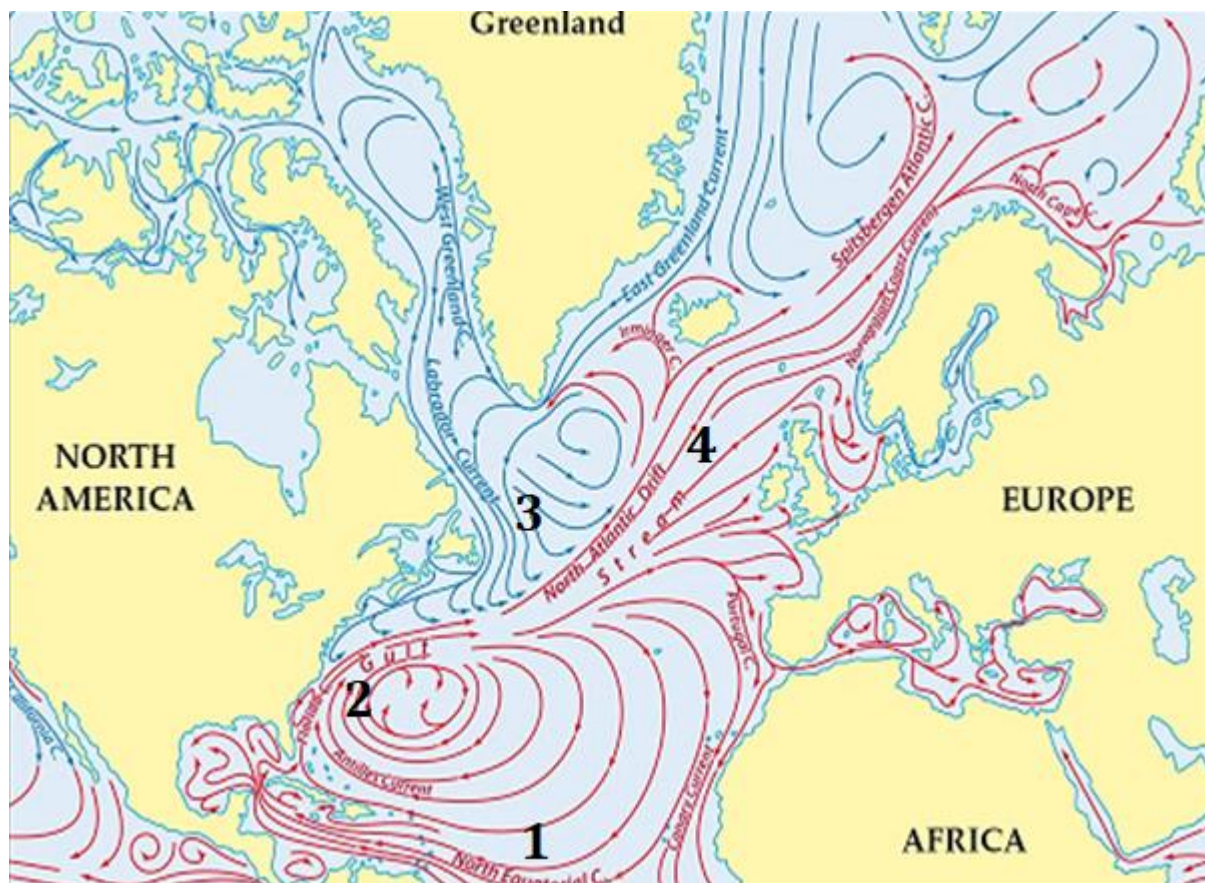


Рис. 3. Слагающие Северо-Атлантического течения: 1 - Северное экваториальное течение (пассат); 2 - его отражение от континента (Американский Гольфстрим); 3 - Лабрадорское течение, превращающее Гольфстрим в Северо-Атлантическое течение (4).

Выделим течения, подготавливающие Северо-Атлантическое течение (рис. 3). Все начинается с Северного Экваториального пассата (1), который после отражения от Американского материка становится Восточно-Американским Гольфстримом (2). Дойдя до Ньюфаундлендской банки, тот сталкивается с Лабрадорским течением (3) и отклоняется на восток, превращаясь в Северо-Атлантическое Течение (4).

Происхождение первой, пассатной части Течения тривиально. Как было сказано, пассаты возникают из-за того, что на низких широтах поверхность Земли опережает течения эфирного вихря, поэтому в океане возникают обратные нагонные течения. По аналогичной причине на высоких широтах имеется Гренландское течение, которое накачивает залив Баффина водой. Вытекая из него, она создает упомянутое Лабрадорское течение.

И лишь сталкиваясь с этим течением, Американский Гольфстрим (вначале это течение по инерции, затем дрейфовое) становится Северо-Атлантическим Течением, которое поддерживается мощным течением ротационного вихря. В последние годы

данное Течение принято связывать с круговыми волнами Россби [Бондаренко и др., 2008], которые якобы образуют коридор, проталкивающий воды на северо-восток. Если эти волны в океане и существуют, в чем имеются сомнения [Незлин, 1986], то они представляют собой вторичное явление, связанное с дифференциальным профилем течений ротационного вихря (рис. 2). Течения последнего и им соответствующие океанские течения обнаруживаются южнее о. Врангеля – вплоть до Берингова пролива. Последние можно трактовать как продолжение Течения, существующее независимо от волн Россби, буде они реальны.

Взаимодействия океанских течений и их природа. Рассмотренные примеры взаимодействия течений не уникальны (рис. 4). Так в Индийском океане от Африки отражается Южное Пассатное течение, создавая Сомалийское течение. В Тихом океане Северное Пассатное течение, отражаясь от Филиппин, создает Куроисио, переходящее в Северо-Тихоокеанское течение. В Южном полушарии Циркумполярное течение (бывшее Течение Западных ветров), отражаясь от западного побережья Южной Америки, создает Перуанское течение. Наконец, Бразильское течение, двигаясь на юг, сталкивается с Циркумполярным течением и, отражаясь от него, формирует Южно-Атлантическое течение.

Большинство названных здесь течений вызваны или поддерживаются прямым действием течений ротационного вихря (Куроисио, Северо-Тихоокеанское, Течение Западных ветров, Южно-Атлантическое течение). Другая часть течений связана с тормозящим действием течений ротационного вихря низких широт (Пассатные течения всех трех океанов). И лишь некоторые из них являются течениями по инерции (Перуанское, Бразильское, Сомалийское).

Эволюция Северо-Атлантического течения. Обсуждая изменения в Течении, необходимо вернуться к генезису и эволюции ротационного вихря. Он явился результатом объединения нановихрей, сопровождавших космогоническую генерацию химических элементов в земной коре. Как следствие, всякие изменения ориентации элементов в ходе тектонических и других процессов отражаются на структуре течений ротационного вихря. В последние годы это обнаруживается в ускорении земной ротации. С момента начала официальных записей в 1973 г. по эталонным часам солнечные сутки неуклонно удлинялись. Но в последние годы вращение Земли ускорилось. Каждый день сутки укорачиваются примерно на 1,5 мс. Если данная закономерность сохранится, то к 2029 г. сутки будут укорочены на целую секунду.

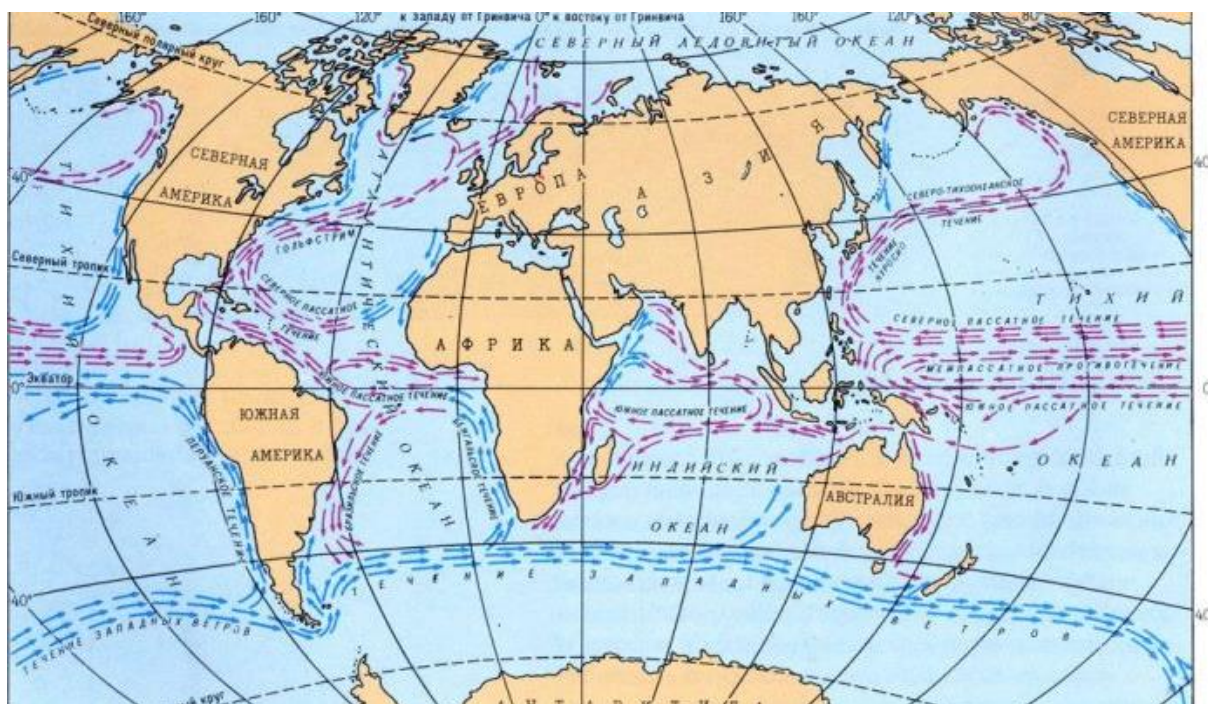


Рис. 4. Океанские течения

Эволюция вихревого привода ротации есть результат спиновой перестройки планетного материала, происходящей при синтезе нуклидов и их движениях в ходе метаморфических и тектонических процессов. Последние вызывают спорадические смещения оси вращения Земли и соответствующие необъяснимые изменения длительности суток. При длительном накоплении подобных смещений момент вращения планеты мог бы существенно изменить свое направление, как это произошло, например, у Плутона или Урана. Однако тектонические процессы на нашей планете довольно равномерно распределены по меридианам, поэтому кардинальная перестройка ротационного привода и дальнейший разворот земной оси не происходят. Все изменения ограничиваются небольшими вариациями продолжительности солнечных суток.

Заключение. Северо-Атлантическое течение — это итог взаимодействий трех океанских течений. Они сформированы при участии эфирных фильтрационных течений ротационного вихря. Последний имеет космогоническую природу и явился результатом космохимических процессов в земной коре. Его эволюция обусловлена физико-тектоническими процессами в коре Северного полушария. Не трудно понять, что соответствующие процессы развиваются очень медленно, и Европе надо готовиться к продолжительному периоду снижения температур.

Список литературы

Бондаренко А.Л., Борисов Е.В., Жмур В.В. О длинноволновой природе морских и океанских течений // Метеорология и гидрология. 2008. № 1. С. 72–79.

Незлин М.В. Солитоны Россби // УФН. 1986. Т. 150. Вып. 1. С. 3–60.

Низовцев В.В. Геологические катастрофы, покровная тектоника, ротационная геофизика. Тектогенез в системе мира Декарта. М.: ЛЕНАНД, 2024. 232 с.

Сидоренков Н.С. Атмосферные процессы и вращение Земли. СПб.: Гидрометеиздат. 2002. 365 с.

Щевьев В.А. Природа термохалинных течений. 2011.

Aagard K., Swift J. H., Carmac E. C. Thermohaline circulation in the Arctic mediterranean seas // Journal of Geophysical Research. 1985. V. 90, No. 3. P. 4833–4846.

ГРАВИТАЦИОННАЯ ГЕОДИНАМИКА — НОВАЯ ГЛОБАЛЬНАЯ ГРАВИТАЦИОННАЯ ТЕКТНИКА

А.Н. Обухов

Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт

Obukhov@vnigni.ru

Гравитационная тектоника была одной из первых тектонической концепцией, но она была надолго отодвинута более молодой тектоникой литосферных плит, сыгравшей свою роль в развитии геологии, в том числе и положительную. Однако новое сейсмическое изучение осадочных бассейнов показало, что полезнее для практики тектонические модели ван Беммелена, Х. Рамберга, С. У. Кэри, В.В. Белоусова, Е.Е. Милановского, П.Е. Оффмана и многих других [Сила тяжести и тектоника, 1976].

Земля — это планета рифтов, гранитных массивов и осадочных бассейнов (ОБ). Эти главные феномены нашей планеты образуют связанную тектоно-седиментационную систему — континентальный склон, на котором накапливаются, деформируются и перемещаются осадочные бассейны. То есть крупные ОБ это то, что соединяет океаны и континенты. Причем в них проявляются следующие режимы: тектоно-седиментационный растяжения на приконтинентальной шельфовой части; деформационный режим слайдинга (срыва) на континентальном склоне и у подножия континентального склона - режим сжатия (в передовой части зоны срыва как у всякого). На всех континентальных склонах Земли выявлены крупные гравитационные срывы, которые являются примером и моделью современной складчатости, которую до сих пор объясняют коллизионными процессами. Но уже были, и появились новые работы, в которых весьма распространенные деформации на склонах связываются с гравитацией, особенно при наличии солей [Соборнов, 2025].

Современные проявления гравитационной складчатости на континентальных окраинах известны как Gravity-driven deformation, Gravity collapse, Gravity-driven on Passive Margins обычны практически для всех континентальных склонов Земли. Эти явления создают на континентальных окраинах подводные складчатые пояса (Passive margin foldbelts или Gravity-driven Fold Belts on Passive Margins [Nahidul Hasan Paul Mann, 2022]. Подобные тектонические процессы происходили на всех дельтах и в течение всей истории Земли, и на примере шельфовых и склоновых объектов России это можно изучить детально и показательно. Складчатость вполне может быть объяснена

гравитационными срывами, вызываемыми рифтингом и реологической расслоенностью земной коры, осадочно-метаморфического слоя и осадочных бассейнов. Сейчас уже трудно не признать гравитационную природу складчатости на континентальных окраинах.

Методической концепцией анализа развития ОБ является гравитационная геодинамика (ГГД), которая представляет новый способ тектонической интерпретации тектонической эволюции осадочных бассейнов, основанный на учете реологического течения верхних оболочек Земли под воздействием силы тяжести [Обухов, 1997]. При этом получается, что в истории нашей планеты преобладало региональное растяжение. В целом верхняя кора ведет себя как своеобразный "каменный ледник", сползающий по хрупко-вязкому и другим реологическим поверхностям внутри коры, осадочно-метаморфического слоя и осадочного чехла. Отметим еще один аспект ГГД. Срывы мощных (до 2-5 км) толщ приводят к изостатическому поднятию тектонически денудированного основания (как всем привычное поднятие Скандинавии, после таяния ледников). Это поднятие влияет на седиментологическую обстановку, смещает депоцентры бассейнов, сдвигает дельты и прекращает развитие осадочных бассейнов (при достижении мощности 10 км). Таким образом, гравитационная геодинамика определяет эволюцию осадочных бассейнов (рис. 1) Основное и главное расположение осадочных бассейнов – это континентальные окраины.

Для ГГД главным и необходимым условием проявления является обязательное растяжение – рифтинг, создающий понижения для осадконакопления. Развитие осадочного бассейна – это направленная миграция накапливающихся осадочных тел в сторону океана или оси рифта. Из вышесказанного следуют следующие правила:

- Правило постоянства масштаба прогибания бассейна или постоянства суммарной мощности неметаморфизованного осадочного чехла (обычно до 10 км, то есть высота гор примерно равна глубине осадочных бассейнов). Это правило объясняет направленную миграцию депоцентров структурно-формационных комплексов (СФК) в ОБ или латеральное смещение депоцентров СФК. В связи с этим осадочные бассейны постоянно перемещаются по поверхности Земли от континента в моря и океаны
- Складчатость на континентальных окраинах порождение гравитационной геодинамики. Она инициируется прогибаниями, которые формируют уклоны фундамента и реологических разделов внутри осадочного чехла, что вызывает сползания (глайдинг) в сторону моря. Таким образом, складчатость вызвана региональными

этапами активных прогибаний - рифтинга (Е.Е. Милановский в 1991 году отмечал, что складчатость всегда и довольно быстро следует за рифтингом).

- Кристаллические выступы основания (в том числе и кристаллические щиты) — это тектонически денудированные зоны и важный признак наличия ГГД.
- Рифтинг часто сопровождается соленакоплением, что неизбежно усиливает складчатость, и как рифтинг — общепланетарное событие, так и складчатость происходит примерно одновременно на обширных регионах. И именно гравитационные срывы осадочных и/или осадочно-метаморфических толщ обеспечивают складчатость.

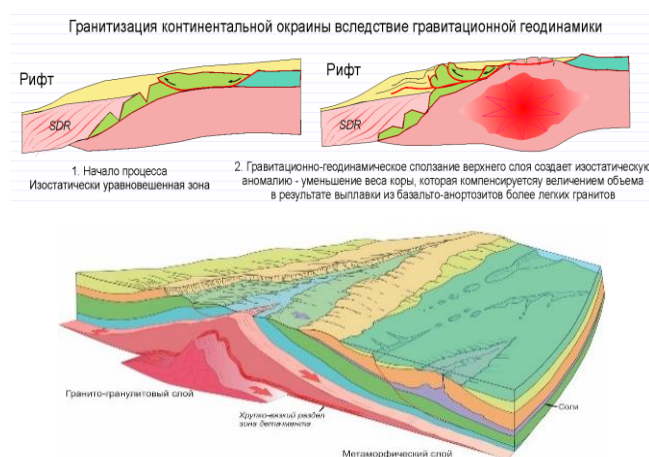


Рис. 1. Основные модели гравитационной геодинамики

Пример гравитационной складчатости показывает Верхоянская складчатая зона или верхнепалеозойско-раннемезозойская континентальная окраина [Тектоника и геодинамика., 2001]. Этот механизм по-новому описывает историю развития осадочных бассейнов Северо-Востока России и прилегающих бассейнов Арктических акваторий. Здесь в течение пермо-триаса, поздней юры-раннего мела, и особенно с эоцена происходили мощные рифтовые движения, связанные с горизонтальными разрывами и срывом осадочных толщ на сотни километров в результате ГГД.

Тектоническое сочленение северо-восточной окраины Сибирской платформы, где развиваются крупные осадочные бассейны, и выделяемые в них нефтегазоносные области (НГО) - Енисей-Хатангская, Анабаро-Хатангская, Лено-Анабарская и Приверхоянская и Лаптевоморская, относительно простое. На всех сейсмических профилях и особенно в Предверхоянской НГО (рис. 2, левая часть) мы видим крупный срыв по поверхности фундамента, типичный для континентальных окраин. На внешнем, обращенном к Сибирской платформе склоне установлена узкая (до 20-50 км) но

протяженная (более 1000 км) полоса отсутствия или сокращения объема палеозойских и триасовых отложений и тектонически денудированных выходов фундамента.

Комплексное изучение формирования мегавалов и валов вдоль всего древнего континентального склона показало, что они образованы гравитационными срывами. Структуры валов и встречных надвигов образуются из-за поддвига и вдвига расслоенных толщ осадочного чехла, сползающего в центральные приосевые прогибы бассейнов Северо-Сибирской древней континентальной окраины. Развитие в палеозойском разрезе галокинеза создало современную складчатую структуру Таймыра. Соляная тектоника в ранне и среднепалеозойских толщах проявлена во всех НГО, а в Лаптевоморском НГО есть реологические срывы и в глинистых толщах.

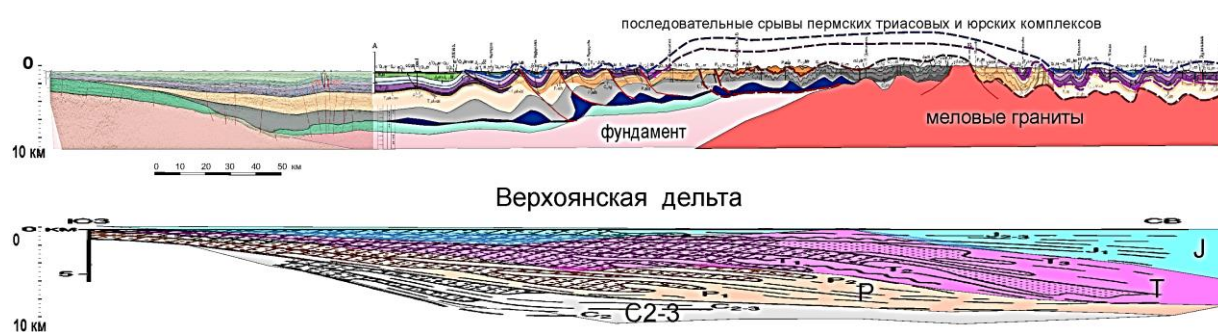


Рис. 2. Гравитационно-геодинамическая модель образования складчатости Верхоянья. Геологический профиль из Гос Геолкарты листа Q-52, М 1:1 000000, 2008 г.

Гравитационная геодинамика порождается рифтингом, разрывающим и отодвигающим дорифтовые комплексы на десятки и сотни километров (например, в Енисей-Хатангской НГО). А в зоне сочленения пермо-триасового и кайнозойских рифтов в Лаптевоморской зоне, приходится учитывать, по крайней мере, три этапа срывов – предпермский, триасовый и кайнозойский. Если триасовый рифтинг вызвал горизонтальный дрейф в десятки км, то кайнозойский на шельфе моря Лаптевых составляет от 30 (Омолыйский залив) до 300 км между Таймыром и островами Анжу. Такие горизонтальные перемещения дорифтовых комплексов необходимо всегда учитывать при анализе палеогеографической истории развития осадочных бассейнов севера Сибирской платформы критически важна при анализе палеотектонической истории региона, поскольку здесь приходится учитывать рифтовые горизонтальные перемещения. Разорванные фрагменты палеообстановок осадконакопления однозначно восстанавливают первичное положение фрагментов и палеотектонические режимы.

Так, долгоживущая (с кембрия по карбон) черносланцевая зона на севере Таймыра продолжается и на о. Котельный, что позволяет говорить о рифтовом разрыве

Таймыра и блока Новосибирского архипелага. Фрагмент юрско-меловой дельты на о. Столбовой свидетельствует о разрыве Лено-Анабарской мезозойской дельты, как и девонский выступ на острове Столб в дельте Лены говорит о предпермском срыве среднепалеозойской толщи (O-S-D) с Оленекского свода по кембрийским солям. Необходимо также учитывать, что силловый магматизм способствует срывам и из этого следует, что один из этапов срывов происходил в среднем-позднем триасе.

Гравитационная геодинамика при работе в региональных интерпретационных сейсмических проектах позволяет нам ввести горизонтальные движения в практический палеотектонический анализ. В шельфовой части моря Лаптевых листрические срывы показывают, что часть палеозойских комплексов может быть аллохтонной, сорванной и перемещенной по континентальному склону. Даже орогенные области Таймыра и Верхоянья (рис. 2) приобрели свой складчатый облик в результате масштабных гравитационно-геодинамических срывов, характерных для всех дельт на континентальных окраинах. Горные системы — это бывшие континентальные окраины.

Новая гравитационно-геодинамическая модель нефтегазоносных областей северо-восточной окраины Сибирской платформы показывает, что для анализа тектоники и истории геологического развития не требуется привлечения сложных геотектонических предположений, опирающихся на недоказанные глубинные явления. Достаточно внимательного изучения накопленных массивов геолого-геофизической информации, полученной в последние десятилетия в ходе федеральных геологоразведочных проектов по Арктическим регионам.

Теоретическая основа гравитационной геодинамики уже хорошо подготовлена трудами предшественников, и развивается в России (например, Фролова Н.С., Чайковский И.И.) и мире (К. Сейферт, Paul Mann). Этот список можно было бы расширять, но до сих пор сторонники гравитационной тектоники не в тренде.

Сейчас нужно уточнять геологические модели регионов, строить новую методологию и терминологию и развивать гравитационную геодинамику.

Список литературы

Милановский Е.Е. Рифтогенез и его роль в тектоническом строении Земли и ее мезокайнозойской геодинамике. Геотектоника. 1991. № 1. С. 3–20

Обухов А.Н. Гравитационная геодинамика нефтегазоносных бассейнов подвижных зон земной коры. Автореф. дис. ... д.г.-м.н. М., 1997. 52 с.

Оффман П.Е., Буш Э.А. Фундаментальный и сопутствующие процессы формирования земной коры. М.: Недра, 1983. 188 с.

Сила тяжести и тектоника. М.: Мир, 1976. 504 с.

Соборнов К.О. Соленосные складчато-надвиговые пояса Северной и Центральной Евразии: строение и нефтегазоносность // Геология нефти и газа. 2024. № 5. С. 45–66.

Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). Ред. Парфенов, Л.М., Кузьмин, М.И. М.: МАИК “Наука/Интерпериодика”, 2001. 571 с.

Hasan N., Mann P. Deepwater passive margin foldbelts // Deepwater Sedimentary Systems. 2022.

Van Bemmelen R.W. Tectogenese par gravite // Bull. Soc. Geol. Belge. 1955. No. 64. P. 95–123.

КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗОНИРОВАНИЯ ПЛАНЕТЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ И БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ В РОССИИ

Г.Н. Огуреева

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
ogur02@yandex.ru*

На Конференции ООН в Рио де Жанейро по окружающей среде и развитию (1992) в приоритете Глобальной повестки развития на XXI век была принята Конвенция о сохранении биологического разнообразия и рациональном использовании его компонентов в целях устойчивого развития регионов мира, которое понимается как движение вперед, где «достигается удовлетворение жизненных потребностей современного поколения людей без лишения такой возможности будущих». Устойчивое развитие регионов представляет собой очень сложный процесс в силу взаимодействия многочисленных компонентов его составляющих, и прежде всего, экономического роста, социального благополучия и сохранения экологического потенциала территории. Основополагающая биотическая часть экологического компонента этой триады включает сохранение биологического разнообразия, защиту редких видов растений и животных, природных экосистем, создание природных охраняемых территорий, баланс которых обеспечивает долгосрочное благополучие регионов. Прошло более 30 лет после ратификации Конвенции о биологическом разнообразии в России. За это время произошло много событий разного масштаба, но тема устойчивого развития по-прежнему остаётся актуальной и востребованной на всех уровнях – от глобального до национального / регионального и локального.

В методологическом обеспечении работ в этом направлении произошли значительные изменения, связанные, прежде всего, с научно-техническим прогрессом в области информационных технологий. В рамках программы Организации по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО) ООН в 2000 г в Кембридже специалисты по ботанической картографии разных стран разработали концепцию экологического зонирования мира на основе выделения климатических типов растительности (климатипов) по Кёппену [FRA, 2000]. На глобальном уровне была обоснована биоклиматическая дифференциация растительного покрова и разработана система зональных подразделений – зонобиомов планеты (рис. 1).

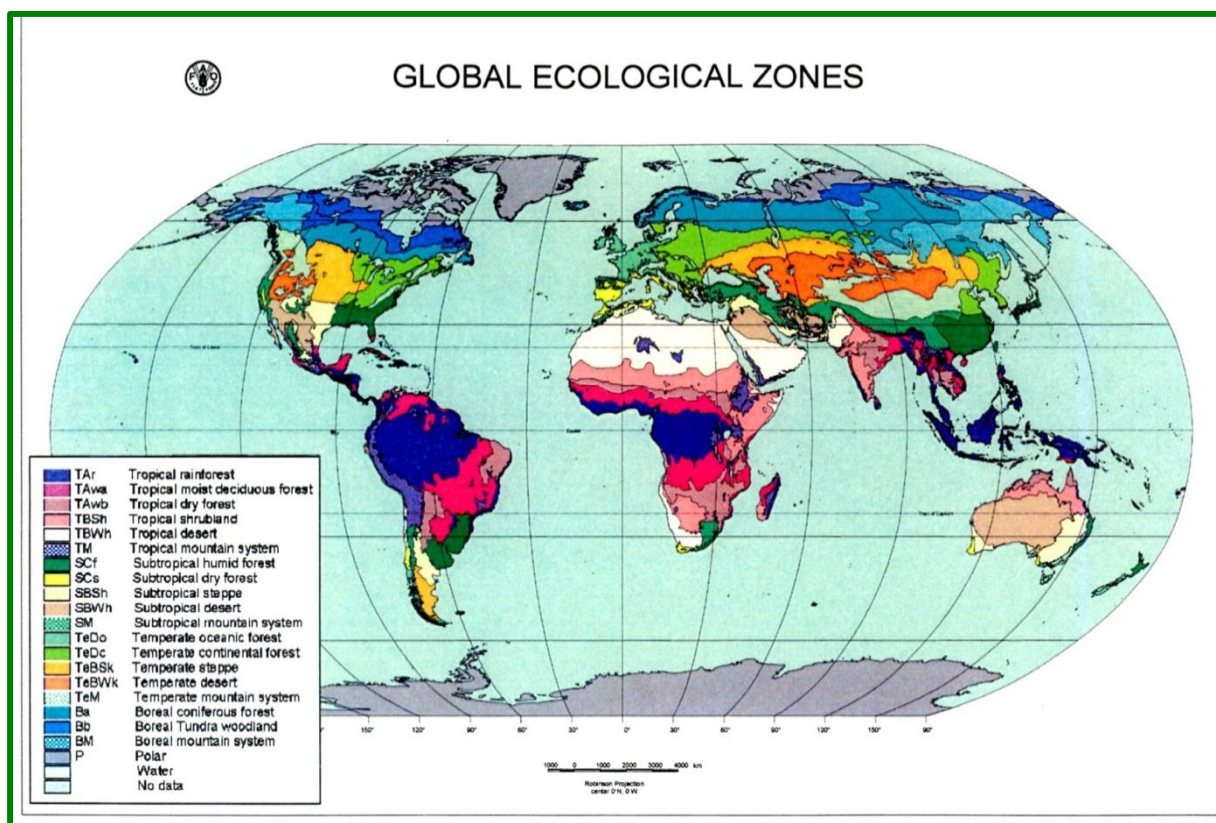


Рис. 1. Глобальное экологическое зонирование мира; климатические типы растительности, в том числе на территории России: 1–тундры, 2–лесотундра, 3–бореальные леса, 4–широколиственные леса и лесостепи, 5–степи, 6–пустыни, 7–горы

Экологическое зонирование мира было принято за основу в свете общей стратегии сохранения биоразнообразия для устойчивого развития и рекомендовано специалистам разных стран мира для работ в области сохранения биоразнообразия на национальном уровне и на планете в целом. В его основу положен биоклиматический подход, который опирается на установление связи между соотношением тепло- и влагообеспеченности и потенциальной растительностью.

В биогеографии это послужило активному развитию биомного направления как основе планирования и организации сохранения биоразнообразия на национальном / региональном уровне. Экосистемная (биомная) концепция базируется на представлении о климатипе как зональном типе растительности, который развивается в определенных климатических условиях в соответствии с градиентом поступающего тепла на равнинные и горные территории. Для обоснования взаимосвязи растительности с климатом созданы многочисленные биоклиматические карты, раскрывающие закономерности таких связей с различными климатическими параметрами,

обеспечивающими сбалансированное развитие биотических комплексов биомов [Rivas-Martinez et al. 2011]. Среди биоклиматических показателей выбраны средние многолетние годовые температуры воздуха, суммы активных температур (свыше 10° C), среднее годовое количество осадков, континентальность и сезонность климата. В экстремальных условиях, например тундровых биомов, биоклиматические связи биоразнообразия настолько чувствительны, что привлекается показатель многолетней средней температуры июля месяца [Circumpolar..., 2023]. Количество видов сосудистых растений увеличивается по градиенту север – юг в соответствии с возрастающей температурой июля от 60 видов в высокоарктических тундрах (0–3° C), 50–100 видов в арктических (3–7°), 125–250 видов в гипоарктических северных (7–9°) до 200–500 видов в южных (9–12°) тундрах.

На территории России в условиях умеренного климатического пояса определены основные зональные климатипы на основе биомной концепции, согласно которой выделены зонобиомы арктических тундр, гипоарктических тундр и лесов, бореальных лесов (тайги), широколиственных лесов и лесостепи, степных и пустынных экосистем. Разработана система региональных биомов для страны (66 биомов), при этом биом рассматривается в качестве базовой единицы оценки биоразнообразия в широком его понимании. Зональные на равнинах и высотно-поясные в горах закономерности распределения биоты в связи с изменением биоклиматических показателей нашли отражение на карте “Биомы России” [2018] и в двух монографиях, посвященных биоразнообразию равнинных и горных биомов [Биоразнообразие..., 2020; 2025] (рис. 2). В биогеографии зонобиом как совокупность растительности и животного населения представляет собой сочетание конкретных экосистем разного уровня, биота которых представлена взаимодействующими популяциями видов разных таксономических групп растений и животных, меняющих в процессе жизнедеятельности окружающую среду. На региональном уровне в пределах зонобиомов выделяются региональные биомы, которые как экосистемы характеризуются биотическим богатством (пул видов биома: сосудистых растений, мохообразных и лишайников, и наземных позвоночных животных: млекопитающих, птиц, пресмыкающихся и земноводных) и ценофондом (разнообразием растительных сообществ и населения животных).

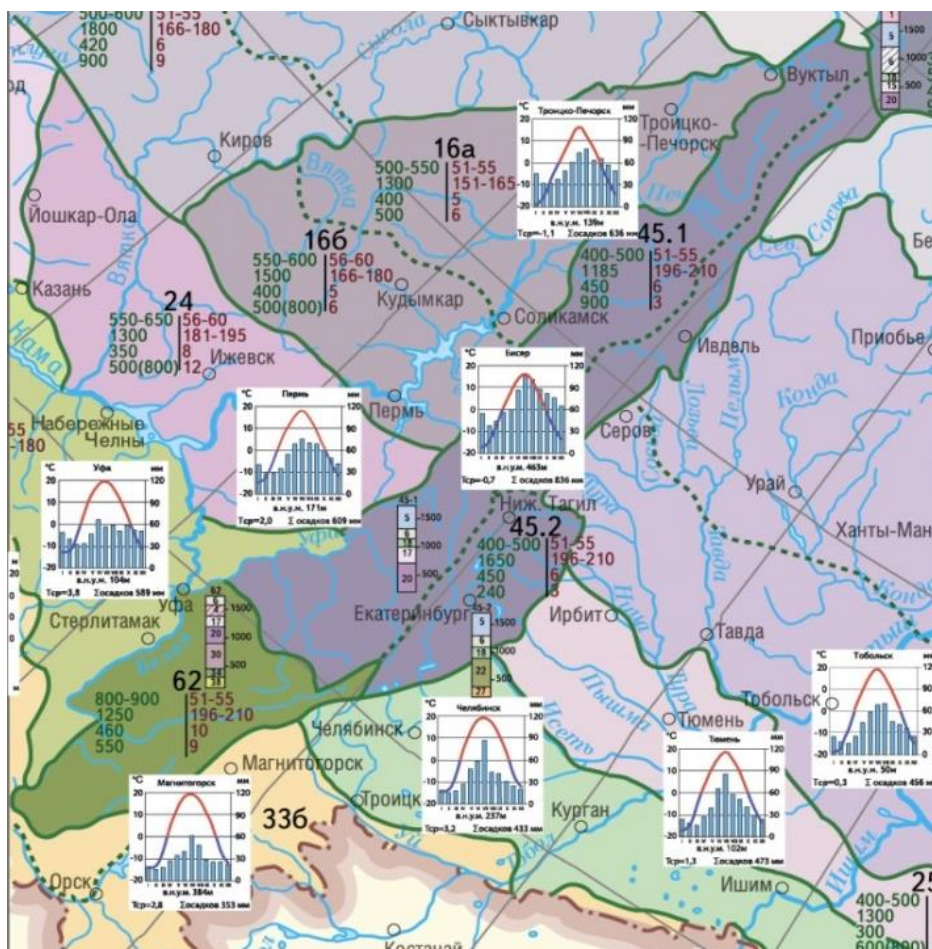


Рис. 2. Фрагмент карты «Биомы России» (м. 1: 7 500 000)

Равнинные биомы и их варианты: 16 – Приуральский: а - среднетаежный, б – южнотаежный, 24 – Вятко-Камский широколиственно-хвойнолесной, 25 – Западносибирский мелколиственнолесной, 336 – Заволжско-Кулундинский зауральских степей. Горные биомы: 45 – Среднеуральский таежный, 62 – Южноуральский хвойных и широколиственных лесов

Компоненты биомов существуют и развиваются в определенных биоклиматических условиях при соответствующем соотношении тепла и влаги. На карте «Биомы России» показаны 35 равнинных биомов и 31 оробиом с количественной оценкой их биоразнообразия. При этом горные биомы (оробиомы) занимают особое место в классификации наземных экосистем [Walter, Breckle, 1991]. Биотические комплексы горных биомов развиваются в трехмерном пространстве при действии широтного, долготного (океан–континент) и высотного градиентов тепла и влаги, в условиях которых формируется высотная поясность, создающая неповторимое природное флористическое / фаунистическое и биохорологическое разнообразие в едином высотном пространстве.

Эколого-географический подход к анализу структуры региональных биомов позволяет определить экологическую обусловленность живого покрова на разных уровнях организации, выявить важнейшие закономерности формирования их экосистемного разнообразия [Огуреева, 2012]. В структуре экосистем любого ранга растительность как совокупность автотрофных организмов образует центральный функциональный блок, в котором осуществляются сложные взаимодействия с их зоокомпонентом. Региональный биом состоит из большого числа разных по размеру экосистем, в которых принимают участие биоценотические комплексы видов и сообществ. В составе биома они выполняют различные экологические функции в зависимости от занимаемого ими положения и имеют различный статус в организации биома. Климатипы или зональные типы экосистем и сопутствующие им экосистемы, как климаксные сообщества преобладающих формаций, состоят в равновесии с окружающей средой в условиях поступающего тепла и режима увлажнения. Они составляют основу ценотического спектра биома. Эдафические варианты экосистем занимают специфические по характеру местообитания. С развитием денудационно-эрозионных, мерзлотных процессов связано формирование сложных динамических экосистем, как например комбинации петрофитных серийных рядов. В депрессиях различного происхождения формируются гидроморфные варианты, к которым примыкают долинные комплексы экосистем. Отдельно выделяются редкие и уникальные экосистемы, связанные с историей развития биотического покрова биома.

Глобальное экологическое зонирование мира показывает общую систему растительного покрова Планеты, планетарные закономерности его дифференциации и проявление их на региональном уровне и, тем самым, служит хорошей научной основой для решения экологических проблем как на глобальном, так и региональном уровне. Биомная концепция как основа сохранения биоразнообразия для устойчивого развития принята ботаниками, экологами многих стран мира, где активно развивается по пути поиска эффективных мер по сохранению биоразнообразия, рационального природопользования, поддержания экологического потенциала регионов.

Список литературы

Биоразнообразие биомов России. Равнинные биомы / Под ред. Огуреевой Г.Н. М.: ФГБУ «ИГКЭ», 2020. 623 с.

Биоразнообразие горных биомов России / Под ред. Огуреевой Г.Н. / М.: Издательский Дом МГУ, 2025. 792 с.

Карта «Биомы России». 1 : 7 500 000 // Гл. ред. Г. Н. Огуреева. М.: WWF, 2018.

Огуреева Г. Н. Эколого-географический подход к изучению разнообразия и географии наземных экосистем // Вопросы географии. Моск. отделение Русского геогр. общества. Сб. 134: Актуальная биогеография. М.: Изд. дом «Кодекс», 2012. С. 58–80.

Circumpolar Arctic Vegetation Map (CAVM). Alaska Geobotany Center, 2023. <https://www.geobotany.uaf.edu/cavm/> (дата доступа: 01.02.2026).

Global ecological zoning for The Global Forest Resources Assessment 2000. Forest resources assessment programme. 2000. /Forestry Dep. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 54 p.

Rivas-Martinez S., Rivas-Saenz S., Penas A. Worldwide Bioclimatic Classification System. Madrid: Phytosociological Research Center, 2011. 634 p.

Walter H., Breckle S.-W. Okologische Grundlagen in global sicht. Stuttgart, 1991.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ДЕТЕКТОР СТРАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В.А. Панчелюга¹, А.Р. Дюкина¹, М.С. Панчелюга¹,В.Н. Зателепин², Д.С. Баранов³¹*Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН,*²*Лаборатория ИНЛИС*³*Объединенный институт высоких температур РАН*VictorPanchelyuga@gmail.com

Введение. Последние десятилетия знаменуются активным развитием экспериментальных исследований низкоэнергетических ядерных реакций (LENR). Характерная феноменология таких реакций обычно включает избыточное энерговыделение, изотопные изменения продуктов реакции, отсутствие ионизирующих излучений, а также некоторое, пока до конца не идентифицированное, излучение, впервые описанное в работе [Урицкоев и др., 2000], где оно было названо «странное излучение» (СИ). Несмотря на то, что этот термин можно считать общепринятым, в настоящее время существует не менее полтора десятка названий, которыми различные авторы обозначают этот феномен, выделяя при этом или некоторую его экспериментальную особенность, или предпочтительную теоретическую модель.

Отсутствие «ядерного мусора», характерного для обычных ядерных реакций, и возможность использования нерадиоактивных материалов в качестве исходных компонентов LENR-реакций, делает их чрезвычайно привлекательными в качестве потенциальных источников энергии. Наличие подобных реакций в живых организмах [Высоцкий, Корнилова, 2003], является не только новой главой биофизики, но и основой новых биомедицинских технологий. Изотопные изменения, наблюдаемые в ходе LENR-реакций, открывают новые перспективы в материаловедении.

Кроме перечисленных приложений, в рамках конференции «Система планета Земля», важно упомянуть работы, в которых говорится о геофизических источниках СИ. Так, говорится о том, что СИ может генерироваться в ходе LENR-реакций идущих в глубине земли. В частности, по мнению [Шишкин и др., 2026]: «Мы, живущие на Земле, находимся в «океане» из сгущенной материи в виде МТЭИ. Это связано с тем, что в глубинах земли постоянно рождаются кластеры МТЭИ, которые дрейфуют сквозь земную кору. Концентрация этих кластеров резко изменяется перед и во время землетрясений или извержений вулканов. Высокая концентрация кластеров МТЭИ над

местом катастрофы порождает светящийся столб или световое «гало», образованное люминесценцией воздуха при взрыве МТЭК. Так как «пустые оболочки» хотя объемны, но фактически не имеют массы, то в движение воздушных масс не вовлекаются». Здесь МТЭИ синонимично СИ.

Также в [Baranov et al., 2021] рассматривается серия экспериментов, в которых было показано, что СИ может генерироваться в процессе работы двигателей внутреннего сгорания, становясь, таким образом, серьезным экологическим фактором.

На фоне всего вышесказанного особую роль приобретает задача исследования СИ, в особенности, его действия на биологические системы.

Некоторые проблемы исследования СИ. В настоящей работе рассмотрены результаты серии экспериментов по исследованию биологического действия странного излучения. Основная проблема исследования СИ заключается в том, что в силу специфики LENR-экспериментов очень трудно соблюсти принцип «прочих равных условий», т.е., создать условия, когда все действующие факторы в «опыте» и «контроле» одинаковы, за исключением того, что на «опыт» дополнительно оказывает влияние СИ. Как правило, это связано с тем, что большинство LENR-экспериментов связаны с различного рода мощными электрическими разрядами, являющимися источниками широкого спектра электромагнитных (включая световое и рентгеновское) и акустических излучений, температурных воздействий, ряда корпускулярных излучений и т.д. Даже в тех случаях, когда LENR-процесс, в явном виде, не является интенсивным источником перечисленных выше излучений, как, например, в случае металл-водородных реакций, для реализации принципа «прочих равных условий» недостаточно просто удалить клетку с экспериментальными животными (контролем) из зоны протекания LENR-реакции. Нам видятся три пути, позволяющие экспериментальную реализацию «принципа прочих равных условий».

1. Создание устройств, моделирующих все факторы, сопровождающие LENR-процесс, за исключением СИ. Такое модельное устройство оказывает воздействие на контрольную группу лабораторных животных. Недостаток данного метода в том, что идеально воспроизвести все факторы, сопровождающие LENR-процесс очень сложно. Тем более, что некоторые из них могут быть неизвестными.

2. Расположить контрольную и опытную группу животных на одинаковом расстоянии от зоны реакции. Этим достигается практически идеальное равенство действующих факторов на обе группы при совершенно естественном допущении об их

изотропном распределении. В этом случае необходимо каким-то образом транспортировать СИ к месту расположения опытной группы или надежное экранирование контрольной группы от действия СИ. Методы экранирования СИ, в настоящее время, мало разработаны, поэтому более предпочтительным выглядит идея транспортировки СИ.

3. Создание «чистого» источника СИ, в котором процесс испускания СИ-частиц внешне аналогичен процессу радиоактивного распада. Т.е., в данном случае, должны отсутствовать мощные электромагнитные излучения, обычно сопровождающие LENR-процесс. Данный путь является, пожалуй, наиболее предпочтительным, но разработка подобных источников пока находится в зачаточном состоянии.

Представленные ниже результаты являются дальнейшим развитием [Заичкина и др., 2022], где для реализации «принципа прочих равных условий» был выбран второй путь. Его идея состояла в том, что частицы СИ могут связываться молекулами воды [Лошак и др., 2023; Урицкоев и др., 2000; Varanov et al., 2021] и, в силу этого, переносится паром из разрядной камеры в бокс с экспериментальными животными. В качестве контроля использовался аналогичный бокс, наполняемый «чистым» паром от отдельного парогенератора идентичного тому, который поставлял пар в разрядную камеру. Оба бокса находились на равных расстояниях от источника электромагнитных излучений – экранированной разрядной камеры. Такая конструкция позволяла выровнять электромагнитное воздействие на опытную и контрольную группы животных, хотя, при этом, пар из разрядной камеры мог иметь несколько иные химические свойства по сравнению с «чистым» паром. Для устранения такого «химического» неравенства была осуществлена модернизация экспериментальной установки, которая описана ниже.

Экспериментальная установка. На рис. 1 показана схема модернизированной экспериментальной установки, которая была использована в описываемых экспериментах. Отличие установки, рис. 1, от установки, использованной в [Заичкина и др., 2022], состоит в том, что в нее были добавлены новые экспериментальный и контрольный боксы, к которым пар из разрядной камеры и от «чистого» парогенератора транспортировался внутри силиконовых трубок, навитых на корпуса больших стеклянных стаканов в которые помещались экспериментальные животные. Предполагалось, что СИ-частицы, транспортируемые паром из разрядной камеры, могут попадать внутрь цилиндра и воздействовать на животных. На рис. 2 приведено фото стакана с навитой на него катушкой, используемый для содержания контрольной группы

животных. Рядом со стаканом, на рис. 2, показан работающий парогенератор. Идентичный парогенератор использовался для генерации пара, проходящего через разрядную камеру и, в дальнейшем, через экспериментальную «паровую катушку».

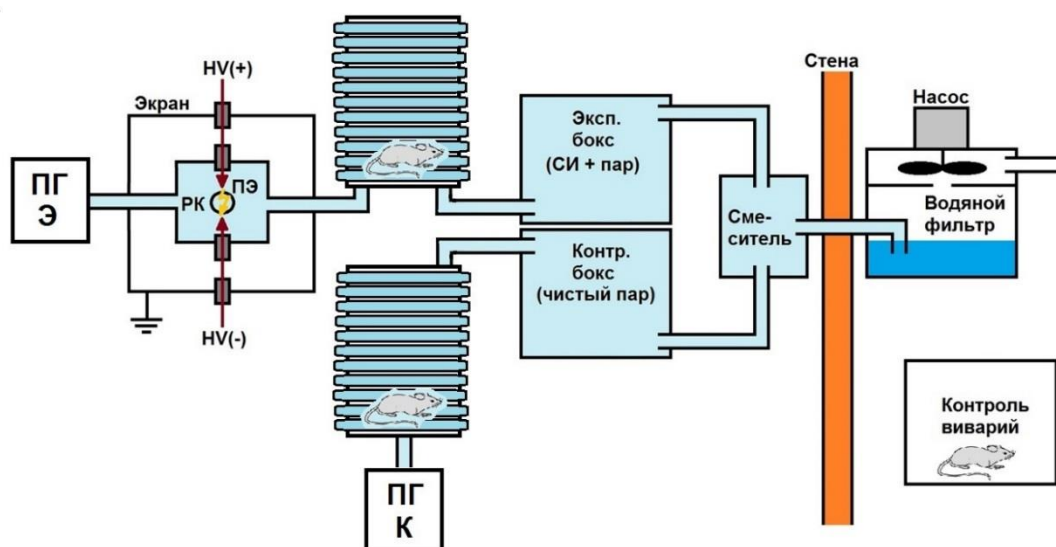


Рис. 1. Схема модернизированной экспериментальной установки, которая использовалась в описываемой серии экспериментов



Рис. 2. Фото «контрольной» «паровой катушки» и работающего парогенератора

Таким образом, использованный нами подход основан на трех предположениях: 1) СИ переносится паром [Лошак и др., 2003]; 2) СИ проникает через стенки катушек; 3) СИ имеет высокую концентрацию в малой окрестности источника – около 20-30 см, как следует из наших экспериментов [Шишкин и др., 2026] и из опытов других групп. В силу 3) экспериментальная и контрольная катушки, находящиеся на расстоянии около двух

метров, оказываются надёжно разделёнными в отношении действия СИ. В то же время, диаметры контрольного и экспериментального цилиндров (18 см) выбраны такими, чтобы концентрация СИ внутри цилиндров была максимальной, в силу 3).

Следовательно, геометрия эксперимента, с одной стороны, позволяет выровнять электромагнитную нагрузку на контрольную и опытную группы лабораторных животных и разделить эти группы в отношении действия СИ. При этом, в модернизированном варианте установке, рис. 1, устраняется влияние неоднородности химического состава пара на животных.

Результаты экспериментальных исследований. Лабораторных мышей помещали в контрольный и экспериментальный цилиндры на 60 минут в течение одного и двух дней. Одновременно отдельную группу мышей облучали в дозе 0.1 Гр рентгеновского излучения и через сутки все группы облучали выявляющей дозой 1.5 Гр рентгеновского излучения. Через 28 ч, после облучения выявляющей дозой, мышей выводили из эксперимента методом декапитации и готовили цитологические препараты костного мозга. Цитогенетическое повреждение оценивали путем подсчета количества полихроматофильных эритроцитов с микроядрами. В каждой экспериментальной группе использовали не менее 5 мышей.

Облучение животных в дозе 1.5 Гр ведет к увеличению количества цитогенетических повреждений. В экспериментальной группе, предварительно экспонированной действию СИ в течение 60 мин, однократно, и затем дооблученных в дозе 1.5 Гр наблюдается снижение цитогенетических повреждений, т.е. наблюдается индукция адаптивного ответа. Это говорит о том, что данная доза СИ может находиться в интервале адаптирующих доз.

Табл. 1. Результаты эксперимента №1

Группа	Вариант облучения	Число мышей	Число анализ. ПХЭ	Число ПХЭ с МЯ	ПХЭ с МЯ, %
I	Чистые, фон	5	5000	17	0.33
II	1.5 Гр	5	5000	337	6.74
III	Контр. 1 день + 1.5 Гр	5	5000	342	6.84
IV	Контр. 2 дня + 1.5 Гр	5	5000	328	6.56
V	Эксп. 1 день +1.5 Гр	5	5000	221	4.42
VI	Эксп. 2 дня +1.5 Гр	5	5000	270	5.4

Табл. 2. Результаты эксперимента № 2

Группа	Вариант облучения	Число мышей	Число анализ. ПХЭ	Число ПХЭ с МЯ	ПХЭ с МЯ, %
I	Чистые, фон	5	5000	18	0.36
II	1.5 Гр	5	5000	335	6.70
III	Контр. 1 день + 1.5 Гр	5	5000	327	6.54
IV	Контр. 2 дня + 1.5 Гр	5	5000	322	6.44
V	Эксп. 1 день +1.5 Гр	5	5000	238	4.76
VI	Эксп. 2 дня +1.5 Гр	5	5000	327	6.54

Табл. 3. Результаты эксперимента № 3

Группа	Вариант облучения	Число мышей	Число анализ. ПХЭ	Число ПХЭ с МЯ	ПХЭ с МЯ, %
I	Чистые, фон	5			
II	1.5 Гр	5	5000	343	6.9
III	Контр. 1 день + 1.5 Гр	5	5000	322	6.44
IV	Эксп. 1 день +1.5 Гр	5	5000	250	5

При этом, СИ-экспонирование животных в течение 2 дней по 60 минут уже не защищает от действия дозы 1.5 Гр. Это указывает на преодоление порога адаптирующей дозы и приводит к повреждающим последствиям. Для рентгеновского излучения такая доза начинается от 0.5 Гр.

Во всех экспериментах и при различных экспозициях в контрольной группе адаптивный ответ не выявлен.

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований, нами обнаружен слабый повреждающий фактор действие, которого на организм экспериментальных животных аналогично, согласно механизму кроссадаптации, влиянию рентгеновского излучения в дозе 0.05-0.4 Гр. Его источником, исходя из геометрии эксперимента, являются частицы СИ, транспортируемые паром из разрядной камеры. Аналогичный «чистый» пар, циркулирующий вокруг контрольного бокса, подобного действия не оказывает.

Полученный результат особо важен в условиях отсутствия приборов, позволяющих измерять дозу СИ, поглощаемого организмом животного, т.к., дают возможность оценки дозы СИ, исходя из известной феноменологии адаптивного ответа, вызываемого рентгеновским излучением.

Список литературы

Высоцкий В.И., Корнилова А.А. Ядерный синтез и трансмутация элементов в биологических системах. М.: Мир, 2003 304 с.

Заичкина С.И., Дюкина А.Р., Поцелуева М.М., Сорокина С.С., Ларюшкин Д.П., Панчелюга М.С., Панчелюга В.А., Баранов Д.С., Зателепин В.Н. Биологические эффекты в окрестности высоковольтного электрического разряда в водо-воздушной среде // Вестник РАЕН. 2022. № 1. С. 22–30.

Лошак Ж., Рухадзе А.А., Уруцкоев Л.И., Филиппов Д.В. О возможном физическом механизме Чернобыльской аварии и несостоятельности официального заключения // Физическая мысль России. 2003. № 2. С. 9–20.

Уруцкоев Л.И., Ликсонов В.И., Циноев В.Г. Экспериментальное обнаружение "странного" излучения и трансформация химических элементов // Прикладная физика. 2000. № 4. С. 83-100.

Шишкин А.Л., Баранов В.А., Виноградова А.В., Дубовик В.М., Татур В.Ю. Исследование характеристик МагнетоТороЭлектрических Излучений с помощью фотопленочных детекторов. URL: <https://trinitas.ru/rus/doc/0231/004a/02311041.htm> (дата обращения 01.02.2026)

Baranov D.S., Zatelepin V.N., Panchelyuga V.A., Shishkin A.L. Transfer of "dark hydrogen" by atomic matter. Methods of diagnostics of "dark hydrogen" // RENSIT. 2021. V. 13(3). P. 319–328.

**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ АЭРОМАГНИТНОЙ СЪЕМКИ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БПЛА НА ПРОТЯЖЕННЫХ ПРОФИЛЯХ И
ПЛОЩАДНАЯ СЪЕМКА: ОПЫТ, ПЕРСПЕКТИВЫ**

Ф.В. Передерин, К.И. Холодков, Д.К. Мокров

Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН

crash@ifz.ru

БПЛА в геофизике применяются для решения широкого круга задач — от первичного картирования до детального изучения месторождений. Основные геофизические задачи, решаемые с использованием БПЛА это магниторазведка, электроразведка, гамма-спектрометрия и аэрофотосъемка (АФС) в различных оптических диапазонах.

Использование БПЛА в магниторазведке значительно повышает эффективность геологоразведочных работ, снижает затраты и расширяет возможности исследования труднодоступных территорий. Эта технология позволяет получать детальные данные о магнитном поле Земли, что важно для поиска полезных ископаемых, геологического картирования и решения инженерно-геологических задач.

Использование БПЛА в магниторазведке позволяет достичь следующих результатов.

— Повышение точности данных. БПЛА могут выполнять съемку на малых высотах с детальным огибанием рельефа, что позволяет получать более точные данные по сравнению с традиционной аэромагнитной съемкой с больших высот. Это особенно важно для выявления локальных аномалий магнитного поля, связанных с месторождениями полезных ископаемых.

— Исследование труднодоступных территорий. БПЛА подходят для работы в отдаленных, непроходимых районах, при сильном перепаде высот, заболоченности или в условиях сложного ландшафта. Это расширяет возможности геологоразведки в Арктике, горных районах, джунглях и других труднодоступных местах.

— Безопасность. При беспилотной съемке исключается риск для здоровья оператора, что особенно актуально при работе в опасных или экстремальных условиях.

— Наглядность результатов. Данные, полученные с БПЛА, позволяют строить трехмерные модели магнитного поля и цифровые модели местности, что повышает наглядность и эффективность интерпретации данных.

— Решение специфических задач. БПЛА используются для выявления техногенных металлических объектов, поиска редких и благородных металлов (Cu, Au и др.), разведки алмазных месторождений, геологического картирования в платформенных и складчатых областях.

Основные преимущества применения БПЛА в магниторазведке.

— Снижение затрат на геофизические исследования. До недавнего времени для аэромагнитных работ в труднодоступных районах приходилось использовать вертолетную или самолетную технику, что значительно повышало стоимость исследований. БПЛА существенно снижают затраты.

— Увеличение производительности. Быстрая замена аккумулятора позволяет выполнять 12–16 вылетов за один день, что обеспечивает производительность до 220 погонных км в день. Это особенно важно при необходимости охвата больших площадей.

— Предварительная оценка месторождений. Применение БПЛА для разведки месторождений не является лицензируемым видом деятельности и может использоваться на предварительной стадии. Это позволяет сырьевым компаниям принять решение о целесообразности разработки того или иного месторождения.

— Комбинирование методов. БПЛА часто используются в комплексе с другими геофизическими методами для получения наиболее полных данных о залежах полезных ископаемых.

В сравнении с другими методами магниторазведки (наземной и с использованием большой авиации) БПЛА обычно оказываются более экономичным вариантом, особенно при работе на больших площадях. Однако для крупных проектов общая стоимость может быть значительной из-за необходимости многократных вылетов и обработки больших объемов данных. БПЛА в магниторазведке сочетают высокую эффективность, безопасность и экономическую целесообразность, особенно в сложных условиях и при необходимости быстрого получения данных.

По состоянию на 2026 год отдельной актуальной инструкций по магниторазведке является Инструкция по магниторазведке, утвержденная Министерством геологии СССР в 1981 году [Инструкция..., 1981]. Методика проведения аэромагнитных исследований, описанная в данной Инструкции была разработана для работы с пилотируемыми летательными аппаратами (самолетами и вертолетами) и не учитывала особенностей использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Это создает ряд проблем и сложностей при адаптации методики к современным технологиям.

В 2018 году были утверждены «Методические рекомендации по выполнению маловысотной аэромагнитной съемки» (Роснедра, 2018) [Методические..., 2018]. Этот документ дополнил классическую Инструкцию 1981 года и установил базовые требования к проведению аэромагнитных съемок с использованием БПЛА. Рекомендации учли современные достижения в области беспилотной аэрогеофизики и технологий, обеспечивающих такие работы. Документ акцентирует внимание на особенностях маловысотной съемки, которая позволяет минимизировать расстояние между сенсором и исследуемым объектом, повышая детализацию данных.

Ключевые принципы организации работ.

— Постоянство высоты датчика над поверхностью земли. Это условие необходимо для корректной качественной и количественной интерпретации данных. Маловысотные («квазиназемные») съемки требуют строгого контроля высоты полета.

— Использование цифровой модели рельефа (ЦМР). Полетная миссия проектируется на основе предварительно созданной ЦМР. Плотность точек полетного задания должна обеспечивать постоянство высоты сенсора над рельефом в пределах установленной погрешности на всем протяжении профиля. Допускается самостоятельное изготовление ЦМР, но ее точность должна быть подтверждена инструментальной выборочной проверкой на местности.

— Ориентация съемочных профилей. Направление профилей задается техническим (геологическим) заданием с учетом геологических особенностей территории и целей исследования. Если на участке одновременно выполняются другие геолого-геофизические работы с разбивкой единой топографо-геодезической сети, профили беспилотных съемок должны соответствовать ей. В случаях вынужденной иррегулярности наземной сети профили беспилотных съемок сохраняют прямолинейное направление.

— Создание полетного задания. Включает начальные и конечные точки каждого профиля, а также промежуточные точки, заданные трехмерными координатами. Их количество должно быть достаточным для точного обтекания рельефа.

— Компенсация помех. Необходимо учитывать влияние конструкции БПЛА на измерения магнитного поля (например, воздействие электродвигателей или металлических частей корпуса) и применять методы компенсации для исключения ложных аномалий.

— Использование современных технологий навигации. Для определения координат точек измерения и проводки БПЛА по маршруту применяются спутниковые навигационные системы, что обеспечивает высокую точность позиционирования.

— Калибровка аппаратуры. Аэромагнитометры должны проходить калибровку, подтверждающую их соответствие требованиям к чувствительности (не хуже 0,01 нТл) и частоте измерений (не менее 10 измерений в секунду).

— Контроль качества данных. Включает оценку среднеквадратической погрешности съемки по повторным измерениям, взаимную увязку опорных и рядовых маршрутов, учет влияния локальных форм рельефа на итоговую модель аномального магнитного поля (АМП).

— Камеральная обработка данных. На этом этапе создаются базы данных аэромагнитных наблюдений, вводятся поправки за суточные вариации геомагнитного поля Земли, вычисляется АМП с учетом поправки за нормальное поле Земли, выполняется взаимная увязка маршрутов и оценка погрешности.

— Учет особенностей маловысотной съемки. Поскольку БПЛА позволяют работать на меньших высотах, чем пилотируемая авиация, требуется адаптация методик к специфике обработки данных (например, учет раскачивания магнитометра при маневрировании, «сшивание» данных при «нахлесте» маршрутов).

— Наземное обеспечение работ. Заключается в использовании базовых станций ГНСС для уточнения траектории полета БПЛА и полезной нагрузки. Расстановка магнито-вариационных станций (МВС) выполняется согласно Инструкции 1981 года.

В докладе рассказывается про опыт применения данных рекомендаций и нюансы проведения работ на протяженных профилях (рис. 1) [Таран и др., 2025б; Холодков и др., 2025] и при выполнении площадной съемки (рис. 2, 3) [Мокров и др., 2025; Таран и др., 2025а; Холодков и др., 2023].

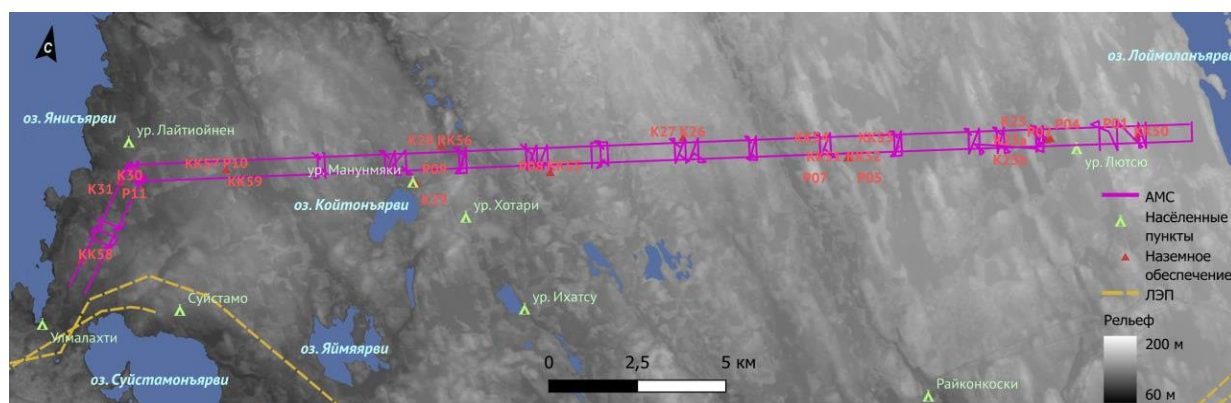


Рис. 1. Профильная АМС в Северном Приладожье

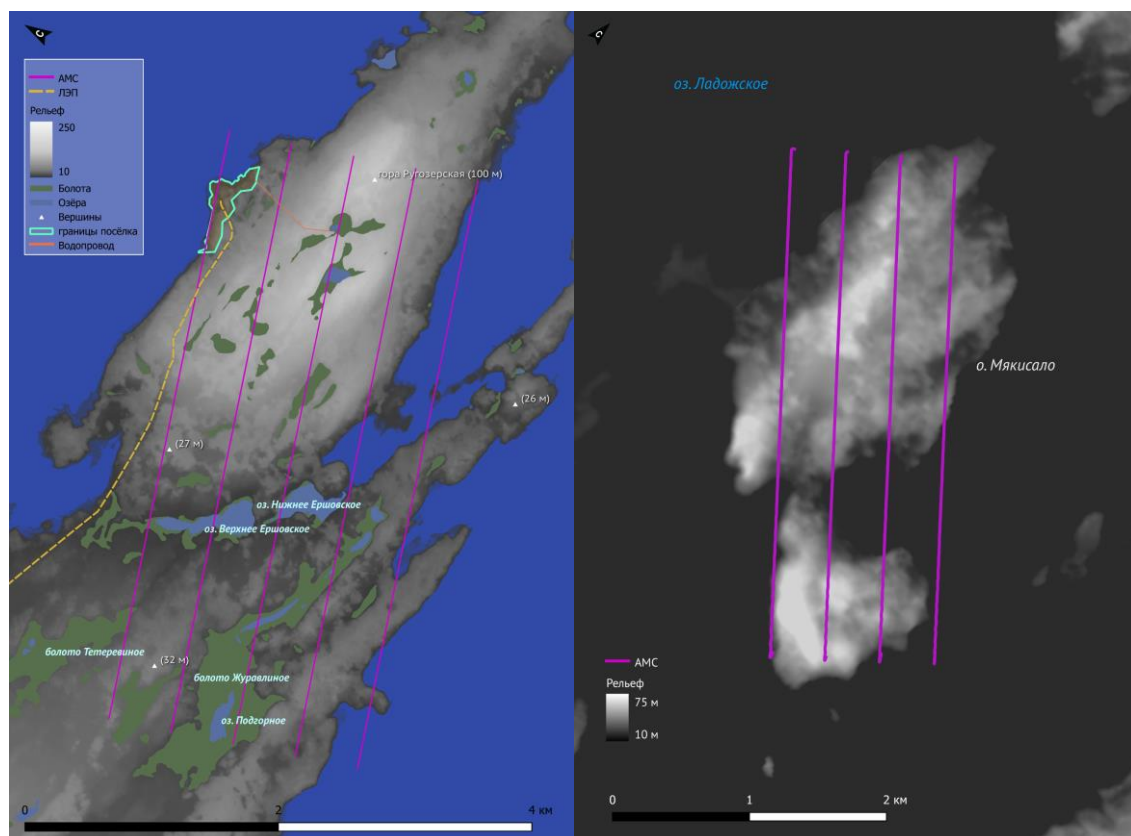


Рис. 2. Маршруты выполнения площадной АМС в окрестностях БС МГУ (слева) и над о. Мякисало (справа)

Список литературы

Инструкция по магниторазведке (наземная магнитная съемка, аэромагнитная съемка, гидромагнитная съемка) Л.: Недра, 1981. 263 с.

Методические рекомендации по выполнению маловысотной аэромагнитной съемки с применением БПЛА. М. Роснедра, 2018. – 32 с.

Мокров Д.К., Передерин Ф.В., Холодков К.И., Таран Я.В., Алешин И.М., Соловьев А.А. Опыт проведения аэромагнитной съемки в окрестностях геомагнитных обсерваторий // Научная конференция молодых ученых и аспирантов ИФЗ РАН: Тезисы докладов. Москва, ИФЗ РАН, 5-6 ноября 2025 г. М.: ИФЗ РАН, 2025. С. 48.

Таран Я.В., Алешин И.М., Большаков Е.М., Мокров Д.К., Передерин Ф.В., Соколова Е.Ю., Харитонов Е.А., Холодков К.И. Аэромагнитная съемка с БВС над массивом Валимяки и островом Мякисало // Материалы Конференции. V школа-семинар «Гординские чтения». М.: ИФЗ РАН, 2025а.

Таран Я.В., Алешин И.М., Холодков К.И., Передерин Ф.В. Геофизические исследования Раахе-Ладожской зоны в Северном Приладожье // Материалы

Конференции. IX Всероссийская молодежная тектонофизическая школа-семинар «Современная тектонофизика. Методы и результаты». М.: ИФЗ РАН, 2025б.

Холодков К.И., Передерин Ф.В., Мокров Д.К., Щербаков В.М., Шевчук Р.В., Сидоров Р.В., Розенберг Н.К., Белобородов Д.Е. Комплексные аэромагнитные и сейсмические исследования на профиле тектонической зоны сочленения Архейского карельского кратона и Палеопротерозойского свекофеннского орогена // Материалы Всероссийской научной конференции «Новейшая геодинамика, геоморфология и исследования геокатастроф: возможности, методы, перспективы». М.: Перо, 2025.

Холодков К.И., Передерин Ф.В., Дьяков В.В., Мокров Д.К., Алешин И.М., Щербаков В.М. Опыт аэрогеофизических работ на интрузии Вялимяки // Материалы Всероссийской научной конференции «Динамическая геология — проблемы и достижения», посвященной 270-летию МГУ имени М.В. Ломоносова и 90-летию со дня рождения Н.В. Короновского, М.А. Гончарова и М.Г. Ломизе. М.: Перо, 2023.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ НЕУРАВНЕННЫХ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ ЦММ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ МЕТОДАМИ НАТУРНЫХ ГНСС-ИЗМЕРЕНИЙ И ТОЧНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ ЦММ

Ф.В. Передерин¹, К.И. Холодков¹, И.М. Алешин¹, В.В. Погорелов¹, Г.М. Стеблов^{1, 2}

¹Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН

²Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН

crash@ifz.ru

Цифровые модели рельефа (ЦМР) представляют собой ключевой источник пространственных данных для широкого круга задач в области геоматики, геофизики, навигации и инженерно-прикладных работ. Особую значимость ЦМР приобретают в высоких широтах, где ограниченность наземных контрольных измерений существенно затрудняет их валидацию. В рамках настоящего исследования проведена оценка абсолютной вертикальной точности трех современных глобальных ЦМР: ArcticDEM v3, ArcticDEM v4 (версия 4.1) [Porter et al., 2022] и радарной модели Copernicus DEM. Анализ выполнен вдоль сети общественных дорог северо-западной части России с использованием кинематических GNSS-измерений в качестве эталонных данных. Важной особенностью методики является отказ от локального уравнивания ЦМР — оценка опирается исключительно на глобальную или региональную регистрацию исходных наборов данных.

Сбор полевых данных осуществлялся в период 2017–2021 гг. на территории Восточно-Европейской платформы и Балтийского щита (60°–64° с. ш.) с применением приемника Javad и антенны MarAnt, размещенной на автомобильном носителе (рис. 1) [Передерин и др., 2018]. Общая протяженность траекторий составила около 10 900 км (рис. 2). Наблюдения велись с частотой 10 Гц, исходные данные фиксировались в формате GREIS, а затем конвертировались в RINEX 2.11 для последующей обработки.

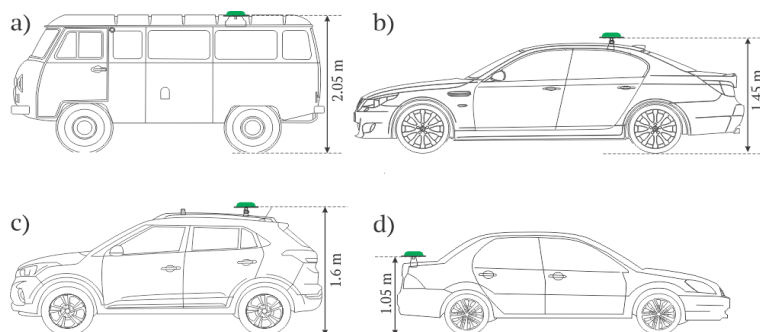


Рис 1. Схемы установки антенны и ее высоты на используемых в эксперименте автомобилях

Обработка GNSS-данных выполнялась в программном пакете RTKLIB-EX. Для валидации результатов использовались комплексы TRACK (из состава ПО GAMIT/GLOBK) и PRIDE PPP-AR [Geng et al., 2019; Everett et al., 2022]. При этом были внесены поправки на твердые приливы (модель IERS 2010) и на геоид (для Copernicus DEM, datum EGM2008).

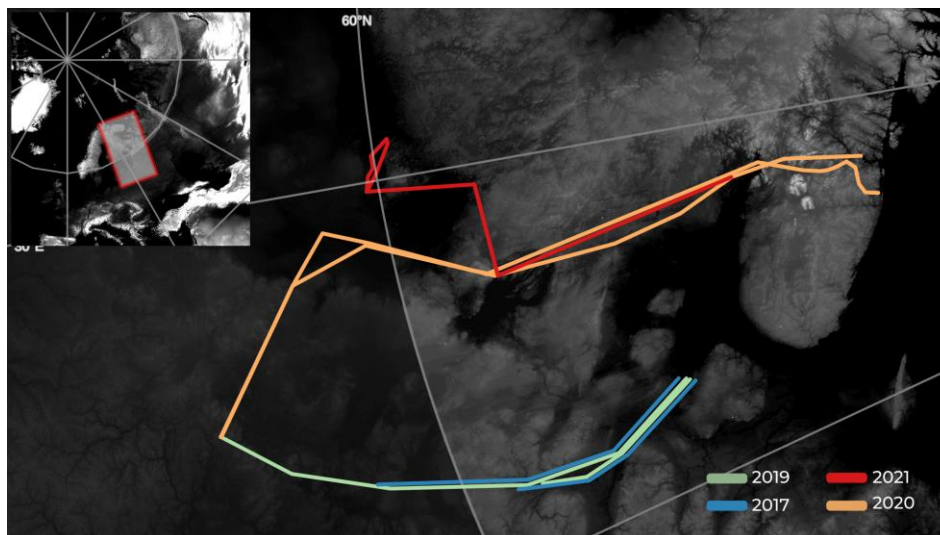


Рис. 2. Траектории натурных съемок

Извлечение значений высот из ЦМР осуществлялось посредством GDAL с шагом сетки 2×2 м. Для интерполяции применялся метод обратных взвешенных расстояний. Аналитическая часть включала визуализацию данных с использованием низкочастотного фильтра с конечной импульсной характеристикой (FIR), а также построение гистограмм отклонений [Холодков и др., 2023а, 2023б].

Результаты исследования систематизированы по типам поверхностей: ровные участки (перекрестки), мосты и эстакады, дамбы и выемки, а также аномальные зоны. На ровных участках ArcticDEM v4 продемонстрировал медианную абсолютную точность 2,8 м, тогда как ArcticDEM v3 и Copernicus DEM показали менее высокие результаты. На сложных инженерных сооружениях (мосты, дамбы) ArcticDEM v4 существенно превзошел v3 и Copernicus DEM: отклонения в среднем оказались в два раза меньше (рис. 3).

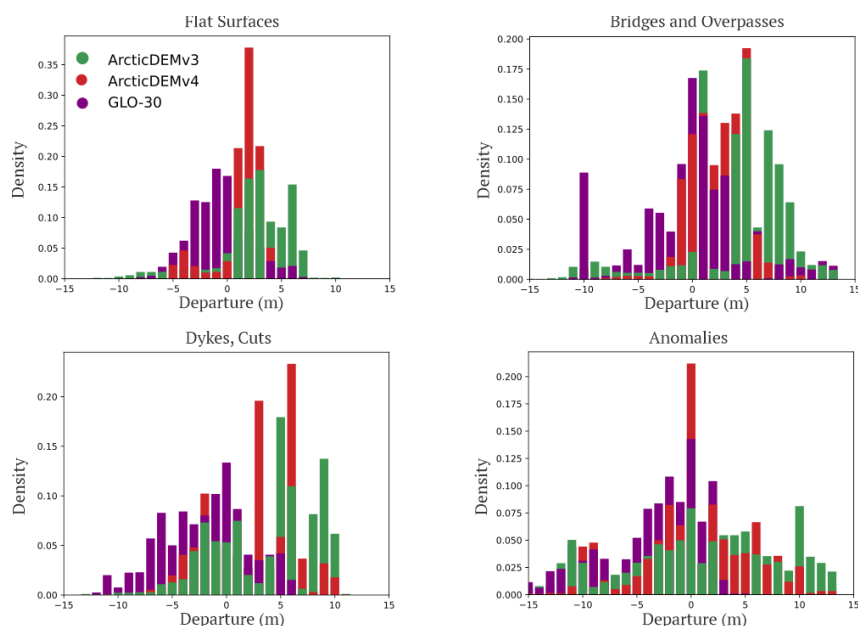


Рис. 3. Сравнение медианных гистограмм плотности вероятности отклонений для четырех типов и трех ЦМР. Верхний левый — плоские поверхности; верхний правый — мосты и путепроводы; нижний левый — дамбы и выемки; нижний правый — аномалии. Зеленый — ArcticDEM v3, красный — ArcticDEM v4, фиолетовый — Copernicus DEM

Агрегированные показатели точности (средние отклонения и стандартное отклонение σ) выглядят следующим образом: для ArcticDEM v3 — 2,4 м ($\sigma=3,6$ м), для ArcticDEM v4 — 1,2 м ($\sigma = 3,8$ м), для Copernicus DEM — 2,8 м ($\sigma=6,5$ м) [Aleshin et al., 2026].

Проведенный анализ позволяет сделать ряд существенных выводов. ArcticDEM v4 демонстрирует наилучшую вертикальную точность среди рассмотренных моделей, особенно на сложных формах рельефа, таких как мосты и дамбы. Copernicus DEM характеризуется наибольшей дисперсией отклонений ($\sigma = 6,5$ м), что, вероятно, обусловлено особенностями радарной съемки и последующей интерполяции данных. ArcticDEM v3 уступает версии v4, что свидетельствует о применении более совершенных методов фотограмметрической обработки космических снимков.

С практической точки зрения современные спутниковые фотограмметрические ЦМР оказываются пригодными для решения задач, требующих точности порядка 5 м. К таким задачам относятся предварительное проектирование, логистика строительства вне дорог общего пользования, а также мониторинг инфраструктуры в труднодоступных районах. При этом кинематические GNSS-измерения на дорогах могут эффективно использоваться в качестве независимых контрольных точек для локального уравнивания ЦМР, что позволяет повысить их точность в целевых зонах.

Таким образом, ArcticDEM v4 является наиболее точной из рассмотренных моделей для северо-западной части России, обеспечивая медианную абсолютную ошибку 2,8 м на ровных участках и существенно лучшие показатели на сложных формах рельефа. Copernicus DEM, ввиду высокой variability ошибок, имеет ограниченную применимость в задачах, предъявляющих повышенные требования к стабильности данных. Кинематические GNSS-измерения доказали свою эффективность как инструмент валидации ЦМР в условиях дефицита наземных контрольных точек. Современные спутниковые ЦМР удовлетворяют потребностям широкого круга прикладных задач с требованиями к точности около 5 м, включая проектирование и логистику в высоких широтах. Для повышения локальной точности ЦМР целесообразно использовать GNSS-измерения в качестве опорных данных для уравнивания.

Список литературы

Porter C., Howat I., Noh M. J., Husby E., Khuvis S., Danish E. et al. ArcticDEM-Strips, Version 4.1. Harvard Dataverse dataset, 2022. 495 p.

Geng J., Chen X., Pan Y. et al. PRIDE PPP-AR: an open-source software for GPS PPP ambiguity resolution // *GPS Solutions*. 2019. V. 23. No. 4. P. 91.

Everett T., Taylor T., Lee D.-K., Akos D.M. Optimizing the use of RTKLIB for smartphone-based GNSS measurements // *Sensors*. 2022. V. 22. No. 10. P. 3825.

Aleshin I.M., Kholodkov K.I., Perederin F.V. et al. Absolute Vertical Accuracy of ArcticDEM and Copernicus DEM and In-Situ GNSS Measurements // *Applied Geomatics*. 2026.

Передерин Ф.В., Аleshин И.М., Иванов С.Д., Михайлов П.С., Погорелов В.В., Холодков К.И. Портативный комплекс регистрации сигналов ГНСС с высокой частотой опроса: полевые испытания и перспективы применения // *Наука и технологические разработки*. 2018. Т. 97, № 4. С. 28–40.

Холодков К.И., Аleshин И.М., Передерин Ф.В. Программа для визуализации и вычисления корреляционных показателей при сравнении высот и их разниц по данным натурных ГНСС наблюдений. Свидетельство ПрЭВМ № 2023660934. Дата рег.: 25.05.2023а

Холодков К.И., Аleshин И.М., Передерин Ф.В. Программа совместной обработки данных натурных ГНСС наблюдений и геопривязанных растровых данных. Свидетельство ПрЭВМ № 2023660560. Дата рег.: 22.05.2023б

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЭМИССИИ ГАЗОВ БЛИЗ ОСТРОВОВ ДЕ ЛОНГА ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ LANDSAT-7,8,9 ЗА ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ

Е.И. Пижанкова, А.В. Гаврилов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

eipijankova@rambler.ru

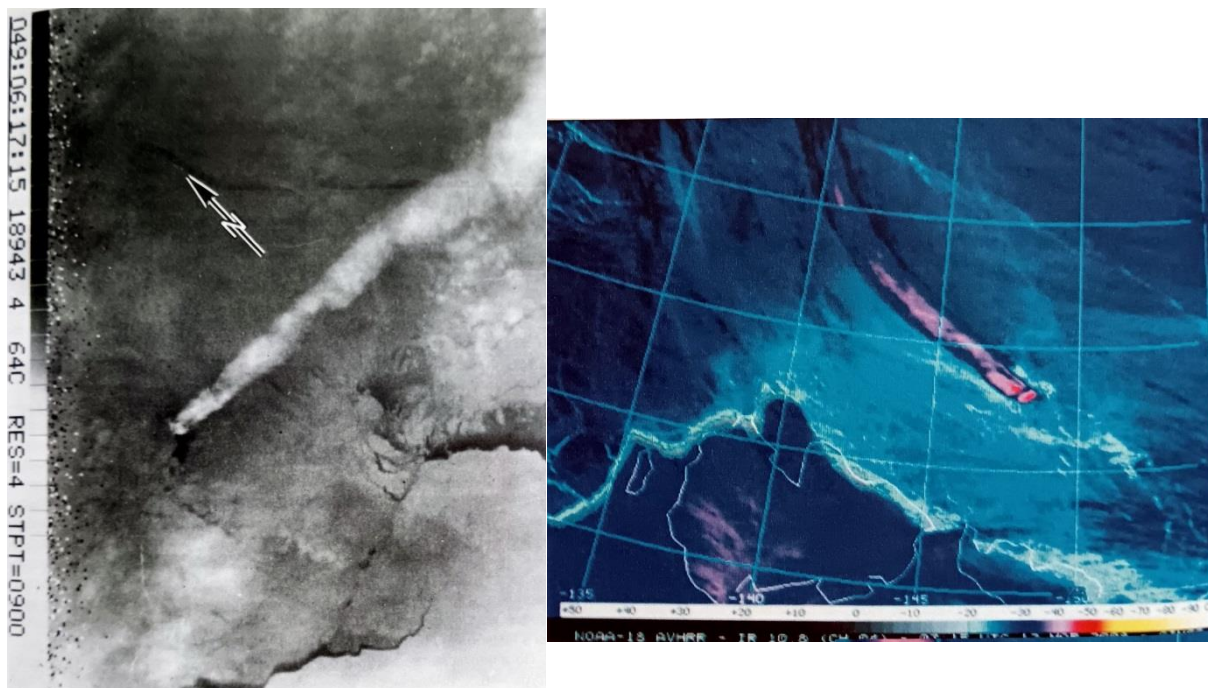
В связи с глобальным потеплением климата важно изучение источников эмиссии парниковых газов. На шельфе арктических морей они были детально освещены, в частности, Шаховой Е.Н. [2010] и связываются с деградацией мерзлоты и разложением газогидратов. В геотермическом отношении криолитозона шельфа изучена только в прибрежной зоне. Восточнее пролива Карские Ворота в настоящее время нет ни одной геотермической скважины, прошедшей мерзлые толщи на всю их мощность. Отсутствие возможности получения полноценной информации о распространении и мощности многолетнемерзлых пород посредством буровых и геофизических методов предопределило широкое применение математического моделирования, а также анализ дистанционных данных.

На северо-западе Восточно-Сибирского моря существуют острова Де Лонга, относящиеся к архипелагу Новосибирских островов. К ним относятся острова Беннетта, Генриетты, Жанетты, Жохова и Вилькицкого. Три из них (Беннетта, Генриетты, Жанетты) покрыты ледниками (общей площадью 60 км²) несмотря на чрезвычайно малое количество осадков. Общая площадь островов составляет 228 км². Высота на о. Беннетта достигает 426 м.

Острова Жаннетты, Генриетты и Беннетта были открыты в ходе американской экспедиции на яхте «Жаннетта» под руководством Джорджа Де Лонга в 1879-1881 гг. Посещение и исследование с описанием острова Беннетта было произведено экспедицией Э. Толля в 1902 году, а в 1903 году — А. Колчака, планировавшего спасти экспедицию Э. Толля. Другие два острова открыты гидрографической экспедицией Б. Вилькицкого на судах «Вайгач» и «Таймыр» в 1914 г.

В феврале 1983 года было зафиксировано космическими снимками газовое облако в виде гигантского шлейфа от острова Беннетта до Аляски (рис. 1А). Дальнейшие спутниковые наблюдения за островом показали высокую активность процесса шлейфообразования. С 17.03.73 г. по 30.12.86 г. было зафиксировано 152 процесса подобного рода. Данные, относящиеся к 2008 году, содержат сведения об образовании

облачного шлейфа длиной более 1000 км при объеме облачной массы не менее половины миллиона кубических километров. Его источник также находился вблизи острова Беннетта (рис. 1Б).



А

Б

Рис. 1. А – изображение газового шлейфа 18.02.1983 (NOOA-7, 18943);
Б – изображение газового шлейфа 12.03.2008 (NOOA-18) в искусственном цвете
[Масуренков и др., 2012]

В 1983 году сотрудниками Института вулканологии ДВНЦ АН СССР была осуществлена экспедиция к о. Беннетта для исследования газообразования у острова в качестве результата эндогенных процессов в недрах выделенной кольцевой структуры Санникова-Лонга [Масуренков и др., 2012]. Высказана гипотеза о вероятности связи современного газовыделения с глубинными процессами кимберлитообразования в мантии Земли и всплыванию мантийного диапира, сопровождающееся обильным насыщением магматических расплавов летучими газами и в том числе водой. В ходе экспедиции 1983 г. было установлено наличие здесь железо-марганцевых конкреций и конкрециоподобных образований, отлагающихся в условиях повышенных температур. Авторы высказали гипотезу о вулканической природе возвышенностей на дне моря у берегов острова, морфологически подобных базальтовым конусам, а множественность точек генерации шлейфов истолковать как свидетельство существования вокруг острова Беннетта ареальной зоны базальтового вулканизма.

Кроме о. Беннетта остальные острова также являются базальтовыми вулканами, о чем свидетельствовал доклад С.А. Силантьева на XXVI Международной научной конференции Школы морской геологии, сделанный 17.11.2025: «Неоген-четвертичная активизация большой магматической провинции HALIP: Пример архипелага Де Лонга, восточная Арктика» [Силантьев, 2025].

Существует мнение, высказанное В. Купецким [2005], что поскольку о. Беннетта возвышается над приледной, приземной «пленкой холодного воздуха», остальные острова остаются под этой пленкой, под слоем термической инверсии. Сильные ветры в передних частях теплых и взлетных циклонов наталкиваются на остров, создают завихрения, турбулизируются и вовлекают в перемешивание приледную пленку холодного воздуха, которая поднимается наверх и становится видна со спутника как полоса белого холодного воздуха. Однако следует отметить, что шлейфы у о. Беннетта не связаны с вершиной острова, а их источник находится в акватории вблизи острова.

Высокий теплоток для поднятия Де Лонга был принят равным 75 мВт/м^2 [Гаврилов и др., 2022], что позволило при математическом моделировании эволюции многолетнемерзлых пород прийти к представлению об их отсутствии. В случае задания теплоток 60 мВт/м^2 вычисленная мощность мерзлоты может составлять от 260 м при глубинах моря 40 м до 300 м на мелководьях.

Очень важным является исследование дистанционных данных для районов, в пределах которых наземные и морские исследования чрезвычайно трудно организуемы. Для островов Де Лонга были изучены космоснимки Landsat-7,8,9 за 1973-2025 гг. При этом в конце XX в. таких данных было очень мало. Данные съемки спутником Landsat представлены только во время полярного лета, весенних и осенних сумерек, т.е. с марта по октябрь. Полученные с сайта <https://earthexplorer.usgs.gov/> космические снимки Landsat для фиксации эмиссии газов и состояния ледового покрова акватории оказались наиболее эффективными с марта по июнь 2020-2025 гг., когда интенсивно возросло количество снимков.

Наибольшая эмиссия была зафиксирована в районе о-ва Беннетта, где даже в марте-апреле фиксируются полыньи или тонкий лёд, как к северу, так и к югу от острова. Кроме этого, наблюдаются облачные «хвосты» над этим островом,двигающиеся в различных направлениях в зависимости от направления ветра (рис. 2). Сходная ситуация характерна также для островов Генриетты, Жаннетты. Но, тем не менее, наиболее интенсивно эмиссия газов проявлена в районе о-ва Беннетта.

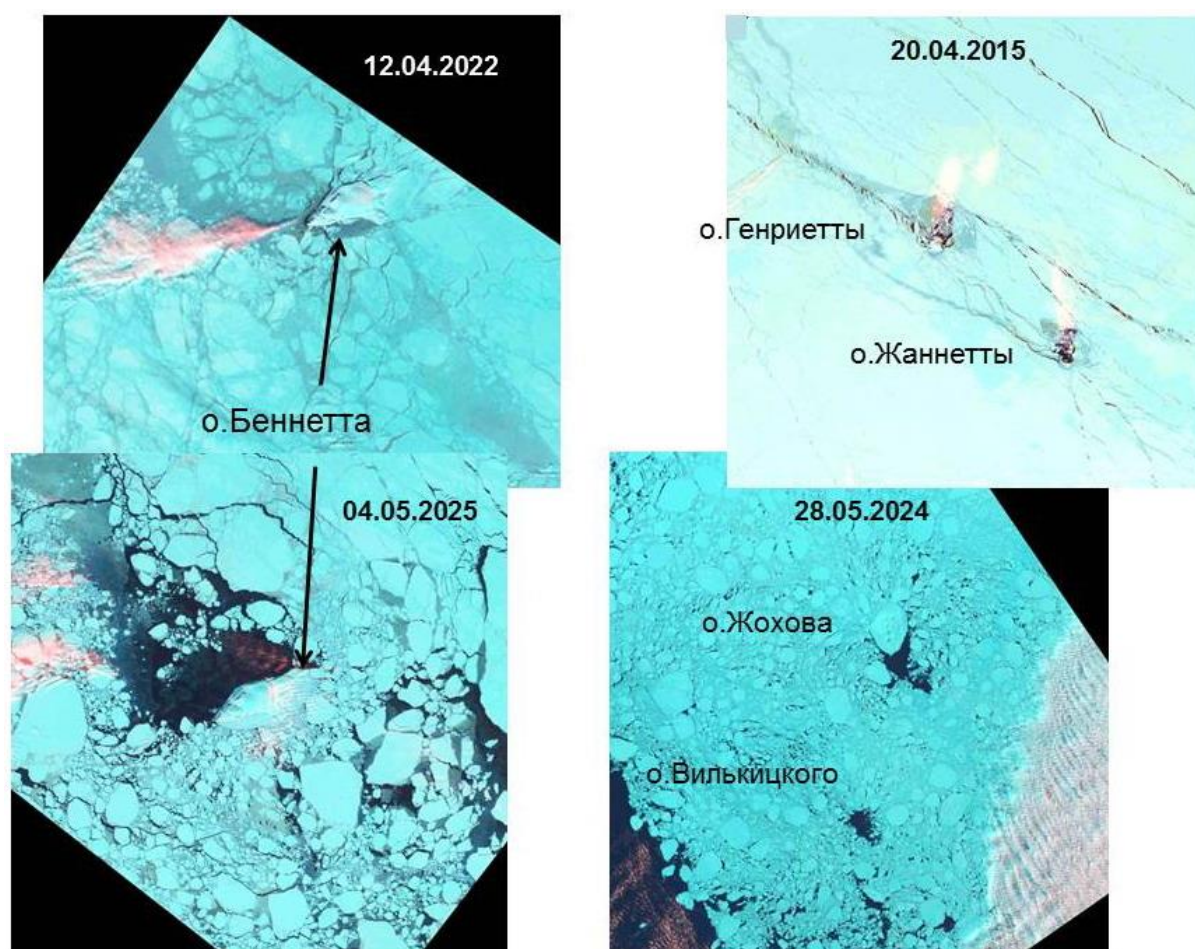


Рис. 2. Газовыделения и полыньи близ островов Де Лонга по космическим снимкам Landsat-8, 9

Интересной мыслью может быть влияние эмиссии газов на образование ледников на островах Беннетта, Генриетты, Жаннетты.

Существует также представление о метанотрофном таянии ледяного покрова морей за счет тепла, выделяющегося при бактериальном окислении метана в местах его массовой дегазации [Люшвин, 2013], чем можно объяснить формирование полыней вокруг островов. Помимо этого, их формированию может способствовать сейсмическая активность.

Выводы. Район островов Де Лонга характеризуется значительным теплотоком из недр, что позволяет относиться к модельным данным об отсутствии мерзлых пород на поднятии Де Лонга как заслуживающих внимание.

Фиксация полыней близ островов и облачность над ними свидетельствуют о значительном объеме эмиссии газов.

Указанные данные требуют необходимости конкретных исследований вулканической активности района островов Де Лонга и характера эмиссии газов с определением химического состава и температуры фиксируемых газов.

Список литературы

Гаврилов А.В., Малахова В.В., Пижанкова Е.И., Попова А.А. Криолитозона внешнего шельфа Восточно-Сибирского моря и ее связь с вулканогенными явлениями // Труды X Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2021)». Тверь: ПолиПРЕСС, 2021. Т. III. С. 51–54.

Купецкий В.Н. В Арктику мы вернемся. Магадан: Новая полиграфия. 2005. 299 с.

Люшвин П.В. Метанотрофное таяние льда // Пространство и Время. 2013. Т. 2. Вып. 1.

Масуренков Ю.П., Собисевич А.Л., Петрова В.В., Слезин Ю.Б., Флеров Г.Б., Шувалов Р.А., Кузьмин Ю.Д., Овсянников А.А. Современная активность эндогенных процессов у о. Беннетта (архипелаг Де Лонга, Арктика). М.: ИФЗ РАН, 2012. 160 с.

Силантьев С.А. Неоген-четвертичная активизация большой магматической провинции HALIP: Пример архипелага Де Лонга, восточная Арктика // Геология морей и океанов: Материалы XXVI Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. I. М.: ИО РАН, 2025. С. 216–220.

Шахова Н.Е. Метан в морях Восточной Арктики. Автореф. дисс...докт. геол.-мин. наук. М., 2010, 47 с.

СТРУКТУРНЫЙ КЛАСТЕР ЗЕМЛИ И ДРУГИХ КОСМИЧЕСКИХ ТЕЛ

А.И. Полетаев

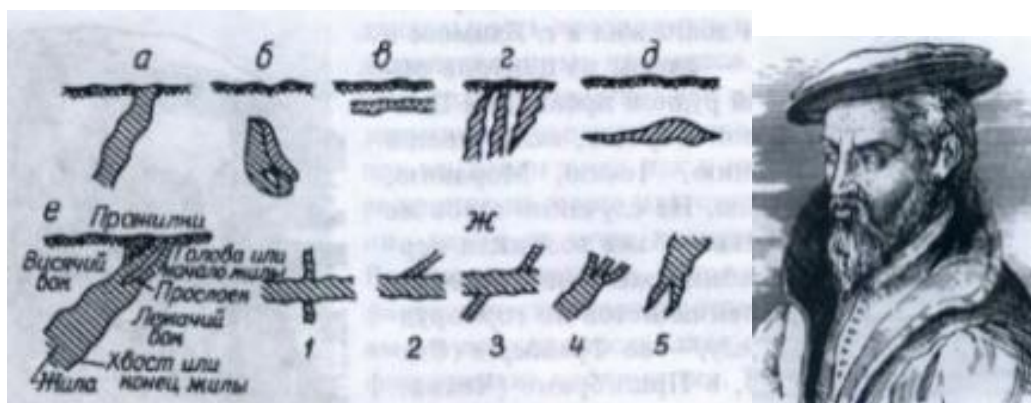
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносоваaipoletaev@mail.ru

«Природа существует и действует
необходимым образом».

Поль Гольбах (1723–1789)

В результате исследований, проведенных Лабораторией геологических исследований космическими методами Кафедры динамической геологии Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в течение последних 50 лет, можно предположить, что структурный кластер Земли и других космических тел образован особыми структурными формами, выявленными в течение предыдущих 500 лет с помощью как наземных исследований, так и дешифрирования разномасштабных картографических и дистанционных материалов.

К особым структурным формам относятся:



— узловые структуры, выделенные Георгом Бауэром в 1530 г. [Гордеев, 1972];



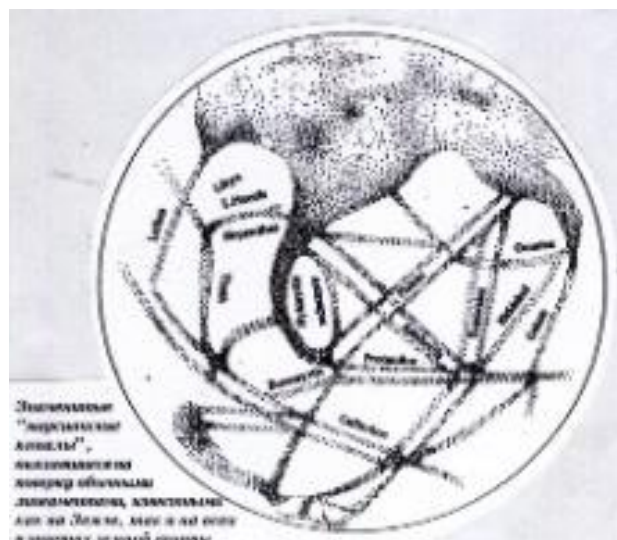
— кольцевые горы, обнаруженные на поверхности Луны Галилео Галилеем в 1603 г.;



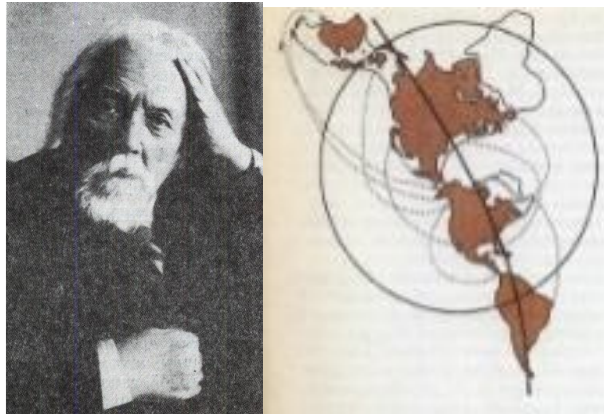
— дуговые структуры, впервые упомянутые в книге Н.Стено в 1669 г.;



— ротационные структуры, зафиксированные М.В. Ломоносовым в 1753 г. [Шубинский, 2010];



— линейные структуры, выделенные на Марсе Дж. Скиапарелли в 1877 г.;



— клиновидные структуры, выделенные А.П. Карпинским в 1888 г.;



— линейные структуры, выделенные в 1904 году В. Хоббсом на СВ Америки, названы им линеаменентами;

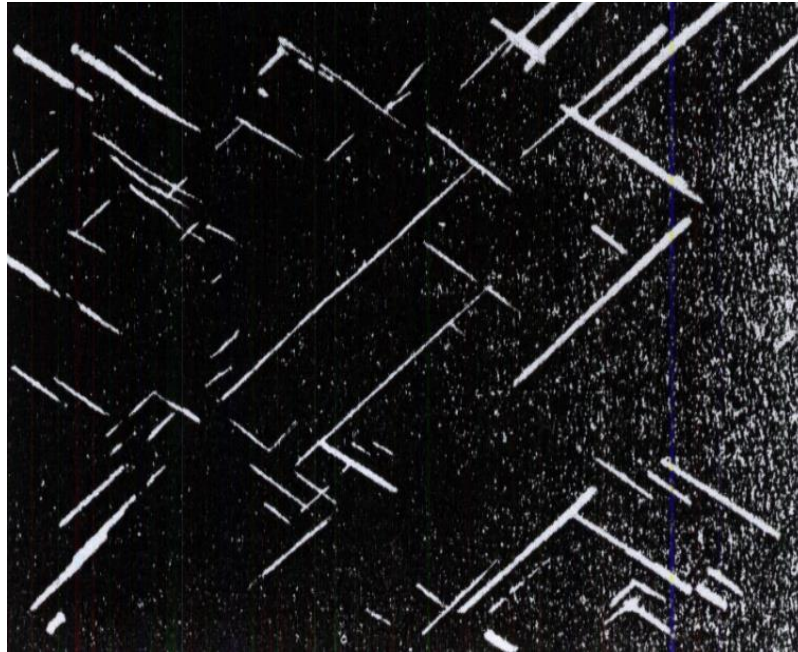


— девиантные структуры, выделенные Полетаевым, Авдониным и Котовым в 1999 г.
[Полетаев и др., 1999]

Особые структурные формы обладают весьма важными характерными чертами:

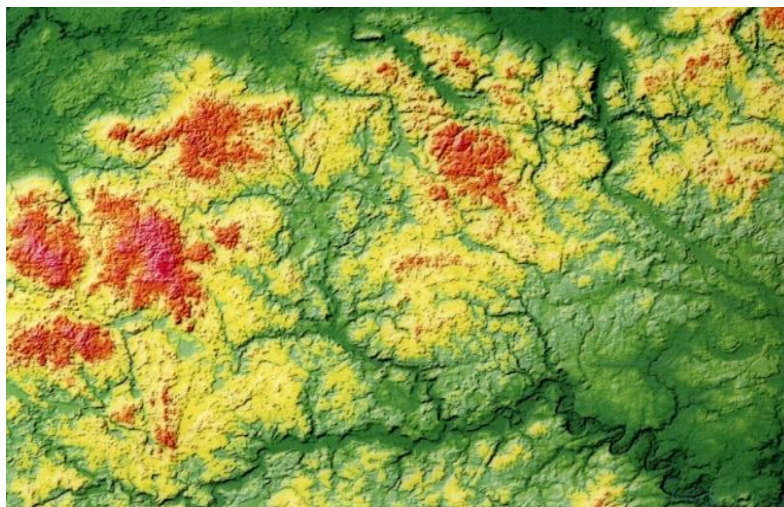
—развиваются в самых разнообразных масштабах: от микро- до планетарного:

а) микромасштаб



Структура распада твердого раствора гиперстена (черное) с выделением силлиманита (белый). Алданский щит (сутамский комплекс), силлиманит-гиперстеновый гнейс; николи скрещены, ув. 60 (фото В.М. Кастрыкиной) [Кастрыкина, 1973]

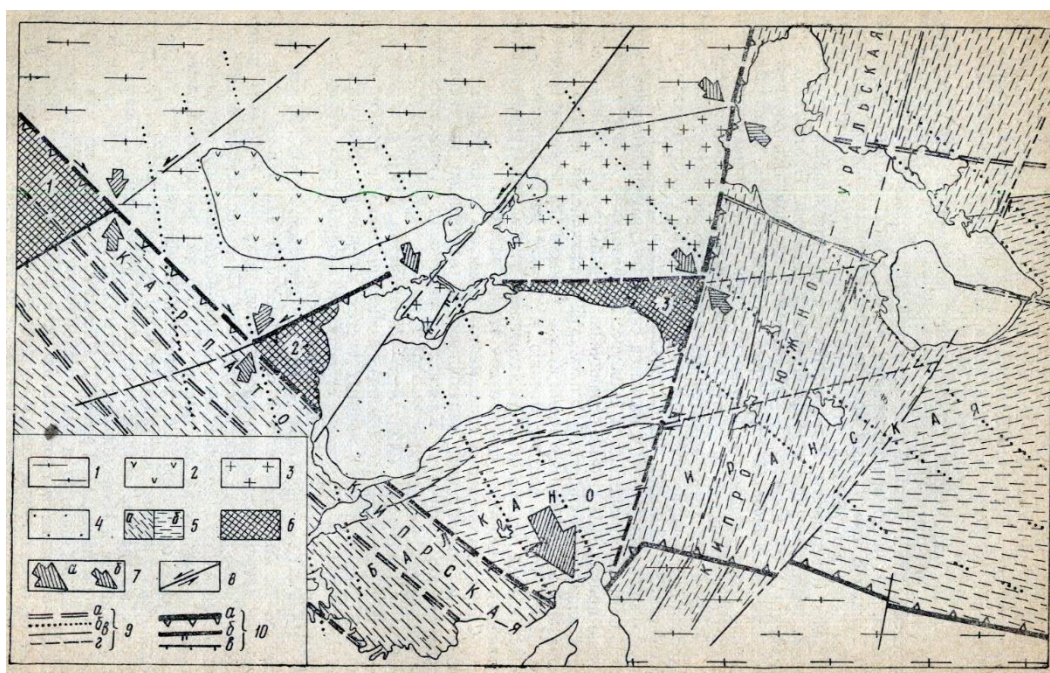
б) локальный масштаб



Цифровая карта Чашниковского КГУ



в) региональный масштаб



Геодинамическая модель области сочленения Восточно-Европейской платформы и ее альпийского обрамления [Кац, Полетаев, 1984]: 1 – древние платформы; 2 – Украинский кристаллический массив; 3 – Скифская плита; 4 – глубоководные морские впадины; 5 – линеаментные зоны: а – поперечные, б – продольные; 6 – выступы фундамента: Висленский (1), Дунайский (2), Рионский (3); 7 – направления сжатий: а – общего, б – локального; 8 – разрывы и направления смещения по ним; 9 – простираение линеаментов: а – северо-западного, б – субмеридионального, в – северо-восточного, г – субширотного; 10 – границы: а – древних платформ, б – Скифской

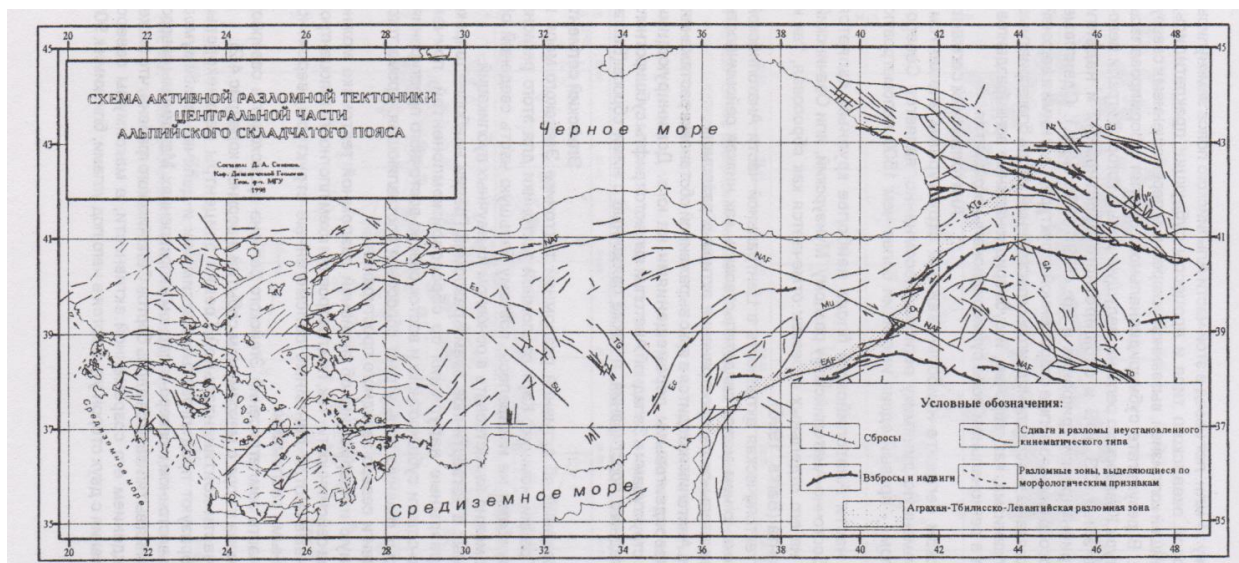
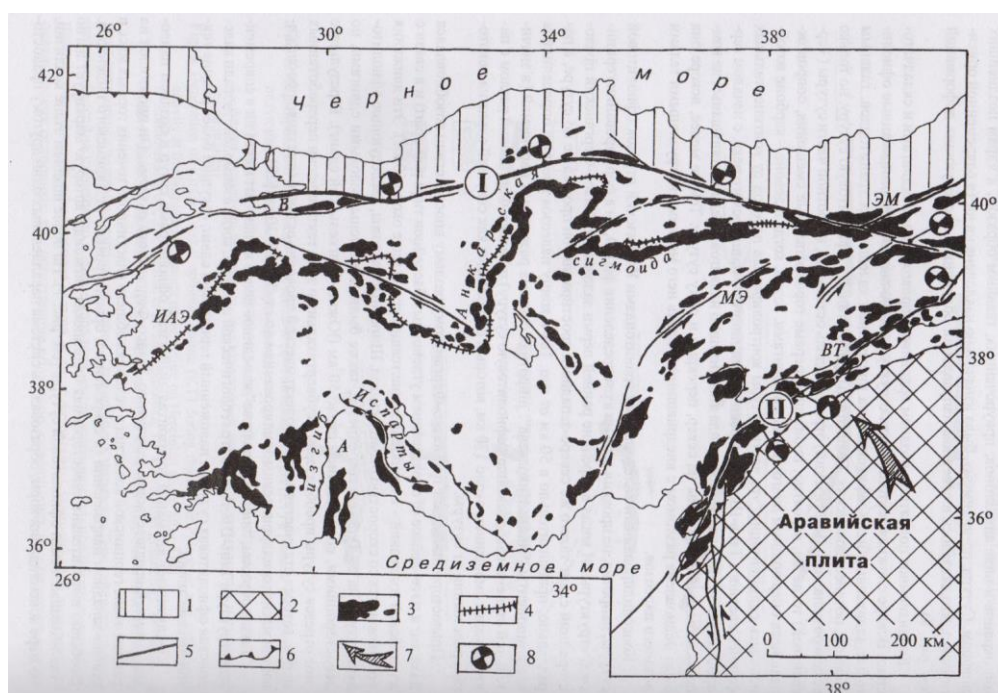


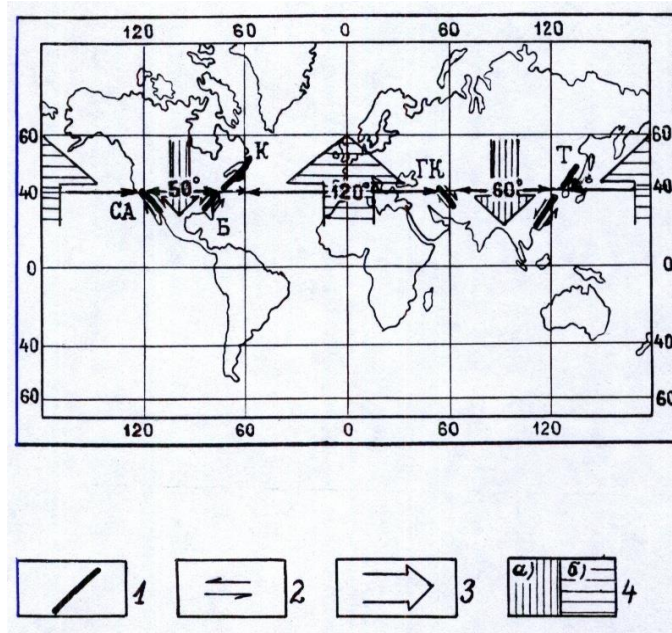
Схема разломов, активных в плиоцен-четвертичное время: NAF – Северо-Анатолийский разлом, EAF – Восточно-Анатолийский разлом, Du – разлом Думулу, KTс – Казбек-Цхинвальская разломная зона, Ag – Ахурянская разломная зона, GA – Гарни-Алаватская разломная зона, Tb – Табизский разлом, Gd – разломная зона Гудермес, Nz – разломная зона Назрань, Mu – Мунзурский разлом, TG – разлом Туз-Голу, Ес – разлом Эчмиз. Su – разлом Султандаг, Es – разлом Эскишир [Симонов, 1998]



Соотношение офиолитовых сатур и активных разломов Средиземноморского складчатого пояса к западу от Аравийского синтаксиса: 1, 2 – континентальное обрамление складчатого пояса: 1 – евразийское, 2 – аравийское; 3 – офиолиты, офиолитовые меланжи и олиостромы; 4 – линия офиолитовой сатуры Измир – Анкара – Эрзинджан; 5 – разломы, главным образом сдвиги, среди них Северо-Анатолийский (1) и Восточно-Анатолийский (11); 6 – надвиги; 7 – движение Аравийского индентора; 8 – решения механизмов сейсмических очагов. Офиолитовые сатуры, в том числе вовлеченные в шарнирование: В – Внутривосточная, ЭМ – Эмисса.

Эрзинджан-Малокавказская, ИАЭ – Измир – Анкара – Эрзинджан, А – Анталья, МЭ – Мерсин – Эрзинджан, ВТ – Восточно – Таврская [Короновский, Ломизе, 2001]

г) планетарный масштаб



Клиновидная граница Лавразии и Гондваны

— среди них выделяются транзитные (сквозные, т.е. пересекающие гетерогенные структуры – платформы, горно-складчатые пояса и пр.), транзитивные (переходные, т.е. линеаменты переходят в дуги, дуги – в кольца, кольца – в ротационные структуры) и транзиентные (мерцающие, т.е. видимые в одной зоне спектра и невидимые – в другой) разновидности;

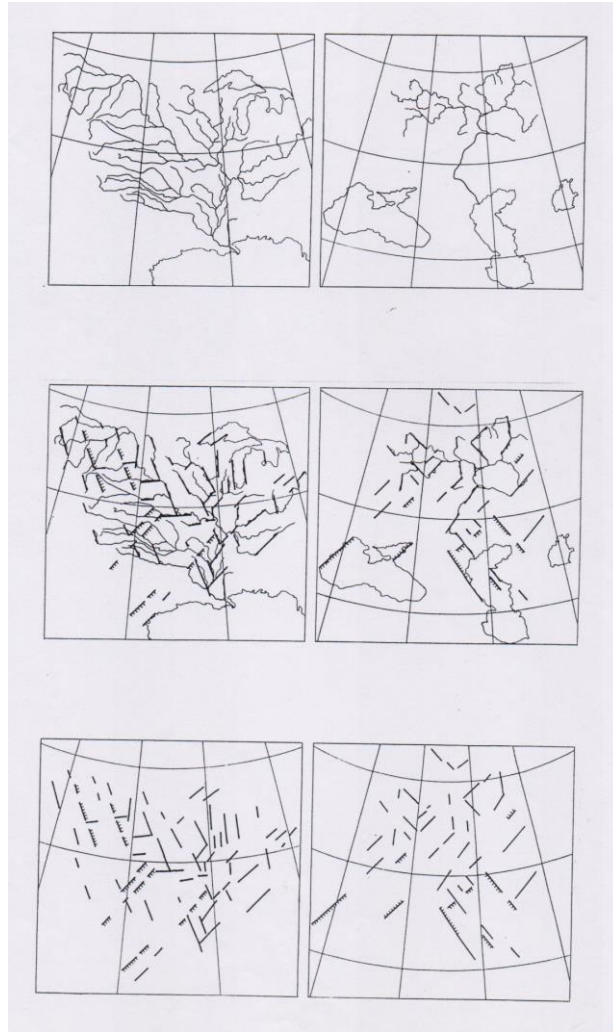
— формируются в разных средах – твердой, водной и воздушной;

— «контролируют» локализацию месторождений полезных ископаемых – твердых, жидких, газообразных;

— к ним приурочены очаги эндогенных (сейсмичность и вулканизм) и экзогенных (карст, оползни, суффозия) катастрофических процессов, а также очаги зарождения цивилизации.

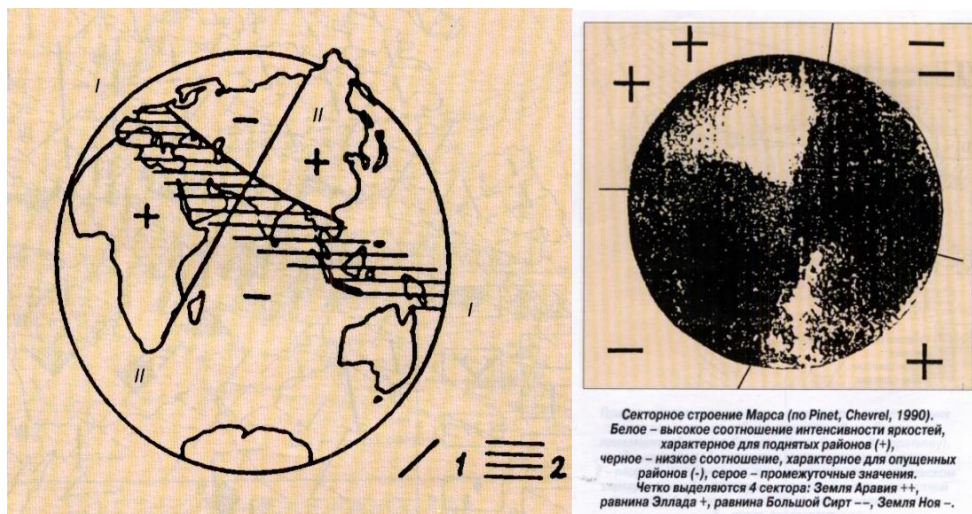
ОСФ вносят существенный вклад в сравнительные формы анализа:

— структурно-тектонический



Сопоставление линеаментных систем бассейнов Миссиссиппи (слева) и Волги (справа)
[Shmagin et al., 1998]

— структурно-планетологический



Слева — Секторное строение Восточного полушария Земли [Полетаев, 1992]; справа — Секторное строение Марса [Pinet, Chevrel, 1990]

Названные выше структуры, описанные в многочисленных публикациях, небольшая часть которых приведена в списке «Источники», практически до сих пор остаются, если можно так выразиться, невостребованным ресурсом современной геологии.

Более того, за редким исключением, данные структуры не находят отражение на страницах учебников по геотектонике и структурной геологии, лишая таким образом современных студентов знания о весьма необычных структурных формах, имеющих и на Земле, и на других космических телах.

И это при том, что в геологической литературе уже достаточно прочно укоренились такие понятия, как дуговые структуры, клиновидные структуры, кольцевые структуры, линеаментная тектоника, ротационная тектоника, узловы́е структуры и другие.

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

Список литературы

Гордеев Д.И. История и методология геологических наук. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1972. Ч. 2. 322 с.

Кастрыкина В.М. Структура распада гиперстен-силлиманит в гнейсах Сутамского гранулитового комплекса // Вестник Московского университета. Сер. геол. 1973. № 4. С. 35–42.

Кац А.И., Полетаев А.И. Линеаментная тектоника. М.: ВИЭМС, 1984. 48 с.

Короновский Н.В., Ломизе М.Г. Концепция глубинных разломов и тектоника плит // Фундаментальные проблемы общей тектоники. М.: Научный мир, 2001. С. 344–373.

Полетаев А.И. Узловые структуры земной коры. М.: Геоинформмарк, 1992. 58 с.

Полетаев А.И., Авдонин А.В., Котов Ф.С. Девиантные структуры земной коры // Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики. Конференция, посвященная 90-летию ГП Горшкова. М., 1999. С. 19–21.

Шубинский В.И. Ломоносов. М.: Молодая гвардия, 2010. 472 с.

Pinet P., Chevrel S. Spectral identification of geological units on the surface of Mars related to the presence of silicates from Earth-based near-infrared telescopic charge-coupled device imaging // Journal of Geophysical Research: Solid Earth. 1990. V. 95. No. B9. P. 14435–14446.

Shmagin B.A. et al. Spatial-temporal variations of structure of hydrosphere for headwater-history, subject and tools of research // Hydrology, Water Resources and Ecology of Mountain Areas «HEADWATER-98». 1998. P. 123-126.

НА ПУТИ К МЕТАТЕКТОНИКЕ

А.И. Полетаев

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

aipoletaev@mail.ru

«...наука не может ждать, пока накопится больше данных...

*Очередное приближение к истине может прийти
только в процессе работы над тем, что уже есть
в нашем распоряжении».*

Ю.Н. Ефремов –

«Млечный путь», 2006. С. 63.

В одной из ведущих научных геологических дисциплин – в тектонике – такое «приближение», кажется уже настало. И, судя по многим «приметам», достаточно давно.

Чтобы убедиться в этом, достаточно ознакомиться со списком литературы, составленным не по алфавиту, а по хронологии опубликованных работ, посвященных различным проблемам тектоники.

Этот список наглядно показывает, что тектоника, с самого своего зарождения постоянно ищущая свое законное место в мощном древе геологических наук, давно переросла свои классические начала и самопроизвольно, без какого-либо административного или методологического давления, трансформируется в то, что со времен Аристотеля и его знаменитой метафизики, называется метанаукой, а в данном случае может назваться метатектоникой.

Hobbs W.H. The Geotectonic and Geodynamic Aspects of Calabria and Northtastern Sicily // Beitr. z. Geoph., V111 B., 2 H. 1907.

David T.W. The chief tectonic lines of Australia // Journal royal Soc. N. S. W. 1911. V. 45.

Stille H. Tectonische Evolutiontn und Revolutione in der Erdrinde, 1913.

Карпинский А.П. К тектонике Европейской России // «Известия АН», 1919.

Тетяев М.М. К тектонике Восточной Сибири // «Геол. вестник», т.1V, 1921.

Павлов А.П. Новые теории геотектоники и горообразования // Геология. М.: Госиздат, 1924. С. 519–555.

Argand E. La tectonique de l'Asie. 1924.

Cloos H. Einfurung in die Tektonische Behandlung magmatischer Erscheinungen. Berlin, 1925.

Соболев Д.Н. Эскиз плана и архитектоники кристаллического фундамента Скандо-России // Бюллетень МОИП. 1926. Т. 4, № 3.

Cloos H. Experiments zur inneren Tektonik // Zentralbl. fur Min. usw. 1928.V. 12.

Cloos H. Zur experimentellen Tektonik // Naturwissenschaften, 19. Jahrd. 1931.

Архангельский А.Д., Шатский Н.С. Схема тектоники СССР //Бюллетень МОИП», отд. геол. 1933. № 4.

Staub R. Zur Tektonischen Analyse des Apennins // V.N.G., Zurich, 1933.

Тетяев М.М. Основы геотектоники. ГОНТИ, 1934.

Арган Э. Тектоника Азии. ОНТИ, 1935.

Варданыц А. Сейсмотектоника Кавказа, 1935.

Мушкетов Д.И. Региональная геотектоника. ОНТИ, 1935.

Sonder R. Die lineament Tektonik und ihre Probleme // Ecl. Geol. Helv. 1938. V. 60. No 1.

Тетяев М.М. Геотектоника СССР. Л. — М.: Главная редакция горно-топливной и геолого-разведочной литературы, 1938. 298с.

Пэк А.В. Трещинная тектоника и структурный анализ. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1939. 152с.

Sonder R.A. Zur Tektonik des Atlantischen ozeans. // Geol. Rundschau, Bd. 30, Hf 1/2, 1939.

Вассоевич Н.Б. О крупных тектонических покровах в Восточном Закавказье // Зап. Мин. Об-ва. 1940. № 2.

Обручев В.А. Пульсационная гипотеза геотектоники // Изв. АН СССР, серия геол., вып. 1. 1940.

Усов М.А. Геотектоническая теория саморазвития материи Земли // Изв. АН СССР, серия геол, 1940. Вып. 1.

Кузнецов Е.А. Тектоника Среднего Урала. М. — Л.: АН СССР, 1941.

Тетяев М.М. Геотектоника СССР. ГОНТИ, 1941.

Kober L. Tektonische Geologie. Borntraeger, 1942.

Розанов Л.И. Тектоника Среднего Прикамья // Сов. Геология. 1944. № 3.

Горшков Г.П. Дизъюнктивная тектоника Копет-Дага и закон скалывающих напряжений // Вестник Московского университета, сер. геол. 1947. № 1.

- Пейве А.В.* Асимметрия глубинных тектонических структур Урало-Тяньшаньского орогена и происхождение его виргаций // Бюлл. МОИП, отд. геол. 1947. Т. XXI, вып. 5.
- Шнеерсон Б.Л.* О применении теории подобия при тектоническом моделировании // Тр. Ин-та теорет. геоф. АН СССР. 1947. Т. 3.
- Шульц С.С.* Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня. М.: Географгиз, 1947.
- Белоусов В.В.* Общая геотектоника. Геоліздат, 1948.
- Пермяков Е.Н.* Тектоническая трещиноватость Русской платформы. М.: Изд-во МОИП, 1949. 216 с.
- Черткова Е.И.* Некоторые результаты моделирования тектонических разрывов // Изв. АН СССР, серия геогр. и геоф. 1950. Т. 14, вып. 5.
- Butcher W.H.* Megatectonics and geophysics // Am. Geophys. Union Trans. 1950. V. 31.
- Апресов С.М.* Соляная тектоника и диапиризм // Нефтяное хозяйство». 1954. № 4.
- Белоусов В.В.* Очередные проблемы общей геотектоники // Советская Геология». 1954. Вып. 41.
- Белоусов В.В.* Основные вопросы геотектоники. М.: Госгеолтехиздат, 1954.
- Живая тектоника. ИЛ, 1957.
- Поспелов Г.Л.* О типах механических геологических напряжений и геотектонической решетке // Изв. Восточного филиала АН СССР. 1957. № 1.
- Тектоническая карта СССР и сопредельных стран в масштабе 1: 5 000 000 / Под ред Н.С. Шатского. М.: Госгеолтехиздат, 1957.
- Геренчук К.И.* Тектонические закономерности в орографии и речной сети Русской платформы // Мат-лы 2-го геоморфол. совещ. М.: Изд. АН СССР, 1959.
- Гзовский М.В.* Основные вопросы тектонофизики и тектоника Байджансайского антиклинория. М.: Изд-во АН СССР, 1959. Ч. 1.
- Erickson C.* Geochemistry and lineament Tectonic // Bull. Geol. Soc. Amtrica. 1959. V. 70. No. 12, part 2.
- Зоненшайн Л.П.* Тектоника смежных частей Восточного Саяна и Северной Тувы // Мат-лы по рег. геологии. М.: Госгеолтехиздат, 1959.
- Каттерфельд Г.Н.* К вопросу о тектоническом происхождении линейных образований Марса // Изв. Географ. об-ва. 1959. Т. 91, вып. 3.

Ажгирей Г.Д. О некоторых важных закономерностях тектонического строения и движений земной коры // Изв. АН СССР, сер. геол. 1960. № 8.

Альбердинг Х. Применение принципов сдвиговой тектоники Муди и Хилла к северным районам Южной Америки // Вопросы современной зарубежной тектоники». М.: ИЛ, 1960.

Ирдли А. Тектоническая связь Северной и Южной Америки // Вопросы современной зарубежной тектоники. М.: ИЛ, 1960.

Кириллова И.В. и др. Анализ геотектонического развития и сейсмичность Кавказа. М.: Изд-во АН СССР, 1960.

Хаин В.Е. Основные типы тектонических структур, особенности и причины их развития // Сб. докладов XXI сессии МГК. М.: АН СССР, 1960. С. 89–103.

Белоусов В.В. Значение работ М.М. Тетяева о развитии геотектоники // Проблемы тектоники. М.: Госгеолтехиздат, 1961.

Богданов А.А. О некоторых проблемах тектоники Европы // Вестник Московского университета, сер. геол. 1961. № 5.

Иванов А.Х. Тектоника и основные черты геологического развития северо-востока Монголии // Советская Геология. 1961. № 5.

Белоусов В.В. Основные вопросы геотектоники. М.: Госгеолтехиздат, 1962. 608 с.

Николаев Н.И. Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1962. 392 с.

Яншин А.Л. Основные черты тектонического строения и развития Евразии // Тез. докл. совещ. по пробл. тектоники. М.: Изд-во АН СССР, 1962.

Борисов А.А. Об эволюции земной коры в процессе тектогенеза // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1963. № 2.

О некоторых общих причинах тектогенеза и закономерностях размещения месторождений полезных ископаемых» / Ред. Д.В. Наливкин и Н.В. Тупицын. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 343 с.

Чебаненко И.И. Основные закономерности разломной тектоники земной коры. Киев, Изд-во АН УССР, 1963. 156 с.

Копп М.Л., Расцветаев Л.М., Трифонов В.Г. Тектонические трещины, образовавшиеся при голоценовых землетрясениях Центрального Копетдага // Изв. АН СССР, сер. геол. 1964. № 7.

Богданов Н.А. Тектоническое развитие Японии и Сахалина в палеозое // Изв. АН

СССР, серия геол. 1965. № 6.

Артемьев М.Е., Артюшков Е.В. Изостазия и тектоника // «Геотектоника. 1967. № 5.

Белоусов В.В., Сорский А.А., Бунэ В.И. Сейсмотектоническая карта Европы. М.: Наук, 1967.

Белоусов В.В. Складчатость и основные типы тектонических деформаций // Бюлл. МОИП, отд. геол. 1969. Т. 44, вып. 4.

Богданов А.А. Тектонические эпохи (к вопросу о периодизации тектонической истории Земли) // Бюлл. МОИП, отд. геол. 1969. Т.44, вып. 5.

Кинг Ф. Вопросы тектоники Северной Америки / Под ред. А.А. Богданова и Н.В. Короновского. М.: Изд-во Московского университета, 1969. 179 с.

Косыгин Ю.А. Тектоника. М.: Недра, 1969. 616 с.

Крестников В.Н. Количественная оценка изменения контрастности вертикальных тектонических движений // «Геотектоника». 1969. № 8.

Справочник по тектонической терминологии. М.: Недра, 1970. 584с.

Богданов А.А. и др. Тектоническая номенклатура и классификация основных структурных элементов земной коры материков // Геотектоник». 1972. № 5.

Белоусов В.В. Тектоносфера Земли: идеи и действительность // Проблемы глобальной тектоники / Под ред. В.И. Смирнова. М.: Наука, 1973.

Бызова С.Л. и др. Дешифрирование тектонических линеаментов по космическим снимкам Кавказа // Изв. вузов. Геол. и разведка. 1973. № 7.

Новая глобальная тектоника (тектоника плит) / Под ред. Л.П. Зоненшайна и А.А. Ковалева. М.: Ми», 1974. 471 с.

Тектоника Восточной части Балтийского щита. Л.: Недра, Ленинградское отделение, 1974. 288 с.

Гзовский М.В. Основы тектонофизики. М.: Наука, 1975.

Белоусов В.В. Геотектоника. М.: Изд-во МГУ, 1976. 334 с.

Апродов В.В. О неотектонике и сейсмодислокациях района Гоби-Алтайского землетрясения в МНР // Современные сейсмодислокации и их значение для сейсмического микрорайонирования. М.: МГУ, 1977. С. 100–112.

Никонов А.А. Сейсмотектонические дислокации Южного Таджикистана и их значение для сейсмического районирования // Современные сейсмодислокации и их значение для сейсмического микрорайонирования. М.: МГУ, 1977. С. 68–80.

Никонов А.А. Сеймотектоника и сейсмодислокации эпицентральной зоны Каратагских землетрясений в Южном Таджикистане // Современные сейсмодислокации и их значение для сейсмического микрорайонирования. М.: МГУ, 1977. С. 68–80.

Ле Пишон К., Францито Ж., Боннин Ж. Тектоника плит. М.: Мир, 1977.

Трифонов В.Г. Молодые тектонические нарушения Копетдага и Юго-Восточного Кавказа и их значение для сейсмического районирования // Современные сейсмодислокации и их значение для сейсмического микрорайонирования. М.: МГУ, 1977. С. 54–60.

Буш В.А., Кац Я.Г. Тектоническое районирование Средиземноморского альпийского пояса по результатам дешифрирования космических снимков // Изв. вузов. Геол. и разведка. 1978. № 10.

Пущаровский Ю.М. Проблемы тектоники Земли в свете сравнительной планетологии // Докл. АН СССР. 1978. Т. 241, № 4. С. 903–905.

Резанов И.А. Об инверсии геотектонического режима в развитии геосинклиналей // Изв. вузов. Геология и разведка. 1978. № 3.

Хаин В.Е. Тектоника линеаментов и мобилизм // *Geologica Balcanica*, 8,3. Sofia, Sept., 1978.

Тектоническая расслоенность литосферы. М.: Наука, 1980.

Паталаха Е.И. Генетические основы морфологической тектоники. Алма-Ата, 1981.

Пущаровский Ю.М. О происхождении океанов в связи с их тектоническим районированием // Проблемы тектоники земной коры. М.: Наука, 1981. С. 14–19.

Хаин В.Е. Глобальная тектоника: состояние и перспективы // Проблемы тектоники земной коры. М.: Наука, 1981. С. 20–28.

Кац Я.Г., Полетаев А.И. Линеаментная тектоника альпийского горно-складчатого обрамления Восточно-Европейской платформы // Изв. высш. учеб. зав. Геол. и разведка. 1983. № 3. С. 3–13.

Кац А.И., Полетаев А.И. Линеаментная тектоника. М.: ВИЭМС, 1984. 48 с.

Тихомиров В.В. Опыт анализа развития отдельной отрасли знания (тектоника) // 27-й МКГ. М.: Наука, 1984. С. 470–471.

Паталаха Е.И. Тектонофациальный анализ складчатых сооружений фанерозоя. М.: Недра, 1985.

Кац Я.Г., Полетаев А.И., Румянцева Э.Ф. Основы линеаментной тектоники. М.: Недра, 1986. 140 с.

Малахова И.Г. Развитие представлений о взаимодействии тектонических и эрозионных процессов во второй половине XIX в. // История идей и методов в геологии. М.: Наука, 1986.

Полетаев А.И. Сейсмоструктура зоны Главного Копетдагского разлома. М.: Наука, 1986. 135с.

Трофимов Д.М., Кац Я.Г., Полетаев А.И. Объяснительная записка к «Космотектонической карте Восточно – Европейской платформы и ее обрамления». М – б 1:2 500 000 / Ред. В.Е. Хаин. – М.: Минвуз СССР, Мингео СССР, 1986. 72с.

Резанов И.А. История геотектонических идей. М.: Наука, 1987.

Гептнер Т.М. Моделирование тектонических разрывов // Методы моделирования в структурной геологии. М.: Недра, 1988.

Николаев Н.И. Новейшая геотектоника и геодинамика литосферы. М.: Недра, 1988.

Белоусов В.В. Основы геотектоники. 2-е изд. М.: Недра, 1989. 382 с.

Кокс А., Харт Р. Геотектоника плит. – М.: «Мир», 1989.

Космотектоническая карта Восточно-Европейской платформы и ее горно-складчатого обрамления. М-б 1: 2 500 000 / Трофимов Д.М, Кац Я.Г., Полетаев А.И. / Ред. В.Е. Хаин. М.: Мингео СССР, 1989.

Экспериментальная тектоника: Методы, результаты, перспективы. М.: Наука, 1989.

Лукьянов А.В. Пластические деформации и тектоническое течение в литосфере // Труды ГИН АН СССР. Отв. ред. чл.-корр. АН СССР А.Л. Книппер. М.: Наука, 1991. 144 с.

Структурная геология и тектоника плит. В трех томах. – М.: «Мир», 1991.

Словарь-справочник по тектонике литосферных плит. М.: Геоинформмарк, 1993, 74 с.

Хаин В.Е., Божко Н.А., Сеславинский К.Б., Балуховский А.Н. Историческая геотектоника (в трех книгах). М.: Недра, 1988–1993.

Полетаев А.И. Линеаментная тектоника земной коры – структурно - информационная основа карт новейшей геодинамики // Программа «Университеты

России»: Направление П. Университеты как центры фундаментальных исследований, серия Геология. М.: МГУ, 1994. С. 181-185.

Суворов А.И. История мобилизма в геотектонике. М.: Наука, 1994. 224 с.

Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики. М.: МГУ, 1995. 480 с.

Роль сдвиговой тектоники в структуре литосфер Земли и планет Земной группы / Научный руководитель, составитель и ответственный редактор профессор П.С. Воронов. – СПб: Наука, 1997. 591 с.

Трифонов В.Г. Неотектоника Евразии. М.: Научный мир, 1999. 252с.

Ravoni M., Muller M.V. Geotectonic bipolarity, evidence from the pattern of active oceanic ridges bordering the Pacific and African plates // Journal of Geodynamics. 2000. V. 30. No. 5.

Пущаровский Ю.М., Соколов С.Д. Нелинейная тектоника // Фундаментальные проблемы общей тектоники. М.: Научный мир, 2001. С. 476–508.

Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов. М.: Научный мир, 2001.

Тектоника и геофизика литосферы / Мат-лы XXXV-го Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2002. Т.1. 368с.; Т.11. 378с.

Гончаров М.А., Талицкий В.Г., Фролова Н.С. Введение в тектонофизику. М.: КДУ, 2005. 496с.

Жирнов А.М. Глобальная космогеотектоника Земли // Тектоника земной коры и мантии. Тект. законом. размещ. пол. иск. Мат-лы XXXVIII Тект. Совещ.. М.: ГЕОС, 2005. Т. 1. С. 238–240.

Караулов В.Б. Геотектонические концепции и регионально-геологические исследования // Региональная геология и металлогения. 2005. № 26. С. 200–209.

Полетаев А.И. Этнотектоника Восточного полушария Земли // Система планета Земля. Нетрадиционные вопросы геологии. XIII научный семинар. 1 – 3 февраля 2005 г. М., 2005. С. 9–13.

Полетаев А.И. Биотектоника Земли (предварительные соображения) // Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики. Девятые Горшковские чтения. Материалы конференции. М.: МГУ Москва, 2007. С. 21–26.

Филатьев В.П. Влияние ротационных эффектов на тектонику планеты (на примере зоны перехода от Азиатского континента к Тихому океану) // Ротационные процессы в геологии и физике. М.: КомКнига, 2007. С. 341–360.

Фундаментальные проблемы геотектоники. Материалы XL-го Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2007. Т. 1. 424 с; Т. 2, 408с.

Хаин В.Е., Полетаев А.И. Ротационная тектоника Земли // Наука в России», 2007, № 6. С. 14–21.

Khain V., Poletaev A. Earth's rotation tectonics // Science in Russia». 2007. № 6. С. 14–21.

Хаин В.Е., Полетаев А.И. Ротационная тектоника: предыстория, современное состояние, перспективы развития / Ротационные процессы в геологии и физике. М.: КомКнига, 2007. С. 17–38.

Жирнов А.М. Линеаментная тектоника и металлогения Дальнего Востока // Тихоокеанский рудный пояс: материалы новых исследований. Владивосток: ДВГИ, 2008. С. 266–277.

Короновский Н.В., Гончаров М. А. О статье Н.И. Дерябина «Критические замечания по тектонике плит с позиций пульсационного развития Зели» // Отечественная геология. 2009. № 3. С. 93–95.

Сейсмотектоника древних платформ в области четвертичного оледенения. М.: «Книга и Бизнес», 2009. 228 с.

Нечаев Ю.В. Линеаменты и тектоническая раздробленность: Дистанционное изучение внутреннего строения литосферы / Под редакцией академика А.О. Глико. М.: ИФЗ РАН, 2010. 215с.

Добрецов Н.Л. Основы геотектоники и геодинамики. Новосибирск: НГУ, 2011.

Жирнов А.М. Мифы мобилизма и реальная тектоника //Отечественная геология, 2011. № 2. С. 103–107.

Жирнов А.М. О постоянстве тектонической границе Евразия – Тихоокеанская плита // Региональные проблемы. 2011. Т.14, № 1. С. 11–16.

Дорожко А.Л. Неотектоника, геодинамически активные зоны Москвы и их геоэкологическое значение. Автореф. диссерт. на соискание ученой степени кандидата г.-м.н. – М., 2014. 26 с.

Полетаев А.И. Глубинная неотектоника и этнотектоника (по данным линеаментного анализа) // Тектоника складчатых поясов Евразии: сходство, различие, характерные черты новейшего горообразования, региональные обобщения. Материалы совещания. М., 2014, Т. 2. С. 88–92.

Полетаев А.И. Клиновидная тектоника Земли // Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики/ XVII Горшковские чтения. Материалы конференции, посвященной 106-й годовщине со дня рождения Г.П. Горшкова (1909–1984). МГУ, 28 апреля 2015г. – М.: МГУ, 2015. С. 30 – 33.

Тектонический кодекс России. М.: ГЕОКАРТ: ГЕОС, 2016. 240 с.

Троицкий В.И. Геотектоника и геодинамика. М.: РУДН, 2016. 540с

Полетаев А.И. Глубинная неотектоника — незамеченное открытие Н.И. Николаева // Материалы второй всероссийской научной конференции «Актуальные проблемы динамической геологии при исследовании платформенных областей», посвященная 110-летию со дня рождения Н.И. Николаева и А.Ф. Якушевой. М.: Перо, 2017. С. 4–6.

Полетаев А.И. Скрытые тектонические нарушения Северного Ледовитого океана (по данным линейментного анализа // Тектоника современных и древних океанов и их окраин. Материалы XLIX Тектонического совещания, посвященного 100-летию академика Ю.М. Пушаровского. –М.: ГЕОС, 2017. Т. 2. С. 78–81.

Полетаев А.И. Развитие геотектоники и «обновление» геореальности / Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики. XVI Горшковские чтения. Материалы конференции, посвященной 109-й годовщине Г.П. Горшкова (1909 – 1984). – М.: МГУ, 2018. С. 27–30.

В уникальной книге И.П. Шарапова «Метагеология. Некоторые проблемы», вышедшей в издательстве «Наука» в 1989 году, последняя строчка «В вузах нужно ввести курс метагеологии» читается, как призыв к действию.

В настоящее время этот призыв следовало бы расширить до уровня (как минимум!) кафедры или межкафедрального (почему бы и нет) учебного кластера, в структуре которых могли бы работать кабинеты, лаборатории или семинары по метагеофизике, метагеохимии, метакристаллографии, метаминералогии, метапалеонтологии, метастратиграфии, метатектонике.

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

ФЛЮИДНЫЙ РЕЖИМ ЛИТОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ О МИКРОЭЛЕМЕНТНОМ СОСТАВЕ ФЛЮИДОВ И СЕЙСМИЧНОСТИ: ПРИЛОЖЕНИЕ К ПРОБЛЕМАМ НЕФТЕГЕНЕЗА И ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

М.В. Родкин

Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН

Институт проблем нефти и газа РАН

rodkin@mitp.ru

По данным собранной ранее [Родкин, 2023] и пополняемой базы данных (БД) по микроэлементному (МЭ) составу флюидов охарактеризована специфика МЭ состава углеводородных (УВ), грязевулканических и углекислых глубинных флюидов. В БД представлены результаты по более чем 300 подробным анализам МЭ состава различных флюидов; отбирались, как правило, анализы с определениями концентрации не менее 30 (часто 40-50 и более) различных элементов. Следуя методике [Родкин и др., 2016] были рассчитаны и анализируются коэффициенты корреляции МЭ состава проб флюидов с модельными химическими составами биоты разного типа (растения и животные, наземные и морские) и континентальной коры разного уровня (средней, нижней и верхней коры) по данным классических моделей [Bowen, 1966; Rudnick, Gao, 2003].

Для статистически богаче представленных проб углекислых вод Кавказа [Лаврушин, 2012] показано наличие регрессионных связей между полученными значениями параметров корреляции и независимыми характеристиками флюидов, такими как значения температуры по геотермометрам, величина Eu-аномалии, значения солёности и высоты местности, отношения вклада условно глубинных и биогенных элементов. Наличие таких регрессионных связей подтверждает значимость параметров корреляции МЭ состава проб флюидов с модельными химическими составами разных типов биоты и разных горизонтов земной коры.

Далее будет проанализирован характер корреляционных соотношений МЭ состава проб разных флюидов с составом разных горизонтов земной коры и биоты. Разница значений коэффициентов корреляции с разными горизонтами земной коры характеризует различие связи МЭ состава данного флюида с соответствующими горизонтами литосферы, а коэффициент связи с биотой – роль биогенной компоненты. Сопоставим данные для разных типов флюидов в координатах разницы значений коэффициентов корреляции МЭ состава проб с разными горизонтами земной коры

(верхней, средней и нижней) и величины максимального коэффициента корреляции с составом биоты. В качестве примера таких соотношений на рис. 1 дано соотношение между значением коэффициента корреляции МЭ состава флюида с биотой (максимальное значение корреляции) и разницей корреляции с составами нижней и средней коры. Видно, что в указанных координатах углекислым и УВ флюидам отвечают резко различные и практически не пересекающиеся области значений параметров, а грязевулканическим флюидам – область значений между результатами для УВ и углекислых флюидов. В других координатах (для разницы между другими горизонтами земной коры) характер соотношений качественно аналогичен – области углекислых и УВ флюидов различны, а область грязевулканических флюидов располагается между ними.

Представленное разделение указывает на информативность предлагаемого нового метода анализа данных, а также может служить иллюстрацией известной концепции П.Н. Кропоткина о существовании двух ветвей дегазации Земли – холодной УВ и горячей углекислой [Валяев, 1997]. При этом обе ветви формируется на основе восходящих потоков флюидов (глубинность потоков – уровня нижней коры или глубже – пока не конкретизируется).

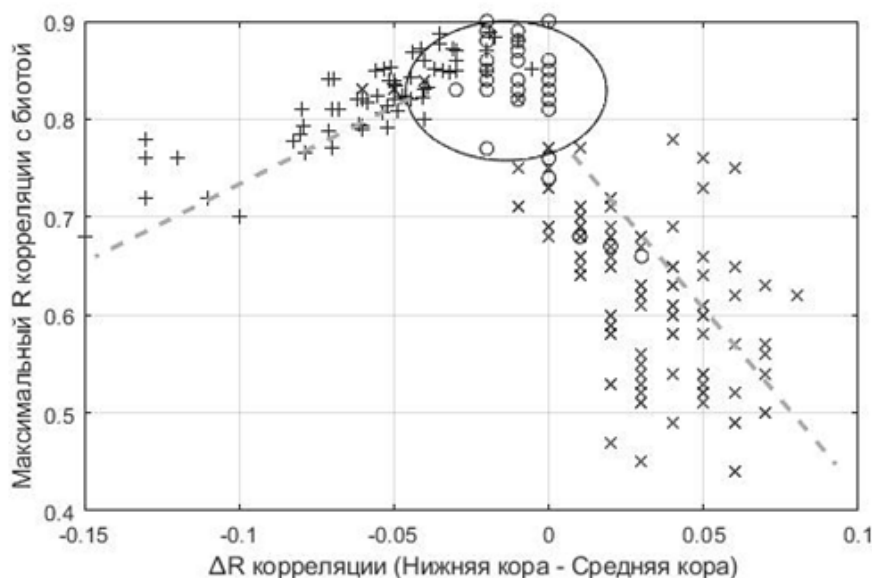


Рис. 1. Диаграмма Нижняя–Средняя кора – Биота: + – углекислые флюиды; o – грязевулканические флюиды; * – УВ флюиды, по данным БД [Родкин, 2023]

Существование в активизированных областях земной коры восходящего флюидного потока весомо подкрепляется сейсмическими данными. Связь сейсмичности с флюидным режимом обсуждалась давно, например [Role ..., 2001]. Перейдем к

обсуждению новых сейсмических данных. На рис. 2, по материалам [Родкин, Липеровская, 2023] анализируются различия глубин землетрясений по данным о глубине гипоцентров и по решению сейсмического момента (в этом случае определяются параметры не точки начала вспарывания, а глубины “центра масс” сейсмической подвижки). Из рисунка видно, что глубины, основанные на решениях по сейсмическому моменту, систематически меньше глубин гипоцентров для событий в диапазоне ~~глубин~~ примерно от 20 до 80–90 км. Таким образом, в этом интервале глубин сейсмический процесс имеет тенденцию развиваться вверх, что и следует ожидать при наличии в очаге землетрясения флюида низкой плотности, для которого следует ожидать тенденции прорывов вверх по образующейся системе нарушений. Напротив, для более мелких землетрясений и для событий глубже 90–100 км очаги развиваются в основном вниз. Можно предположить, что это связано с ростом температуры с глубиной.

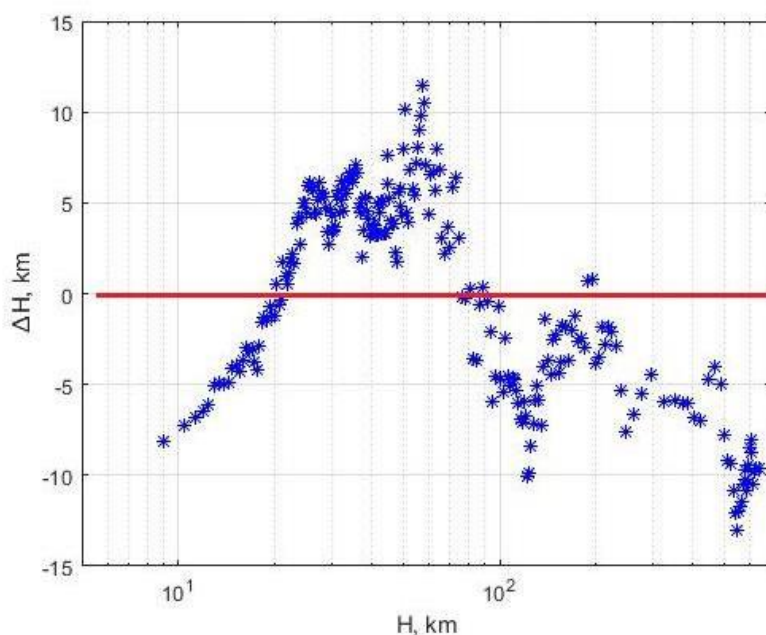


Рис. 2. Средние различия между глубинами землетрясений, основанные на данных о местоположении гипоцентра и на решениях сейсмического момента; каждая точка отвечает среднему для группы событий

В качестве другой иллюстрации развития восходящего флюидного потока на рис. 3, по данным [Родкин, 2020], показана тенденция изменения средних глубин землетрясений в окрестности сильного землетрясения (для событий глубиной до 70 км). Видно, что в окрестности примерно 100 дней до и после землетрясения (в области трех размеров очага соответствующего сильного события) наблюдается тенденция всплывания очагов слабых землетрясений. Наиболее естественно объяснить эту

тенденцию наличием в области очага флюида малой плотности, который при развитии трещиноватости, прорывается в область меньших давлений.

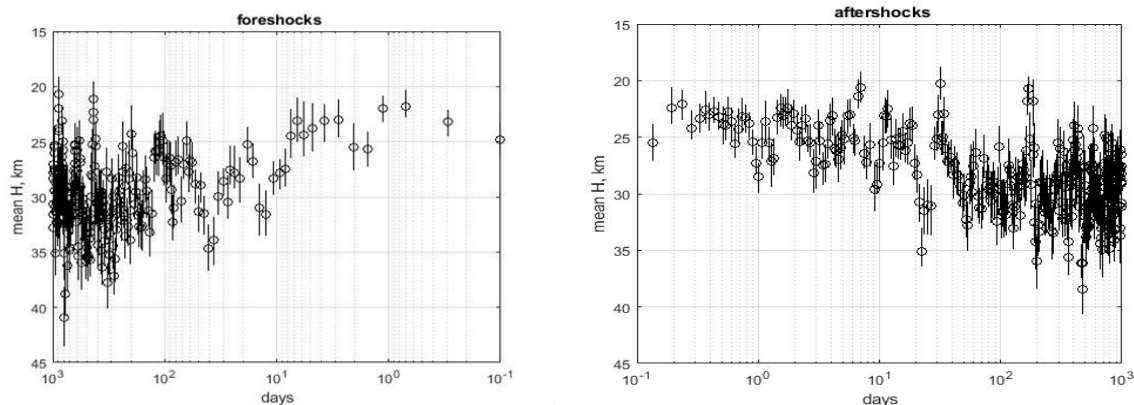


Рис. 3. Изменения средней глубины событий в окрестности сильного землетрясения в логарифмической шкале по оси времени для форшоков (а) и афтершоков (б), каталог GCMT, по [Родкин, 2020]

Таким образом, развитие в активизированных областях восходящего флюидного потока весомо подкрепляется независимыми данными по МЭ составу флюидов и сейсмическому режиму; откуда открывается возможность исследования глубинного флюидного режима по совокупности геохимических и сейсмологических данных. И эти результаты оказываются важными как в плане понимания процесса нефтегенеза, так и для прогноза землетрясений.

Для прогноза землетрясений представляется важным, что в форшоковой и афтершоковой области сильных землетрясений наблюдается тенденция изменения глубины землетрясений, эта особенность режима может использоваться как прогнозный признак, причем с указанием на глубину ожидаемого сильного землетрясения.

В плане понимания процессов нефтегенеза представляется важным выявление характера различия углекислых и УВ флюидных потоков, хотя физическая интерпретация таких различий остается пока не ясной.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИТПЗ РАН и государственного задания ИПНГ РАН (тема FMME-2025-0012 “Фундаментальный базис инновационных, цифровых технологий прогноза, поиска, разведки и освоения нефтегазовых ресурсов”).

Список литературы

Валяев Б.М. Углеводородная дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений // Геология нефти и газа. 1997. № 9. С. 30–37.

Лаврушин В.Ю. Подземные флюиды Большого Кавказа и его обрамления. М.: ГЕОС. 2012. 348 с.

Родкин М.В., Рундквист Д.В., Пуланова С.А. Об относительной роли нижнекоровых верхнекоровых процессов в формировании микроэлементного состава нефтей // *Геохимия*. 2016. № 11. С. 1025–1031.

Родкин М.В. Типовая фор- и афтершоковая аномалия – эмпирика, интерпретация // *Вулканология и сейсмология*. 2020. № 1. С. 64–76.

Родкин М.В. Закономерности микроэлементного состава каустобиолитов и углекислых флюидов по результатам корреляционного анализа, обзор результатов // *Актуальные проблемы нефти и газа*. 2023. Вып. 3(42). С. 97–117.

Родкин М.В., Липеровская Е.В. О различии физических механизмов разнотрубинных землетрясений и характера их ионосферного отклика. *Физика Земли*. 2023. № 3. С. 48–62.

Bowen H.J. Trace Elements in Biochemistry. London. N. Y.: Academic Press. 1966.

Role of water in earthquake generation. Special Issue, Bull. Earth. Res. Inst. 2001. V. 76. No. 3-4.

Rudnick R.L., Gao S. The Composition of the Continental Crust. In: Holland, H.D. and Turekian, K.K. Eds., Treatise on Geochemistry. The Crust. Elsevier-Pergamon, Oxford. 2003. V. 3. P. 1-64.

ПРОГНОЗ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КАК ПРИМЕР ПРОГНОЗА БИФУРКАЦИЙ**М.В. Родкин^{1,2}, Е.В. Липеровская²**¹*Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН*²*Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН*rodkin@mitp.ru

Под катастрофой (бифуркацией) в общественном сознании подразумевается нечто неожиданное и ужасное. Пожалуй, наиболее полно этому образу отвечают землетрясения, когда один из символов постоянства и надежности — земная твердь — начинает сильно дрожать, покрываться трещинами и ломается. Но случай землетрясения является не только эффектным образом бифуркации, но и хорошим примером исследования. Землетрясений довольно много, они давно и разносторонне изучаются; представителен и опыт попыток прогнозирования землетрясений. Мировое научное сообщество прошло здесь большой путь от первоначальной эйфории и надежды на скорое получение прогноза в 80-х годах, через как-бы научное доказательство невозможности прогноза [Geller et al., 1997; Kagan, Jackson, 2000] до доказательства в реальном времени, что лучшие алгоритмы прогноза дают результаты много лучше случайного угадывания [Jordan et al., 2011; Кособоков и др., 2015; Ismail-Zadeh et al., 2020; и др.]. Качество прогнозирования остается, однако, ниже очевидного практического требования, чтобы предотвращенный ущерб быть заведомо больше потерь от не реализовавшихся предсказаний.

Можно констатировать, что, согласно современным представлениям, прогноз землетрясений принципиально возможен, хотя, по-видимому, только в вероятностном варианте. Основными препятствиями на пути получения более эффективного прогноза полагаются сильная фоновая изменчивость сейсмического режима, отсутствие достаточно развитой физической модели сейсмического процесса, недостаток данных [Соболев, Пономарев, 2003; Завьялов, 2006; Jordan et al., 2013; и многие другие].

Поясним эти затруднения. Сильная фоновая изменчивость сейсмического режима, затрудняет своевременное выявление прогнозных признаков (при этом часто выявляемых апостериори). При этом до сих пор обсуждается, в какой степени типичны даже такие уже давно известные прогнозныe признаки, как форшоковый рост числа землетрясений и уменьшение наклона графика повторяемости землетрясений (уменьшение b-value). Аналогом аномалии уменьшения b-value является аномалия роста

средней магнитуды землетрясений. Отсутствие достаточно развитой физической модели землетрясения, затрудняет выбор эффективных прогнозных признаков. Недостаток информации очевиден при сравнении с прогнозом погоды. В случае прогноза погоды доступны данные по температуре, давлению, составу газов, скорости ветра почти во всей толще атмосферы. Ничего подобного нет в случае прогноза землетрясений. При мощности сейсмогенного слоя Земли в десятки и сотни км, только очень редкими скважинами достигнута глубина 10 км. Кроме собственно сейсмических данных доступны только очень осредненные данные по геологии, сейсмическому строению, электропроводности литосферы, некоторые иные.

В последнее время по вопросам фоновой изменчивости и уточнения физических механизмов землетрясений были получены новые результаты. В результате анализа масштабированного (на размер очага данного сильного землетрясения) суммирования данных по большому числу сильных землетрясений (как называемый метод построения и анализа обобщенной окрестности сильного землетрясения, ООСЗ) были детально описаны типовые (средние) прогнозные аномалии [Rodkin, Tikhonov, 2016; Родкин, 2020; и др.]. В качестве примера на рис.1 представлены типовые аномалии форшокового роста числа землетрясений и аномалия роста средней магнитуды. Аномалии получены по данным мирового GCMT каталога, сложением данных для форшоковых окрестностей 1000 сильнейших землетрясений [Родкин, 2020]. Из рисунка видно, что существование типовых прогнозных аномалий длительностью около 100 дней не вызывает сомнений. Аномалии есть, и их можно детально описать.

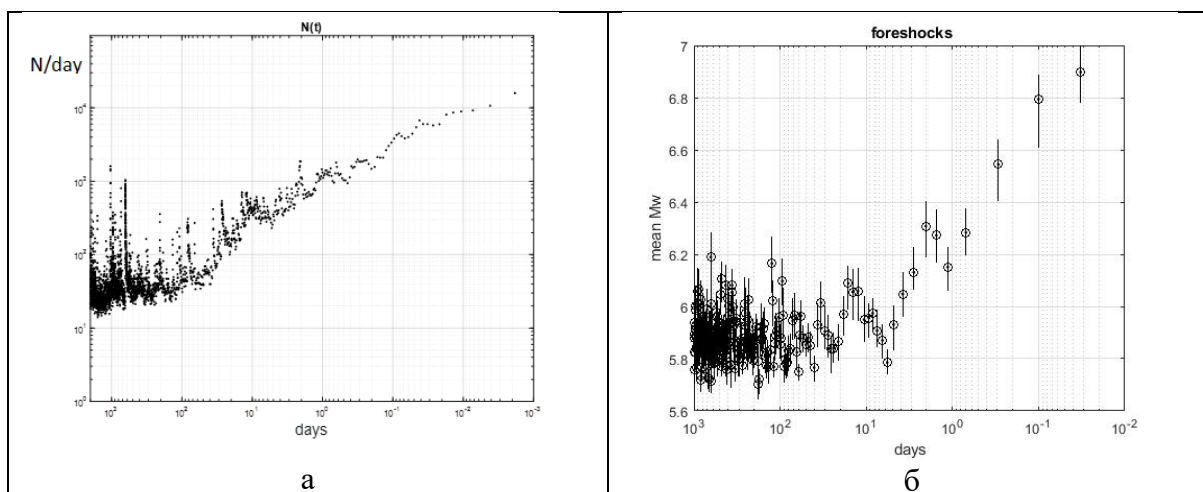


Рис. 1. Динамика прогнозных аномалий в ООСЗ; (а) – для форшокового потока числа событий; (б) – для средней магнитуды (аналог аномалии уменьшения b -value); каждая точка отвечает среднему для группы событий

Подчеркнём, что на качественном уровне аномалии роста форшокового потока числа событий и средней магнитуды землетрясений являются почти тавтологиями. Действительно, первая может быть сформулирована как – предвестником сильного землетрясения является рост числа землетрясений. Аналогично, вторая аномалия – предвестником события большой магнитуды является увеличение средней магнитуды землетрясений. Эти аномалии получают нетривиальное наполнение, если используется параметризация, детализирующая характер аномалий. Метод построения и анализа ООСЗ позволяет получить такую параметризацию.

Также было [Rodkin, 2022; Родкин, Липеровская, 2023] было продемонстрировано различие ряда параметров и прогнозных эффектов для разноглубинных землетрясений; при этом характер этих различий отвечает ожидаемому, когда средне глубокие землетрясения связывались с наличием глубинного флюида, а глубокие – с фазовыми превращениями в погружающихся плитах [Калинин и др., 1989; Houston, 2015; Родкин, Рундквист, 2017].

Для наиболее распространенного вида каталогов землетрясений (когда известны положение гипоцентра, время и магнитуда события) в ООСЗ могут наблюдаться 3 аномалии. Первая аномалия отвечает степенному росту интенсивности потока форшоков. Вторая отвечает уменьшению наклона графика повторяемости *b-value*. Третья типовая аномалия отвечает изменению средней глубины землетрясений в ООСЗ; при этом вид этой аномалии различен для разноглубинных землетрясений.

Посмотрим теперь, в каких случаях эти типовые ООСЗ аномалии надежно выделяются в форшоковых областях отдельных землетрясений и, соответственно, могут рассматриваться как эффективные прогнозные признаки. В [Родкин, Андреева, 2025] на основе данных мировых ISC-GEM и GCMT каталогов и регионального каталога Камчатки и Курильских островов было показано, что тенденции более частого выделения прогнозных ООСЗ аномалий ни по глубине, ни по географическому расположению сильных землетрясений не наблюдается. Но есть зависимость от числа событий, зарегистрированных в форшоковой области. Типовые ООСЗ аномалии выявляется, когда в форшоковой области данного сильного землетрясения фиксируется достаточное число слабых событий. Пример такой тенденции на данных регионального каталога Камчатки и Курильских островов представлен на рис.2.

Легко видеть, что две из трех типовых аномалий (роста числа событий и средней магнитуды) отвечают развитию неустойчивости системы безотносительно к механизму

развития этой неустойчивости. Только третья аномалия – изменения средней глубины событий – характеризует механизм развития неустойчивости (связь характера разрушения с флюидным режимом). Но при этом эта аномалия выделяется относительно реже, чем две первые аномалии. Отсюда следует, что рассмотренные алгоритмы прогноза, вообще говоря, фиксируют не собственно подготовку землетрясения, а рост неустойчивости системы. Таким образом они приложимы не только к прогнозу землетрясений, но и к другим типам бифуркаций. И это было отмечено уже довольно давно (см., например, [Keilis-Borok et al., 2005; Малинецкий и др., 2005; и др.]).

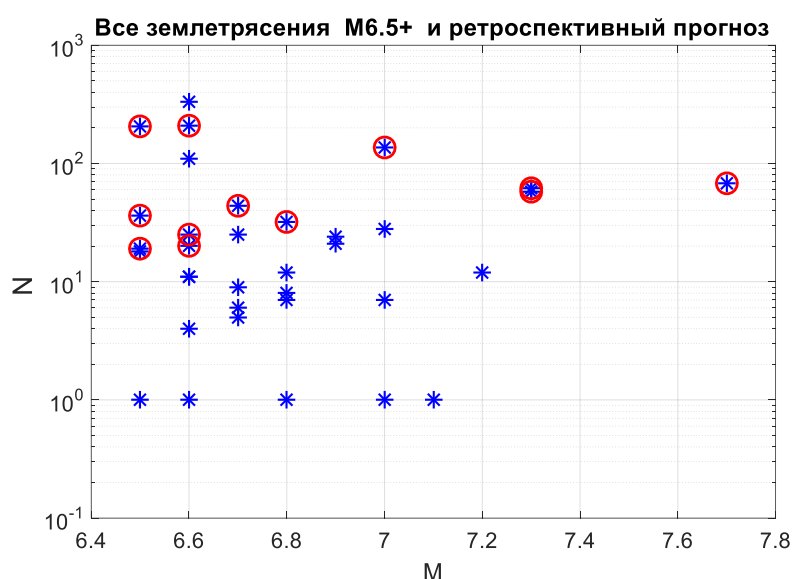


Рис. 2. Магнитуды целевых (звездочки) и из них ретроспективно предсказанных (красные кружки) $M6.5+$ землетрясений и количество $M3.6+$ событий (N), зарегистрированных в их форшоковой области (часть точек перекрываются), по [Родкин, Андреева, 2025]

Суммируем сказанное выше. Прогноз землетрясений возможен, но качество прогноза на настоящий момент неудовлетворительно. Основными препятствиями на пути получения более эффективного прогноза полагаются сильная фоновая изменчивость сейсмического режима, отсутствие достаточно развитой физической модели сейсмического процесса и недостаток данных. Использование совокупности типовых аномалий, ранее полученных в результате построения и анализа обобщенной окрестности сильного землетрясения, позволяет продвинуться в преодолении этих трудностей. В настоящий момент задача состоит в выработке методологии выделения прогнозных типовых аномалий при минимизации доли ложных тревог; не исключено, что решение этой задачи связано со значительном повышением уровня представительности сейсмических каталогов.

Значительная часть известных прогнозных аномалий, в частности ООСЗ аномалий, характеризуют не собственно процесс подготовки землетрясения, а рост неустойчивости данной системы. Соответственно, такие аномалии могут использоваться в прогнозе эпизодов развития неустойчивостей (бифуркаций) в иной физической природы — в финансах, поведении сложных инженерных сооружений, экологии.

Исследование выполнено в рамках госзадания ИТПЗ РАН и ИФЗ РАН.

Список литературы

Завьялов А.Д. Среднесрочный прогноз землетрясений: основы, методика, реализация. М.: Наука, 2006. 254 с.

Калинин В.А., Родкин М.В., Томашевская И.С. Геодинамические эффекты физико-химических превращений в твердой среде. М.: Наука, 1989. 158 с.

Кособоков В.Г., Соловьев А.А. Об оценке результатов тестирования алгоритмов прогноза землетрясений // Доклады РАН. 2015. Т. 460, № 6. С. 710–712.

Малинецкий Г.Г., Подлазов А.В., Кузнецов И.В. О национальной системе научного мониторинга кризисных ситуаций: прогноз, анализ, оценки. Безопасность Евразии. 2005. № 2 (20). С. 218–249

Родкин М.В., Рундквист Д.В. Геофлюидодинамика. Приложение к сейсмологии, тектонике, процессам рудо- и нефтегенеза. Долгопрудный: Интеллект, 2017. 288 с.

Родкин М.В. Типовая фор- и афтершоковая аномалия – эмпирика, интерпретация // Вулканология и сейсмология. 2020. № 1. С. 64–76.

Родкин М.В., Е.В. Липеровская. О различии физических механизмов разноглубинных землетрясений и характера их ионосферного отклика // Физика Земли. 2023. № 3. С. 48–62.

Родкин М.В., Андреева М.Ю. О проявленности типовых предвестниковых аномалий в форшоковых областях сильных землетрясений, Курило-Камчатский регион. Вулканология и сейсмология. 2025. № 2. С. 62–72.

Соболев Г.А., Пономарев А.В. Физика землетрясений и предвестники. М.: Наука, 2003. 273 с.

Geller R. J., Jackson, D.D., Kagan, Y.Y.; Mulargia F. Earthquakes Cannot Be Predicted. Science. 1997. V. 275 (5306) P. 1616. doi:10.1126/science.275.5306.1616, S2CID 123516228.

Houston H. Deep earthquakes. Treatise on Geophysics, 2nd edition, V. 4. Oxford: Elsevier, 2015. P. 329-354.

Keilis-Borok, V. I., Soloviev, A. A., Allègre, C. B., Sobolevskii, A. N., and Intriligator, M. D. 2005. Patterns of macroeconomic indicators preceding the unemployment rise in Western Europe and the USA. Pattern Recognition. 38(3). P. 423-435

Ismail-Zadeh A., Kossobokov V.G. Earthquake prediction, M8 algorithm. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Cham.: Springer, 2020. P. 204–207.

Jordan T.H., Chen Y.-T., Gasparini P., Madariaga R., Main I., Marzocchi W., Papadopoulos G., Sobolev G., Yamaoka K., Zschau J. Operational earthquake forecasting – state of knowledge and guidelines for utilization // Annals Geophysics. 2011. No 54(4) P. 315–391.

Kagan Y. Y., Jackson D.D. Probabilistic forecasting of earthquakes // Geophys. J. Int.. 2000. N. 143. P. 438–453.

Rodkin M.V., Tikhonov I.N. The typical seismic behavior in the vicinity of a large earthquake // Physics and Chemistry of the Earth. 2016. V. 95. P. 73–84.

Rodkin M.V. The Variability of Earthquake Parameters with the Depth: Evidences of Difference of Mechanisms of Generation of the Shallow, Intermediate-Depth, and the Deep Earthquakes // Pure Appl. Geophys. 2022. V. 179. P. 4197-4206.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ПРОБЛЕМЫ ДЕГАЗАЦИИ ЗЕМЛИ В СВЯЗИ С ТЕКТОНИКОЙ: ОБСУЖДЕНИЕ

А.Е. Романько¹, Н.А. Имамвердиев², И.В. Викентьев³, М. Хейдари⁴, Б. Рашиди⁵,

А.В. Полещук¹, М.М. Малых³

¹Геологический институт РАН

²Бакинский государственный университет

³Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии
РАН

⁴Университет Исфахана

⁵Гео-компания *Satrap Resources* (Satrap Resources)

a-romanko@ya.ru

Обсуждается фундаментальная проблема дегазации Земли в связи с тектоникой, геодинамикой, металлогением и др. [Астафьев, 2010; Маракушев, Маракушев, 2008; Ретеюм, 2023; Сывороткин, Зайцев, 2015]. Очевидно, необходима сбалансированная гипотеза/теория модель генезиса УВ на основе биогенной гипотезы - после примерно 300 лет яростных не всегда оправданных резких дискуссий. Необходимо аккуратно учесть банальные давно материалы по глубинному фактору УВ. Приведем отдельных аргументы в пользу глубинного фактора УВ по многим регионам и литературе [Маракушев, Маракушев, 2008]:

— баланс УВ во времени – эффективный и важный аргумент, по Gold and Held, 1987; Selly 1998, с использованием известных материалов Н.А. Кудрявцева, сторонника глубинной нефти и УВ.

— смешение абиогенного и биогенного углерода в сипах (выход УВ) Турции, показанное на основе впечатляющей аналитики, включая изотопию углерода и кислорода (С, О), абиогенные УВ Турции (сосуществование небиогенных и биогенных газов), Индии и др. Новейшие впечатляющие данные по Марсу, спутнику Европа (наличие даже пропана), дальним планетам и мн. др. — НАСА, США. Однако, видимо, нет одной цепи УВ газы - нефть, это две разные ветви, хотя нефть искусственно и была получена из газа.

— ассоциация УВ именно с мантийным изотопом гелия 3 (хотя известный специалист Б.Г. Поляк отрицательно относится к абиогенным УВ). По данным известной группы М.Д. Хуторского — Б.Г. Поляка, установлена примесь мантийного изотопа

гелия-3 для грязевых вулканов в связи с активным кайнозойским магматизмом Большого Кавказа (хотя, по их справедливому мнению, наличие мантийного гелия 3 здесь - не доказательство глубинности из-за возможности его захвата).

— нахождение УВ газов (до пропана – C_3H_8) на других планетах — Н. Кудрявцев - Т. Голд и др. [Родкин, 2015].

— получение аминокислот из неживой природы — знаменитый опыт С. Миллера, США, 1951 и др. — шаг к возникновению жизни на Земле из неорганических соединений.

— констатация органических соединений на вулкане Толбачик и др., Камчатка — по Е. К. Мархинину и В.В. Челокову и др., 1989 и др. Выход метана (и этана) в действующих вулканах Исландии, нефть современной кальдеры Узон, Камчатка, например, по Н.Л. Добрецову – Н.А. Кулакову и др., 2013 и др. (хотя допускается захват органической нефти магмой). Многочисленные материалы по подводным УВ (включая обильные газогидраты) в океанах, например, по О.А. Мазаровичу и С.Ю. Соколову, 2010 и т.п.

— знаменитые работы А.И. Опарина [Oparin, 1938] о происхождении жизни и др.

— солидное количество месторождений УВ в фундаменте, по некоторым данным не менее 1/4 всех месторождений УВ, по В.Н. и Н.В. Лариным и др.

— механизм круговорота УВ и близости геохимии нижней (в основном) коры с УВ известного сейсмолога и т.д. М.В. Родкина, 2015, позволяет примирить абиогенную и биогенную теории. Известно, что геохимия редких элементов (включая РЗЭ) серпентинитов, иногда — нижней и реже — верхней коры наиболее близка таковой нефтей. Абиогенная теория не признается многими крупными специалистами-нефтяниками. Есть данные о биогенном факторе, но спровоцированном глубокой дегазацией (при большой роли H_2), а также разломами что еще известно, повторяем, от отечественного гения Д.И. Менделеева) и др.

Конструктивная критика, несомненно, была бы весьма полезна всем в связи со старейшими спорами о происхождении УВ.

Авторы весьма благодарны А. Хушманзаде и М.А.А. Ноголь Садату† (Тегеран) и Е.Л. Романько†; а также В.Л. Сывороткину, А.Ю. Ретеюму, Д.А. Астафьеву, М.В. Родкину, А.М. Кузину, Ю.А. Воложу и др., Б.Н. Голубову†, В.Н. Яловой, многим специалистам за консультации, конструктивные продолжительные дискуссии, всестороннюю помощь и пр.

Исследование выполнено по планам госзадания Геологического института РАН.

Список литературы

Астафьев Д.А. Роль планетарной магмофлюидодинамической системы Земли в тектогенезе, бассейно- и нафтидогенезе // Дегазация Земли: Геотектоника, геодинамика, геофлюиды, нефть и газ, углеводороды и жизнь. Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения П.Н. Кропоткина. М.: ГЕОС. 2010. С. 39-43.

Галимов Э.М., Камалеева А.И. Источник углеводородов супергигантского нефтяного месторождения Ромашкино (Татарстан) – приток из кристаллического фундамента или нефтематеринские осадочные отложения? // Геохимия, 2015. № 2.С. 103–122.

Дегазация Земли и геотектоника: Тез. докл. 3 Всесоюз. совещ. Москва. апр. 1991. М.: Наука, 1991. 261 с.

Кудрявцев Н.А. Генезис нефти. Л.: Недра, 1973. 216 с.

Кузин А.М. Пространственно-фазовая локализация месторождений углеводородов и отображение конвергентности процессов флюидизации в геологической среде по сейсмическим данным // Дегазация Земли и генезис нефтяных месторождений. 100-лет со дня рождения ПН Кропоткина. М.: ГЕОС, 2011. С. 276–301 с.

Флюидный режим земной коры и верхней мантии / под ред. Ф.А. Летникова. М.: Наука, 1977. 216 с.

Маракушев А.А., Маракушев С.А. Образование нефтяных и газовых месторождений // Литология и полезные ископаемые. 2008. № 5. С. 505–521.

Сейфуль-Мулюков Р.Б. Нефть как носитель информации о своем происхождении, структуре и эволюции. М.: Информация и ее применение, 2010. С. 41–49.

Сывороткин В.Л., Зайцев В.А. О Некоторых результатах водородной съемки Абдрахмановской площади Ромашкинского месторождения // 4-е Кудрявцевские чтения. М: ЦГЭ. 2015.

Романько А.Е., Имамвердиев Н.А., Прокофьев В.Ю., Викентьев И.В., Рашиди Б., Хейдари М., Савичев А.Т., Полещук А.В. Тектоно-магматические особенности нескольких структур В. Ирана и Ю. Каспия, Ближний Восток; некоторые данные об углеводородах (УВ) и обсуждение // 8-е Кудрявцевские чтения. Международная конференция по глубинному генезису нефти и газа. Октябрь 2020. М.: Роснефть, ЦГЭ, 2020.

К ВОПРОСУ О РЕАЛЬНОСТИ ПСИХОФИЗИЧЕСКОЙ ВЕТВИ ЭВОЛЮЦИИ

ГОМИНИД

В.Б. Сапунов

Медико-социальный институт

sapunov@rshu.ru

Карл Линней – основатель биологической систематики - описал в 1734 г вид *Homo troglodytes*. В дальнейшем он стал называться в популярной литературе «Снежный человек». Реальность этого объекта подтверждена многочисленными исследованиями, в том числе работой специальной комиссии АН СССР в 1957 г. с участием профессора Б.Ф. Поршнева и других ученых с мировыми именами. Данный объект упоминается как реальный представитель биосферы в «Популярном биологическом словаре», изданным АН СССР в 1991 г. Н.Ф. Реймерсом под редакцией члена-корреспондента РАН, консультанта президента РФ, профессора А.В. Яблокова [Реймерс, 1991]. Последующие исследования подтвердили, что речь идет о реальном животном, обладающим комплексом не до конца исследованных свойств, затрудняющих его фиксацию и изучение [Сапунов, 2024]. Предлагается назвать эти свойства, связанные с подключением к одному из физических полей вселенной, психофизическими. Изучение этих свойств может обогатить науку. К их числу относится способность к телепатии (явление, признанное наукой, но до конца не объясненное) и проскопии (опережающее отражение, так же признанное наукой). Существование проскопии, как способности предсказывать будущие события подтверждено в наблюдениях за известными животными, которые способны предчувствовать экстремальные события природного и социального генезиса. В известной степени эта способность может быть объяснена на основе разработок отечественных ученых — Н.А. Козырева [1991], но требует дополнительного изучения. Особо актуально изучение этих свойств в наши дни, когда количество экстремальных климатических явлений и катастрофы имеет тенденцию к росту в силу не объясненных причин. Изучение этих свойств, которые, очевидно, выражены у многих животных, но особенно сильно у «снежного человека» может быть возможным путем снижения экологических рисков. Помимо этого, изучение данного объекта может обогатить эволюционную теорию и раскрыть неизвестные стороны эволюции человека.

Неоднократно в разных местах планеты исследователи шли по его следам, но каждый раз он ускользал не только от поимки, но и от объектива фотоаппарата. Исчезал не бесследно, оставляя вполне реальные следы жизнедеятельности - отпечатки на грунте ног, а иногда и рук, погрызы на деревьях, клочья шерсти, фекалии. Очевидно, проблема имеет 2 аспекта. Первый - биологический. Имеющихся материалов вполне достаточно, чтобы описать биологический вид, отнести его к отряду приматов и поставить между человеком и высшими обезьянами. Но есть другой аспект проблемы (который условно можно назвать аномальным, хотя все явления подчиняются объективным закономерностям, но таковые есть познанные и есть непознанные). Некоторые свойства этого объекта не имеют корректного объяснения: его поразительная неуловимость, способность странным образом влиять на психику людей. Нередко свидетели говорят о способности появляться из ничего и растворяться в воздухе. Поскольку чудес не бывает, за этими рассказами, очевидно, стоят проявления суггестии. Иными словами, объект может внушить свидетелям встреч нереальный сюжет. Подобными методами традиционно пользовались гипнотизеры и артисты оригинального жанра. На протяжении многих лет ученые рассматривали снежного человека как чисто биологический объект и, соответственно, строил стратегию поисков. Очевидно, необходим иной подход к проблеме. При этом основой для понимания объекта должен стать философский аппарат, выработанный при рассмотрении его ближайшего аналога, а именно, человека разумного. *Homo sapiens* — суть объект двойственный. Его природа с одной стороны социальная, с другой — биологическая. Человек разумный современный - результат произведения двух составляющих. Исчерпывается ли этим его сущность? Возможно, что нет. Великий русский ученый Л.Л. Васильев создал учение о таинственных явлениях человеческой психики [1964]. Проявление таких свойств как телепатия, суггестия, ясновидение должно иметь объективное объяснение и вполне материальные причины. Другой классик советской науки — Б.Б. Кажинский — связывал эти свойства с электромагнитным излучением, генерируемым внутриклеточными структурами [1962]. В последние годы эти работы продолжил московский ученый П.П. Горяев [1997]. На сегодняшний день нет единой теории этих свойств. Соответственно, нет возможности ими управлять и практически использовать. Одна из причин отсутствия теории состоит в трудности изучения крайне редких феноменов. У человека подобные способности присутствуют как рудимент, ослабленный по сравнению с тем состоянием, в котором они пребывали у диких предков человека и животных. Наша социальная

организация подавила эти свойства за ненадобностью или за невозможностью снабдить организм всеми мыслимыми адаптивными потенциями.

Заключение. Выдвинем следующую гипотезу. За свойствами реликтового гоминоида стоит форма организация материи, качественно отличающая от социальной и биологической, хотя и сосуществующая с ними. Физическая основа ее – поле времени, свойства которого лишь нащупываются современной наукой. Назовем эту форму психофизической, т.е. такой, при которой психика приобретает свойства физического поля. Наиболее разумным продолжением гипотезы будет признание следующих положений. Человек разумный - существо с одной стороны социальное, с другой биологическое. Человек снежный - существо с одной стороны биологическое, с другой психофизическое. Наличие качественно особой формы организации делает исключительно сложным изучение и отлов снежного человека. Возможность чувствовать к себе интерес со стороны разумных людей, суггестировать чувство ужаса, а иногда — заболевание, внушать свою невидимость, стирать из памяти информацию о встречах — по-видимому, это свойства психофизического объекта. Плюс к этому — наличие телепатической связи между удаленными особями своего вида, объединяющее всех в единую популяцию, дает возможность регулярно встречаться для продолжения рода, осуществляемого по обычным законам генетики и биологии размножения. Становится ясна и причина неуловимости этого существа. До сих пор стратегия отлова строилась на традиционных методах, применяемых охотниками и звероловами. А это примерно то же самое, что заниматься обществом Человека разумного, составлением социальным прогнозов и общественных программ, базируясь только лишь на методы зоологии. Будущее в познании загадочных представителей биосферы планеты в комплексном подходе.

Список литературы

Васильев Л.Л., Таинственные явления человеческой психики. М.: Политиздат, 1964. 182 с.

Гаряев П.П. Волновой генетический код. М.: Ин-т проблем управления РАН, 1997, 108 с.

Кажинский Б.Б. Биологическая радиосвязь. Киев: АН УССР, 1962, 168 с.

Козырев Н.А. Избранные труды. Л.: Изд. Ленинградского университета, 1991.

Реймерс Н.Ф. Популярный биологический словарь. М.: Наука, 1991. 544 с.

Сапунов В.Б. Возможно ли существование реликтового примата в условиях Крайнего Севера? // Арктика и инновации. 2024. Т. 2, № 4. С. 88-105.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРВАЛЬНЫХ И КУМУЛЯТИВНЫХ ГРАФИКОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОВРЕМЕННОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ ОБЛАСТЕЙ АКТИВНОГО ТЕКТОНОГЕНЕЗА РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

А.А. Сенцов¹, А.О. Агибалов^{2, 1}

¹*Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН*

²*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

В настоящей работе произведено сравнение кумулятивных кривых и интервальных графиков повторяемости коровых землетрясений на примере Большого Кавказа, о. Сахалин и Алтае-Саянской складчатой области. Исходными данными послужили каталоги IGS, ФИЦ ЕГС РАН и USGS.

Для интервала $M \in [3,5; 6,5]$ регрессия повторяемости землетрясений Большого Кавказа имеет линейный вид, однако анализ кумулятивной кривой показывает, что регрессия справедлива для интервала $M \in [3,8; 5,8]$. В районе значения $M=5,5$ происходит изгиб обоих графиков и отклонение от линейного типа.

Для о. Сахалин проанализированы соответствующие графики в M_s и M_w с целью установления возможного влияния типа магнитуд на данные регрессии. Установлено, что регрессии, описывающие интервальные графики для $M \in [3,5; 7,5]$, достаточно схожи:

$$\lg\left(\frac{N}{T}\right) = -0,67M_s (\pm 0,07) + 2,87(\pm 0,38),$$

$$\lg\left(\frac{N}{T}\right) = -0,69M_w (\pm 0,06) + 2,89(\pm 0,31),$$

где N — количество землетрясений с магнитудой M за интервал времени T . Анализ кумулятивных кривых показал их схожесть для $M \in [3,7; 5,6]$, однако проверку критериями Фишера и Стьюдента проходит только регрессия для $M_s \in [3,8; 5,6]$ и описывается $\lg N = -0,64M_s (\pm 0,02) + 4,77(\pm 0,08)$, тем самым обозначив применимость первого уравнения для вышеназванного интервала. Кумулятивные и интервальные регрессии также имеют отклонение от линейного типа в районе $M=5,5$.

При анализе землетрясений Алтае-Саянской области отклонение от прямой регрессии интервального графика заметно в районе $M_w=5,5$ и $M_w=7-7,5$, в то время как на кумулятивной кривой прямые отрезки $M_w \in [3,5; 4,8]$ и $M_w \in [4,9; 6,2]$. Второе отклонение на интервальном графике можно объяснить двумя причинами: 1) отклонением от закона Гутенберга-Рихтера и 2) низкой статистической представительностью событий высоких магнитуд.

Полученные результаты могут быть использованы для определения минимальной $M_{\max}$ в различных сейсмоактивных регионах России при построении карт общего сейсмического районирования нового поколения.

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

ЦИКЛИЧНОСТЬ ЗАТМЕНИЙ КАК ИНДИКАТОР ОПАСНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Н.С. Сидоренков¹, А.П. Сидоренков²

¹Гидрометцентр России,

²Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

sidorenkov37@mail.ru

Аннотация. Проверяется синхронизация опасных гидрометеорологических явлений с максимумами-максимумами приливных сил Луны и Солнца. В качестве индикаторов последних используются циклы лунно-солнечных затмений – Сарос и Экселигмос. Сравниваются уровни половодий на реках Урал, Тобол, Ишим, Вагай и Ока в 2024 и 1970 гг. Показано, что катастрофическим уровням половодий 2024 г. предшествовали рекордные уровни половодий в 1970 г. С этим же циклом Экселигмос чередуются жестокие засухи 1921 и 1975 гг. в Поволжье и аномальные морозы 1924 и 1978 гг. в Москве.

Введение. Катастрофические половодья на реках Урала и Западной Сибири весной 2024 г. – явление случайное только на первый взгляд. В [Сидоренков, Сидоренков, 2021] описана синхронизация повторяемости опасных метеорологических и агрометеорологических явлений с циклами лунно-солнечных затмений.

Затмения не могут влиять на гидрометеорологические процессы. Затмения – это лишь сигнал природы о том, что Солнце, Земля и Луна выстроились на прямую линию и приливные силы Луны и Солнца, сложившись, достигли максимальных значений (так называемых максимумов-максимумов), а также о том, что явления, вызываемые приливными силами на Земле, могут быть наиболее мощными, способными нанести ущерб обитателям Земли.

Чередование затмений повторяется приблизительно с циклом сарос. Он длится 6585,3 суток, т. е. 18 лет 11 дней (или 10 дней при четырех високосных годах) и 8 часов. За избыточные 8 часов (сверх 6585 суток) Земля поворачивается вокруг своей оси еще примерно на 120°, поэтому лунная тень проходит по земной поверхности на те же 120° западнее, чем в предыдущем саросе (18 лет назад). Только через три сароса лунная тень попадает приблизительно в тот же сектор долгот, что и 54 года назад. Этот 54-летний цикл получил название Экселигмос. Его точная длительность равна 54 года 32 дня.

Цикл Экселигмос и уровни половодий. Полное солнечное затмение 7 марта 1970 г. повторилось в том же секторе долгот 8 апреля 2024 г. Лунное затмение 21 февраля 1970 г. повторилось 25 марта с сохранением локализации. Естественно, возникло желание сравнивать гидрометеорологические процессы 2024 г. с процессами 1970 года (с учетом сдвига их на 32 дня). Для проверки гипотезы о возможном проявлении цикла Экселигмос из гидрологических ежегодников, хранящихся в Гидрометцентре России, были выписаны данные о высших уровнях воды на р. Оке в г. Калуга, р. Урал в г. Оренбург, на р. Тобол в г. Курган, на р. Ишим в селе Викулово и на р. Вагай в селе Черное.

Весной 1970 г. наблюдались рекордно высокие уровни половодий на р. Оке и ее притоках. Так, в г. Калуга 13 апреля 1970 г. уровень воды в р. Оке поднялся на 1525 см. На притоках р. Оки в то время зарегистрированы рекордные уровни: р. Жиздра в г. Козельск – 956 см, р. Протва на посту Спас-Загорье (возле г. Обнинск) – 759 см, р. Угра в пос. Товарково – 1084 см. Весной 1970 г. полоса рекордных уровней наблюдалась и восточнее устья р. Оки на притоках р. Волги: реки Средний Аниш, Сура (г. Пенза), Уфа (г. Красноуфимск) и ее притоки.

Зимой 2023/2024 гг. синоптические процессы в Центральном районе России развивались аналогично ситуации зимы 1970 г., но с месячной задержкой. То есть проявился цикл Экселигмос.

К весне 2024 г., как и в 1970 г., в бассейне р. Оки и средних притоков р. Волги накопились аномально большие запасы воды в снеге. В верхнем бассейне р. Оки (в Орловской, Калужской, Тульской областях) они доходили до 250 % нормы. При дружном таянии снега уровни воды в реках вполне могли достигнуть показателей уровней половодий 1970 г. Однако в марте 2024 г. установилась антициклональная солнечная погода. Днем снег таял, а ночью подмораживало. Осадки практически отсутствовали. Талая вода успевала стекать и впитываться в не промерзшую зимой землю. В результате снег растаял постепенно. Когда 30 марта наступила аномально теплая погода, снега там уже почти не было и рекордного паводка не получилось.

Максимальный уровень воды в Калуге на р. Оке составил 840 см 4 апреля 2024 г., на притоках р. Оки: р. Жиздра в Козельске – 866 см 1 апреля 2024 г., р. Протва в г. Обнинск (пост Спас Загорье) – 748 см 5 апреля 2024 г. Уровни воды в Козельске и Обнинске не только превышали критерии опасного явления, но и были близки к рекордным уровням 1970 года.

На Урале и в Западной Сибири в марте и апреле 2024 г. антициклональной погоды не было. Снежный покров сохранялся до апрельской аномально теплой погоды. Поэтому на реках Урал, Иртыш и его притоках Тобол, Ишим, Вагай произошли катастрофические подъемы уровней воды. Повсеместно были установлены новые рекорды уровня половодий.

А какими же были там уровни половодий в предшествующий Экселигмос в 1970 г.?

Оказалось, что, действительно, 54 года назад (5 апреля 1970 г.) в Оренбурге уровень воды на р. Урал достиг рекордного значения 963 см. Только в 1993 г. этот уровень был превышен на 11 см. А на притоках р. Урал (реки Сакмара, Таналык, Малый Кизил) рекорды уровней воды, зарегистрированные в апреле 1970 г., держались до половодья 2024 г. В самом Оренбурге 13 апреля 2024 г. уровень воды поднялся до катастрофической высоты 1185 см, превысив на 211 см прежний рекордный уровень 1993 г. По сообщению ТАСС, 17 мая 2024 г. «...Предварительно суммарный размер ущерба в Оренбургской области оценивался в 40 млрд рублей, в Курганской области – 4–9 млрд рублей» (Хронология крупнейших паводков в России <https://tass.ru>).

На р. Тобол в Кургане 22 апреля 1970 г. максимальный уровень воды достиг значения 851 см, т.е. превысил уровень опасного явления. 19 апреля 2024 г. уровень воды поднялся до катастрофической высоты 1015 см. Абсолютный рекорд уровня воды (1087 см) наблюдался там 9 апреля 1947 года.

На р. Ишим в с. Викулово 19 апреля 1970 г. зарегистрирован уровень воды 889 см, а 4 мая 2024 г. уровень воды достиг катастрофической отметки 1063 см.

На р. Вагай и ее притоках весной 1970 г. зарегистрированы рекордно высокие уровни половодий, которые держались до 2024 г. Так в с. Черное 20 апреля 1970 г. уровень воды на р. Вагай достиг рекордной высоты 1395 см. В 2024 г. уровень воды превысил рекорд 1970 г.

Таким образом, рассмотрено доказательство существования цикла Экселигмос в динамике половодий на примере совпадений рекордных уровней рек в 1970 и 2024 гг. Требуется наблюдения половодий за сотни Экселигмусов (то есть более 5400 лет), чтобы статистически проверить эту гипотезу. Однако знание возможности такой цикличности позволит в дальнейшем заострять внимание гидрологов к складывающимся гидрометеорологическим условиям при прогнозе ожидаемых характеров весенних половодий.

Цикл Экселигмос и агрометеорологические опасные явления. Для доказательства влияния цикла Экселигмос на гидрометеорологические процессы рассмотрим несколько ярких примеров – случаев экстремально неблагоприятных агрометеорологических явлений на Европейской территории России в 1867, 1921 и 1975 гг., приведших к катастрофическим неурожаям. Сообщается о голоде в Финляндии и Восточной Пруссии в 1867 г., когда из-за дефицита валюты Россия продала Аляску в США. В 1921 г., вследствие засухи в Поволжье и голода из-за отсутствия зерна, советское правительство экспроприирует ценности российских церквей и монастырей на покупку продовольствия.

Через 54 года (цикл Экселигмос) в 1975 г. Поволжье и Центрально-Черноземные области вновь охватила жестокая весенняя засуха. В 1975 г. из-за засухи, подобной 1921 г., валовой сбор зерна в СССР уменьшился на 83 миллиона тонн (37 %). Урожайность зерна в Поволжье уменьшилась в 4 раза (до 6 ц/га). Избежать голода тогда позволило зерно Сибири, Алтая и Украины.

Циклы Экселигмос и Сарос и метеорологические опасные явления. В 1996, 1942, 1888, 1834, 1780 и 1726 гг. наблюдались экстремально холодные зимы в Москве со средними аномалиями температуры за три зимних месяца (декабрь, январь и февраль) - 2,1°, -7,3°, -2,8°, -3,5°, -3,7° соответственно, что является одним из примеров влияния 54-летнего цикла Экселигмос в зимний сезон.

18-летний цикл Сарос проявил себя в Европейской части России холодными зимами (декабрь, январь и февраль) в Москве в 1987 (-3,5°), 1969 (-4,0°), 1951 (-2,4°), 1933 (-0,7°) гг. А февраль в Москве входит в давно возникшую серию холодных февралей в 18-летнем цикле Сароса: 2021 (-2,9), 2003 (-3,0°); 1985 (-6,5°); 1967 (-2,9); 1949 (0°); 1931 (-7,6°); 1913 (-2,6°); 1895 (-6°); 1877 (-4,5°); 1841 (-7,5°) гг.

Ярким примером проявления, удвоенного 36-летнего Сароса служат 40-градусные морозы в Москве в декабре 1978 г. и 36 лет до этого в 1942 году.

По циклу Экселигмос 40-градусному морозу в январе 1978 г. предшествовал сильный мороз 1924 г., описанный Гиляровским В.А., Паустовским К.А. и др. писателями в воспоминаниях о похоронах В.И. Ленина.

Даже самое жаркое за всю историю наблюдений лето в Москве наблюдалось в 1938 и 2010 гг. – с интервалом 72 года, т.е. через 4-кратный Сарос! Многочисленные примеры повторения гидрометеорологических условий при различных кратностях 18-летних циклов Сароса приведены в [Литвиненко, Литвиненко, 2020].

Заключение. Цикличность затмений известна. Поэтому есть возможность исследовать синхронизацию опасных гидрометеорологических явлений и изменений климата с циклами затмений. Наиболее значима синхронизация опасных природных явлений и климата с циклом Экселигмос (54 года + 32 дня). С этим периодом чередуются жестокие засухи 1921 и 1975 гг. в Поволжье, аномальные морозы 1924 и 1978 гг. в Москве, катастрофические уровни половодий весной 1970 и 2024 г. в России. Цикл Экселигмос не кратен ни солнечному, ни приливному (лунному) году. Поэтому для его статистического обоснования требуются ряды наблюдений длительностью более 5400 лет. В настоящее время гидрометеорологические условия в предшествующие Экселигмосы полезно использовать при подборе аналогов для долгосрочных гидрометеорологических прогнозов.

Список литературы

1. *Сидоренков Н.С., Сидоренков П.Н.* 580-летний цикл лунных и солнечных затмений как индикатор колебаний климата того же периода // Геофизические процессы и биосфера. 2021. Т. 20, № 2. С. 5–15.
2. *Литвиненко Л.Н., Литвиненко В.В.* Колебание Фернау и ритмы лет с четырьмя полярными затмениями за последние два тысячелетия // Географическая среда и живые системы. 2020. № 1. С. 7–30.

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ МОДЕЛИ ГИДРИДНОЙ ЗЕМЛИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ БОРЕКСИНО

В.В. Синев, Л.Б. Безруков, А.С. Быковский

Институт ядерных исследований РАН

bezrukov1945@mail.ru

Проведен анализ данных, опубликованных коллаборацией Бorexино в 2022 году. По данным коллаборации наблюдается модель Солнца с большой металличностью и большим потоком нейтрино от CNO цикла. Однако, величина хи-квадрат для экспериментальных данных и модели потоков нейтрино и фонов коллаборации оказывается слишком большой (200) для имеющихся степеней свободы (152), что может говорить о неполноте источников, описывающих экспериментальный спектр. Был введен источник антинейтрино из Земли от находящегося там ^{40}K и величина хи-2 существенно упала до 162. Это говорит о большой вероятности существования другой модели Земли с другим элементным составом. Одновременно солнечная модель непротиворечиво вписалась в модель малой металличности.

Для проверки результатов анализа был поставлен численный эксперимент с 10^5 измерений типа Бorexино. Результат численного анализа показал правильность обоих анализов (коллаборации Бorexино и нашего). В анализе Бorexино отсутствует поиск ^{40}K , а в нашем присутствует. При моделировании оказалось, что при наличии ^{40}K в рассчитывавшемся спектре, но не учете его в анализе, получается результат коллаборации Бorexино. И наоборот, при отсутствии при моделировании спектра ^{40}K , но при включении его в анализ, результат Бorexино не получается, но спектр ^{40}K находится в очень малом количестве.

Оба эти анализа поддерживают предсказание Гидридной модели Земли о наличии в Земле большого количества калия — до 4% от массы Земли.

Список литературы

Bezrukov L.B., Bykovsky A.S., Sinev V.V. Searches for Geoantineutrino Flux from ^{40}K on the Basis of Data from the Borexino Detector. // *Physics of Atomic Nuclei*. 2025. V. 88. No. 5. P. 937–941.

Bezrukov L.B., Sinev V.V. Searches for Geoantineutrino Flux from ^{40}K on the Basis of Data from the Borexino Detector. // *Physics of Atomic Nuclei*. 2024. V. 87. No. 6. P. 711–717.

АРГУМЕНТЫ ЗА АБИОГЕННЫЙ ГЕНЕЗИС НЕФТИ И УГЛЯ

А.А. Собянин

Ярославский педагогический университет имени К.Д. Ушинскогоsobyaninealeksey@mail.ru

В геологии господствует биогенная гипотеза происхождения углеводородов (УВ)-нефти, угля, газа, шунгита и графита. Но к настоящему времени накоплено достаточно данных в пользу абиогенной версии происхождения УВ. В основе – магматическая гипотеза проф. Н.А. Кудрявцева, который считал, что при высокой Т и Р в недрах Земли формируются углеводородные радикалы типа CH , CH_2 , CH_3 . В основе этого процесса может лежать и пиролиз метана, количество которого в космосе огромно. Поднимаясь к поверхности, они соединяются в молекулы, образуя все разнообразие как линейных, так и разветвленных и циклических УВ. Структура получившихся полимеров отвечает за вид УВ. Газ – низшие (до 4 атомов С) алканы, алкены, алкины и их гомологи. Нефть легкая – жидкие легкокипящие УВ с небольшим количеством С в скелете. В тяжелых нефтях наблюдается объединение радикалов в 5-ти и 6-ти членные циклы и в бензольные кольца. Для самых тяжелых фракций (асфальтены, битумоиды, смолы) характерно объединение бензольных и пентановых колец в крупные кластеры, которые захватывают в структуру атомы – примеси: N и S.

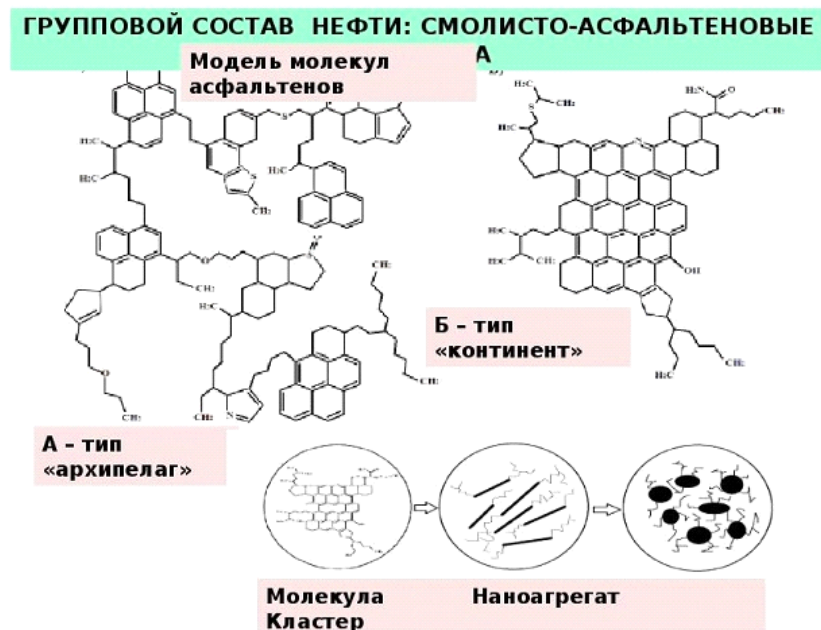


Рис. 1. Вариант формулы тяжелых асфальтеновых смол

Тогда получится, что уголь — это дальнейшая полимеризация и дегидрирование таких кластеров. Молекула угля сохраняет множество посторонних элементов, но по мере полимеризации места для них становится все меньше и меньше. Такой углеводород становится твердым. Также логично, что битуминозный уголь является самым распространенным видом угля. Большую его часть составляют смолоподобные вещества: собственно битум и асфальтены. В настоящее время широко используется и обратный процесс CTL (Coal to Liquids) — сжижение углей и получение из них исходной нефти.

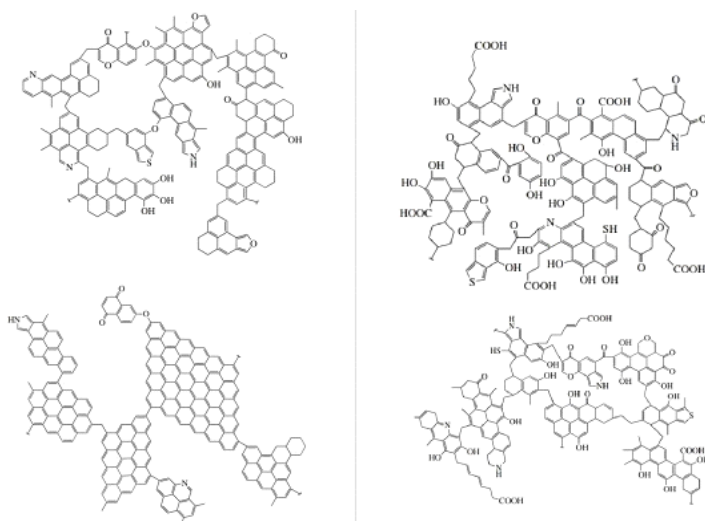


Рис. 2. Формула углей. Схожесть с кластерами тяжелых нефтей [Федяева, Патраков, 2004]

Крайней степенью полимеризации будет графит – полимер, полностью состоящий из бензольных колец. В [Дигонский, Тен, 2006] показан способ образования графита (а также угля, шунгита и нефти) путем пиролиза выходящего из недр метана через бензол и фенилы. "...возможность естественного синтеза графита путем пиролиза ювенильного метана при температурах, начиная с 1000°C. При этом пиролиз метана, разбавленного водородом, приводит к образованию кристаллического графита, а в результате пиролиза чистого метана образуется "аморфный" графит (сажа)" [Дигонский, 2006]. Согласно [Березкин, 2005] сажа, графит и шунгит имеют одинаковое строение, разница лишь в размерах частиц и наличие примесей.

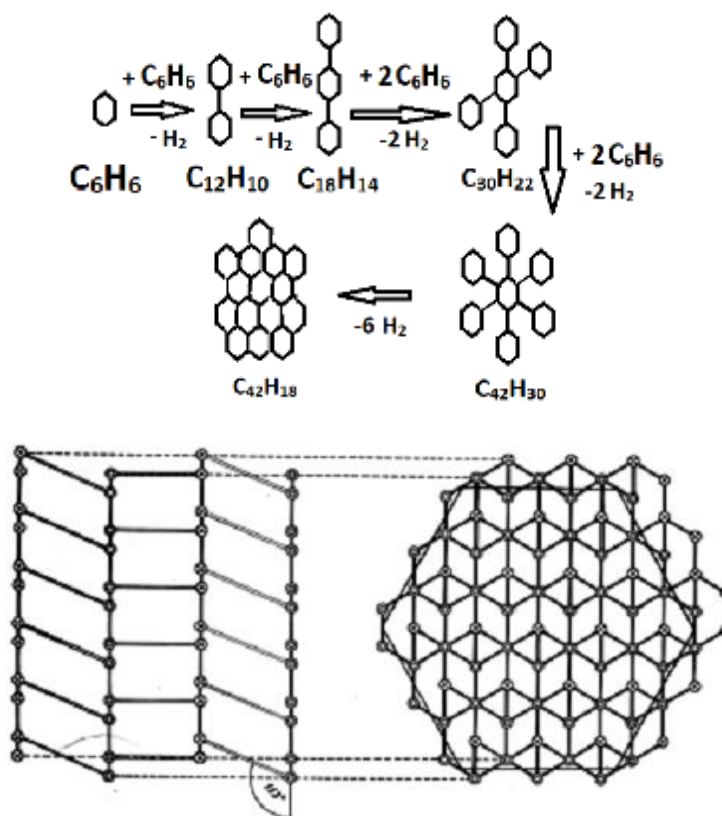


Рис. 3. Формирование графитной частицы (сажа, графит и шунгит) [Дигонский, 2006]

«Согласно сажевой модели, шунгиты — это проявление концентрированных локализованных разгрузок углеводородных флюидов преимущественно в виде метана... Сажевые массивы возникли в результате термического разложения метана при недостатке кислорода. Характерной особенностью неполного сгорания метана является смолообразование. Поэтому протошунгитовое вещество представляло собой вязкую подвижную массу в виде сажевых глобул, поверхность которых была покрыта смолистыми углеводородными связующими веществами.»

В итоге, если рассмотреть отдельные компоненты ископаемых углей, то можно увидеть весь ряд полимеризации УВ:

Фюзен — сажевая компонента углей (сажа — мелкие кластеры графитовой структуры (до 30 Ангстрем) Вещество рыхлое, легко рассыпается и пачкается. Твердость по шкале Мооса всего единица. Витрен — по всем свойствам это графит (блестящий и мягкий - твердость 2 по Моосу). Графит состоит из крупных бензольно-полимерных кластеров до 600 Ангстрем). Дюрэн — вязкий и затвердевший полимер асфальтенов и битумов. Черный и твердый (3 по Моосу). Кларен — сложный компонент, состоящий из смеси полимеров.

Кроме того, при затвердевании УВ может образовывать детритные формы, похожие на растения, споры и талломы водорослей. Не исключено и попадание листьев растений, если УВ застывает на поверхности Земли. В этом случае образуется "слепок" листа.

Сторонники биогенного происхождения углей находят в нем различные сплюснутые споры, талломы водорослей и остатки кутикулы. Но с абиогенной точки зрения такие желтые образования могут оказаться каплями низкомолекулярных УВ. В проходящем свете желтое свечение характерно именно для жидких УВ. Полимеризация может быть не стопроцентная. Отдельные капли низкомолекулярных веществ сплюсциваются слоями тяжелых полимеров.

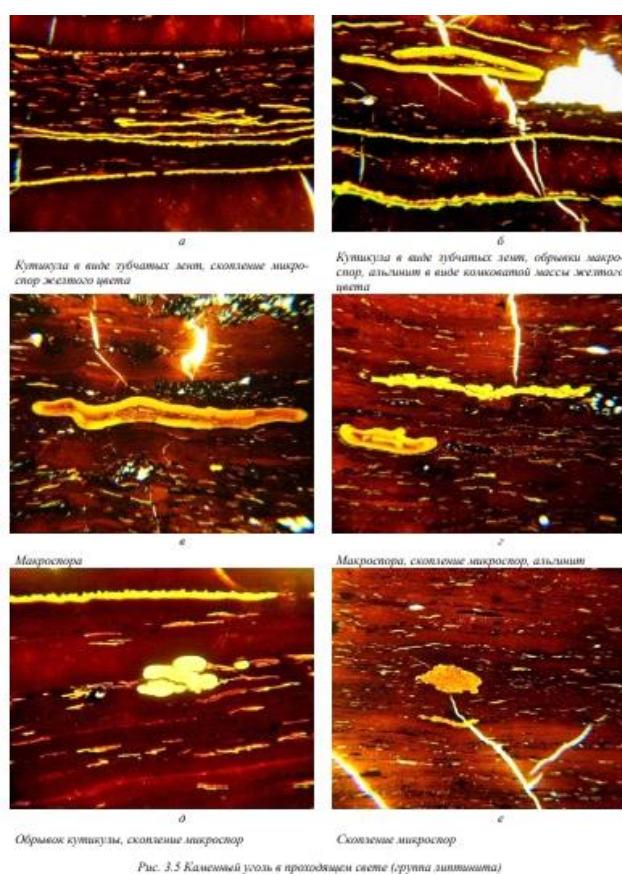


Рис. 4. Различные образования, обнаруженные в проходящем свете на микросрезках углей

Отдельно следует сказать про антрацит. Он считается глубокой стадией метаморфизма органики, более сильной, чем уголь. В абиогенной гипотезе его можно представить как полимер, схожий с графитом. Например, в диссертации [Вохидов, 2017] отмечается графитоподобная структура:

«Антрацит рассматривается как высокодисперсная форма графита» [Вохидов, 2017].

«При дальнейшей конденсации рассматриваемые молекулы складываются в стопки и при толщине 4-5 слоев формируется рентгенограмма графита...Углерод в антраците находится в состоянии графита» [Вохидов, 2017].

Список литературы

Березкин В.И. О сажевой модели происхождения карельских шунгитов // Геология и геофизика. 2005. Т. 46.

Вертелецкая Н.Ю., Левченко Л.М., Шавинский Б.М. Физико-химическое исследование каменных углей // Вестник КемГУ, 2013.

Вохидов М.М. Физико-химические и технологические основы использования антрацита месторождения Назарайлок. Дис. ... к.т.н. Душанбе, 2017. 132 с.

Деменкова Л.Г., Игишева А.Л. Каменный уголь: состав, строение, теории образования. 2014

Дигонский С.В., Тен В.В. Неизвестный водород: монография СПб.: Наука, 2006.

Столбова Н.Ф., Исаева Е.Р. Петрология. Томск: Томский политехнический университет 2013.

Федяева О.Н., Патраков Ю.Ф. Структура и свойства макромолекулярных фрагментов органического вещества углей // Химия твердого топлива. 2004 № 5. С. 4-31.

ЛИНЕАМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГОРНОГО И ПРЕДГОРНОГО КРЫМА В СВЯЗИ С ПОИСКАМИ ЗОН ПОВЫШЕННОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ

А.В. Спиридонов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

avspir@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается применение линеаментного анализа для выявления зон повышенной проницаемости пород чехла. Линеаменты масштабных уровней 1:100 000 и 1:50 000 показывают хорошую корреляцию между собой и с выходами подземных вод.

Ключевые слова: линеамент, линеаментный анализ, проницаемость осадочных пород, подземные воды.

Проблема снабжения населения чистой питьевой водой актуальна во всем мире, и, в частности, для территорий Степного Крыма, Предкавказья, Прикаспия и других подобных районов. Одним из способов решения данной проблемы является поиск источников подземных вод или мест наиболее удачного расположения скважин питьевого водоснабжения. Важнейшим параметром таких мест является проницаемость горных пород. Проницаемость трещиноватых коллекторов много выше, чем пористых — это давно известный факт [Белоновская, 2006]. Одним из способов дистанционно оценивать на качественном уровне степень макротрещиноватости пород является линеаментный анализ [Шереметьева и др., 2013]. В основу исследования положен такой параметр геологической среды, как фрактальность [Захаров, 2014], проявляющаяся, в частности, в повторении структурного рисунка зон трещиноватости пород при разработке их линейными эрозионными процессами.

Линеаменты эрозионной сети напрямую зависят от степени раздробленности (блоковой делимости) верхних горизонтов литосферы, градиентов перепада рельефа и механических свойств горных пород. Разные масштабные уровни при этом отражают разную, чаще всего — иерархически построенную, делимость для разных глубинных уровней. Это позволяет выявить участки земной коры, имеющие значимое отличие в характере блоковой делимости и оконтурить наиболее проницаемые участки.

Статистический линеamentный анализ был проведен с помощью программного обеспечения, выполненного на базе геоинформационной системы QGIS.

Геологическое строение Крымского полуострова хорошо известно. В его строении выделяются три структурных этажа [Муратов, 1960, Фролова и др., 2014]: складчатый, флишевый триасово-раннеюрский, являющийся региональным водоупором; моноклинальный, терригенно-карбонатный среднеюрско-миоценовый, где находится большинство коллекторов подземных вод и субгоризонтально залегающий плиоцен-четвертичный, преимущественно представленный терригенными суглинками и супесями зоны аэрации.

Автором [Спиридонов, 2022] был проведен линеamentный анализ эрозионной сети западной части Горного и прилегающей к нему территории Степного Крыма) в масштабе 1:100 000 и 1:50 000. Исходными данными для построения линеamentов являлись топографические карты — листы L-36-105, L-36-106, L-36-116, L-36-117, L-36-118, L-36-127, L-36-128, L-36-129 (рис. 1).

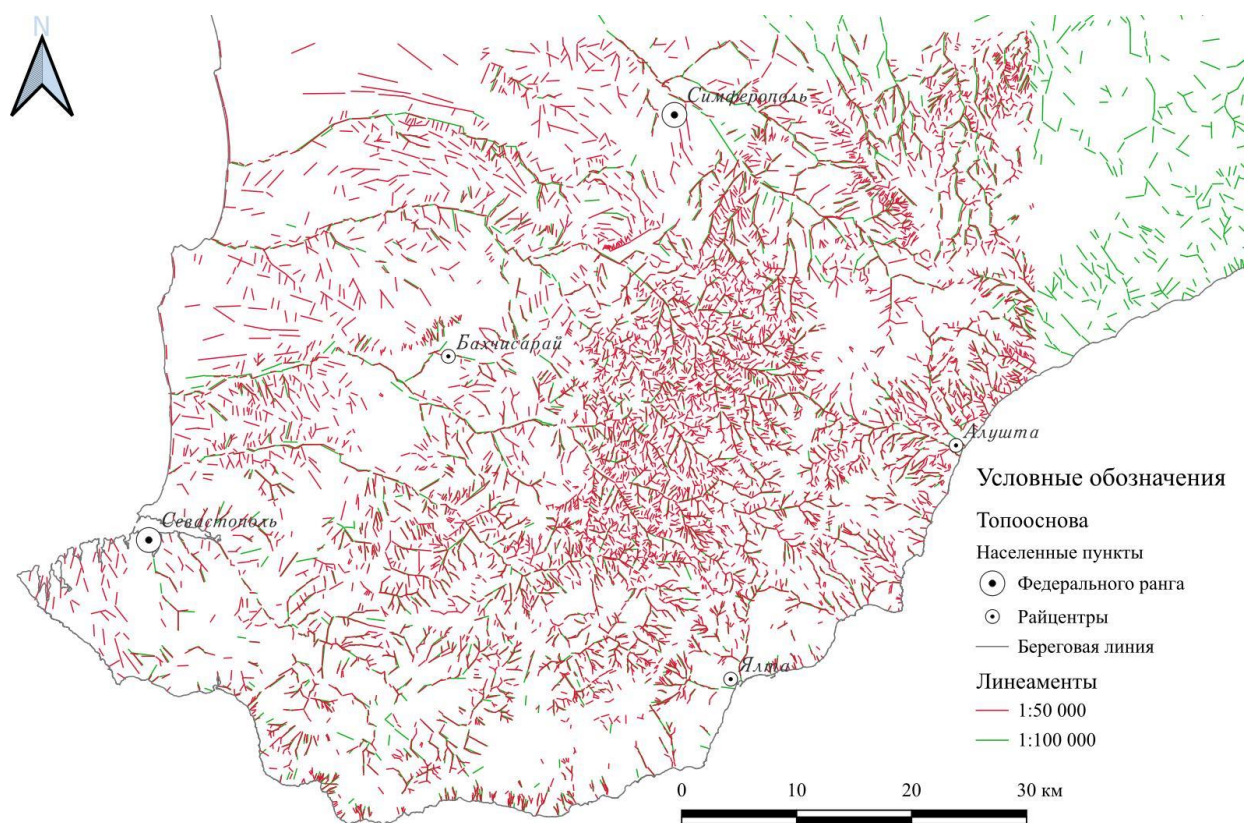


Рис. 1. Линеamentы эрозионной сети, выявленные для разных масштабов (пояснения в тексте)

В пределах изученной территории выделено 7635 линеamentов масштаба 1:50 000 и 2715 линеamentов масштаба 1:100 000. Линеamentные поля этих масштабных уровней

принципиально не отличаются друг от друга (рис. 3, 4), поэтому статистические выкладки и розы-диаграммы (рис. 2) мы сделали по более представительному полю линеаментов масштаба 1:50 000.

Простирации линеаментов дают в целом равномерную картину, схожую для обоих уровней.

Преобладают субмеридианальные и северо-западные направления, азимуты $300^\circ - 330^\circ$ и $350^\circ - 10^\circ$, как в общем, так и для линеаментов, сильно отличающихся от среднего значения на двойную величину квадратичной погрешности в сторону и уменьшения, и увеличения длины. Эта картина соответствует азимутам падения основных бронирующих горизонтов Второй и Третьей гряд Крымских гор, т.е. отражает в целом консеквентные направления речных долин.

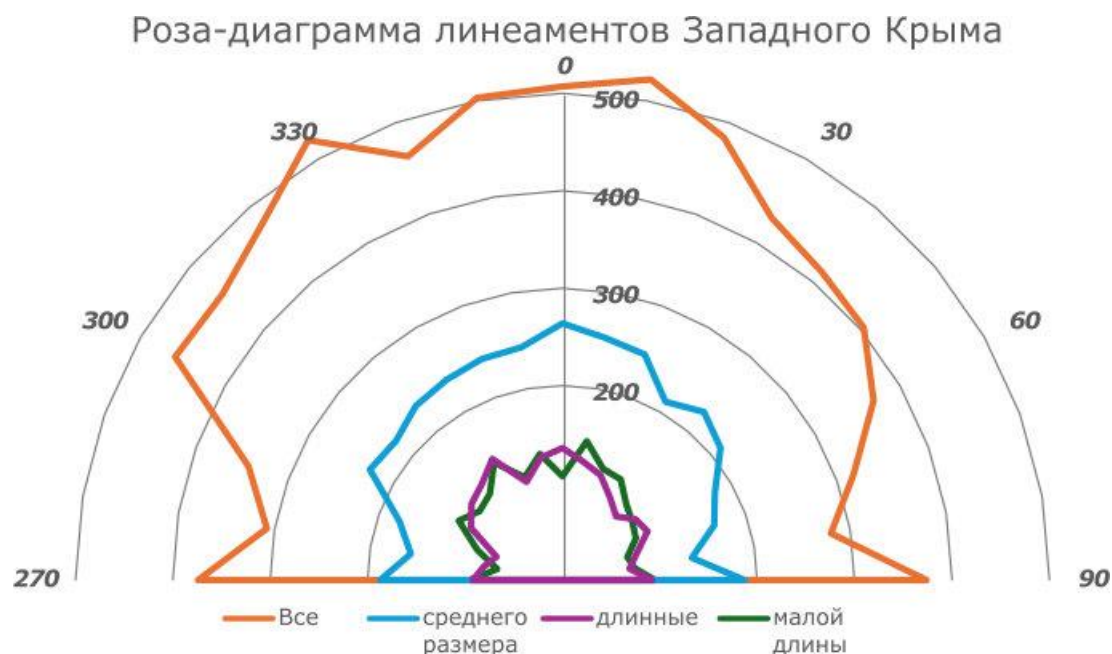


Рис. 2 Розы-диаграммы простирации линеаментов Западного Крыма

Таким образом, простирации линеаментов могут указывать лишь направления стока, как поверхностного, так и подземного.

В дальнейшем были построены карты плотностей линеаментов для обоих отдешифрированных масштабов. Их количество было посчитано методом скользящего круглого окна размером 2 км^2 по гексагональной сетке с шагом 1 км. Из-за значительного перекрытия областей скользящего окна можно не опасаться пропажи каких-либо данных. Подсчитывались линеаменты, пересекающие данное окно, их количество присваивалось точке с координатами центроида окна. В дальнейшем по

точечному покрытию строилась карта распределения плотностей линеаментов (кол-во на 2 км²).

Закономерно, количество линеаментов на км² возрастает в пределах Южной и Северной депрессий (рис. 3), что связано с механическими свойствами обнажающихся в их пределах флиша таврической серии триаса-юры и майкопских глин. Так же закономерно уменьшение плотностей линеаментов на поверхностях плато Первой гряды, вследствие неразвитости на этих поверхностях эрозионной сети.

Как видно на обоих картах, в пределах Западного Крыма прослеживаются несколько поперечных зон повышенной трещиноватости. Наиболее хорошо заметны зоны простираниями от Ялты на Соколиное — Железнодорожное, от Алушты на Доброе — Партизанское, от Рыбачьего на Симферополь, и, несколько менее заметная: от Фороса к Балаклаве и Инкерману. Эти зоны пересекают все три гряды Крымских гор и прослеживаются в пределы Степного Крыма, где основные реки полуострова сменяют направление течения на субширотное. Этот факт дает нам возможность предполагать связь линеаментного поля не столько с эрозионной сетью, сколько с глубинными геологическими структурами полуострова. Что интересно, к части из них приурочены выходы интрузивных массивов среднеюрского возраста.

Как видно, ни длина, ни ориентировка линеаментов по отдельности в данном случае не несут существенно значимой информации. Только сгущение их в определенных зонах можно считать закономерным проявлением глубинных структур полуострова.

Автор выражает признательность М.А. Нагорной за помощь в дешифрировании части линеаментов масштаба 1:50 000.

Работа проведена в рамках НИР «Моделирование новейших геодинамических процессов, влияющих на сейсмичность и флюидную проницаемость осадочных толщ» (МГУ имени М.В. Ломоносова).

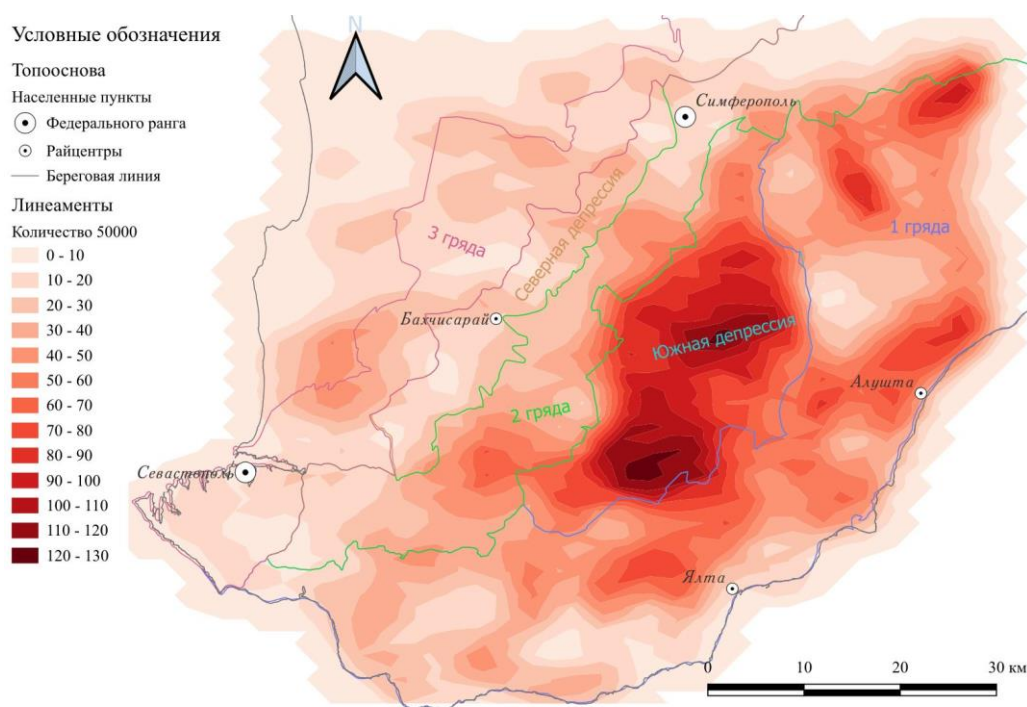


Рис. 2. Карта плотностей линеаментов 1:50 000 и границы геоморфологических районов Крыма

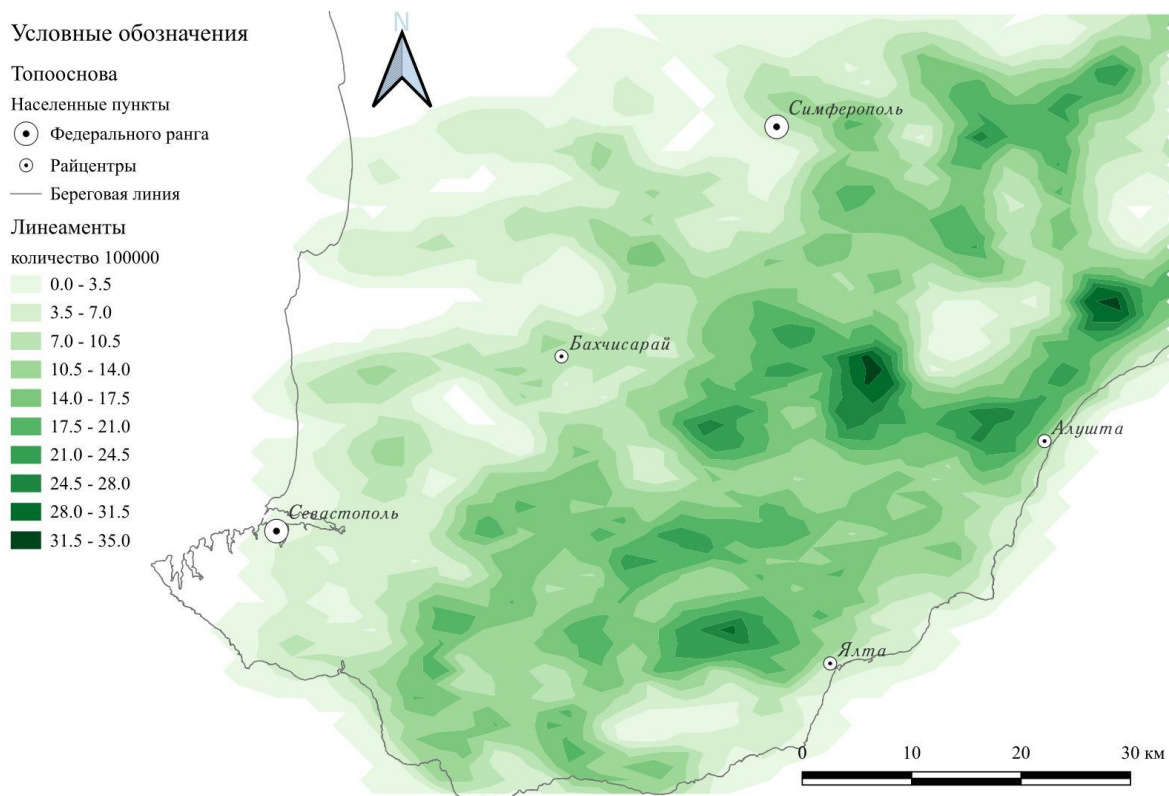


Рис. 3. Карта плотностей линеаментов 1:100 000

Список литературы

Белоновская Л.Г. Трещиноватость горных пород и разработанные во ВНИГРИ основы поисков трещинных коллекторов нефти и газа // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2006. Т.1.

Захаров В.С. Самоподобие структур и процессов в литосфере по результатам фрактального и динамического анализа. Автореф. ... дис. д.г.-м.н. М., 2014. 35 с.

Муратов М.В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова. М.: ГОНТИ, 1960. 208 с.

Спиридонов А.В. Зоны вероятных очагов землетрясений Горного Крыма. // Материалы всероссийской научной конференции Геотектоника и геодинамика сейсмоактивных районов, посвященной 75-летию со дня рождения Е.А. Рогожина (1947–2021) и 115-летию со дня рождения В.В. Белоусова (1907–1990). М.: Перо, 2022. С. 103–107.

Фролова Н.С., Спиридонов А.В., Gual-Pérez, J., Перепечина, О.В. Подводно-оползневая складчатость в таврической серии (Горный Крым). // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2014. № 6. С. 82–85.

Шереметьева Е.В., Богословский В.А., Кочев Д.З., Полетаев А.И., Спиридонов А.В. Линеаментный анализ как наиболее экологический и инвестиционно привлекательный способ оценки инженерно-геологических условий территорий проектируемого строительства. // Устойчивое развитие: задачи геоэкологии (инженерно-геологические, гидрогеологические и геокриологические аспекты). Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (21-22 марта 2013 г.) Сергеевские чтения. М.: РУДН, 2013. Вып. 15, С. 204–208.

НЕИЗВЕСТНОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ В ДЖУМГАЛЬСКОЙ ВПАДИНЕ

А.А. Стрельников

Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАНaas@ifz.ru

При помощи палеосейсмологических методов [McCalpin. 2009], морфометрического анализа рельефа и данных дистанционного зондирования удалось обнаружить и выполнить параметризацию нескольких объектов, маркирующих сильные землетрясения в территориально густонаселенной Джумгальской впадине. Выявлены вертикальные подвижки по разлому, проходящему вдоль р. Джумгал и отмечена рамповая структура Джумгальской впадины. Получена возможная средняя магнитуда сейсмического события на участке северной границы Чаекского поднятия $M \sim 6.7$.

Археосейсмологическими методами [Korjenkov, Mazor, 1999 a, b] была произведена реконструкция событий, повлекших приостановку хозяйственной деятельности на территории древней Джумгальской крепости XIX в. , находящейся в 3 км от текущего административного центра Жумгальского района Нарынской области пос. Чаек.

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

Список литературы

Korjenkov A.M., Mazor E. Earthquake characteristics reconstructed from archeological damage patterns: Shivta, the Negev Desert, Israel // *Isr. J. Earth Sci.* 1999a. V. 48. P. 265-282.

Korjenkov A.M., Mazor E. Seismogenic origin of the ancient Avdat ruins, Negev desert, Israel // *Natural Hazards.* 1999b. V. 18. No. 3. P. 193-226.

McCalpin, J.P. Paleoseismology. Amsterdam-London: Academic Press, 2009. 615 p.

ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАРЫНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Стрельников

Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАНaas@ifz.ru

Гражданское строительство и строительство ответственных объектов всегда сопровождается комплексом подготовительных работ, в том числе оценкой сейсмической опасности региона. Это особенно актуально для таких сейсмоактивных районов, как Нарынская область, расположенная в Центральном Тянь-Шане. Несмотря на наличие современной системы мониторинга и регистрации сейсмических событий, вопрос о периодизации высокомагнитудных землетрясений остается открытым. А решение этого вопроса необходимо для расчета возможного физического и экономического ущерба и принятия мер к ликвидации возможных последствий сейсмического события. Для получения ответа используются в том числе результаты исследований [McCalpin, 2009]. Оценка магнитуд и интенсивности палеоземлетрясений проводилась на основе эмпирических зависимостей между ними и параметрами сейсмогенных разрывов [Wells, Coppersmith, 1994].

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

Список литературы

- McCalpin, J.P.* Paleoseismology. Amsterdam-London: Academic Press, 2009. 615 p.
- Wells D.L., Coppersmith K.J.* Empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture area, and surface displacement // Bull. Seismol. Soc. Amer. 1994. V. 84. P. 974–1002.

БЕСПОЛЕЗНАЯ ВРЕДНОСТЬ МОНРЕАЛЬСКОГО ПРОТОКОЛА

В.Л. Сывороткин

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносоваhlozon@mail.ru

Монреальский протокол (МП), подписанный в настоящее время всеми государствами мира, регулирует производство, использование и оборот более 100 химических веществ, подозреваемых в разрушении озонового слоя. Большая часть из них изъята из использования. Таким образом, совершен технологический переворот в мировой химической промышленности, отбросивший многие ее отрасли на годы назад.

Фреоны, объявленные разрушителями ОС, изъяты из производства четверть века назад, но разрушение ОС планеты вопреки обещаниям МП, не только не прекратилось, но нарастает. Так в конце февраля и в марте уходящего 2025 года ОС был катастрофически разрушен над Евразией от Атлантического океана до Тихого. Сильнее всего (потери озона до 50%) над территорией России. (рисунок).

Deviations (%) / Ecart (%) , 2025/02/24

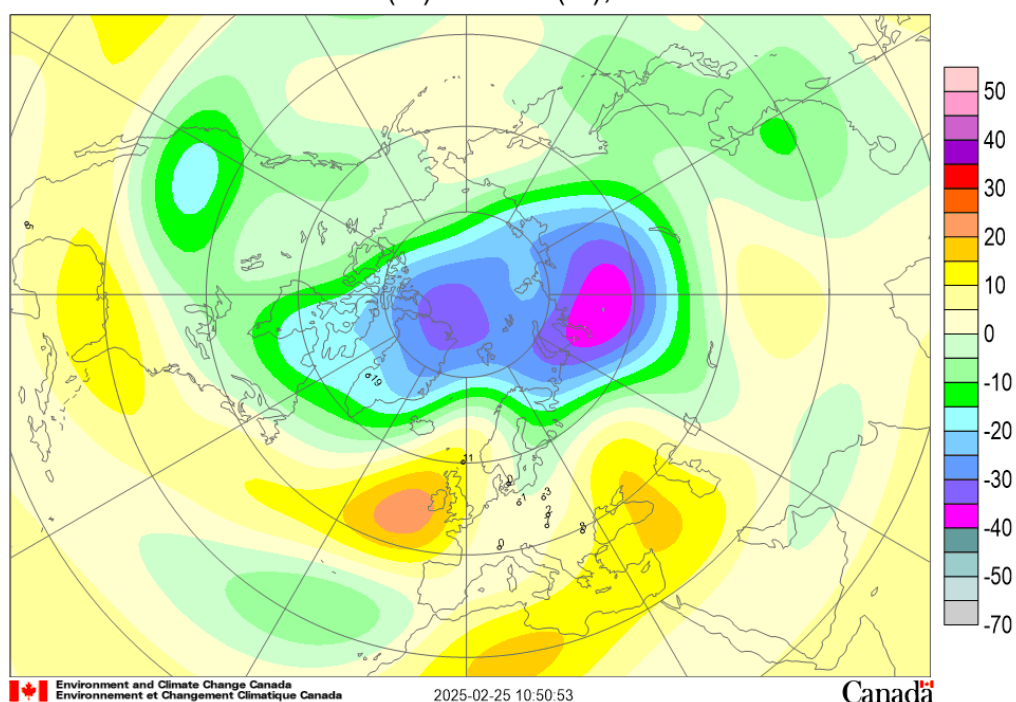


Рисунок. Аномалии общего содержания озона 24 февраля 2025 г. в Северном полушарии

При этом результаты исследований реальных причин активно протекающих процессов разрушения озонового слоя планеты в рамках МП полностью игнорируются, а исследования этих причин блокируются.

Иногда приходится слышать, что МП даже при его малой обоснованности, хорош уже только тем, что запрещает выброс в атмосферу промышленных газов. А это факт положительный априори. Трагическое заблуждение, - МП, изъяв из производства безопасные для людей химикаты, заполнил баллончики и холодильники отравляющими, горючими и взрывчатыми веществами. Сомневающимся советуем купить баллон монтажной пены с гордой яркой надписью — «Озонобезопасно», и почитать внимательно, что там написано о содержимом мелкими буквами. Ниже мы даем выдержки из работ специалистов и материалов СМИ, раскрывающие на конкретных примерах опасность «монреальских» рекомендаций.

Известный отечественный специалист в области химии атмосферы, доктор химических наук В.А. Исидоров в статье «Еще немного об Антарктической озоновой дыре и заменителях «озоноразрушающих фреонов» обращает внимание на опасность «озонобезопасных» заменителей. Если предыдущие «озоноразрушающие» фреоны совершенно нетоксичны в силу химической инертности, то этого нельзя сказать о заменителях и продуктах их разложения, среди которых особо опасны для всех живых организмов дифторфосген и хлорфосген. Эти соединения образуются непосредственно в зоне дыхания, поэтому все мы с каждым вдохом получаем миллионы молекул отравляющих веществ. Исидоров указывает на особую опасность для курильщиков, - соединения, о которых идет речь, активно разлагаются и окисляются в зоне горения сигареты. Поэтому курение становится очень опасным занятием. Могут быть тяжелые случаи отравления при разгерметизации автомобильных и бытовых кондиционеров, холодильников — контакт «заменителей» с открытым пламенем кухонной газовой горелки неизбежно приведет к образованию больших количеств отравляющих веществ. Люди, работающие в помещениях с высоким уровнем УФ-радиации — операционных с бактерицидными лампами или в соляриях с кварцевыми горелками, будут подвергаться хроническому отравлению. [Исидоров, 2001].

Заведующий лабораторией ФГУП НИИ «Синтез» КБ кандидат химических наук Н. Ф. Кришталь указывает на отсутствие достойного заменителя запрещенного фреона-113 в химчистке. Нового растворителя, во всех отношениях способного заменить фреон-113, так и не найдено. Применение «водных» и «полуводных» технологий, а также

возврат к огнеопасным углеводородным растворителям весьма ограничен: они чистят далеко не все загрязнения, да и использование больших количеств горючих и взрывоопасных растворителей в бытовой сфере сопряжено с огромной опасностью. [Кришталь, 2000].

Доктор медицинских наук Н. Ю. Сенкевич заведующий Лабораторией гуманистических исследовательских работ НИИ пульмонологии МЗ РФ пишет, что доля дозированных аэрозолей (ДА) составляет менее 1% от общего числа фреон-содержащей продукции, но решения МП распространяются и на данные средства. Сенкевич указывает на политизированность многих постановлений, принимаемых в рамках МП. Так, в 1998 г. Россия получила разрешение на выработку только 226 тонн фреона только для медицинских нужд, а США в том же году была предоставлена квота в 3625 тонн для реализации галактической программы «Шатл». [Сенкевич, 2013].

Генеральный директор ООО «Технологии низких температур» кандидат технических наук А. А. Полевой указывает на энергетическую и технологическую ущербность заменителей ХФУ. Все «новые» фреоны были синтезированы сотню лет назад (в 1900-х годах их разработал бельгиец Свартсон) и сначала были признаны негодными для использования, теперь же их каждые десять лет достают из-под сукна и, придав яркий товарный вид, выбрасывают на рынок. При этом запрещенные фреоны R12 и R22 идеальные. Они потому и были ранее выбраны в качестве заменителей первым хладагентам — ядовитым и пожароопасным диэтиловым эфирам, сернистым ангидридам, аммиаку, потому что лучше этих веществ нет и не будет. «Новые экологичные и энергоэффективные» заменители намного уступают по энергоэффективности R22 и R12. К чему же приведет их повсеместное внедрение с точки зрения не прибылей корпораций, которые их производят, а мировой экономики и экологии? А.А. Полевой говорит, что в нашей стране доля холодильной техники в общем потреблении производимой электроэнергии составляет до 12–15%. [Полевой, 2014]. Холодильные машины на запрещенных фреонах R22, R12 и R717 позволяли экономить до 25%, электроэнергии по сравнению с «новыми» и «новейшими» фреонами.

В Антарктиде Монреальский протокол «заморозил» на много лет бурение российской скважины на станции «Восток», целью которого было достижение воды одноименного подледного озера. До 1995 года в качестве утяжелителя использовался фреон — 11, практически безвредный для организма человека: предельно допустимая концентрация в воздухе рабочих помещений, в соответствии с различными

нормативными актами, составляет 3800–7600 мг/м³. Безвредны фреоны и для окружающей среды. После запрета МП безопасных фреонов российские ученые для бурения скважин на станции «Восток» используют авиационное топливо ТС-1 (керосин) в смеси с фреоном 141b, который добавляется в жидкость для увеличения ее плотности [Талалай, 2007].

В токсикологии керосины относятся к особо опасным веществам, оказывающим сильное отравляющее действие на различные формы жизни. Даже при малых концентрациях (более 1 мг/м³) они оказывают отравляющее действие на низшие формы жизни в водоемах и водостоках. Углеводороды, входящие в состав керосинов, трудно поддаются биологическому разложению. Керосины оказывают раздражающее воздействие на кожный покров человека. Основное воздействие на человека происходит через органы дыхания: запах керосина ощущается уже при концентрации 0,6 мг/м³.

Корреспондент «Российской газеты» Рита Лебедева писала в статье «Смерть в блестящих флаконах» о жертвах МП, сгоревших во время теракта в переходе на Пушкинской площади в Москве 8 августа 2000 года. «Если кто-нибудь хочет представить, как там в аду, достаточно нажать распылитель любого бытового аэрозоля и к струе распыляемого вещества поднести спичку. Воздух вспыхнет, и все вокруг утонет в облаке огня. Именно через этот ад прошли те люди, которые оказались в переходе на Пушкинской площади в момент взрыва. Количество флаконов с парфюмерией и аэрозолями в киосках подземного перехода исчислялось сотнями. Эти сотни флаконов взрывались и горели, взрывались и горели... И в этом кошмаре были люди...». [Лебедева, 2000]. Заметим, что раньше в качестве пропеллентов использовались негорючий фреон - 11.

В число запрещенных МП веществ входят и пожаротушающие бромфреоны. По мнению доктора технических наук профессора И.М. Мазурина отказ от них привел к резкому ухудшению пожаробезопасности. Участились случаи катастроф в торговых и развлекательных центрах, жилых и других гражданских объектах. Их (бромфреонов) заменители являются суррогатами, то есть неполными (дорогими, коррозионными, токсичными, энергонеэффективными и пожароопасными) альтернативами. Из-за неэффективного пожаротушения на атомной глубоководной подводной станции АС-31 («Лошарик») погибли, по официальной версии, отравившись токсичными продуктами горения, 14 капитанов российского подводного флота. Но если система пожаротушения «Лошарика» была заряжена разрешенным для использования суррогатным

пожаротушающим веществом R-125, то моряки еще раньше должны были погибнуть от обладающих высокой кардиотоксичностью продуктов его распада, от которых не спасают противогазы и кислородные маски. Возможно, что и флагман Черноморского флота крейсер «Москва» не имел эффективной системы пожаротушения, так как предлагаемый МП для пожаротушения суррогатный хладон R-125 не выдерживает никакого сравнения с запрещенными бромфреонами [Мазурин, 2022].

Использование суррогатов на судах ВМФ России стало причиной нескольких трагедии. Так при несанкционированной пожарной тревоге погибли члены экипажа и приемочной комиссии подводной лодки «Нерпа» [Мясников, 2011].

Губительное изъятие эффективных для пожаротушения веществ усиливается внедрением в холодильную технику горючих и взрывоопасных заменителей фреонов. По данным Королевской пожарной команды, в Лондоне 60% пожаров, сопровождающихся гибелью людей, вызваны взрывами холодильников, заряженных изобутаном. Крупная катастрофа, причины которой подготовлены Монреальским и Киотским протоколами, — пожар 24-этажного жилого дома Grenfell Tower постройки 1970-х годов в Лондоне, случившийся 14 июня 2017 года. В результате трагедии погибло не менее 100 человек, Температура в эпицентре пожара достигала 1800°C. Официальной причиной пожара послужил самопроизвольный взрыв холодильника Hotpoint американской фирмы Whirlpool, заправленного в качестве хладагента взрывоопасным изобутаном. Таких пожаров в Лондоне происходит приблизительно 300 в год, то есть практически почти каждый день происходит пожар из-за возгорания холодильника

Не лучше обстоит дело и в России. По данным Ю.А. Трифоненкова (устное сообщение), активно занимающегося в последние годы сбором и анализом информации об участившихся пожарах и взрывах в домах, квартирах и общественных зданиях в России, причиной этих ЧП является утечка изобутана (фреон-600a), который используется в отечественных холодильниках, после запрета идеального хладонотителя фреона-12.

6 марта 2024 года председатель Совета Федерации Валентина Ивановна Матвиенко предложила провести ревизию международных соглашений России и выявить те, которые ей невыгодны, и при необходимости их денонсировать. Из вышесказанного следует, что одним из первых вредных для России соглашений, требующих немедленного денонсирования, является Монреальский протокол.

Исследование выполнено в рамках НИР «Режимы петрогенеза внутренних геосфер Земли» (МГУ имени М.В. Ломоносова).

Список литературы

Исидоров В.А. Еще немного об Антарктической озоновой дыре и заменителях «озоноразрушающих фреонов» // Химия и жизнь. 2001. № 3. С.18–19.

Кришталь Н.Ф. Проблемный перхлорэтилен // Современная химистка и прачечная. 2000. № 1. С. 17–24.

Лебедева Р. Смерть в блестящих флаконах // Российская газета. Экономика. Режим ступа: <http://www.rg.ru/bussines/econom/225.shtm>

Мазурин И.М. Монреальский протокол против ВМФ России: ЧП с крейсером «Москва» // ИА «REX», 22 апреля 2022

Мясников В.А. Людей на «Нерпе» убил не только фреон, но и безответственность в ОПК // Независимое военное обозрение. 20.05.2011. Режим доступа: http://nvo.ng.ru/forces/2011-05-20/1_nerpa.html

Полевой А.А. Гонения на фреоны — кто от этого выигрывает на самом деле? // С.О.К. (Сантехника. Отопление. Кондиционирование). № 4. 15.04.2014. Режим доступа: <http://www.c-o-k.ru/articles/goneniya-na-freony-kto-ot-etogo-vyigryvaet-na-samom-dele>

Сенкевич Н.Ю. Доктор и пациент: в поисках безупречного лекарства // medicinea.ru. 22.08. 2013. Режим доступа: <http://medicinea.ru/?p=1930>

Талалай П.Г. Научно-практические основы эффективной и экологически чистой технологии бурения глубоких скважин в ледниках. Дис. ... д.т.н. СПб, 2007. 304 с.

ВОДОРОД — ОЗОН — ПОГОДА — ПОЖАРЫ

В.Л. Сывороткин

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносоваhlozon@mail.ru

Глубинная водородная дегазация — базовый геологический процесс, определяющий эволюцию планеты. Водород выделяется при кристаллизации твердого ядра из жидкого и накапливается в верхней его части на границе с мантией на глубине около 2900 км. Отсюда он просачивается к поверхности Земли по постоянно существующим и действующим каналам дегазации, главными из которых служат рифтовые структуры, расположенные на вершинах срединно-океанских хребтов (рис. 1).

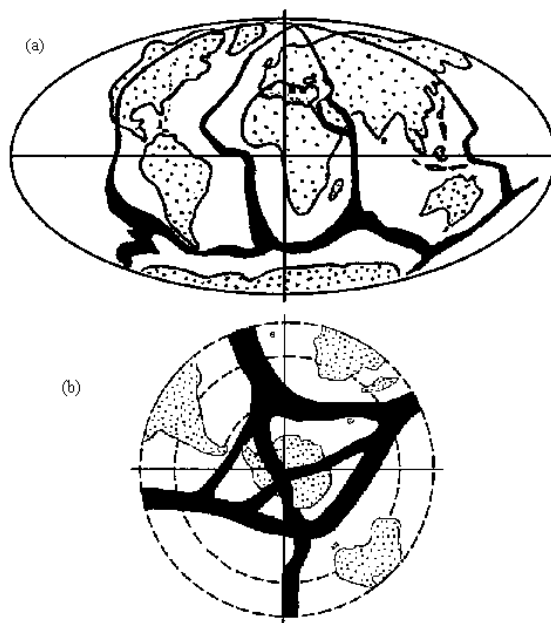


Рис.1. Мировая рифтовая система — главные каналы дегазации планеты

Разрушение озонового слоя. «Водородная» концепция разрушения озонового слоя [Сывороткин, 1993, 2002] базируется на водородном цикле разложения озона, давно известном химикам. Цикл насчитывает более 40 реакций, катализатором выступает ион гидроксила, который образуется в стратосфере при взаимодействии водородсодержащих газов — водорода, метана, паров воды с атомарным кислородом, активированным квантом УФ-С излучения [Перов, Хргиан, 1980].

Прерывается цикл образованием воды, которая в температурных условиях стратосферы замерзает, формируя специфические перламутровые облака. В результате тех же реакций образуются и мезосферные «серебристые» облака. Это значит, что на

высотах от 80 до 90 км еще присутствует озон, поэтому выбросы глубинного водорода, рождают воду и на этих высотах. Заметим, что без участия водородного цикла объяснить присутствие водяных облаков в «сухих» стратосфере и мезосфере объяснить невозможно.

Неиссякаемым источником потоков глубинного водорода служит жидкое ядро Земли [Маракушев, Маракушев, 2010]. Главными каналами доставки водорода — основные каналы Мировой рифтовой системы, поэтому эти тектонические структуры находят свое выражение на озоновых картах (рис. 2).

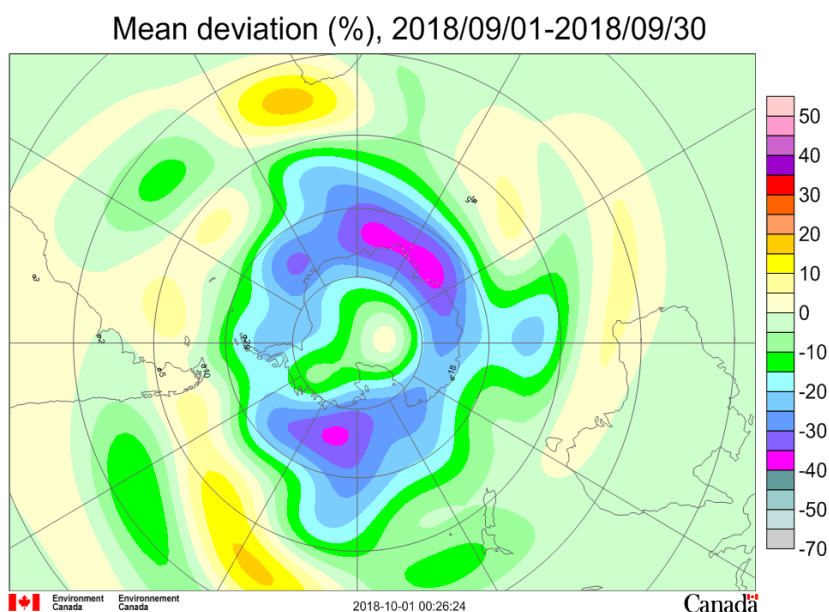


Рис. 2. Среднемесячный дефицит озона над Циркумантарктическим рифтом в сентябре 2018 года. (Здесь и далее карты озона взяты на сайте Select Ozon Maps)

Проблема приземного озона. Сильное разрушение стратосферного озона приводит к синхронному росту концентрации этого газа у земной поверхности [Grewе, 2006; Белан, 2010, Сывороткин, 2011]. Причина в действии УФ-В излучения на молекулы приземных газов, в результате которого увеличивается скорость фотохимических реакций распада и синтеза молекул кислорода, озона и окислов азота.

В зонах дегазации решающую роль в наработке повышенных концентраций озона играет выделение глубинного метана. В его присутствии при облучении воздуха ультрафиолетом происходит кратный рост концентрации озона. По степени опасности озону присвоен первый высший класс опасности — «чрезвычайно опасные вещества». У хлора (боевое отравляющее вещество) класс опасности второй. Озон поражает органы дыхания, а также обладает мутационным и онкогенным действием.

В последние годы был обнаружен факт аномально высоких концентраций озона в курортных местах Центральной России и Крыма, удаленных от промышленных центров: Звенигород, Таруса, Карадаг, Кировская область [Котельников и др., 2012].

Мы объясняем этот феномен повышенной УФ-радиацией в сочетании с выбросами природного метана из разломных зон, которые маркируются реками и морскими берегами. Таким образом, во время разрушения озонового слоя биота, включая человека, подвергается двойному удару – воздействию биологически-активного ультрафиолета и приземного озона.

Озон и погодные аномалии. Многолетний сравнительный анализ карт аномалий концентрации озона и погодных аномалий и стихийных бедствий, проведенный автором, позволил выявить следующие эмпирические закономерности. В зонах повышенной концентрации озона приземный воздух выхолаживается, освобождается от паров воды, давление растет – образуется антициклон. В зонах пониженной концентрации озона приземный воздух нагревается на несколько градусов, давление падает – образуется циклон; в область пониженного давления под отрицательной озоновой аномалией могут смещаться близрасположенные антициклоны. Адвекция значительных масс воздуха резко меняет параметры атмосферы под озоновой аномалией, принося аномальную жару или аномальный холод (рис. 3).

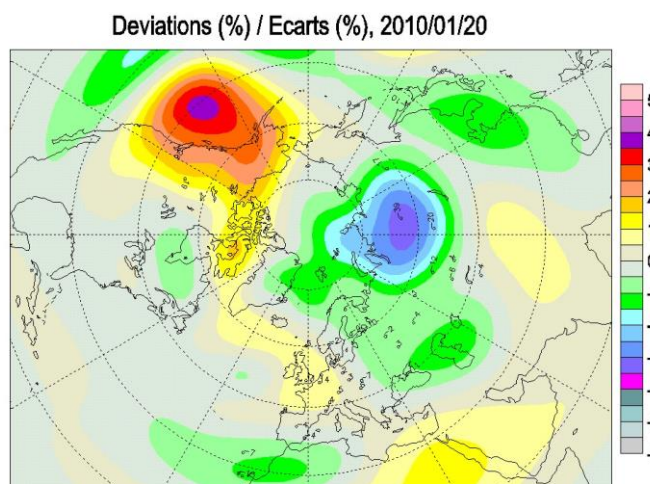


Рис. 3. Аномалии ОСО 20 января 2010 г. в Северном полушарии

На этом рисунке (карта аномалий ОСО) мы наблюдаем «перевернутое» распределение температуры, которое прослеживается по двум рекордам с разными знаками, которые отмечались 19 января на одном меридиане, но в разных широтах. Так, на острове Диксон под отрицательной аномалией ОСО установлен рекорд тепла ($-1,1^{\circ}$),

а в Барнауле под положительной аномалией ОСО обновлен рекорд холода ($-41,6^{\circ}$). В обоих случаях отклонения температуры от нормы превышали 20° . На острове Диксон средняя суточная температура составила $-2,4^{\circ}$, и соответствовала климатической норме Краснодара. А в Барнауле этот же показатель составил $-38,6^{\circ}$, и соответствовал климатической норме Якутска.

Особенно чревата стихийными бедствиями зона контакта разнознаковых (положительных и отрицательных) озоновых аномалий. Здесь соприкасаются огромные массы воздуха с резко различными РТ- параметрами. Их градиенты быстро нивелируются, в результате чего выпадают ливневые осадки в том числе и ледяные дожди. Здесь возникают ураганы, шквалы, бури и наводнения (Сывороткин, 2013).

Физические основы действия концентрации озона на погоду определяются особенностями кислородного цикла Чепмена. Фотолиз молекулы кислорода происходит под воздействием солнечного ультрафиолета – С (длина волны: 100–280 нм.), а распадается молекула озона, выделяя тепловое излучение (900 нм). Планетарный пик концентрации озона («озоновая печь») приходится на высоты (в зависимости от широты) от 10 до 30 км. Под озоновым слоем температура примерно -50°C , выше него – около 0°C , т.е. за счет вышеописанной реакции температура воздуха повышается на десятки градусов, что играет определяющую роль в атмосферной стратификации и циркуляции воздуха.

Особо отметим, что это обстоятельство – влияние концентрации озона на погоду и климат, было учтено в Венской конвенции по охране озонового слоя от 1985г., однако выпало из климатических международных договоров - Киотского протокола и Парижского соглашения. Таким образом, из рассмотрения причин изменения погоды и климата выпал ведущий планетарный процесс, определяющий температурную стратификацию атмосферы.

Природные пожары также связаны с процессом глубинной дегазации [Сывороткин, 2011]. Очевидно, что главные газы планеты, выделяющиеся из земного ядра на поверхность планеты – водород и метан, газы горючие. В определенных соотношениях с кислородом воздуха они способны к самовозгоранию и взрывам. Полный дегазационный алгоритм природных пожаров многофакторный: выбросы водорода – разрушение озонового слоя – приход избыточного ультрафиолета – запуск озонообразующих и озоноразрушающих реакций – повышение температуры и сброс давления в зоне аномалии; смещение южных «горячих» антициклонов в средние

широты – аномальная жара – образование в приземном воздухе повышенных концентраций водорода + метана + озона = самовоспламеняющаяся трудногасимая смесь – пожары.

И так, у широкого спектра природных катастроф есть общая причина – усиление глубинной водородной дегазации. На пути водорода из земного ядра в космос его окисление на геохимических барьерах производит эффекты, которые воспринимаются как катастрофы. В глубинах планеты это землетрясения и извержения вулканов. При выходе восстановительных газов на дно водных бассейнов – массовая гибель аэробной биоты. При подъеме водорода в атмосферу – разрушение озонового слоя. В образовавшиеся озоновые аномалии к поверхности Земли поступает избыточный поток биологически-активного ультрафиолета, который оказывает поражающее воздействие на биосферу, а также запускает озonoобразующие реакции в приземном слое атмосферы. Распад приземного озона происходит с выделением длинноволнового излучения, что обеспечивает аномальный нагрев локальных участков земной поверхности, дестабилизирующих атмосферу и океан («глобальное потепление»).

Исследование выполнено в рамках НИР «Режимы петрогенеза внутренних геосфер Земли» (МГУ имени М.В. Ломоносова).

Список литературы

- Белан Б.Д. *Озон в тропосфере*. Томск: ИОА СО РАН, 2010. 488 с.
- Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. *Биология*. М.: Мир, 1990. Т. 1. 373 с.
- Котельников С.Н. Новая экологическая угроза для России - приземный озон. Его влияние на здоровье человека, животных и растения // Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 5. Человек и три окружающие его среды. М.: Янус-К, 2013. С. 171-179.
- Маракушев А.А., Маракушев С.А. Происхождение и флюидная эволюция Земли // Пространство и Время. 2010. № 1. С. 98-118.
- Перов С.П., Хргиан А.Х. *Современные проблемы атмосферного озона*. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 287 с.
- Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация, озоновый слой, погодные аномалии и природные катастрофы зимы 2012-2013 гг.: снежный шторм, ледяные дожди, природные пожары, массовая гибель рыбы, взрыв на шахте, челябинский болид // Пространство и Время. 2013. № 1. С. 162-173.

Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация и природные катаклизмы в 2011 году: летняя жара и лесные пожары; массовая гибель биоты // *Пространство и Время*. 2011. № 3 (5). С. 162–169.

Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. М.: Геоинформцентр, 2002. 250 с.

Сывороткин В.Л. Дегазация Земли и разрушение озонового слоя // *Природа*. 1993. № 9. С. 35–45.

Grewe V. The origin of ozone // *Atmos. Chem. Phys.* 2006. V. 6. No. 6. P. 1495-1511.

СТРУКТУРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОБОЛОЧЕК ЗЕМЛИ**Т.Ю. Тверитинова***Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*tvertat@yandex.ru

Поставленная тема навеяна наблюдением облачного покрова Земли в полетах Москва — Иркутск и Москва — Душанбе. Часто распределение облаков напоминало структурные рисунки литосферы. В облачном покрове можно было видеть «линеAMENTы», которые ассоциировались с зонами разрывного характера, разделяющими более изометричные блоковые структуры. Вдоль «линеAMENTов» часто наблюдались системы кулисно расположенных линейных облачных систем, отражающих сдвиговую деформацию облачного покрова. Размышления над этим структурным феноменом привели к предположению о возможном структурном взаимодействии оболочек Земли. Основные тезисы концепции включают следующие моменты:

1. Земля представляет собой систему структурно-связанных между собой оболочек разного состава, между которыми осуществляется постоянное взаимодействие.
2. Каждая оболочка в условиях вращения Земли динамически неоднородна и характеризуется постоянным структурным преобразованием под влиянием различных физико-химических факторов.
3. Главная система структур каждой оболочки связана с общей расслоенностью оболочек.
4. Структуры каждой оболочки обладают определенными, присущими только данной оболочке, свойствами, но все включают структуры типа "блоков", "разделов блоков" и структуры "вращения блоков".
5. Несмотря на различные свойства оболочек и входящих в них структур с разными физическими, механическими и химическими параметрами (в том числе скоростью преобразования), между оболочками могут быть в том или ином виде прослежены структурные взаимосвязи.

Вопросы взаимодействия литосферы и атмосферы активно обсуждаются и на семинаре Планета система Земля [Сывороткин, 2023]. В данном сообщении мы рассмотрим влияние структур и процессов в литосфере на структуры и процессы в атмосфере.

Ни у кого не вызывает сомнения, что влияние эндогенных факторов на атмосферу и гидросферу весьма существенно [Хайн, Короновский, 2007]. В первую очередь это влияние связано с дефлюидизацией литосферы. Собственно и атмосфера, и гидросфера в значительной степени представляют собой продукт дефлюидизации литосферы.

Каждая оболочка структурирована. Она состоит из блоков и разделяющих их границ. Процессы взаимодействия и оболочек, и слагающих их блоков осуществляются на разделяющих их границах, которые являются своеобразными зонами концентрации деформаций (ЗКД) различного типа. Относительные перемещения блоков литосферы сопровождаются перераспределением в том числе и флюидной составляющей литосферы. В граничных зонах происходит также обмен энергии контактирующих объектов.

Можно считать, что литосфера связана с атмосферой и гидросферой разделяющими блоки литосферы активными зонами концентрации деформаций, через которые из литосферы происходит истечение флюида, что вызывает в гидросфере и атмосфере определенные возмущения. Процесс дефлюидизации литосферы происходит главным образом в активных зонах концентрации деформаций различного кинематического типа. В свою очередь кинематический тип ЗКД зависит от их ориентировки и направлений действия полей напряжений.

В явлении взаимодействия литосферы и атмосферы через активные ЗКД можно рассматривать, по крайней мере, два аспекта.

Первый аспект. Проявленность системы ЗКД нижних оболочек в верхних. То, что связь структур разных оболочек существует, видно на примере соотношения структур чехла земной коры и нижерасположенных структур фундамента. Обычно над разломами в фундаменте мы видим зоны концентрации складчато-разрывных структур в осадочном чехле. Это взаимодействие происходит как механически, так и с реализацией флюидодинамических потоков вдоль зон концентрации деформаций, что подтверждается закономерными связями месторождений полезных ископаемых с деформационными зонами в фундаменте.

Обратная связь оболочек, то есть воздействие верхних оболочек на нижние, также существует [Хайн, Короновский, 2007].

Над структурами литосферы в приграничных с ней атмосфере и гидросфере структурообразование происходит в появлении здесь аномальных зон с отличными от окружающих пространств особыми физико-химическими свойствами. Это определяет

возможность в той или иной мере оценить влияние структур литосферы на процесс структурообразования в гидросфере или атмосфере, несмотря на резкое отличие механических свойств твердой литосферы и жидкой гидросферы или газообразной атмосферы.

Примерами свидетельств структурной взаимосвязи граничащих друг с другом оболочек является наличие атмосферных и гидросферных зон с аномальными свойствами над крупными структурами литосферы. Так, например, процессы магмо- и флюидогенерации в океанах над рифтовыми зонами и глубоководными желобами приводят к возникновению в толще воды особых биогеохимических зон.

Происходят подобные процессы и в атмосфере. Естественно, существование в атмосфере присущих только ей динамических процессов может маскировать и сглаживать проявление в ней аномальных зон над активными зонами неоднородности в литосфере. Атмосфера выгодно отличается от гидросферы тем, что в ней на разных уровнях (в разных слоях атмосферы) происходит формирование облачных покровов. Поэтому представляется вполне вероятным, что структурные связи между литосферой и атмосферой можно выявить по своеобразным структурным рисункам в облачном покрове.

Дефлюидизации вдоль активных структур литосферы приводит к появлению над ними аномальных зон в атмосфере, которые могут быть выражены формированием в них облачного покрова, отличающегося по своим параметрам от облачного покрова над соседними участками. Если мы видим в одном и том же месте появление аномальной атмосферной зоны, то, скорее всего, это связано с наличием аномальной зоны в литосфере и с ее периодической активностью.

Второй аспект. В литосфере ЗКД характеризуются определенной кинематикой, которую мы можем определить по сейсмологическим, тектонофизическим или другим косвенным данным.

Возникшая аномальная зона в атмосфере над зоной в литосфере, по-видимому, также должна характеризоваться определенной кинематикой. Естественно, эта кинематика связана как с геодинамическими процессами, определяющими общую кинематику структур всех земных оболочек, в том числе и атмосферы, а также с процессами, присущими только атмосфере. Формирующиеся в атмосфере структуры неустойчивы вследствие ее высокой подвижности. Но при долгосрочном изучении структурных рисунков облачного покрова, т.е. своеобразном мониторинге атмосферы,

возможна идентификация определенных структур в зонах над активными структурами литосферы.

Приведем некоторые примеры.

Между городами Мидлмарч и Хайд в регионе Отаго на Южном острове Новой Зеландии в одном и том же месте часто появляется причудливое облако, получившее название «Питомец Тайери» [NASA Earth Observatory / Landsat] (рис. 1). Это вытянутое высококучевое стоячее лентикулярное облако длиной около 11,5 км. Считается, что оно образуется, когда волны влажного воздуха проходят через горный хребет Рок и Пиллар, заставляя водяной пар конденсироваться в вертикальные слои и удерживаться на месте. Дальнейшую форму облако приобретает под действием перпендикулярных ветров, дующих с севера. Возможно, что указанные процессы в атмосфере играют важнейшую роль. Но нельзя не признавать того факта, что ориентировка хребтов здесь связана с геологическим строением, определяющимся меридиональной зоной конвергенции Австралийской и Тихоокеанской плит при преобладании их относительного сдвигового смещения, при котором характерно наличие структур растяжения, вдоль которых может происходить дегазация.

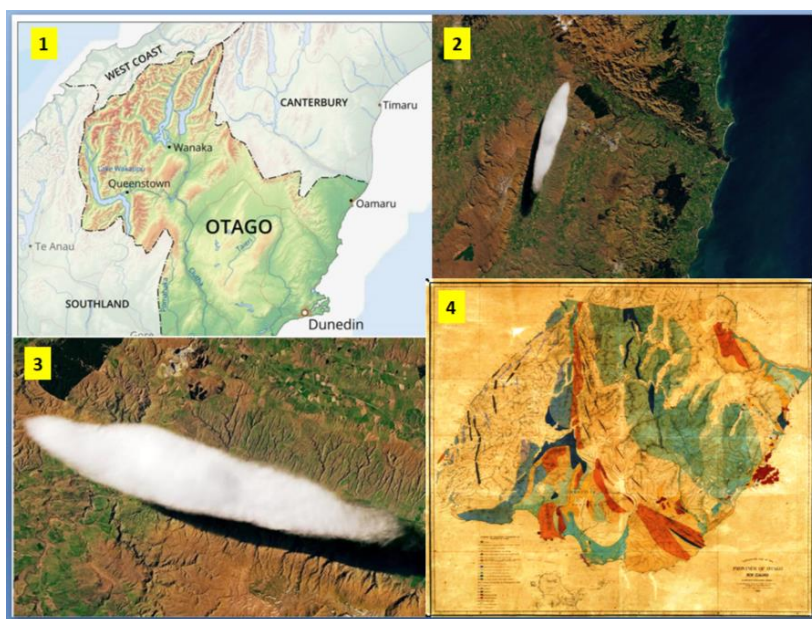


Рис. 1. Облако Тайери в Новой Зеландии. 1 – район Отаго Южного острова; 2 – космический снимок NASA Earth Observatory / Landsat; 3 – более крупное изображение облака; 4 – фрагмент геологической карты Южного острова

При сравнении зимнего космического снимка района Охотского моря с физической картой (рис. 2) хорошо видно, что характер облачного покрова резко изменяется при переходе от суши и обрамляющей ее мелководной зоны с ледовым

покровом к глубоководной акватории. Над глубоководными участками в облачном покрове характерно развитие «полосчатых» структурных рисунков из высококучевых облаков, формирующихся в среднем ярусе тропосферы в виде упорядоченных волн или гряд. В зоне окончания мыса Лопатка на южном окончании Камчатского полуострова и расположенных южнее островов северной части Курильской гряды (Парамушир, Онекотар и др.) регулярная волновая картина нарушается вихревой структурой с закручиванием против часовой стрелки. За Курильской грядой и Курило-Камчатским глубоководным желобом над близлежащей относительно мелководной частью акватории Тихого океана также наблюдается вихревая структура с закручиванием по часовой стрелке. Разделяет две вихревых структуры прямолинейная тектоническая зона Курильской дуги и сопряженного с ней Курило-Камчатского желоба, для которой, судя по описанным структурным рисункам можно предполагать сдвиговую деформацию.

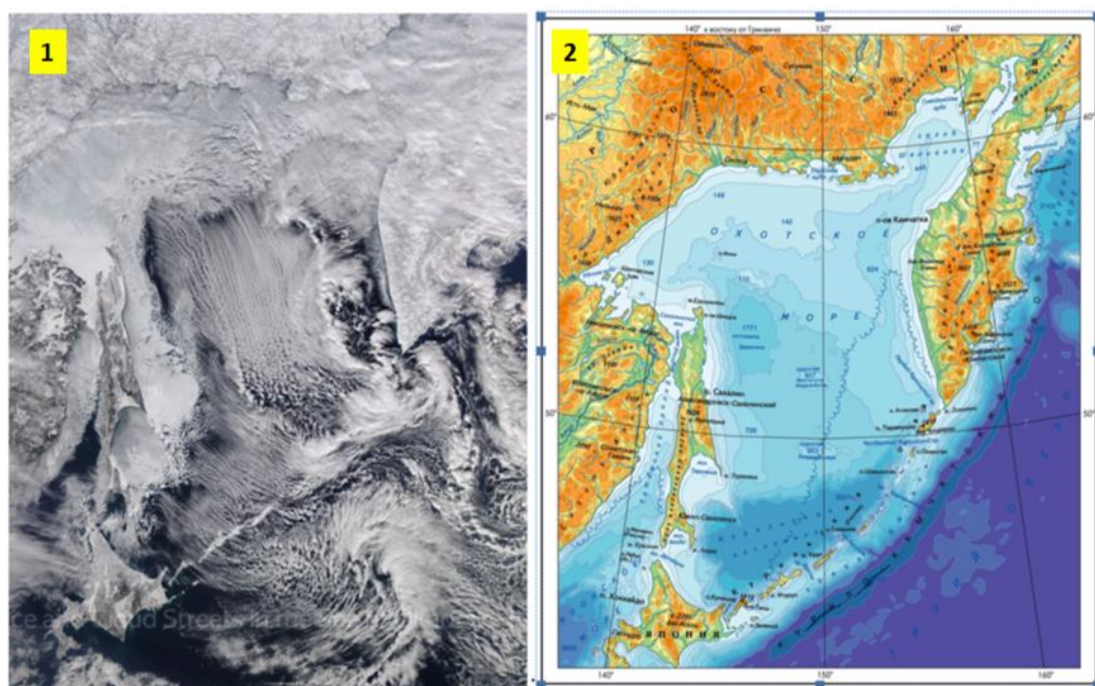


Рис. 2. Облачный покров в Охотоморском регионе: 1 – космический зимний снимок Охотоморского региона; 2 – физическая карта

Приведенные примеры показывают, что в облачных покровах находят определенное отражение структуры литосферы. Это касается, во-первых, наличия структур, порождающих аномалии в атмосфере. Во-вторых, при благоприятных условиях по структурным рисункам в облачном покрове можно предполагать и кинематику некоторых структур.

Таким образом, несмотря на различные свойства оболочек и входящих в них структур с разными физическими, механическими и химическими параметрами (в том числе скоростью преобразования), между оболочками могут быть в том или ином виде прослежены, кроме прочих, и структурные взаимосвязи.

Список литературы

Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация Земли и облачные системы // Материалы XXXII Всероссийского с международным участием междисциплинарного семинара-конференции "Система Планета Земля". М.: Перо, 2023. С. 307-315

Хаин В.Е., Короновский Н.В. Планета Земля. От ядра до ионосферы. М.: КДУ, 2007. 244 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С ПОИСКОВЫМИ МАШИНАМИ В 2025 г.**А.В. Тertyшников***Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова*atert@mail.ru

В 2025 г. были проведены эксперименты с помощью поисковых машин по сбору и анализу информации об активности Интернет-популяции при сейсмической опасности. Исследования активности Интернет-популяции (сообщества Интернет-пользователей) интересны для «Сенсорной экологии», где исследуют взаимодействия, которые позволяют зафиксировать влияние изменений геофизических полей на поведение и функции определенных физиологических систем (органов чувств) организмов, которые получают, обрабатывают информацию из окружающей среды и реагируют на ее изменения, обмениваются энергией и сенсорной информацией. Выгода от сенсорной информации в том, что человеческое восприятие, в основном, визуальное, а другие виды организмов активно используют другие органы чувств. При этом, через визуальное восприятие людей возможна оценка экологических и сенсорных сигналов различных популяций, что определяет новые возможности для экологического и сейсмического мониторинга. Наличие у человека второй сигнальной системы позволяет зафиксировать эти процессы и явления. Необходимы технологии автоматизированного сбора и анализа сенсорной информации при возмущениях геофизических полей.

Результаты эксперимента представлены для сильных землетрясений России в 2025 г. Активность Интернет популяции по выбранным запросам заблаговременно повышалась перед всеми землетрясениями.

При анализе временного ряда оценок популярности запроса использовалось несколько подходов: по первым моментам распределения среднесуточных оценок популярности запроса в скользящем окне различной ширины, а также нормированные амплитудограммы среднесуточных оценок популярности запроса в скользящем окне за предыдущие 32 суток. Для оперативной оценки оказалось удобно использовать оценку коэффициента эксцесса – упорядоченность запросов.

Приведены также результаты расчета вариаций трехчасового коэффициента эксцесса потока низкоэнергичных нейтронов в Анапе для землетрясения в Дагестане.

Таким образом, выявленная активизация сенсорных взаимодействий Интернет-популяции заблаговременно проявилась как предвестник сильных землетрясений.

ИТОГИ МОРСКИХ ЭКСПЕДИЦИЙ 2020-2021 ГГ.

А.В. Тертышников

Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федороваatert@mail.ru

Аннотация. Приведены сведения о морских экспедициях 2020-2021 гг. в Южном и Северном ледовитом океанах и результаты измерений магнитных склонений в высоких широтах. Эксперименты проводились на НИС «Профессор Молчанов», на НЭС «Михаил Сомов», гидрографических судах «Горизонт» и «Маршал Геловани».

В расчетах координат магнитных полюсов Земли использовано сравнение измерений по квазизамкнутому маршруту судна с данными магнитных склонений по модели Международного геомагнитного аналитического поля IGRF13 (International Geomagnetic Reference Field) с выбором минимальной невязки – решалась простая обратная задача на соответствие для гладких функций. Рассмотрена технология оценки магнитной девиации судов.

Ключевые слова: компас, магнитометрия, магнитная буря, модель, позиционирование, полюс, эксперимент

Введение. Магнитные полюса являются ключевыми элементами моделей магнитного поля Земли, которое формируется главным магнитным полем (вклад до 95%), аномальным полем из-за намагниченности пород земной коры (вклад до 30 %) и внешним полем (вклад до 20 %) от токов в ионосфере и магнитосфере. В модели главного магнитного поля Земли используется модель магнитного диполя в центре Земли. Ось диполя наклонена к оси вращения Земли и пересекает поверхность Земли в двух противоположных точках, называемых геомагнитными полюсами. Фактическое положение зон магнитных полюсов, где магнитное поле на поверхности Земли квазивертикально, не совпадает с зонами геомагнитных полюсов [Тертышников, 2014].

Определение положения магнитных полюсов затруднено их труднодоступностью для прямых измерений, сложными гидрометеорологическими условиями. Практические возможности удаленного определения положения магнитных полюсов Земли реализованы в спутниковых (например, КА CHAMP и Swarm) измерениях магнитного поля Земли. Их точность определяется качеством координатной привязки измерений, суточными вариациями магнитного поля, магнитными бурями, достигая 5-10 %

[Тертышников, 2020].

Справочные координаты магнитных полюсов есть в Международной геомагнитной опорной модели IGRF (International Geomagnetic Reference Field, [Aiken, 2021]), модели WMM [World Magnetic Model, 2020], коммерческой Британской глобальной геомагнитной модели BGGM (British Global Geomagnetic Model) Британской геологической службы.

Расчеты положения полюсов по данным высокоточных наблюдений сети магнитных обсерваторий (INTERMAGNET) и спутниковых измерений проводятся раз в 20-30 лет. Внутри этих сроков каждые 5 лет проводится корректировка моделей магнитного поля Земли [Тертышников, 2024].

Для поиска координат Южного магнитного полюса (ЮМП) Земли с 1958 года каждые 20-25 лет предпринимались морские экспедиции. Они заканчивались безрезультатно, в том числе из-за того, что суточные вариации координат ЮМП оцениваются в интервале до ± 30 км. Положение Северного магнитного полюса (СМП) было впервые определено в 2021 г. [Тертышников, 2024].

Схема экспериментов. Для оценки положения магнитных полюсов использовалось сравнение измеренных магнитных склонений с модельными по квазизамкнутому маршруту судна с выбором минимальной невязки [Тертышников, 2024]:

$$\frac{\oint_{t=0,T} (\varphi_{\text{изм}}(t) - \varphi_{\text{модель}}^{\text{зод}}) dt}{T} \rightarrow 0, \quad (1)$$

где φ – магнитное склонение по измерениям и по модели, t – время, T – продолжительность эксперимента по времени по квазизамкнутому маршруту движения судна.

Выбор протяженного квазизамкнутого маршрута обусловлен попыткой частично нивелировать эффекты магнитной девиации судна, со штатных приборов которого производятся измерения магнитного курса и координат.

Минимизация средней невязки по квазизамкнутому маршруту реализуется подбором используемого в (1) времени в модели магнитного поля Земли. Это простейшая обратная задача для гладких функций. В качестве модельной основы магнитного поля была выбрана модель IGRF13.

У поверхности Земли в районах магнитных аномалий ошибка склонения может превышать $7-10^\circ$ [Tertyshnikov, 2024, Тертышников, 2024]. С учетом опыта измерений

магнитных склонений в Южном океане [Tertyshnikov, 2024] для выбраковки аномальных невязок использовалось условие:

$$\left| \varphi_{изм}(t) - \varphi_{модель}^{од} \right| \leq 5^{\circ}, \quad (2)$$

что снижает потенциальные ошибки измерений от влияния береговых эффектов на магнитное поле Земли, потенциальных помех от работы судового оборудования, магнитных аномалий, суточных вариаций магнитного поля, магнитных бурь, ошибок оператора и гирокомпаса.

В набор штатных судовых приборов для экспериментов вошли: навигационный приемник сигналов Глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), гирокомпас (ориентирован на географический полюс), магнитный компас.

Точность показаний гирокомпаса и магнитного компаса составляет до 10 % от единицы деления шкалы [Тертышников, 2020], что достаточно для экспериментов и превышает точность картированных изогон по модели IGRF. Дискретность измерений в экспериментах составляла 1 час.

Разница показаний магнитного компаса и гирокомпаса в точке измерений соответствует магнитному псевдосклонению. Влияние аномального магнитного поля на фоне основного магнитного поля мало. Если протяженность квазизамкнутого маршрута существенно превышает размеры магнитных аномалий, то их влияние войдет в систематическую ошибку измерений. Средняя невязка измеренных магнитных склонений с картированными магнитными склонениями по модели главного магнитного поля Земли на середину времени квазизамкнутого протяженного маршрута будет характеризовать и отклонение СМП от его модельного положения.

Предложенная схема измерений позволяет проводить эксперименты по определению магнитного полюса на значительном удалении от него.

Результаты измерений магнитных склонений. Южный магнитный полюс. Первый успешный эксперимент по оценке положения ЮМП был проведен в первой декаде апреля 2020 г. на гидрографическом судне «Маршал Геловани» [Tertyshnikov, 2024]. Удаленные измерения положения ЮМПЗ позволяют реализовать принцип «большое видится на расстоянии», а зона с ЮМПЗ превращается в точку.

В состав использованного оборудования для получения данных измерений вошли штатный судовой: навигационный приемник сигналов ГНСС, гирокомпас, ориентированный на географический полюс, магнитный компас. Точность гирокомпаса и магнитного компаса на значительном удалении от зоны ЮМП оказалась вполне

достаточной для проведения эксперимента и превышала точность картированных изогонов (линий равных магнитных склонений – разницы между направлением стрелки компаса и направлением на истинный север, то есть вдоль оси вращения Земли) по модели IGRF. Дискретность измерений составляла 1 час.

Для отрезка наблюдений с 17-00 по московскому времени 06.04.2020 до 13-00 09.04.2020 маршрут измерений представлен на рис. 1 в прямоугольной проекции координат на фоне веера изогонов по модели IGRF13 на 01.01.2020 г. в спокойных геомагнитных условиях.

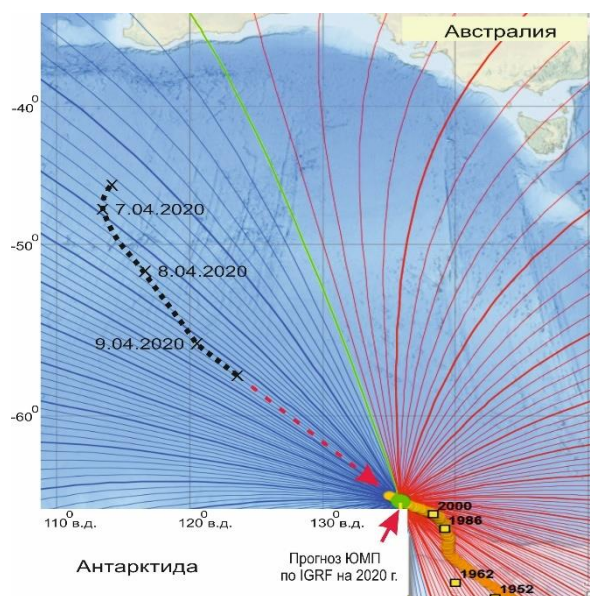


Рис. 1. Маршрут эксперимента на картах с изогонами по IGRF12

Синий цвет изогон указывает на отклонение модельного магнитного склонения на север, красный – на юг, зеленая линия – граница между ними. Красная стрелка в продолжение маршрута измерений ориентирована на предполагаемое положение ЮМП. Желтые квадраты соответствуют рассчитанному положению ЮМПЗ по данным высокоточных измерений магнитных обсерваторий на указанный год. Оранжевая кривая – результаты моделирования смещения ЮМП по модели IGRF13.

Для измерений с «Маршала Геловани» в Южном океане проявилась тенденция увеличения невязки между положениями ЮМПЗ по эпохе 2000 г. и 2020 г. Это могло быть обусловлено завышением скорости смещения модельного положения ЮМПЗ на 2020 г. На фоне небольших скоростей смещения за год [Тарасов, 2012] можно ограничиться этим выводом, так как суточные вариации ЮМП варьируют в интервале

до ± 5 лет. Для решения вопроса об аномальном торможении ЮМП надо ждать оценки положения ЮМП по данным магнитных обсерваторий.

По свидетельству [Маршал Геловани, 2020] «...«Маршал Геловани» стал первым судном Тихоокеанского флота, которое достигло района Южного магнитного полюса. По некоторым данным, он смещается на несколько километров в год, и вот его истинные координаты впервые за три десятка лет были подтверждены...». Команда «Адмирала Владимирского», которая должна была встретиться с «Маршалом Геловани» в районе ЮМП, участвовать в эксперименте отказалась.

Северный магнитный полюс. Эксперименты по определению СМП в 2021 г. проводились на НИС «Профессор Молчанов» [Тертышников, 2021], на НЭС «Михаил Сомов» [Тертышников, 2022а], на гидрографическом судне «Горизонт» [Тертышников, 2022б]. Лучшее качество измерений магнитных склонений в навигацию 2021 года было достигнуто на гидрографическом судне «Горизонт». Его маршрут 14.08.2021 г. – 17.09.2021 г. до Земли Франца Иосифа и обратно (рис. 2) проходил по периферии аномалий магнитного поля.

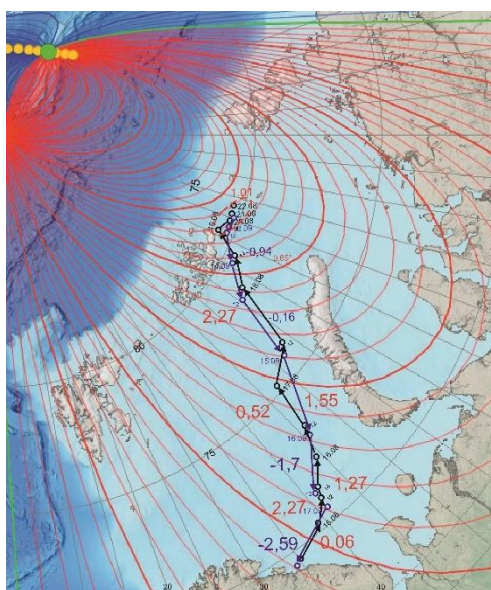


Рис. 2. Среднесуточные невязки магнитных склонений по маршруту эксперимента

Маршрут представлен на фоне рассчитанных по модели IGRF13 изогон на 01.01.2022 г. Модельное ежегодное положение магнитного полюса показано желтыми и зеленой (на 01.01.2022 г.) точками (рис. 2) [Тертышников, 2022б]. Отрезки зеленых линий – это положение нулевых изогон. На маршрутах показана временная привязка судна, в том числе внутрисуточные отметки времени. Показания штатного

навигационного оборудования судна фиксировались штурманом.

Стрелки показывают направление движения. Знак невязок от модельных склонений по IGRF13 представлен синими (отрицательные невязки) и красными (положительные) значениями справа от маршрута к Земле Франца Иосифа и слева на обратном участке маршрута в градусах.

Магнитосфера во время измерений была спокойная. По магнитным данным только 15.08.2021 г. и 13.09.2021 г. К-индекс был 2 [Space..., 2021]. Это слабая возмущенность магнитного поля Земли [Тертышников, 2014]. В конце экспедиции 17.09.2021 г. был зафиксирован К-индекс 3++, что соответствует слабой магнитной буре.

Удачное совпадение и со средним положением СМП позволяет использовать для практики оценки положения Северного магнитного полюса в 2021 г. по модели IGRF13: 156,786° в.д. и 86,400° с.ш. (в 2022 г. 151,272° в.д. и 86,275° с.ш.) [Data Poles, 2021]. СМП со скоростью 60-80 км в год смещается на юго-запад.

Полученный результат подтвердил среднюю оценку положения СМП в двух других экспериментах на НЭС «Михаил Сомов» и на НИС «Профессор Молчанов».

Самый короткий маршрут измерений был на научно-исследовательском судне «Профессор Молчанов» 26.10.2021 – 09.11.2021 г. от Двинской Губы до Новой Земли и обратно. В среднем за маршрут невязка после отбраковки соответствовала положению СМП на апрель-май месяц 2022 г. по модели IGRF13, где смещение изогон за год с 01.01.2021 г. по 01.01.2022 г. составило примерно полградуса магнитного склонения. СКО 2,64 градуса магнитного склонения.

По более протяженному маршруту научно-экспедиционного судна «Михаил Сомов» 10–30 июня 2021 года средняя невязка магнитных склонений с отбраковкой соответствовала положению изогон по модели IGRF13 примерно на август-сентябрь 2020 г. СКО 2,48 градуса магнитного склонения. Маршрут судна также прошел через положительную аномалию магнитного поля при подходе к Новой Земле. Качество наблюдений в этих двух экспериментах было не высоким, на маршруте были длительные стоянки, но средняя невязка за два эксперимента соответствовала модельному положению СМП в навигацию 2021 г.

В экспериментах в Южном океане в 2020 г. и в арктических морских экспедициях 2021 г. также подтвердилось небольшое влияние магнитных бурь на измерения магнитных склонений на фоне невязок при пересечении аномалий магнитного поля Земли. Но знак невязок менялся на обратном пути при пересечении аномалий

магнитного поля. В предложенной схеме измерений, на маршруте «туда-обратно» потенциальное влияние магнитных аномалий при их пересечении фактически компенсировалось, как и влияние намагниченности судов на показания магнитного компаса.

В экспериментах при сравнении оценок невязок учитывались габариты судов: дизель-электроход «Михаил Сомов» по габаритам почти вдвое превышал дизельное НИС «Профессор Молчанов». При этом, электродвигатели НЭС «Михаил Сомов» вносили дополнительные ошибки в показания магнитных компасов, особенно при дрейфе. Поэтому измерения при дрейфе не проводились.

В невязках проявился и береговой эффект у юго-западной оконечности Новой Земли и при подходе к материку в конце маршрутов всех судов.

Выводы. В морских экспериментах 2020-2021 гг. по измерениям магнитных склонений штатными судовыми приборами гидрографического судна «маршал Геловани», НИС «Профессор Молчанов», НЭС «Михаил Сомов» и гидрографического судна «Горизонт» получено хорошее соответствие положения магнитных полюсов с данными модели IGRF13.

ЮМП замедляется в своем смещении.

В 2021 г. модельные координаты Северного магнитного полюса Земли: 156,786° в.д. и 86,400° с.ш., в 2022 г. 151,272° в.д. и 86,275° с.ш.

Технология верификации моделей магнитного поля Земли и оценки положения магнитных полюсов Земли позволяет проводить оперативные измерения на большом удалении от зоны полюсов. В том числе с помощью судовых информационно-аналитических систем, воздушных и космических измерений.

Необходим Центр мониторинга магнитных полюсов Земли.

Список литературы

- Тарасов Л.В.* Земной магнетизм. Долгопрудный: Интеллект, 2012. 184 с.
- Тертышников А. В.* Оценки положения Северного магнитного полюса в 2021 г. // Геодезия и картография. 2024. № 7. С. 59-64.
- Тертышников А.В.* и др. Магнитные индексы. Москва-Обнинск, 2014. 178 с.
- Тертышников А.В.* Оценки положения северного магнитного полюса в 2021 г. по данным с научно-экспедиционного судна «Михаил Сомов» // Гелиогеофизические исследования. 2022, № 34. С. 49-51.

Тертышников А.В. Оценки положения северного магнитного полюса в 2021 г. // Гелиогеофизические исследования. 2022, Вып. 34, С. 49–51.

Тертышников А.В. Оценки положения северного магнитного полюса по измерениям с научно-исследовательского судна «Профессор Молчанов» 26.10.2021 – 09.11.2021 г. // Гелиогеофизические исследования. 2021. Вып. 31. С. 58–61

Тертышников А.В. Способ определения положения магнитного полюса Земли. Патент на изобретение. Заявка 2020134228/28(062757) от 19.10.2020.

Aiken P., Thebault E., Beggan C.D. et al. International Geomagnetic Reference Field: the thirteenth generation // Earth Planets Space. 2021. V. 73 (49).

Data Poles <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/data/poles/SP.xy>

Space Weather Data <http://www.celertrak.com/SpaceData/SW-Last5Years.txt>.

World Magnetic Model. <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/WMM/image.shtml>,

Tertyshnikov A.V. A trend of "geomagnetic jerks" in the inhibition of the earth's south magnetic pole? // Glob J Ecol. 2024. V. 9 (1).

СУЛЬФИДЫ: НОВЫЙ АСПЕКТ**Н.В. Тетерина**teterina.nina@mail.ru

Изучению генезиса сульфидных руд посвящено много работ, но в последнее время они стали преимущественно однотипными. Вместе с тем опубликованы материалы новых исследований, которые могут оживить дело, но пока мало привлекали внимания. Этому и посвящен доклад.

Речь пойдет о работах вулканолога Галины Ивановны Арсановой, геофизика Роберта Михайловича Бембеля и геолога Владимира Леонидовича Сывороткина.

Все они самостоятельные исследователи с большим опытом работы, то есть здесь можно говорить о достоверности, представительности и осмысленности результатов. Еще их отличает знание основ наук и современных научных достижений, что позволяет им противостоять слабо обоснованным гипотезам, но и их выводы не могут не вызывать критики.

Такая характеристика не бросает тень на других. Понятно, что в наше время далеко не всем досталась роскошь непредвзятой глубокой работы с материалом. Тем ценнее то, что они сделали.

В представлениях о генезисе сульфидных руд важную роль играет вода. Предполагается, что гидротермы образовались из проникшей к магматическому очагу морской воды, важной представляется роль воды как окислителя.

Г.И. Арсанова, много лет работавшая на Камчатке, вынесла этот вопрос в заголовок своей статьи: «Вода гидротерм вулканических областей: метеорная или вулканическая?» и решила его в пользу вулканической.

Она пишет: «Самопроизвольное горизонтальное движение холодной воды в область высоких температур и давлений противоречит правилам теплофизики. Ее вертикальное движение, обусловленное гравитацией, ограничено наличием открытых полостей и фазовым переходом жидкой воды в газ, после которого пар начнет подниматься. Прямые наблюдения не подтверждают свободное и быстрое смешение различных контактирующих вод» [Арсанова, 2012].

Она доказывает, что воды вулканических областей имеют глубинное происхождение. В них отмечается высокое содержание редких щелочей, в том числе цезия. Цезий — рассеянный элемент. Он не содержится в окружающих породах и может

быть только глубинным. Воды насыщены газами, а в горячей воде газ не растворим, значит, насыщение газом вызвано иным, глубинным фактором.

Что касается выщелачивания, то силикаты «могут отдать в раствор очень мало своих веществ. Поступать сотни лет в проточном режиме и формировать фактический состав вод они не могут...» [Арсанова, 2020]. Автор приводит и другие доказательства. Для нас важно принципиальное изменение роли воды: вулканическая вода – ювенильная, она здесь и образуется.

Она не просто носитель полезного компонента руд. « О воде, как основном взрывчатом веществе в вулканизме по аналогии с паровым котлом, исследователи догадывались еще со времен взрыва Кракатау в 1883г, а возможно и раньше» [Арсанова, 2020].

Еще В. Аверьев показал наличие в составе вод вулканических областей глубинного эндогенного вещества [Аверьев, 1966]. Согласно его исследованиям количество тепла, выносимого водами этого типа, превышает возможности кондуктивного теплопереноса, что указывает на присутствие эндогенного вещества, энергоносителя.

Энергоносителем является флюид. Г.И. Арсанова посвятила флюиду специальное исследование. Понятие флюида в геологии в настоящее время не определено и многие просто понимают его как смесь горячей воды и пара. В физике флюид это сверхкритическое состояние вещества, наступающее при определенных температурах и давлениях. Флюиды разного состава, в отличие от вод, активно смешиваются. Присутствие диоксида углерода существенно снижает критические параметры воды и расширяет диапазон возможного присутствия флюида в природных процессах.

Флюид имеет низкую вязкость, высокую подвижность и химическую активность, он принимает в себя и переносит вещества. практически не растворимые в жидкой воде в обычных условиях (силикаты, оксиды, сульфиды и другие), но быстро сбрасывает их с падением давления. В водной среде быстро протекают реакции окисления.

Флюид же содержит вещество в немоллекулярной форме, то есть в форме частиц высоких энергий. Это позволяет объяснить случаи длительного преобразования уже отложенного вулканического вещества.

Какие процессы могут вызвать образование флюида и насыщение его газами? Очевидно, это процессы дегазации Земли, на что указывают сами «черные курильщики». Но при обсуждении их строения дегазация обычно не упоминается. Рассматривается

отложение вещества из гидротерм или плюма, т.е. учитывается роль именно морской воды.

Но дегазация глобальный процесс, в настоящее время идет его активизация. Число посвященных ему публикаций растет, потому что влияние дегазации проявляется во многих сторонах жизни. Долгое время к нему не удавалось привлечь внимание. Профессор МГУ геолог В.Л. Сывороткин несколько десятилетий собирал и обобщал данные по разным проявлениям дегазации.

«Газовая оболочка планеты по массе составляет всего лишь миллионную долю массы всей планеты, и сформировалась она в результате грандиозного процесса планетарной дегазации, который начался миллиарды лет назад и продолжается до сих пор» [Сывороткин, 2010]. Но дегазация является и общей причиной глобальных катастроф. Это базовый геологический процесс, определяющий эволюцию планеты. Главными постоянно действующими каналами дегазации служат рифтовые структуры. Активизация процесса явно видна в увеличении числа лишенных гумуса серых пятен на полях Русской равнины. В МГУ и в Тимирязевской академии начаты работы по поиску приемов мелиорации земель в местах проявления водородной дегазации.

Возвращаясь к сульфидам, теперь мы видим, в каком контексте лежит процесс образования руд на дне океана: это не только формирование месторождений, но и крайне важное для всех глобальное явление.

Нас, все же, интересует отложение вещества. Вопросу происхождения вещества посвящены исследования Роберта Михайловича Бембеля. Они вызывают и большой интерес, и яростную критику.

Говорить о происхождении вещества Земли не принято. Подразумевается протопланетное облако. Вопрос кажется теоретическим. Но это не так. Развивая концепцию Ярковского, Р.М. Бембель предположил, что вещество Земли формируется здесь же, в недрах Земли, в процессе излучения из протонного ядра, в процессе дегазации. Это не только дегазация, но и образование вещества, за счет которого происходит рост массы и размеров Земли.

На основе этого Бембель разработал концепцию возобновляемых месторождений углеводородов и их поисков геофизическими методами. Его предположения подтвердились на практике, но споры продолжаются.

В целом такой подход смещает процессы дегазации из разряда последствий магматизма в его причину. Горячая водородно-гелиевая дегазация вызывает расплавление пород, и образование магмы.

Р.М. Бембелю удалось построить наиболее полные общие контуры вполне рабочей гипотезы, которая уже находит подтверждение.

В основе гипотезы лежит солитонный механизм. То есть истечение газов из недр идет не в форме вялотекущих струй, а в виде солитонов: высокоэнергетичных периодических вихрей, вызывающих, в том числе, и извержения вулканов и землетрясения. Потоки солитонов приурочены к узлам тектонических нарушений и действуют длительно. Именно следы чего-то подобного описывают многие исследователи сульфидных месторождений.

Мы коснулись трех направлений работ, которые могут повлиять на дальнейшие исследования современных и древних сульфидных месторождений. Разумеется, возможных направлений больше.

Исследования такого плана особенно важны для Урала. Здесь структуры дегазации, сформировавшие сульфидные и другие месторождения, продолжают действовать в условиях высокого эрозионного среза. Они влияют на состояние отвалов, безопасность в шахтах, катастрофические и просто опасные процессы, на восстановление земель и ведение сельского хозяйства.

В докладе изложены только контуры проблемы как интересного направления общей работы.

Список литературы

Аверьев В.В. Гидротермальный процесс в вулканических областях и его связь с магматической деятельностью. // Современный вулканизм. М.: Наука, 1966. С. 118–128.

Арсанова Г.И. Вода гидротерм вулканических областей: метеорная или вулканическая? // Пространство и Время. 2012. Т. 1. Вып. 1.

Арсанова Г.И. сверхкритическое состояние воды как причина геологических явлений // EARTH SCIENCES. The scientific heritage. 2020. No 45.

Бембель Р.М., Мегеря В.М., Бембель С.Р. Функциональная система Земли концепция разведки и разработки месторождений углеводородов. Тюмень, 2003.

Водородная дегазация Земли. Дайджест, М.: РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2024. Вып. 6 (56).

Сывороткин В.Л. Водородная дегазация Земли и экологические проблемы // Окружающая среда и энерговедение. 2021. № 3 С. 75–90.

Сывороткин В.Л. Дегазационная концепция глобальных катастроф: основные положения, новые результаты. // Современное землеведение. 2010. С. 36–70.

ПРОБЛЕМЫ СОЛНЕЧНО-ЗЕМНЫХ СВЯЗЕЙ

С.Ф. Тимашев¹, В.В. Борог¹, Ю.С. Поляков^{2,3}¹Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт»»²Duality Technologies³USPolyResearchserget@mail.ru

В мае 1907 года в журнале «Месячные записки Королевского астрономического общества» была опубликована статья Эмми Маундер [Maunder, 1907] об изменении активности Солнца при прохождении Земли перигелия, что указывало на прямое воздействие Земли, несмотря на ее незначительные размеры «не только по сравнению с Солнцем, но даже по сравнению с очень многими отдельными солнечными пятнами». Впоследствии было подтверждено, что активность Солнца в перигелии (ноябрь-декабрь) несколько меньше активности в апогее (май-август) и, более того, установлено, что в зимний период несколько возрастает скорость вращения Солнца. Однако физические причины такого изменения солнечной активности и динамики вращения Солнца в результате воздействия Земли в перигелии пока не установлены. Для прояснения этой проблемы и установления физической сущности обнаруженного Энни Маундер эффекта в данной работе проводится кросс-корреляционный анализ временных рядов вариаций $\delta_E(t)$ (t – время) длительности суточных вращений Земли (length of day – Lod), масштабы которых составляют порядка мс, с сезонными (зима – весна – лето – осень) временными рядами $V_S(t)$ солнечной активности (числами Вольфа $W(t)$) в указанные «сезонные» интервалы времени для полного цикла солнечной активности – 1977-1998 гг.

Для анализа используется метод фликкер-шумовой спектроскопии (ФШС) [2-4] с введением двух-временных кросс-корреляторов $q_{ES}(\tau, \theta_{ES})$, характеризующих взаимосвязи между динамическими переменными $\delta_E(t)$ и $V_S(t)$:

$$q_{ES}(\tau; \theta_{ES}) = \left\langle \left[\frac{\delta_E(t) - \delta_E(t + \tau)}{\sqrt{2}\sigma_E} \right] \times \left[\frac{V_S(t + \theta_{ES}) - V_S(t + \theta_{ES} + \tau)}{\sqrt{2}\sigma_S} \right] \right\rangle,$$

$$\sigma_i^2(\tau) = \left\langle [X_i(t) - X_i(t + \tau)]^2 \right\rangle^{1/2}, \quad (1)$$

где τ – «время задержки»; θ_{ES} – параметр «смещения во времени». Знак и величина этого параметра при максимальных величинах $q_{ES}(\tau, \theta_{ES})$ характеризуют причинно-следственную связь («направленность потока») сигналов $\delta_E(t)$ и $V_S(t)$. Данные о солнечной активности (СА) и вращении Земли представлены в виде суточных временных рядов, так что длительность временного ряда для отдельного сезона («зима», «лето») составляет всего около 100–120 значений. На основе базы данных по рассматриваемому циклу СА длительностью около 21 года (около 7500 значений) были сформированы длинные искусственные «сезонные» ряды и соответствующие им временные ряды для вариаций длительности суток.

Временной ряд для каждого из 4-х сезонов (зима-весна-лето-осень) формировался путем последовательной стыковки фрагментов сезонных временных рядов по каждому году 21-летнего цикла при центрировании вокруг чисел, соответствующих середине сезона: 1 января, 1 апреля, 1 июля и 1 октября. Указанный выбор «продолжительности» временных рядов каждого из сезонов был связан с методическими целями – для фиксации кросс-корреляционных связей в области их наиболее выраженных значения (при варьировании θ_{ES}) с целью выявления количественных различий таких связей в «зимний» и «летний» периоды и установления эффекта Энни Маундер. При этом учитываемая при расчетах сезонная длительность для «зимы» и «лета» составляла по 1850 значений, а для «весны» и «осени» – по 1750 значений. Полученные кросс-корреляционные зависимости $q_{ES}(\tau, \theta_{ES})$ для всех усредненных сезонов «зима», «весна», «лето» и «осень» цикла 1976-1997гг. представлены на рис. 1-4. Прежде всего, нас будет интересовать сопоставление указанных зависимостей для сезонов «зима» (рис. 1) и «лето» (рис. 2), различия в которых, демонстрирующие эффект прямого воздействия Земли на активность Солнца, проявляются наиболее отчетливо.

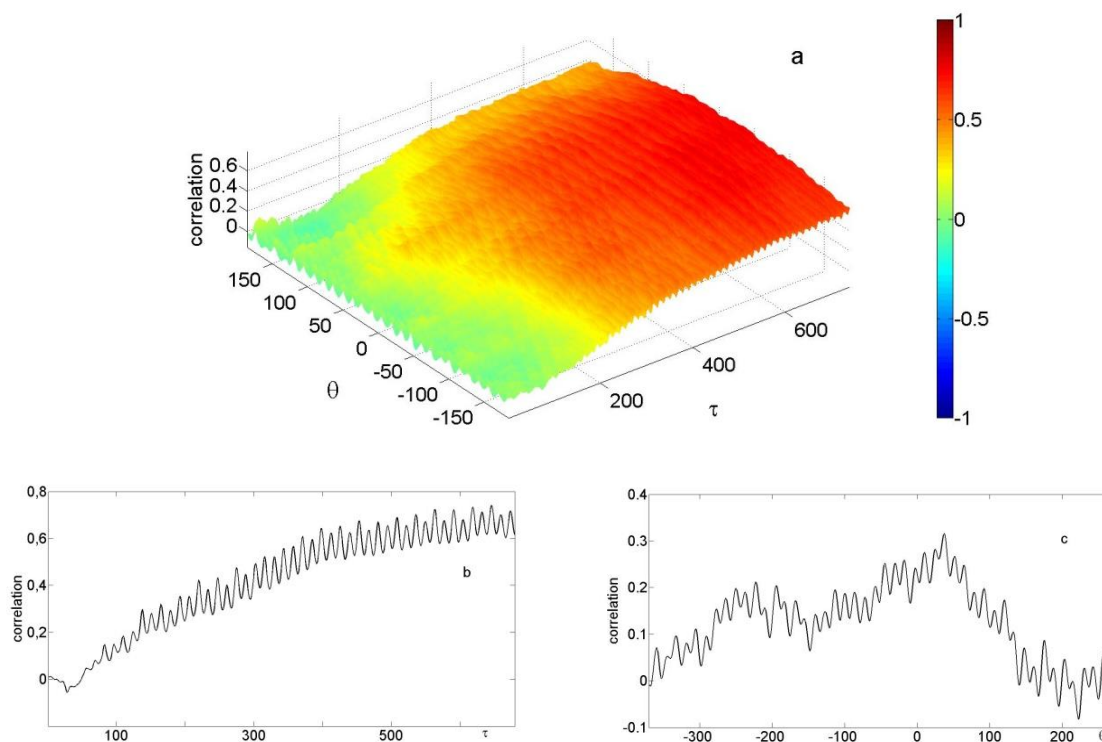


Рис. 1. Двух-параметрическая кросс-корреляционная зависимость «вариации длительности суток в условных единицах (у.е., с.у.) – солнечная активность» для «зимы» (a) и сечения этой зависимости при фиксированных параметрах $\theta_{ES} = 0$ (b) и $\tau = 13$ сут. (c); 1 у.е. = 14 сут.

При обсуждении всего комплекса вопросов, относящихся к установлению природы эффекта Энни Маундер, мы следуем представлениям работ [Тимашев, 2007; Timashev, Polyakov, 2007]. Прежде всего, вводим базовую среду и абсолютную систему отсчета, в качестве которой рассматривается вакуум электромагнитного поля как единая система виртуальных фотонов – ЕМ вакуум. Он «привязан» к расширяющейся («разбухающей») эвклидовой Вселенной, материальные объекты которой оказываются открытыми системами для ЕМ вакуума. «Привязанность» ЕМ вакуума к материальным объектам – атомным ядрам, электронам и другим элементарным частицам осуществляется при казимировской поляризации ЕМ вакуума в окрестности этих частиц вследствие дифильности виртуальных фотонов, которые имеют помимо массовой (условно – «гидрофильной» составляющей) волновую («гидрофобную») составляющую.

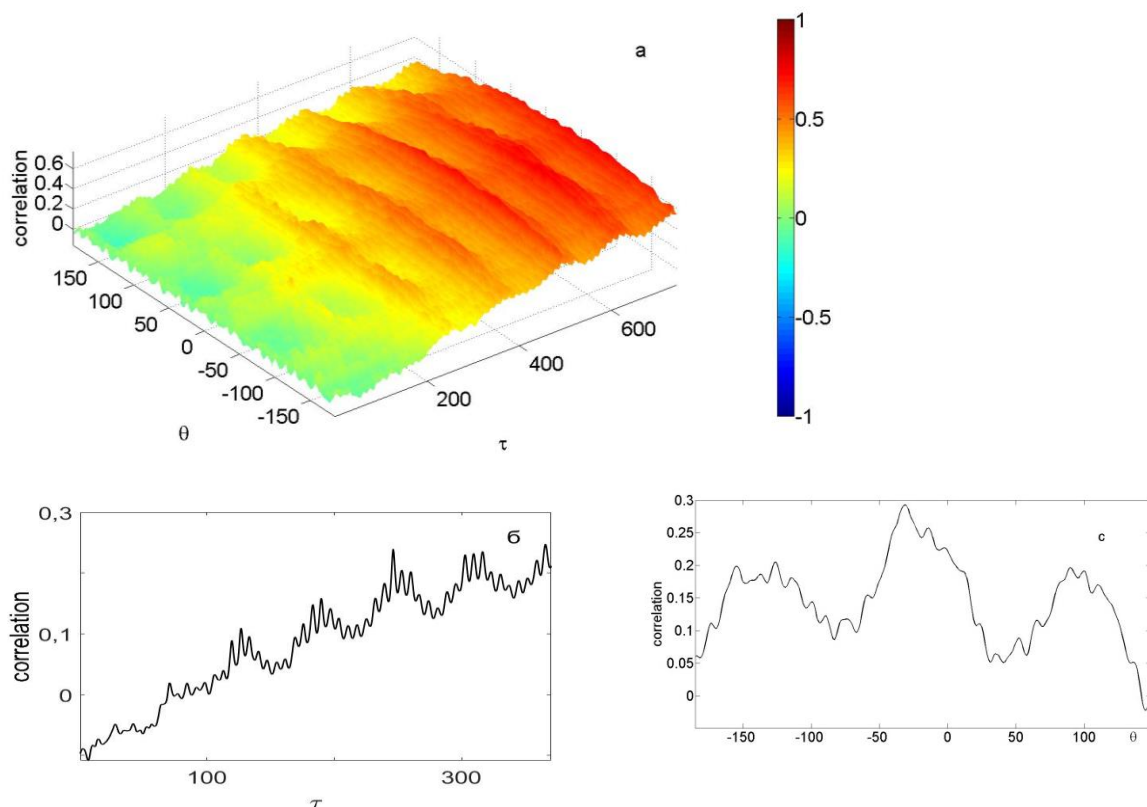


Рис. 2. Двух-параметрическая кросс-корреляционная зависимость «вариации длительности суток в условных единицах (1 у.е.=14 сут.) – солнечная активность» для «лета» (a) и сечения этой зависимости при фиксированных параметрах $\theta_{ES} = 0$ (б) и $\tau = 13$ сут (в)

Представление об ЭМ вакууме как единой системе взаимосвязанных виртуальных фотонов означает, что конвективные потоки материальных масс должны инициировать потоки виртуальных фотонов, в том числе, вовлекаемых в движение при взаимодействии с виртуальными фотонами областей казимировской поляризации движущихся атомов. Естественно полагать, что вращательные потоки виртуальных фотонов ЭМ вакуума в окрестности Земли имеют общую составляющую, соответствующую вращению всей атмосферы Земли. С вращением Солнца также связывается составляющая потоков виртуальных фотонов, которая соответствует вращению атмосферы Солнца – [фотосферы](#), [хромосферы](#) и [короны](#), которая переходит в [солнечный ветер](#).

Следует также считать, что инициируемое вращением Земли вращательное движение ЭМ вакуума простирается, по крайней мере, до областей ЭМ вакуума, на которых проявляется вращательное движение ЭМ вакуума, инициированное вращением Солнца. Земля и Солнце вращаются против часовой стрелки, если смотреть со стороны Северного полюса. Поэтому направление индуцируемых Землей и Солнцем смежных

потоков ЕМ вакуума оказывается противоположным, взаимно тормозящим друг друга. Следовательно, тормозятся собственные вращения Земли и Солнца, поскольку вращательные потоки виртуальных фотонов, связанных с Землей и с Солнцем, охватывают частично и их внутренние области. Именно взаимодействие при перекрытии вращающихся вокруг Солнца и Земли потоков виртуальных фотонов ЕМ вакуума следует рассматривать как единственный фактор, определяющий физическую сущность эффекта Энни Маундер, который ярко проявляется в представленных зависимостях с «кричащими» частотами (на рис. 1, 2), соответствующими 1 и 9 суткам!

Эти зависимости отражают динамику сезонных изменений кросс-корреляционных взаимосвязей Земля-Солнце, связанных, как можно полагать, с некоторыми перестройками конвективной зоны в Солнце под воздействием Земли. Естественно, более сильное воздействие Земля оказывает на активность Солнца в перигелии из-за меньшего (на 5 млн км), чем в афелии расстояния до Солнца. Это с очевидностью проявляется в «смазывании» тонкой структуры представленных на рис. 1 и 2 кросс-корреляционных зависимостей, на которых проявляются указанные характерные для атмосферы Земли частоты как, своего рода, «отпечатки пальцев». Естественно полагать, что происходящие под действием Земли изменения солнечной активности инициируются в соответствии с общим законом Природы – принципом наименьшего действия. При этом, как установлено, изменяется не только излучательная динамика (уменьшается активность) Солнца, но и несколько возрастает скорость его вращения, обуславливая возрастание входящего потока энергии со стороны ЕМ вакуума (см. подробнее [Timashev, 2025]), что, по-видимому, необходимо для последующего восстановления уровня активности и стабилизации скорости вращения. Анализ динамики происходящих сезонных изменений фиксируемых кросс-корреляторов, их качественных различий на интервалах «зима» – «лето» и «весна» – «осень», исключает вклад гравитационных взаимодействий в наблюдаемые зависимости из-за малости различий в отношении расстояний перигелия к афелию (0.967) при орбитальном движении Земли вокруг Солнца.

Наиболее неожиданный результат проведенного анализа – введение представлений об ЕМ вакууме как активной среде, в которой реализуются дальнедействующие связи, формируемые посредством образующих эту среду дифильных «молекул» – виртуальных фотонов. Из приведенных результатов следует также возможность распространения в ЕМ вакууме продольных волн плотности энергии

ЕМ вакуума, генерируемых постоянно действующим источником. Не исключено, что именно такие волны «сопровождают» реальные электромагнитные поперечные волны, обуславливая постоянство плотности потока энергии, переносимой плоской волной. Можно полагать также, что именно рассматриваемый «механизм» уникального по масштабам дальнего действия небесных тел имеет место при широко обсуждаемых проблемах взаимодействия галактик, когда речь идет о несравнимо больших, по сравнению с рассматриваемыми нами для задачи Земля-Солнце, расстояниях. Возможно, именно волны ЕМ вакуума, генерируемые при мощных катастрофических процессах во Вселенной, принимались в известных экспериментах за «гравитационные волны».

Список литературы

Тимашев С.Ф. Атом как открытая диссипативная система в базовой среде — электромагнитной составляющей физического вакуума: феноменология // Журнал физической химии. 2022. Т. 96. № 12. С. 1695-1716.

Тимашев С.Ф. О физической сущности квантовой механики и природы гравитации: феноменология // Журнал физической химии. 2022. Т. 96. № 8. С. 1093-1117;

Тимашев С.Ф. Фликкер-шумовая спектроскопия. Информация в хаотических сигналах М.: Физматлит. 2007. 248 с.

Maunder A.S.D. An Apparent Influence of the Earth on the Numbers and Areas of Sun-spots in the Cycle 1889-1901. // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 1907. V. 67. No. 7: 451–476.

Timashev S.F. Casimir polarization of the electromagnetic field vacuum in the vicinity of particles as a determining factor of their interactions: Phenomenology // Russ. J. Phys. Chem. A. 2025. V. 99. No. 7, P. 1449-1460.

Timashev S.F., Polyakov Yu.S. Review of flicker noise spectroscopy in electrochemistry // Fluctuation and Noise Letters. 2007. V. 7. No. 2. P. R15-R47.

ОСОБЕННОСТИ ВАРИАЦИЙ СУТОЧНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

В.М. Федоров¹, А.О. Агibalов^{1,2}, Д.М. Фролов¹, Е.В. Федорова¹

¹*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

²*Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН*

fedorov.msu@mail.ru

Земля находится в тесном гравитационном взаимодействии, прежде всего, с ближайшими и массивными планетами Солнечной системы. Гравитационное взаимодействие проявляется в виде возмущающего действия на орбитальное и вращательное движение Земли, а также приливного воздействия на ее оболочки (гидросферу, литосферу, атмосферу) [Авсюк, 1996; Дарвин, 1965; Федоров, 2000, 2001, 2002]. Размах периодических приливных деформаций литосферы в сизигийные приливы достигает 0.5 м [Мельхиор, 1968]). При этом в литосфере возникают напряжения, которые накапливаются в процессе постоянных периодических приливных воздействий и могут становиться причиной землетрясений. Периодическая деформация литосферы Земли определяется приливными эффектами связанными, прежде всего с Луной и Солнцем. Целью работы является оценка приливного фактора в динамике землетрясений с моментной магнитудой ≥ 7 .

В качестве исходных данных анализировались календарные даты землетрясений с моментной магнитудой ≥ 7 в диапазоне от 1900 до 2025 гг., опубликованные в базе данных [United..., 2025]. Анализировалось распределение сильных землетрясений в полях астрономических показателей. Астрономические данные извлекались из высокоточных астрономических эфемерид DE-441 [Jet..., 2025]

В качестве астрономических показателей использовались: расстояние Земля – Солнце (которым регулируется параллактический солнечный прилив), расстояние Земля – Луна (параллактический лунный прилив), эклиптическая широта Луны (тропический лунный прилив) и разность геоцентрических долгот Луны и Солнца (которой регулируется фазовый лунно-солнечный прилив). Всего в исследуемом диапазоне для Земли отмечается 1580 землетрясений с моментной магнитудой ≥ 7 . Для каждой календарной даты в этом диапазоне были получены значения отмеченных астрономических показателей, с которыми связано приливное воздействие Луны и Солнца на литосферу Земли. Имеются дни, для которых отмечается 2 и более сильных

землетрясений. Нами рассматривались только дни с сильными землетрясениями – 1509 (не зависимо от их количества в день) и все дни в рассматриваемом временном диапазоне. Размах колебаний каждого астрономического показателя был поделен на 12 равномерных градаций, для которых было найдено число дней с землетрясениями попадающих в градации астрономических показателей (табл. 1, 2). Также по отмеченным градациям распределялись все дни диапазона (1900–2025 гг.).

Табл. 1. Распределение дней с сильными землетрясениями и всех дней в градациях астрономических показателей

Градаци и	Астрономические показатели							
	Для дней с землетрясениями				Для всех дней диапазона			
	Расстояни е Земля – Солнце	Расстояни е Земля – Луна	Широт а Луны	Разност ь долгот Луны и Солнца	Расстояни е Земля – Солнце	Расстояни е Земля – Луна	Широт а Луны	Разност ь долгот Луны и Солнца
1	284	80	249	128	8299	22101	7824	3756
2	113	93	125	129	3706	2874	4047	3823
3	122	111	107	125	3003	3713	3147	3872
4	75	161	97	115	2679	4669	2784	3885
5	83	125	84	114	2513	3423	2605	3821
6	92	107	74	124	2451	3045	2515	3756
7	70	87	75	122	2459	2963	2528	3772
8	76	99	79	114	2544	3023	2591	3815
9	77	110	110	141	2709	3211	2798	3904
10	92	126	106	135	3062	3662	3127	3874
11	157	146	142	141	3837	4841	4059	3823
12	268	264	261	121	8606	8243	7843	3767

Табл. 2. Градации астрономических показателей

Градации	Астрономические показатели						
	Расстояние Земля – Солнце, а.е.		Расстояние Земля – Луна, км		Эклиптическая широта Луны, град		Разность геоцентрических долгот Луны и Солнца, град
	от	до	от	до	от	до	
1	0,983	0,986	356345	360537	-5,301	-4,418	0–30
2	0,986	0,989	360537	364728	-4,418	-3,534	30–60
3	0,989	0,992	364728	368920	-3,534	-2,651	60–90
4	0,992	0,994	368920	373112	-2,651	-1,768	90–120
5	0,994	0,997	373112	377304	-1,768	-0,885	120–150
6	0,997	1,000	377304	381496	-0,885	-0,002	150–180
7	1,000	1,003	381496	385687	-0,002	0,881	180–210
8	1,003	1,006	385687	389879	0,881	1,764	210–240
9	1,006	1,008	389879	394071	1,764	2,647	240–270
10	1,008	1,011	394071	398263	2,647	3,530	270–300
11	1,011	1,014	398263	402455	3,530	4,413	300–330
12	1,014	1,017	402455	406646	4,413	5,296	330–360

В связи с тем, что изменение значений астрономических показателей по дням происходит неравномерно, проводилась нормировка. Она заключалась в том, что число дней с землетрясениями в градации астрономических показателей делилось на число дней в этой градации в диапазоне от 1900 по 2025 гг. В результате были получены нормированные значения распределения дней с сильными землетрясениями. В среднем для одного дня вероятность сильного землетрясения составила 3.291%. Было проанализировано отклонение нормированных значений дат с землетрясениями в полях значений рассматриваемых астрономических показателей от соответствующих средних. Полученные аномалии (в процентах от средней вероятности) вероятности сильных землетрясений для градаций астрономических показателей приведены на рис. 1 – 4.

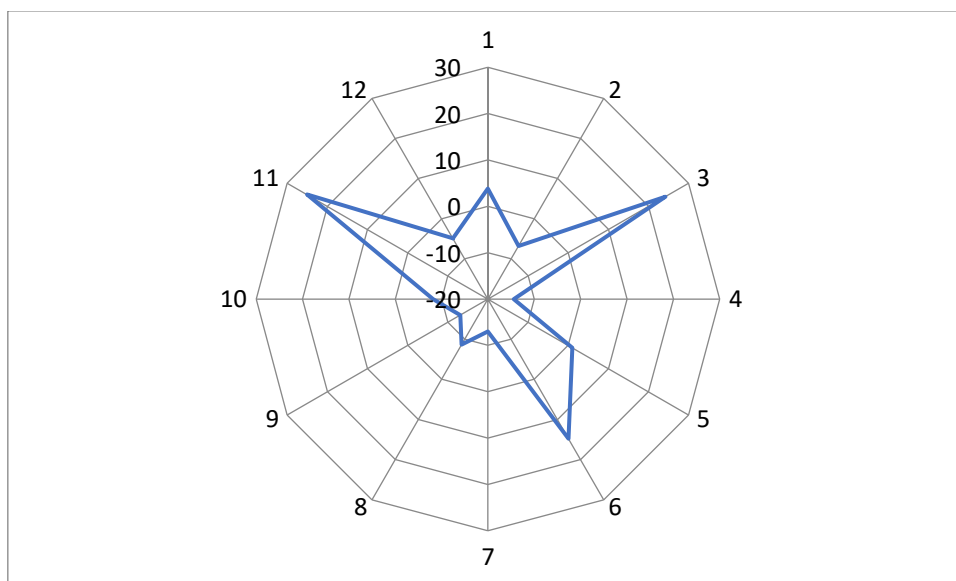


Рис. 1. Аномалии сильных землетрясений в градациях расстояния Земля — Солнце (в процентах от средней вероятности)

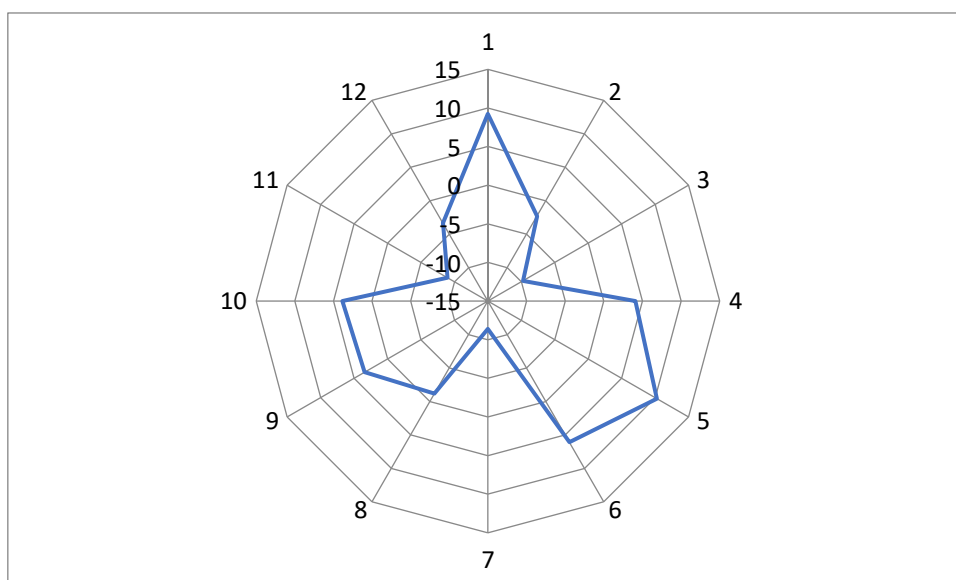


Рис. 2. Аномалии сильных землетрясений в градациях расстояния Земля — Луна (в процентах от средней вероятности)

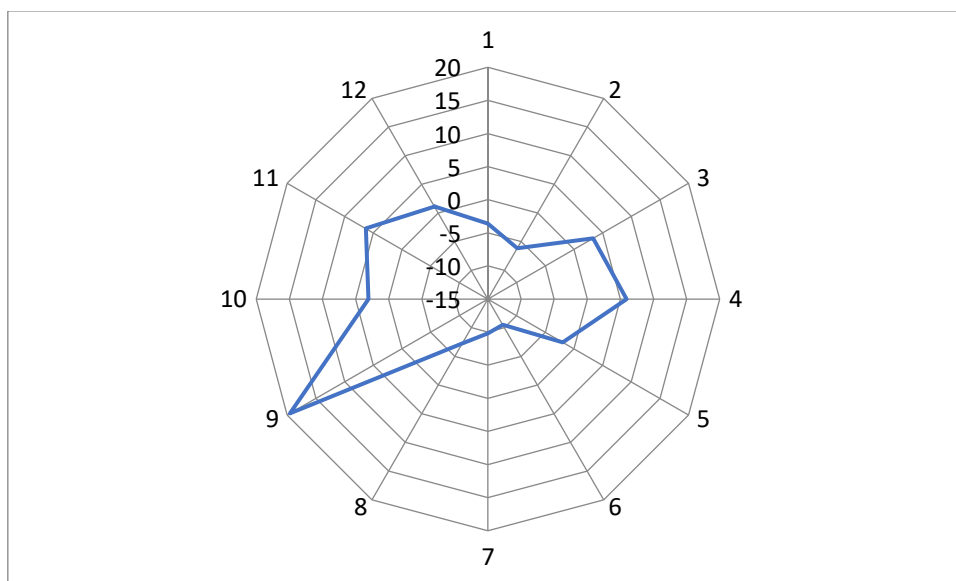


Рис. 3. Аномалии сильных землетрясений в градациях эклиптической широты Луны (в процентах от средней вероятности)

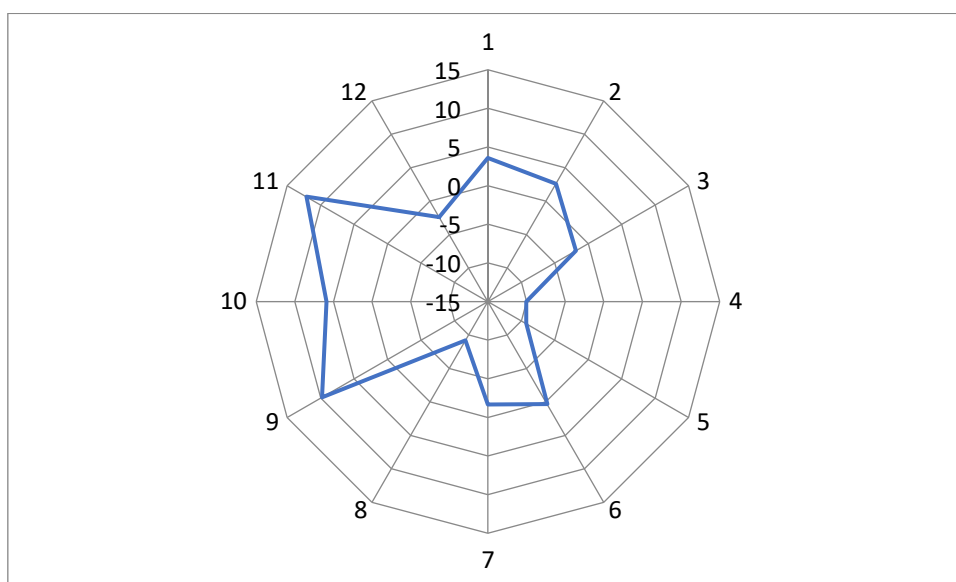


Рис. 4. Аномалии сильных землетрясений в градациях разности геоцентрических долгот Луны и Солнца (в процентах от средней вероятности)

Анализ распределений сильных землетрясений в полях астрономических показателей позволил определить градации астрономических показателей, в которых вероятность событий больше или меньше средней (около 3,3% в день). Так для расстояния Земля Солнце для 3, 6 и 11 градаций (табл. 2, рис. 1) увеличение дневной вероятности превышает среднюю вероятность на 24.214%, 14.791% и 25.077% соответственно. В градациях 4, 7 и 9 этого показателя суточная вероятность события в дни принадлежащих этим градациям снижается на 14.426%, 12.979% и 13.085%,

соответственно. Для показателя расстояние Земля – Луна, в градациях 1 и 5 отмечается увеличение вероятности событий относительно средней вероятности на 9.237% и 10.248%, соответственно. В градациях 3, 7 и 11 суточная вероятность относительно средней, снижается на 9.771%, 11.385% и 8.968% соответственно (рис. 2). В 4, 10 и 11 градациях эклиптической широты Луны превышение суточной вероятности относительно средней составляет 5.938%, 19.535% и 6.317% соответственно. В градациях 2, 6, 7 и 8 (табл. 2, рис. 3) суточная вероятность относительно средней снижается на 6.133%, 10.537%, 9.794% и 7.294%, соответственно. В 9 и 10 градациях разности геоцентрических долгот Луны и Солнца (табл. 2, рис. 4) вероятность событий относительно средней возрастает на 9.806% и 12.133%, соответственно. В градациях 4, 5 и 8 вероятность снижается на 10.027%, 9.292% и 9.173%, соответственно.

Поскольку астрономические показатели рассчитываются в будущее, то полученные результаты могут составить основу долгосрочного прогноза аномалии вероятности сильных землетрясений. Также представляет интерес исследования землетрясений с различными энергетическими характеристиками (магнитудами) в полях астрономических показателей для определения для них диапазонов изменения аномалии суточной вероятности. Кроме того, представляет интерес рассмотрение аномалии вероятности сильных землетрясений для различных пространственных областей (например, широтных зон), для определения региональных особенностей в приливной динамике аномалии вероятности.

Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М.В. Ломоносова (121051100135-0), НИР «Моделирование новейших геодинамических процессов, влияющих на сейсмичность и флюидную проницаемость осадочных толщ», «Проблемы освоения Арктической зоны РФ: опасные экзогенные процессы и риски природопользования» (МГУ имени М.В. Ломоносова) и Государственного задания ИФЗ РАН.

Список литературы

- Авсюк Ю.Н. Приливные силы и природные процессы. М.: ОИФЗ РАН, 1996. 188 с.
- Дарвин Дж. Приливы и родственные им явления в Солнечной системе. М.: Наука, 1965. 252 с.
- Мельхиор П. Земные приливы. Мир, М.: 1968. 482 с.

Федоров В.М. Гравитационные факторы и астрономическая хронология геосферных процессов. М.: МГУ, 2000. 368 с.

Федоров В.М. Особенности широтного распределения вулканических извержений // Вулканология и сейсмология. 2002. № 4. С. 39–43.

Федоров В.М. Сопоставление хронологии вулканической активности Земли с характеристиками ее орбитального движения // Вулканология и сейсмология. 2001, № 5. С. 5–67.

Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology (JPL Solar System Dynamics). URL: <http://ssd.jpl.nasa.gov> (дата обращения 20.09.2025).

United States Geological Survey.
URL: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/> (дата обращения: 10.05.2025)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМАТИКА В КИНЕМАТОГРАФЕ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ОБЩЕСТВЕННОЕ СОЗНАНИЕ

А.А. Фомичева

Российский Государственный Социальный Университет

sovercotane@list.ru

Проблема экологии. Для людей в обществе само понятие «экология» может иметь абсолютно разный смысл, но суть останется неизменной. Экология для человека – это нечто, связанное с природой и окружающей его средой. Что же представляет собой эта наука?

Экология – это естественная наука о взаимодействиях живых организмов между собой и с их средой обитания. Сама по себе она не специализируется на исследовании воздействия человека на природу – этим занимается социальная экология, дисциплина, изучающая взаимоотношения общества и природной среды, а также социальных групп в сфере природопользования. Термин «социальная экология» был введен американскими исследователями Р. Парком и Е. Берджесом в 1921 году. Похожий термин рассматривался и отечественным ученым Владимиром Вернадским. В 1920-х он активно развивал учение о биосфере. В 1926 году вышла его книга "Биосфера", где Земля представлена как цельная система, а живое вещество – как геологическая сила. Он еще не использовал термин "ноосфера" (сфера разума), но заложил для него основу, описывая растущее воздействие человечества на геологические процессы.

Начало XX века стало точкой отсчета для стремительного развития технологий и роста комфорта. Автомобилестроение, электрификация, урбанизация, подъем химической промышленности – каждый из этих факторов способствовал прогрессу, но любая подобная деятельность неизбежно вносила изменения в природное равновесие. Подобное вмешательство характеризуется как антропогенное воздействие – прямое или опосредованное влияние человечества на окружающую среду.

Вековое вмешательство человека в природу дает свои плоды, будь то уничтожение видов животных, загрязнение среды или вырубка лесов. На сегодняшний день каждый человек осведомлен о разных экологических проблемах и последствиях деятельности человека, но откуда именно берутся эти знания? Основным источником знаний традиционно являются книги и образование. Но что происходит, когда эта информация кажется скучной или недоступна широкой аудитории? Всем нам знакомо

выражение «Совместим приятное с полезным», в концепции экологии мы можем применить эти слова тоже весьма удачно, внедряя необходимые знания в общественные и культурные мероприятия. Одним из прекрасных примеров художественного творчества является кинематограф. Кино уже давно предстает как любимейшее всеми развлечение для всех поколений и возрастов, и именно этот формат так хорошо сочетается с подачей необходимой информации. Просматривая комедию или мелодраму, вы не акцентируете внимание на особых деталях, которые видны экологу или биологу. Есть примеры кинематографа, где повествование проблем экологии идет напрямую, и это не единичные случаи.

Одним из них является советский двухсерийный драматический художественный фильм 1969 года «У озера» режиссера Сергея Герасимова. Сюжет: действие фильма охватывает временной период первой половины 1960-х годов. На берегу Байкала работает научная лаборатория профессора Бармина, изучающего озеро. В небольшом поселке растет дочь профессора Лена, в первой серии она оканчивает 10-й класс средней школы. На южном берегу озера собираются строить целлюлозно-бумажный комбинат. Ученый и его сподвижники занимают непримиримую позицию по отношению к возведению комбината, чьи отходы безнадежно испортят экосистему озера.

В фильме с самого начала зрителя подготавливают к основной завязке сюжета, демонстрируя разное отношение людей к одинаковой проблеме. Противостояние состоит в до боли банальной обстановке: девушка Лена, понимающая ценность природы, сталкивается с группой бессовестных туристов. После небольшого противостояния от лица девушки описываются красоты величественного озера и то, сколько прекрасных мест оно в себе таит. Благодаря такому приему зритель проникается к величественному водоему и начинает смотреть на него со стороны девушки.

Еще один конфликт раскрывается в истории отца Лены, ученого-биолога, и его друга. Зрителю наглядно демонстрируются последствия перекрытия ангары и создания братского водохранилища – в частности, страшные мертвые деревья, всплывающие на поверхность водоема. В этой истории отчетливо видны жертвы, на которые идет человек ради своего благополучия, и то, как это отражается на среде.

Основное действие событий разворачивается вокруг стройки целлюлозно-бумажного комбината. Фильм ясно показывает, что интересы профессора Бармина не совпадают с интересами строителей, что стараются организовать комбинат. Позднее на встрече журналистки и ученого зрителю в деталях раскрывают всю ценность Байкала,

упоминая его уникальные свойства. Также на момент уже 69 года говорят о замкнутой системе использования вод Байкала, которую позже даже показывают в действии. Зрителя знакомят с методами очистки, демонстрируя работу биологических очистных сооружений, аэротенков и отстойников для очистки вод. Демонстрация чистоты воды и вкуса показывает, что на первый взгляд все в порядке, но кто-то из прессы задает вопрос «стало быть проблема решена?», на что получает весьма четкий ответ, заключающийся в недостаточной возможности очистных сооружений: от всего объема лишь 38%, может быть очищено и отправлено в озеро.

По сюжету фильма, как и в реальной жизни, стройка целлюлозного комбината на берегу Байкала была спорным решением и по сегодняшний день не приносит положительных эмоций. В данном произведении зритель знакомится с разными проблемами и ему наглядно показывают все последствия прогресса, пусть и на благо отечества. Через серьезное кино мы познаем проблемы экологии и пути их решения, а также проникаем к героям. Старый кинематограф может быть хорошо воспринят взрослой аудиторией, тогда как для молодежи он может оказаться менее интересным и понятным.

В современном мире развитие анимационных фильмов характеризуется огромным количеством идей и способов подачи для любого зрителя. Мультипликационные ленты давно перестали быть исключительно детскими, все чаще они несут большую смысловую нагрузку. Нынешняя молодежь выросла на достаточно обширном списке произведений, сюжет которых затрагивает важные экологические проблемы, актуальные для современного мира, а также футуристические проблемы экологии. Данная тема не раз затрагивалась в различных произведениях отечественного кинематографа, однако более узнаваемыми для широкого зрителя остаются зарубежные работы: «Лоракс», «Рио», «Валл-И» и другие.

«Делай ноги» (англ. Happy Feet) — анимационный музыкальный комедийный фильм 2006 года, совместное производство США и Австралии. Данный мультфильм позволяет юному зрителю погрузиться в среду обитания императорских пингвинов и ознакомиться с основными проблемами их выживания. В процессе повествования от лица животного мира мы проникаем к суровой реальности жизни птиц и их зависимостью от деятельности человека. Люди в данном произведении описываются как «пришельцы», похищающие кормовую базу птиц и угрожающие их выживанию, но сам человек не описывается как злодей истории, настоящим антагонистом показывается его

деятельность и влияние на Антарктиду. Точки соприкосновения с человеческим миром наводят жуткую атмосферу, прекрасно позволяя нам как зрителю ощутить негативное влияние в полном объеме.

Развязка всего произведения доходчиво доносит интересный посыл из мира природы для человека. Необычное поведение животных, как представлено в мультфильме, является одним из ярких примеров того, как природа демонстрирует свою нестабильность и проблемы окружающего мира. Это четко подмечается учеными в произведении, что наталкивает их на более подробные исследования среды Антарктиды и выявления проблем с кормовой базой птиц.

На момент 2006 года Фильм «Делай ноги» вышел, когда тема экологического кризиса в Антарктике, вызванного рыболовством, стала особенно актуальной в мировых СМИ и научных кругах. Создатели фильма, безусловно, были в курсе этих общих проблем и вложили их в сюжет как универсальную и понятную экологическую мораль.

Список литературы

Вернадский В.И. Биосфера. М.: Мысль, 1967.

Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление.

Герасимов С. (реж.) «У озера». Мосфильм, 1969.

Заключительный отчет двадцать девятого Консультативного совещания по Договору об Антарктике: [принят в г. Эдинбург, Великобритания, 12–23 июня 2006 г.]. – Эдинбург: Секретариат Договора об Антарктике, 2006. – 350 с. –URL: https://documents.ats.aq/ATCM29/fr/ATCM29_fr001_r.pdf (дата обращения: 18.01.2026). –

Маркович Д.Ж. Социальная экология. М.: МГУ, 1991.

Миллер Д. (реж.) «Делай ноги» («Happy Feet»). Warner Bros., 2006.

Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975.

Проблема Байкала в зеркале общественного мнения (1960-1980-е гг.). Сборник документов и материалов. – Иркутск: Оттиск, 2017.

ВКЛАД ЭНДОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ МИРОВОГО ОКЕАНА НА РАСТУЩЕЙ ЗЕМЛЕ

А.В. Череповский

АО «Росгеология»

acherepovskij@yandex.ru

Как известно, в последние 150 лет уровень мирового океана неуклонно поднимается, и этот процесс даже ускоряется в последние десятилетия. На Рис.1 показано изменение уровня мирового океана с конца 19-го века. На протяжении 20-го века глобальный уровень моря повысился примерно на 17 см. С 1993 года, когда начались высокоточные спутниковые наблюдения, уровень моря ежегодно повышается на 3,2–3,4 мм. И высказываются прогнозы, что повышение уровня моря до 2100 года может составить от 40 см до 2 м.

Это будет серьезной проблемой для очень многих городов и целых регионов на земном шаре – в частности, для Петербурга и прибалтийских государств, для многих стран Западной Европы – таких как Нидерланды и Дания, для российского арктического побережья и для Флориды в Северной Америке, где так называемые «королевские приливы» уже порой затопляют улицы городов...

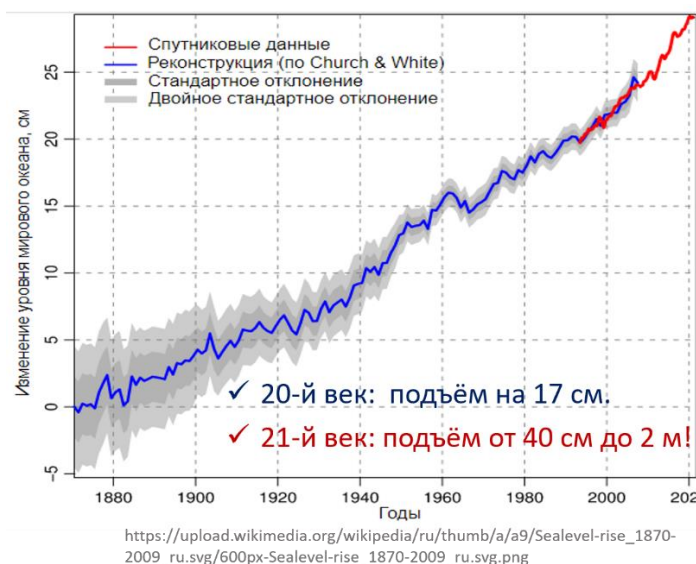
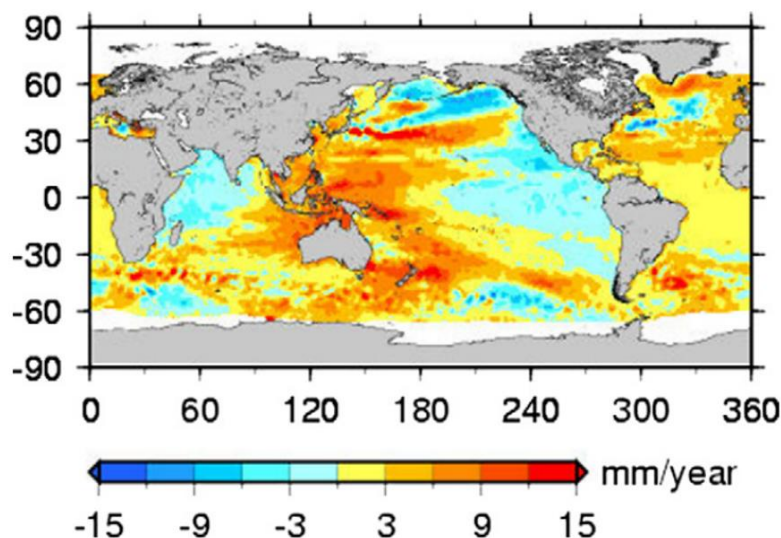


Рис.1. Неуклонное повышение уровня мирового океана.

Любопытно и труднообъяснимо то, что уровень моря по данным спутниковой высотометрии поднимается очень неравномерно в разных океанах и даже в пределах одного океана (рис. 2). Изменения уровня океана по оценкам, сделанным для десятилетия

с 1993 по 2003 год, достигали плюс 15 мм в год для западной части Тихого океана и минус 3 мм в год, а местами и минус 9 мм в год для восточных окраин Тихого океана. При этом глобальное – осредненное изменение уровня моря за период с 1993 по 2006 годы, – оценивается в 3,1 мм в год плюс-минус 0,4 мм в год.



Из работы: [Present-day sea-level change: A review by Robert Steven Nerem et al., 2006 \(USA – France\)](#)

Рис.2. Географическое распределение скорости изменения уровня моря по данным спутниковой высотометрии в период 1993–2003 гг.

Обычно подъем уровня моря в последние десятилетия связывают с глобальным потеплением, из-за которого происходит таяние полярных шапок и тепловое расширение воды из-за повышения средней температуры мирового океана. Есть оценки, что на таяние ледников на суше приходится 1,8 мм/год, а на тепловое расширение воды в океанах – примерно 1,0 мм/год. Остается объяснить повышение уровня океана еще примерно на полмиллиметра в год. Цифра кажется мизерной, но с учетом площади мирового океана, превышающей 360 млн кв.км, это огромный объем воды! И эту третью составляющую повышения уровня океана вполне могут обеспечивать гейзеры и источники минеральных вод на суше и «курильщики» на дне океанов.

Гейзеры довольно хорошо изучены и подсчитаны, и их не так много на Земле – известно всего 6 гейзерных площадок, включая нашу Камчатку, плюс кое-где наблюдаются единичные выходы. А вот количество «курильщиков» пока невозможно подсчитать из-за явно недостаточной изученности дна мирового океана. Детально изучено не более 25% дна океана, но это преимущественно мелководные шельфы. А если говорить о глубоководных океанских впадинах и срединных хребтах, то детальная изученность пока не превышает нескольких процентов. Поэтому общее количество

«курильщиков» и объемы выходящей из них воды пока невозможно оценить, даже примерно. Похоже на то, что струй горячей и не очень горячей глубинной воды, выходящей с разнообразными флюидами через каналы дегазации, тысячи или даже десятки тысяч в одной только Атлантике. В Тихом океане их может быть намного больше, потому что он расширяется в несколько раз быстрее, чем Атлантический океан, и глубинные геологические процессы под его дном, скорее всего, протекают гораздо интенсивнее.

Вполне возможно, что диффузным способом и тонкими невидимыми струйками на дне океанов выходит ничуть не меньше воды, если даже не больше, чем через гидротермальные постройки в виде «курильщиков». Это можно утверждать, поскольку И.Г. Добрецова и ее коллеги из ПМГРЭ установили [Добрецова, 2025], что подавляющее большинство глубоководных сульфидных руд и рудных полей образуется именно при диффузном просачивании флюидов, а не через «курильщики», которые являются скорее штучным товаром.

Есть распространенное мнение о безжизненности дна мирового океана, но это совсем не так. Открытие разнообразной глубоководной фауны – большое событие в мировой науке последних десятилетий. Казалось бы, это должно быть интересно только биологам, а не геологам? На самом деле, наличие морской фауны и в рифтовых долинах, и в глубоководных желобах очень многое меняет и для геологов. Богатая фауна говорит о том, что на дне есть чем питаться, и там есть кормовая база – и вокруг «курильщиков» в бортах рифтовой долины на срединно-Атлантическом хребте, и вокруг вулканов и каналов дегазации в днище долины. Питание идет из-под земли благодаря подъему разогретых флюидов из магматических очагов под Срединно-Атлантическим хребтом.

Но что касается желобов на границах между океанами и континентами, то официальная наука предполагает в них противоположную ситуацию – не растяжение земной коры и подъем глубинного вещества, а наоборот – условия сжатия и затягивания или самопогружения океанической литосферы в мантию. Общепринятой пока является концепция, что глубоководные желоба – это синклинальные складки на поверхности океанической коры, отмечающие места этой так называемой «субдукции» океанической литосферы. Но это совершенно нереалистичная гипотеза...

Известно, что возраст пород на дне океанов не превышает 170-180 млн лет, то есть не более 4-5% от возраста самых древних пород на континентах. Причем возраст пород на дне океанов систематически увеличивается от центров к окраинам. Это стало

однозначным доказательством того, что в наше время происходит расширение всех океанов, но с разной скоростью. Наиболее медленно раскрывается Северный Ледовитый океан – со скоростью примерно полсантиметра в год. Немного быстрее раскрывается Атлантический океан и западная часть Индийского океана – со скоростями 2-3 см в год. Гораздо более высокая скорость раскрытия наблюдаются в южной части Индийского океана, между Австралией и Антарктидой – до 7-8 см в год, а наибольшие значения – в восточной части Тихого океана, на его Восточно-тихоокеанском поднятии – до 8-10 см в год. Тогда получается, что окружность Земли растет примерно на 15 см в год, площадь поверхности Земли на 3 кв.км в год, и радиус Земли – примерно на 2,5 см в год [Блинов, 2011]. Весьма ощутимые значения!

Почему эти фактические данные не были восприняты официальной наукой, когда 60 лет назад в геологии началось великое брожение умов? После открытия молодости и постепенного расширения океанов стало понятно, что от фиксизма с его неподвижными континентами надо отказываться и разрабатывать новую теорию эволюции земной коры и Земли в целом. Идеи расширения Земли витали в воздухе еще с конца 19-го века, но университетская и академическая наука отказывалась рассматривать их из-за отсутствия ответа на главный вопрос: что заставляет раздуваться нашу планету? Однозначный ответ на этот вопрос нельзя получить, потому что размеры небесных тел слишком велики для прямого изучения недр, и об их химическом составе и физических условиях на глубинах в тысячи км мы можем только гадать...

И в результате «революции в геологии» был принят компромиссный вариант эволюции Земли: да, континенты «движутся» (отодвигаются друг от друга), но размеры планеты неизменны. Как это может быть, если во всех океанах идут процессы расширения? Было выдвинуто предположение, что расширение океанов компенсируется самоуничтожением океанской литосферы в зонах «субдукции».

Напомню, что базальтовая океаническая кора покрыта слоем молодых рыхлых водонасыщенных осадков. Сначала предполагалось, что эти осадки будут хотя бы частично сдираться при «субдукции», и перед желобами будут образовываться так называемые аккреционные призмы или линзы. На деле, никакого накопления осадков обнаружено не было. Более того, современные спуски на батискафах, в том числе недавние погружения А.В. Гебука из Института океанологии РАН, о которых он рассказывал на недавней конференции в ИО РАН им. Ширшова, подтверждают

спокойное, почти горизонтальное залегание молодых осадков в глубоководных желобах и их окрестностях.

Геолог-вулканолог Г.И. Арсанова обосновала в своих работах [Арсанова, 2023], что «Гипотеза поступления и нагрева поверхностных и приповерхностных вод и их обогащения минеральной и газовой составляющей в подводящих каналах давно не вписывается в накопившийся фактический материал. Через гейзеры на земную поверхность действительно постоянно поступает новая вода, а часть поверхностной воды планету покидает через атмосферу».

То же самое относится к «курильщикам» и каналам дегазации в бортах и в днище рифтовых долин в срединно-океанических хребтах, с которых мы начали сегодняшний разговор. Модель циркулирующей морской воды выглядит неубедительной по причине специфического состава выходящих флюидов, с высокими содержаниями металлов.

А какая модель может быть более актуальна, чем модель субдукции и циркуляции воды в литосфере и верхней мантии? Я считаю, что верная гипотеза была выдвинута советским ученым Ю.В. Чудиновым [2024], который отстаивал идею о том, что землетрясения, происходящие вдоль наклонных сейсмофокальных плоскостей, вызваны эдукцией – то есть подъемом мантийного вещества, а не погружением океанической литосферы. Тогда глубоководные желоба являются структурами расширения и областями образования новой океанической коры, как и зоны срединно-океанических хребтов. В днищах желобов должна быть самая молодая, а не самая старая океаническая кора. Но пока у человечества нет технической возможности убедиться в том, поскольку бурение скважин с буровых судов и платформ невозможно при глубинах воды более 6 км...

Таким образом, тайн у мирового океана еще много. Будем ждать продолжения глубоководных исследований и новых открытий, доказывающих усиление эндогенной активности Земли и приток глубинных флюидов в гидросферу и атмосферу Земли.

Список литературы

- Арсанова Г.И.* Концептуальная модель гейзерной геологической структуры // Geological and mineralogical sciences. The scientific heritage. 2023. No. 107. P. 29–44.
- Блинов В.Ф.* Растущая Земля: из планет в звезды. Киев, 2011. 305 с.

Добрецова И.Г. Процессы дегазации на Срединном Атлантическом хребте. Доклад на XXVI Международной научной конференции (Школе) по морской геологии «Геология морей и океанов», ИО РАН им. Ширшова, 17-21 ноября 2025 г.

Добрецова И.Г. Обзор подводных курильщиков Срединно-Атлантического хребта // Вестник геонаук, 2025. №1 (361). С. 25–33.

Чудинов Ю.В. Моя геология. Эдукция и расширение Земли. М.: ГЕОС, 2024. 312 с.

УРАВНЕНИЕ ФЕНОТИПА — ЭКОТИПА

В.В. Шабанов

Проблемная лаборатория по разработке теоретических основ управления водным, солевым и тепловым режимами мелиорируемых земель РГАУ-МСХА

515vvsh@gmail.com

Изменение климата и необходимость, в связи с этим, управления биогеоценозами, требует количественной оценки и высокой точности действий, т.к. управление необходимо проводить не только на локальном, но и на глобальном уровне.

С одной стороны это сулит высокую эффективность, а с другой может вызвать чрезвычайные опасения, в случае ошибок управления.

Чтобы не допустить возможных ошибок, управление должно проводиться на основании количественных целевых функций. В частности, функции, показывающей зависимость продуктивности ("здоровья") биологического объекта от изменяющихся условий внешней среды.

В разных сферах деятельности эти функции называются по-разному. Так, в мелиорации это "уравнения требований растений" [Шабанов, 1973] или «уравнения мелиоративного режима» [Голованов, 2015]. В биологических науках это может трактоваться как уравнение фенотипа, а в науках о биосфере, как уравнение экотипа.

Если считать [Большая Российская Энциклопедия, 2007], что фенотип это реализация генотипического потенциала одного вида в определенных условиях «среды происхождения», а экотип это совокупность особей одного вида, связанных с определённым типом местообитаний (условиями внешней среды) и обладающих генетически закреплёнными свойствами, то признаки, определяющие характер экотипа, сохраняются при попадании организмов в иные экологические условия (т.е. требования к условиям внешней среды остаются неизменными).

Среди экотипов различают климатипы, возникающие под влиянием климатических факторов, эдафотипы (влияние почвенных факторов) и др.

Можно предположить, что «взаимоотношения» между живым организмом и абиотическими условиями окружающей среды основаны на сходных закономерностях и могут быть описаны сходными, по структуре, математическими моделями.

Понятие фенотипа было введено Вильгельмом Иогансеном в 1909 году, для разграничения понятий "наследственной программы" (генотипа) и ее реализации в конкретных условиях "места происхождения" данного биологического объекта.

Количественное описание проявления биологических (генетических) признаков в различных условиях внешней среды предпринимались, и сводились к динамическим моделям (зависимость признака формы или продуктивности от времени), в виде «экспоненциальных» зависимостей.

Такой подход был обусловлен очевидной предпосылкой - если фенотип формируется под влиянием «дифференциального закона распределения вероятностей» какого-либо фактора внешней среды, то он должен иметь сходную геометрическую форму.

В данном случае, куполо или колоколообразную. В ряде случаев использовалась модифицированная кривая нормально распределения Гаусса.

Однако, условия среды, под влиянием которых формируется фенотип, во многих случаях ассиметричны и не подчиняются нормальному закону распределения.

В связи с этим появляется необходимость найти фундаментальные основания для построения достаточно адекватной и универсальной модели фенотипа.

Определения

В классической генетике и экологии, фенотип (P) представляется функцией вида:

$$P=f(G; E; G \times E),$$

где: P — фенотип (наблюдаемые признаки живого организма: здоровье, продуктивность, биомасса, урожайность и др.); G — генотип (наследственная основа, совокупность генов); E — среда (внешние условия: состав воздуха, температура, влажность, свет, плодородие почвы и т. д.); $G \times E$ — взаимодействие генотипа и среды (как генотип реагирует на конкретные условия).

Проработанность вопроса

Вопросы влияния генетической структуры на фенотип $P=f(G)$, достаточно хорошо проработаны. Но, в основном, в оптимальных ($E=E_{opt}$), условиях внешней среды. Стохастические закономерности изменения внешней среды в пространстве и во времени $E=f(x, y, t)$, также достаточно хорошо проработаны.

Взаимодействие генотипа и среды $G \times E$ (как генотип реагирует на изменение конкретных условий), на наш взгляд, проработаны недостаточно.

Какими же свойствами должна обладать функция описывающая взаимодействие генотипа и условий среды, изменяющихся в пространстве и во времени случайным образом?

1. Неоднозначность (неинъективность) – одному значению функции может соответствовать два значения аргумента (это фундаментальное свойство живых систем). Неоднозначность обеспечивает избыточность и надёжность (многовариантность достижения одного результата), т.е. адаптивность к изменениям среды и повреждениям.

2. Для выполнения этого условия форма уравнения должна быть мультипликативна. Это «обеспечивает» открытость живой системы и «компромисс» взаимодействий «хаоса и порядка». При этом части мультипликативной системы должны быть взаимодополняющими подсистемами -- $\{X \text{ и } (1-X)\}$.

3. Они должны не только мультипликативно взаимодействовать, но и иметь форму степенных зависимостей, в показатель степени которых входят не только координаты точки оптимума данного биологического объекта (X_{opt}), но и параметр определяющий «ширину оптимального диапазона» - g .

Такое представление функции взаимодействия генетического потенциала и реальных условий окружающей среды, дает возможность очень гибкого представления вида итоговых функций.

4. Для выполнения этих условий, значения аргумента должны быть нормированы на ширину «диапазона толерантности» данного фенотипа.

Основной предпосылкой построения функции должен быть процесс взаимодействия процессов созидания и распада в биологическом объекте:

- степенная зависимость увеличения «скорости» биохимической реакции (синтеза) при увеличении фактора внешней среды --- $y_{\uparrow} = (x/x_{opt})^{g \cdot x_{opt}}$

- степенная зависимость увеличения «скорости» распада сложных биологических структур при увеличении концентрации или энергии (температуры) фактора внешней среды. --- $y_{\downarrow} = ((1-x)/1-x_{opt})^{g(1-x_{opt})}$

Вид уравнения - мультипликативный -- $Y = y_{\uparrow} * y_{\downarrow}$

Где, Y – фенотипический признак живой структуры (относительная продуктивность, здоровье, биомасса, урожайность и пр.); x – фактор внешней среды (потенциал), влияющий на фенотипический признак (интенсивность солнечной радиации, концентрация кислорода в воздухе, влажность почвы, содержание питательных веществ в почве, кислотность почв и пр.); x_{opt} – оптимальное значение фактора в данный момент роста и развития организма

(зависит от места происхождения и генетического потенциала организма); g – коэффициент саморегулирования биологической системы (организма). Этот показатель зависит от генетического потенциала и конкретных условий места обитания в зоне происхождения.

В этом уравнении все значения аргументов и функции нормируются. Минимальное значение фактора равно нулю (от каждого значения диапазона толерантности это значение вычитается, а потом делится на максимальное значение границы толерантности).

Фенотипический признак, также нормируется на максимальную величину $Y(x_{opt})$. Изменяется от 0 до 1.

Таким образом, уравнение получается безразмерным, с осями от 0 до 1. Это во многом облегчает подбор параметров уравнения - x_{opt} и g .

В общем виде уравнение фенотипа – экотипа может быть записано в следующем виде:

$$Y = \left[\frac{x}{x_{opt}} \right]^{g(x_{opt})} \times \left[\frac{1-x}{1-x_{opt}} \right]^{g(1-x_{opt})}$$

В качестве примера приведем график функции фенотипа («здоровья») человека относительно содержания кислорода в воздухе. В нормативных документах, например, [Руководство] и др., содержатся следующие «узловые» точки. Оптимальный диапазон 0,78 – 0,91 (18,72% ---21,84). Оптимальное значение = 20,28%. Изменение концентрации на 1,56% приводит к изменению «уровня здоровья» на 20%. Это временная потеря трудоспособности.

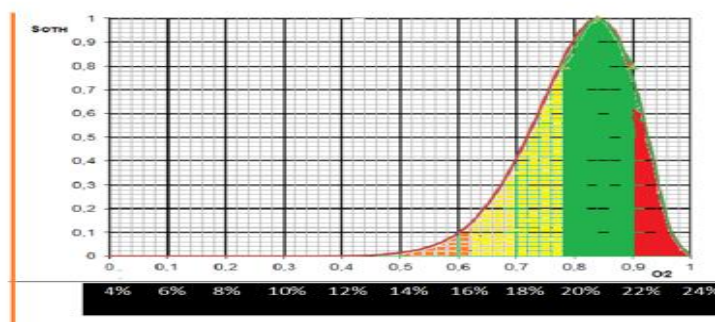


Рисунок. График кривой фенотипа (зависимости уровня «здоровья») человека (ордината) от концентрации кислорода в воздухе - абсцисса. (Более подробное описание исходных данных, планируется привести в презентации, расположенной на сайте ЭБС РГАУ

Можно предположить, что организм здорового человека может адаптироваться к изменению концентрации не более чем на $(1.56\% : 20) = 0,078\%$ концентрации кислорода.

Поэтому (в первом приближении), точность измерения кислорода в атмосфере должна быть не менее $\pm 0,1\%$ концентрации кислорода.

Выводы. Учитывая, что фенотип — это совокупность внешних и внутренних признаков организма, сформировавшихся в результате реализации генетической информации (какие аллели присутствуют), а так же воздействия среды (как эти аллели «проявляются» в конкретных условиях), фенотип — это признак (относительная продуктивность) отдельной особи, складывающийся из генотипа + среда.

Фенотип может быть описан уравнением, которое построено, на приведенных выше, принципах. В общем случае, параметры уравнения могут быть переменными во времени. Как параметризовать уравнение в этом случае, описано в публикациях. [Шабанов, 1973, 2024]

Представляется, что предлагаемая форма уравнение фенотипа может достаточно «гибко» описать результат взаимодействия генетического потенциала вида с окружающей средой.

Экотип — это генетически обусловленный «портрет» популяции, где отбор закрепляет набор адаптивных фенотипов, наиболее выгодных в данной среде. Предлагаемая форма уравнения, когда диапазон «саморегулирования» становится шире (уменьшение коэффициента g), позволяет предположить, что при определенных показателях, уравнение фенотипа может переходить в уравнение экотипа.

Список литературы

- Мелиорация земель. М.: Колосс, 2011. 824 с.
- Шабанов В.В. Биоклиматическое обоснование мелиораций / В. В. Шабанов. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 169 с.
- Шабанов В.В.* Влагообеспеченность яровой пшеницы и ее расчет. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 145 с.
- Шабанов В.В.* Параметризация уравнения мелиоративного режима // Мелиорация и водное хозяйство — основа продовольственной и экологической безопасности. Материалы Юбилейной международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию образования ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова. М.: ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, 2024. С. 83-89.

СОВРЕМЕННЫЕ ГРЯЗЕВЫЕ ВУЛКАНЫ КАК ОТГОЛОСКИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАТАКЛИЗМОВ ДРЕВНОСТИ

Д.Г. Яраханова

Казанский федеральный университет

dilyara.yar@mail.ru

При геологических катаклизмах начинают действовать множество мощных грязевых вулканов, сопровождающихся землетрясениями, в результате чего практически полностью изменяется поверхность Земли.

Их активность связана с нефтегазоносными регионами и зонами тектонических движений с нарушенными структурами, где выходы пластов на поверхность создают естественные каналы для прорыва флюидов [Яраханова, 2024].

Грязевый вулкан дает о себе знать оглушительным треском, подземным гулом и поднятием над морем острова (рис. 1).



Рис. 1. Вид сверху грязевого вулкана

Надо отметить, что в глубине нашей планеты около полутора километров от поверхности имеются горячие водоносные слои, на которые в прошлом веке натыкались геологи при поиске нефти.

Грязевой вулкан является геологическим образованием, представляющим собой отверстие или углубление на поверхности земли (сальза), либо конусообразное возвышение с кратером (грязевая сопка, макалуба), из которого постоянно или периодически извергаются грязевые массы, газы, вода и иногда нефть. В отличие от магматических вулканов, грязевые не извергают лаву.

Основные характеристики грязевых вулканов:

➤ Строение: обычно представляют собой холм плоскоконической формы с воронкообразным кратером на вершине и каналом, уходящим вглубь. Сложен глинистой массой с включениями остроугольных обломков горных пород - сопочной брекчий.

➤ Извержения: проявляются в двух стадиях:

○ взрывной (мощные выбросы высота которых может достигать нескольких километров) и

➤ грифонной (медленное вытекание грязи, в основном приурочена к выходам пластов на поверхность, где под давлением газа из них выделяется нефть, иногда с водой).

➤ Газы: выделяемые газы - в основном метан (может самовоспламеняться, образуя огненные факелы), а также углекислый газ, сероводород, азот, водород.

➤ Размеры: диаметр основания - до 5–6 км, высота - до 300–500 м. Например, Локбатан в Азербайджане - крупнейшие в мире, где их насчитывается более двухсот.

Распространение и известные примеры:

Грязевые вулканы чаще всего встречаются в нефтегазоносных и вулканических областях, особенно в зонах альпийской складчатости, таких как Каспийский бассейн, Кавказ, Таманский и Керченский полуострова, Сахалин, Азербайджан, Туркмения, распространены по берегам Черного и Азовского морей, а также в Новой Зеландии, Италии, Исландии, Венесуэле и Тринидад и Тобаго.

➤ Азербайджан: на Апшеронском полуострове - Гобустан, где грязевые вулканы признаны одним из 50 природных чудес мира.

➤ Россия: на Таманском полуострове - вулкан Шуго (рис. 2),

➤ Плевак (Азовское пекло), Горелое Пекло, Миска, Гнилая гора, Дубовый Рынок. Также - Ачигварский вулкан под Сочи.

➤ Другие регионы: В Туркменистане (Боя-Даг, Кобек), на Сахалине, в Италии, Испании, Мьянме, Венесуэле, на Малайском архипелаге и в зоне Антильских островов.



Рис. 2. Грязевый вулкан Шуго в Анапе, Краснодарский край

Таким образом, на практике рекомендуется использовать и знать:

- Лечебные свойства: грязь содержит йод, бром, сероводород, что придает ей целебные свойства. Вулканы Шуго и Плевак используются для грязелечения.
- Опасность: хотя вулканы кажутся безобидными, они могут быть опасны при извержении - например, вулкан в Сидоарджо (Индонезия) продолжает извергаться с 2006 года, затопляя территории и требуя эвакуации.
- На Марсе: ученые обнаружили потенциальные следы грязевых вулканов, что указывает на возможную геологическую активность в прошлом на этой планете.

Список литературы

Яраханова Д.Г. Нефтегазопрооявления на поверхности планеты Земля // Материалы XXXIII заседания Всероссийского междисциплинарного семинара-конференции геологического и географического факультетов МГУ имени М.В. Ломоносова «Система Планета Земля». М.: Перо, 2024. С. 95.

SEVERAL ZONES OF PAMIR: MAGMATISM, TECTONICS AND METALLOGENY, JOINT ANALYSIS AND SOME PROBLEMS

A.E. Romanko¹, M.M. Malykh², N.A. Imamverdiyev³, O.K. Krinochkina⁴, I.V.

Vikentev⁵, A.T. Savichev¹, A.V. Poleshchuk¹, M. Heidari⁶

¹Geological Institute RAS

²Ministry of Geology, Dushanbe

³Baku State University

⁴Moscow State Building University

⁵Institute of Geology of Ore Deposits RAS

⁶University of Isfahan,

a-romanko@ya.ru

We present some data on different age and different Pamir zones (total crustal thickness of the unique Pamir is up to 75 km). Metallogeny is a satisfactory indicator of magmatism and tectonics here.

Brief outline of metallogeny is as follows.

1. Boron (B) regional mineralization: endogenous boron in skarns at the contact with Cretaceous (K) granitoids, unique? B-deposit Ak-Arhar, S. Alichur ridge, South Pamir. K20 in MZ (K age?) granitoids of this area varies as: 4.3- 8.1 wt. %, Close in this area Pg-diabases dikes (Ni up to 240 ppm in our samples) in S. Alichursky ridge, could also contribute to the formation of this B-rich deposit/secondary deposits. The age of the boron is unclear.

2. Again Boron (B) in tourmalines (dravites) in Mg-skarns in connection with granulite regional metamorphism, noble spinel Kuhu Lal deposit, SW Pamir. Boron is also supposed to come from evaporites, which is genetically important. 3/. Boron and major silver (Ag), minor gold (Au) – Tokuzbulak deposit, Southern Pamir, in connection with Mesozoic (Cretaceous?) granitoids. And here again \

This regional B-mineralization is in favor of one large structure - instead of different far-located individual structures.

Gold (Au) and in Neogene conglomerates. Darvaz, S. Pamir, did Cenozoic (KZ) activation contribute to mineralization? Li, Sn (Trezubets deposit), and W (Ikar deposit) are associated with S-granitoids in the Pamirs and in Afghanistan too.

Local cycles of tectonic-magmatic activity were revealed in the whole Pamir as: 1 = maximum activity — and the next one — 2 = decline in activity. Example: Carboniferous — C

(maximum activity), and Permian — P (decrease in activity), T (maximum activity) — J (minimum); K (maximum) — Pg (minimum); N₂ (maximum) — Q (not clear yet). Joint analysis of magmatism, tectonics, and metallogeny is a productive one.

This study was made due to the State program of the Geological Institute RAS.



**Материалы XXXV Всероссийской с международным участием
междисциплинарной конференции геологического и
географического факультетов МГУ имени М.В. Ломоносова
«Система «Планета Земля» / под ред. В.Л. Сывороткина, А.Ю.
Ретеюма, В.А. Зайцева, А.О. Агибалова**

Издательство «Перо»

109052, Москва, Нижегородская ул., д. 29-33, стр. 27, ком. 105

Подписано к использованию 11.02.2026.

Объем Мбайт. Электрон. текстовые данные. Заказ 120.