

**Институт морской геологии и геофизики
Дальневосточного отделения Российской академии наук.
Сведения о важнейших научных достижениях, полученных в 2019 году.**

1. Получены значения коэффициента затухания морских волн с периодами от 4 до 30 с подо льдом в зависимости от длины волны для прибрежной зоны Охотского моря по данным экспериментальных наблюдений. С использованием модельного дисперсионного соотношения волн подо льдом рассчитаны теоретические значения коэффициента затухания и выполнено их сравнение с полученными из экспериментальных данных по соотношению спектральных энергий волн для открытой воды и подо льдом. Используя полученные значения коэффициента затухания, для амплитуд волн разных периодов можно рассчитать до какого расстояния под припаем будут распространяться волны с критической амплитудой и где возможен разлом льда.

Публикации:

1. Левин Б.В., Ковалев П.Д., Ковалев Д.П., Кириллов К.В. Затухание гравитационных волн под припаем // Доклады Академии наук. 2019. Т. 484, № 4. С. 482-486. DOI: 10.31857/S0869-56524844482-486. [Levin B.V., Kovalev P.D., Kovalev D.P. et al. Attenuation of Gravity Waves in Fast Ice. Dokl. Earth Sc. 2019/ 484 (2): 177. DOI: 10.1134/S1028334X19020041].

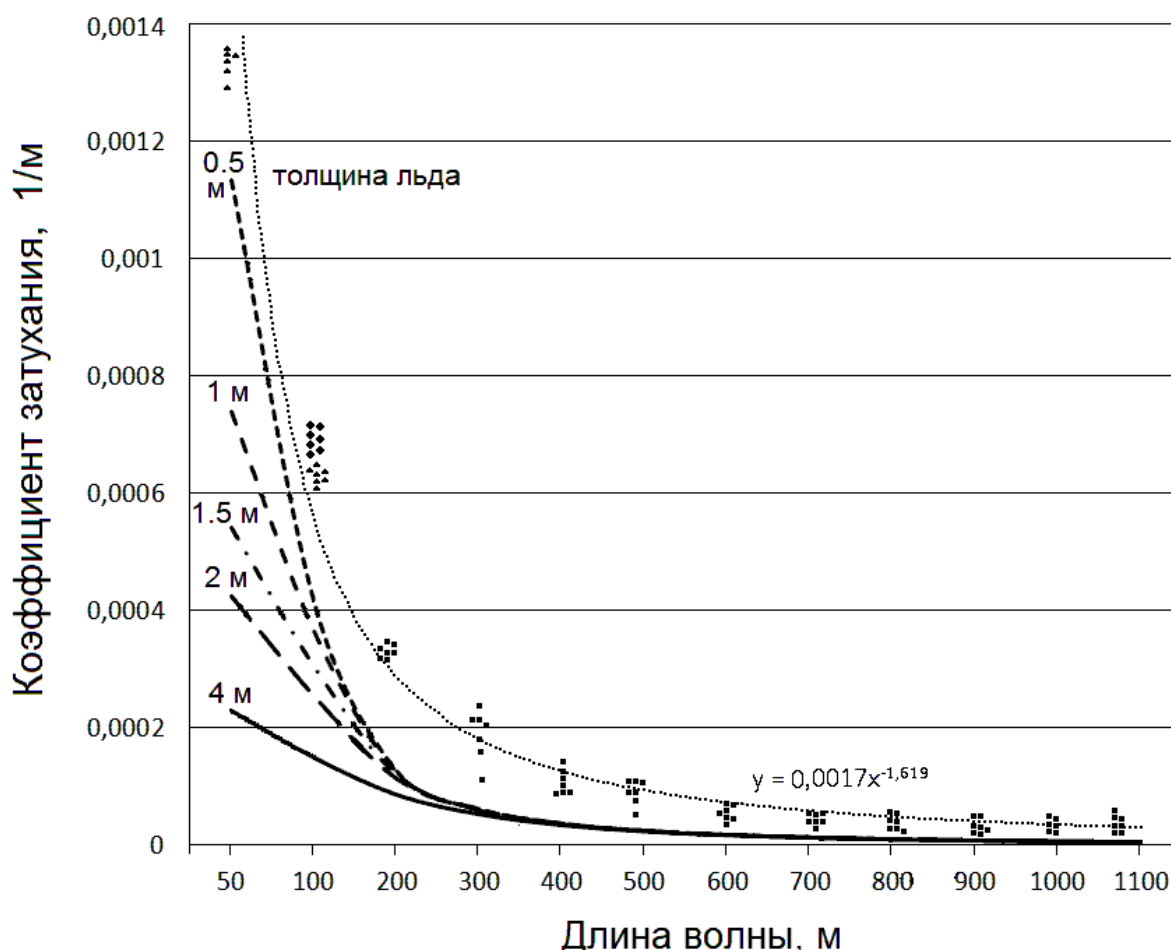


Рис. 1. Значения коэффициента затухания волн α в зависимости от длины волны и толщины льда. Точками отмечены данные из эксперимента: \blacktriangle — для льда толщиной 0,5 м, \blacklozenge — для 2 м, \blacksquare — общие для толщины 0,5 и 2 м. Пунктиром показана степенная линия тренда и приведено ее уравнение для экспериментальных данных.

2. Представлена новая методика среднесрочного прогноза землетрясений, основанная на последовательном применении методов LURR (load-unload response ratio) и СРП (саморазвивающиеся процессы). Результаты расчетов по методу LURR имеют высокий процент реализации не только для территории о. Сахалин, но для региона Новая Зеландия. Технология применения метода СРП в комплексе с LURR апробирована на примере Крильонского землетрясения (23.04.2017, $M=5.0$), которое произошло на юге Сахалина в период действующего прогноза ИМГиГ ДВО РАН. Установлено, что зона максимальных аномальных уровней LURR совпадает с той, где реализуется саморазвивающийся процесс, при этом в других областях таких последовательностей не наблюдается (рис. 1). Прогнозный признак метода СРП выявлен за 2 месяца до сейсмического события, что улучшает прогноз по методу LURR по времени в 11 раз.

Публикации:

1. Zakupin A.S., Kamenev P.A. New Results of the Method of Medium-Term Seismic Forecasting LURR (on the Example of New Zealand) // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2019. Vol. 272. 032065. DOI:10.1088/1755-1315/272/3/032065.

2. Zakupin A.S. Medium-Term Prediction of Sakhalin's Dangerous Seismic Events in the LURR and SRP Models // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2019. Vol. 272. 022021. DOI:10.1088/1755-1315/272/2/022021.

3. Zakupin A.S. Seismic regime of south Sakhalin before the Krillon earthquake 23.04.2017 (LURR and SDP models) // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2019. Vol. 324. 012007. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/324/1/012007>.

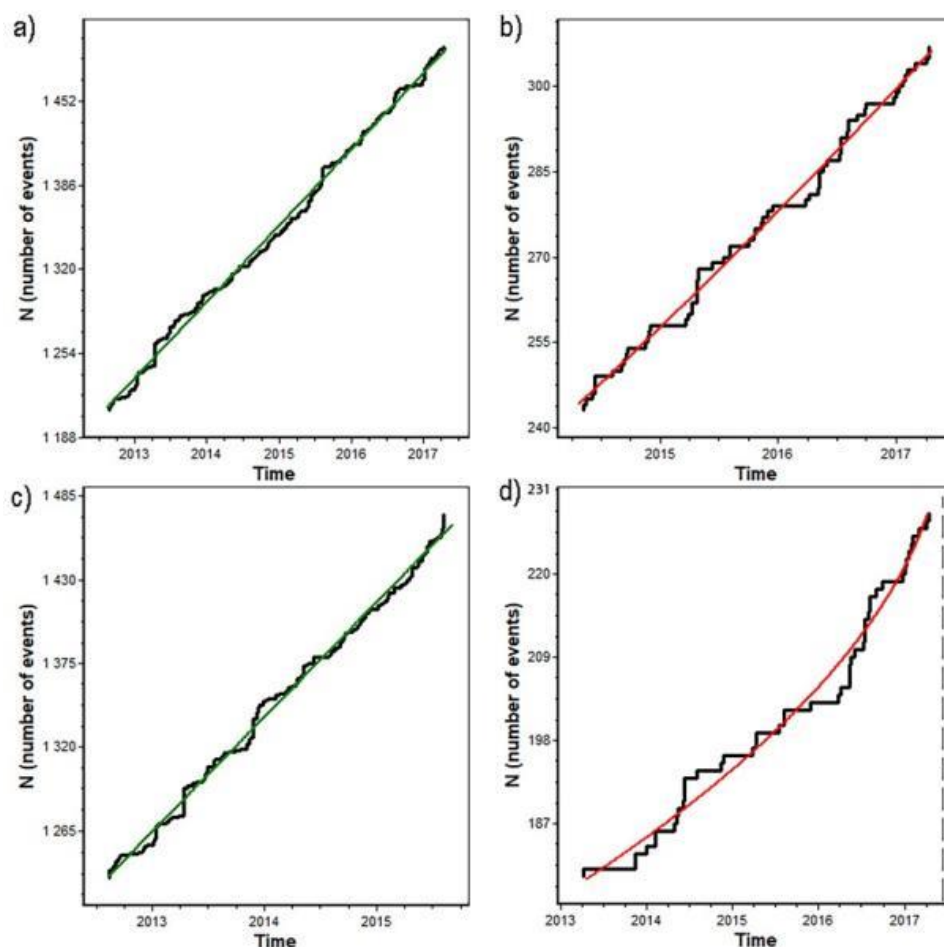


Рис. 2. Сейсмическая активность в различных зонах с результатами расчётов, по которым: СРП не определен (а-с) или выявлен (д). Зеленая аппроксимирующая кривая – стационарный режим, красная – режим с ускорением.

3. Из анализа наблюдений за скоростью вращения Земли и ее вулканической активностью с 1720 по 2015 г. следует, что возрастание вулканической активности совпадает во времени с этапами уменьшения угловой скорости вращения (торможения) Земли. Уменьшение вулканической активности совпадает с увеличением угловой скорости вращения (разгоном). Используются материалы Каталога Смитсоновского института США, всего 160 сильных событий с VEI > 4 (в том числе 25 событий с VEI > 5). В настоящее время (с 2006 г.) Земля вступила в новую стадию торможения, и уже обнаруживается тенденция к усилению активности ряда катастрофических природных процессов.

Публикация:

1. Левин Б.В., Сасорова Е.В., Гурьянов В.Б., Ярмолюк В.В. Связь глобальной вулканической активности и вариаций скоростей вращения Земли // Доклады Академии наук. 2019. Т. 484, № 6. С. 729-733 [Levin B.W., Sasorova E.V., Gurianov V.B., Yarmolyuk V. The relationship between global volcanic activity and variations in the velocity of Earth's rotation. Dokl. Earth Sci. 2019 484(2): 146 DOI: 10.1134/S1028334X19020223].

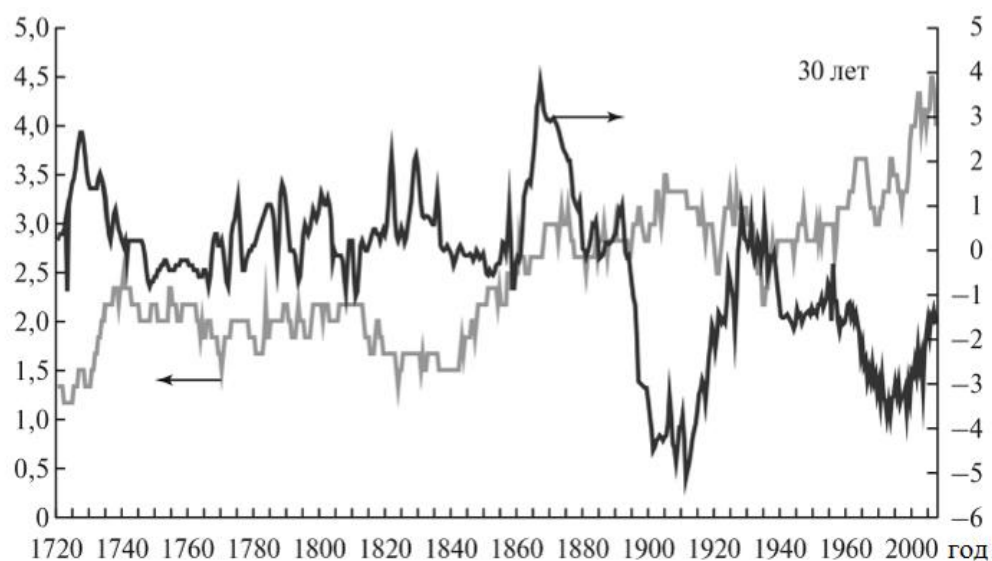
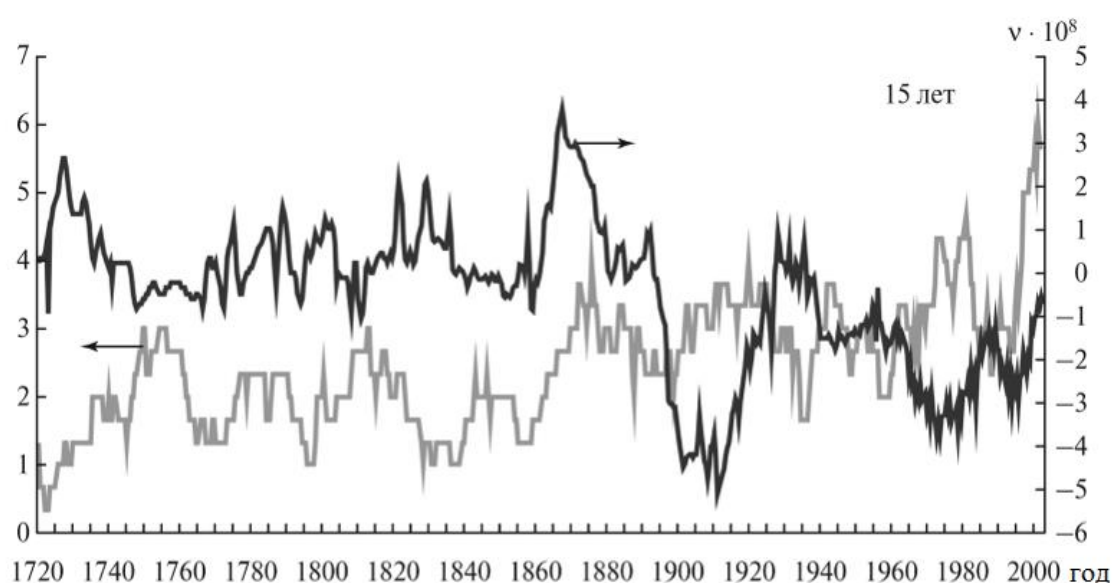


Рис. 3. Сопоставление вариаций относительной угловой скорости вращения Земли и усредненного ряда вулканической активности УВА для скользящего окна в 15 и 30 лет. Дискретность временной шкалы 0,5 года.

4. Впервые получены данные о распределении редкоземельных элементов (РЗЭ) в водах грязевых вулканов о-ва Сахалин, Таманского п-ова, Азербайджана. Установлено, что грязевулканические воды, для которых сумма РЗЭ менее 0,5 мкг/л, обогащены тяжелыми лантаноидами и характеризуются дефицитом церия. Установлено, что спектры РЗЭ в водах грязевых вулканов из разных регионов мира имеют схожие профили, что позволяет говорить об использовании РЗЭ для идентификации грязевулканических вод. На примере Южно-Сахалинского грязевого вулкана показано, что в активных грифонах содержание РЗЭ будет выше, т.е. возможно использование РЗЭ в качестве индикаторов грязевулканической активности.

Публикация:

1. Ершов В.В., Еловский Е.В., Пузич И.Н. Закономерности распределения редкоземельных элементов в грязевулканических водах // Доклады Академии наук. 2019. Т. 488, № 1. С. 71-73.

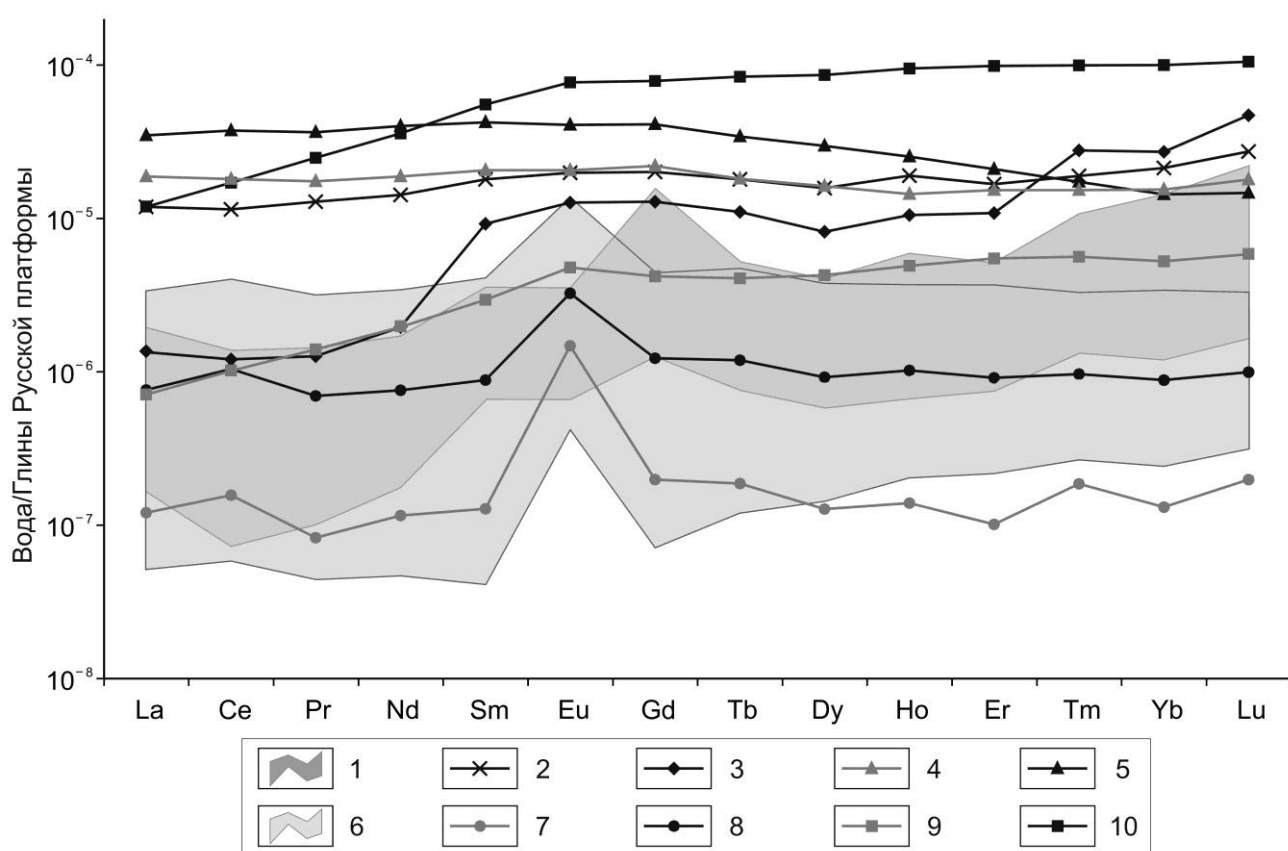


Рис. 4. Спектры РЗЭ для вулканических вод, нормированные на глины Русской платформы: 1 – поле грязевулканических вод с суммой РЗЭ менее 0,5 мкг/л; 2, 3 – грязевые вулканы Агдамский и Нефтечала, Азербайджан; 4, 5 – грязевой вулкан гора Гнилая, Таманский п-ов; 6 – поле грязевулканических вод Джунгарии, Китай; 7, 8 – Паратунская гидротермальная система, п-ов Камчатка; 9, 10 – магматический вулкан Мутновский, п-ов Камчатка.

5. Тектоническая активность разломных зон севера о. Сахалин представляет опасность для промышленной инфраструктуры разрабатываемых месторождений углеводородов. Ежегодные GPS/ГЛОНАСС измерения в районе пересечения магистральными нефтегазопроводами Гаромайского разлома позволили установить характер деформирования земной поверхности и получить количественные оценки скоростей смещений, вызванных его тектонической активностью (рис. 2). В зоне разлома наблюдаются разнонаправленные горизонтальные смещения со скоростью до 1.6 мм/год и поднятие в виде изгиба земной поверхности до 3.4 мм/год. Такая картина смещений является отражением локальных деформационных процессов: разлом разграничивает переход от пониженных на восточном к более высоким скоростям деформаций до 11×10^{-6} в год на западном крыле. В отличие от общей региональной обстановки сжатия, характерной для севера о. Сахалин, зона разлома находится в преобладающих условиях растяжения. Выявленные смещения и скорости относительных деформаций позволили отнести разлом к категории «опасных».

Публикация:

1. Прытков А.С., Василенко Н.Ф. Современная геодинамика Гаромайского активного разлома (о. Сахалин) // Геодинамика и тектонофизика. 2019. № 2. С. 561-567 [Vasilenko N.F., Prytkov A.S. Contemporary geodynamics of the Garomai active fault (Sakhalin Island). Geodynamics & Tectonophysics. 2019 10 (2): 561 DOI:10.5800/GT-2019-10-2-0426].

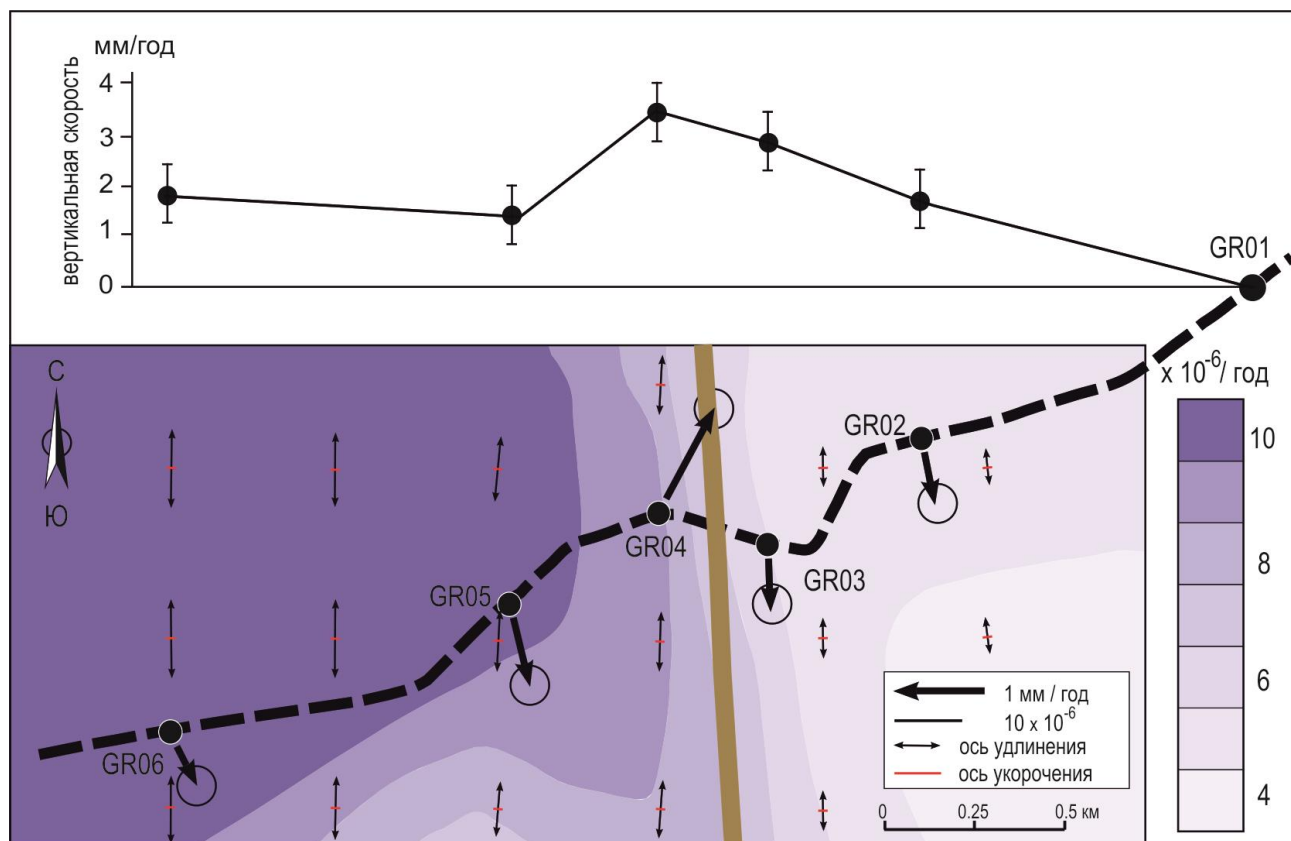


Рис. 5. Схема вертикальных и горизонтальных скоростей пунктов сети Гаромайского разлома относительно пункта GR01 за период 2006-2016 гг. и скорости главных горизонтальных деформаций земной поверхности. Скорость дилатации представлена в цветовой градации. Трасса трубопровода показана пунктирной линией, разлом – сплошной линией. Среднеквадратические ошибки (1σ) горизонтальных скоростей показаны эллипсами, вертикальных скоростей – линиями вверх-вниз.

6. Предложен новый метод декластеризации, основанный на обобщенном расстоянии (*OP*), использующий некоторые положения метода ближайшего соседа (*NND*), но столь же простой в реализации, как и ранее предложенные для этой цели оконные методы. При анализе и обосновании этого нового подхода применяется процедура случайного тасования сейсмических событий по времени, призванная задать модель реального каталога, но лишенного генетических связей между разными событиями. Для 17 регионов проводится сравнение эффективности известных оконных методов, *OP*-метода (рис. 3) и метода *NND* по ряду критериев. Показано, что *OP*-метод, в среднем, работает заметно эффективнее стандартных оконных методов и практически не уступает методу *NND*.

Публикация:

1. Писаренко В.Ф., Родкин М.В. Декластеризация потока сейсмических событий, статистический анализ // Физика Земли. 2019. № 5. С. 38-52 [Pisarenko V.F.; Rodkin M.V. Declustering of Seismicity Flow: Statistical Analysis. Izvestiya, Physics of the Solid Earth. 2019 55 (5): 733 DOI: 10.1134/S1069351319050082].

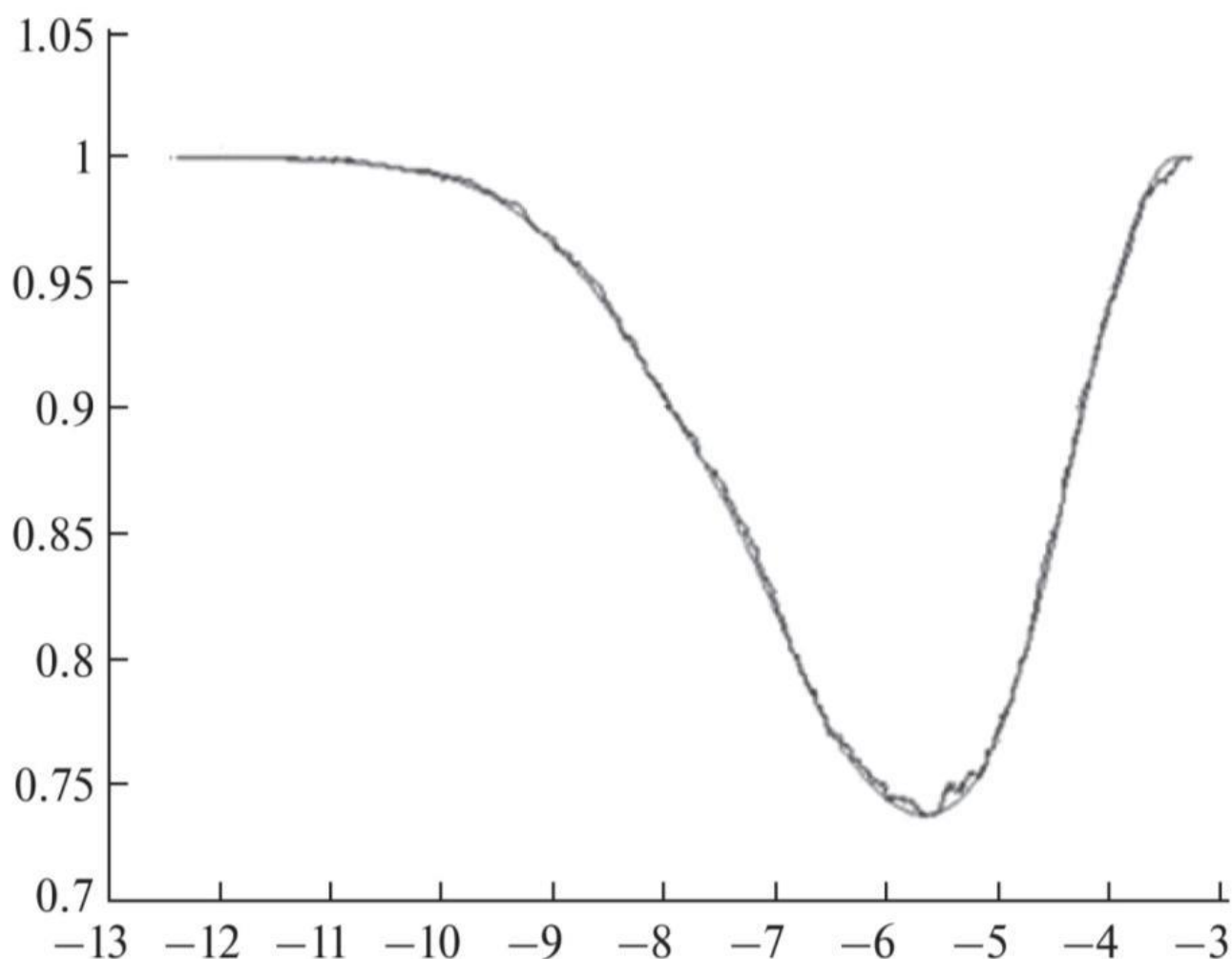


Рис. 6. Курилы. *OP*-окно. Графики суммарной ошибки $Frand (W) + (1 - Freal (W))$. Исходная кривая и сглаженный вариант.

7. Построена численная модель, описывающая динамику поверхностных гравитационных и акустических волн, возбуждаемых в океане малыми динамическими деформациями дна. В основу модели положена линейная потенциальная теория. Модель представляет собой комбинацию двух динамически сопряженных блоков: глубоководного и мелководного. Глубоководный блок решает трехмерную задачу потенциальной теории волн в сигма-сферических координатах, мелководный блок – двумерную задачу теории длинных волн в сферических координатах. Изложены результаты тестирования модели с применением аналитического решения задачи для плоского горизонтального дна. Проведен сравнительный анализ результатов воспроизведения цунами на Центральных Курилах 15.11.2006 и 13.01.2007 с использованием вновь построенной и традиционной длинноволновой моделей.

Публикации:

1. Носов М.А., Колесов С.В. Комбинированная численная модель цунами // Математическое моделирование, 2019. Т.31. N.1. С.44-62. DOI: 10.1134/S0234087919010039 [Nosov M.A., Kolesov S.V. Combined numerical model of a tsunami // Mathematical Models and Computer Simulations. 2019. Vol. 11, no. 5. P. 679–689. DOI: 10.1134/S2070048219050156].

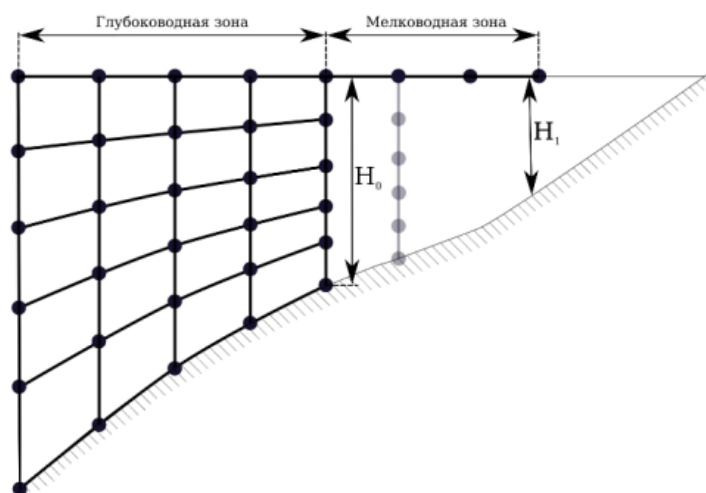


Рис. 7. Схема расположения узловых точек комбинированной модели (вертикальное сечение) – изобата сопряжения глубоководного и мелководного блоков, – изобата постановки граничного условия отражения вблизи берега. Серым цветом выделены приграничные узловые точки, добавленные в мелководный блок для вычисления горизонтальных производных.

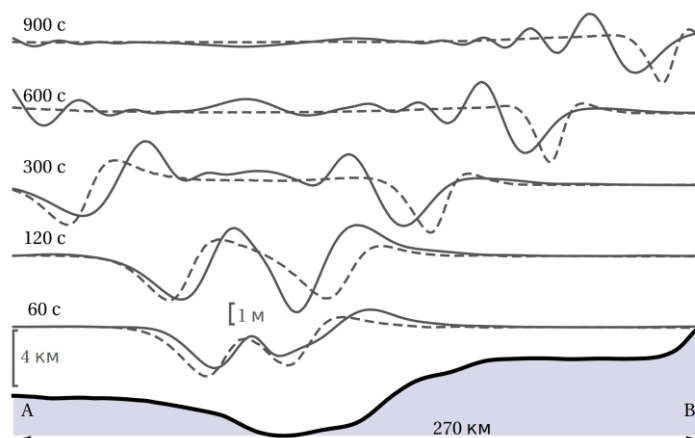


Рис. 8. Смещение свободной поверхности вдоль линии АВ при цунами 13.01.2007 в последовательные моменты времени. Сплошная линия – комбинированная модель СРТМ, пунктир – теория длинных волн. Снизу показан профиль дна и указана длина разреза (270 км).

8. Представлены результаты анализа геопространственной и геологической информации о строении и динамике морфолитодинамической системы северо-восточного Сахалина. Объемы наносов, перемещаемых при миграции проливов, установлены при помощи трехмерных моделей, где наряду с осредненными за многолетний период характеристиками площади размыва и аккумуляции за период 1927-2014 гг. использованы данные о глубинах пролива и прилегающей акватории, параметры рельефа барьерных форм и геологическая информация, полученная в результате георадарной съемки и бурения. Это позволило создать модель осадконакопления, которая легла в основу анализа 150-летней истории развития побережья. Впервые в береговой морфолитодинамике количественно оценены и учтены наносы, безвозвратно выпадающие из вдольбереговых перемещений в результате смещения проливов и консервации ранее сформированных внутренних дельт. Установлено, что объемы осадконакопления морского типа в лагунах превышают объемы отложений аллювиального происхождения (например, в лагуне Лунская более чем в 4 раза).

Публикации:

1. Афанасьев В.В. Морфолитодинамика лагунных проливов северо-восточного Сахалина // Геоморфология. 2019. № 2. С. 79-94.

2. Афанасьев В.В., Уба А.В., Левицкий А.И. Динамика проливов и морское осадконакопление в проливах // Геосистемы переходных зон. 2019. Т. 3, № 3. С. 310-317.

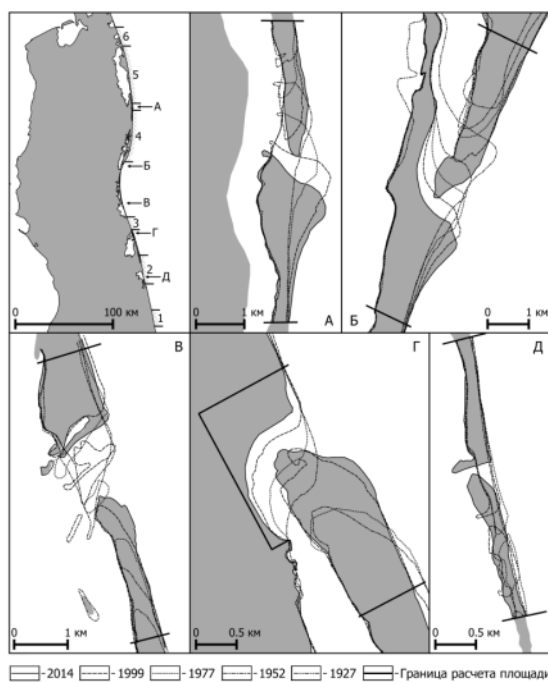


Рис. 9. Изменение контура береговой линии северо-восточного Сахалина в районе проливов, соединяющих Охотское море и лагуны: (а) – Пильтун, (б) – Чайво, (в) – Ныйво, (г) – Набиль, (д) – Лунская. 1–6 – участки, для которых установлены объемы размыва и аккумуляции для расчета бюджета вдольбереговых перемещений наносов

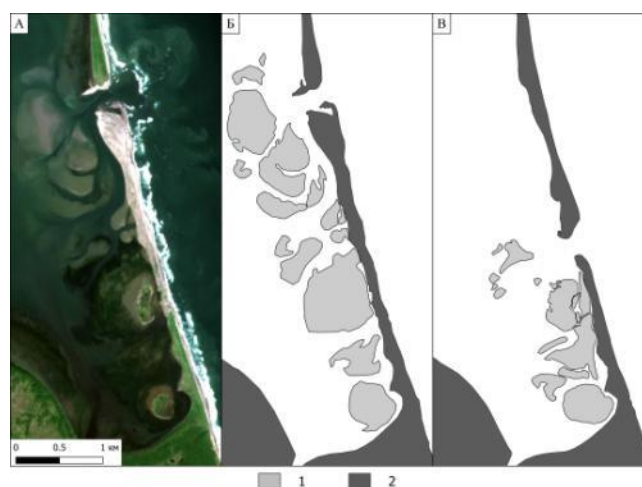


Рис. 10. Формирование приливных дельт в лагуне Лунская за период 1952–2018 гг. А – фрагмент общедоступного спутникового снимка «Copernicus Sentinel data 2018». Внутренние дельты и положение пролива в 2018 г. (Б) и 1952 г. (В). 1 – дельта, 2 – пересыпь.

9. Представлены результаты многолетних наблюдений за системой мегафестонов на побережье залива Терпения о. Сахалин. Характерный шаг ритмических форм составляет около 800 м. Несмотря на значительные флуктуации в масштабах сезонов, лет и десятилетий, основные морфологические черты системы сохраняются уже в течение более 60 лет. Представлена модель, объясняющая развитие ритмических форм механизмом самоорганизации рельефа под воздействием волн. Показано, что развитие мегафестонов тесно связано с формированием циркуляционных ячеек, благодаря которым небольшое начальное возмущение контура берега способно увеличиваться со временем. Положительная обратная связь между рельефом и гидродинамикой возникает при определенном соотношении между длиной начального возмущения, шириной прибойной зоны и скоростями прибрежных течений. Сделан вывод, что система мегафестонов в заливе Терпения поддерживается главным образом умеренными волнениями с высотой значимых волн около 1.6 м.

Публикация:

1. Леонтьев И.О., Афанасьев В.В., Уба А.В. Ритмические структуры контура берега в заливе Терпения о. Сахалин // *Океанология*. 2019. Т. 59, № 3. С. 497-505. [Leont'yev I.O., Afanasiev V.V., Uba A.V. Rhythmic Patterns in the Shoreline Contour of the Gulf of Terpenya, Sakhalin Island. *Oceanology*. 2019 59(3): 451. DOI: 10.1134/S0001437019030111].

10. Проведены многолетние (2009–2017 гг.) наблюдения за морским волнением с секундной дискретностью в портовом ковше с. Охотское (о. Сахалин) на глубине около двух метров подо льдом с использованием автономных регистраторов волнения. Спектральный анализ полученных данных показал наличие в спектрах нескольких значимых пиков на периодах от 2 до 15 с для моментов сильной зыби на море. Эти пики обусловлены волновыми процессами, которые генерируются вследствие нелинейной трансформации приходящей под лед зыби. Проведено численное моделирование реакции динамической системы – водной акватории, описываемой уравнением Дуффинга, в зависимости от входящих в уравнение параметров, определённых из экспериментальных наблюдений. Показано, в том числе и с использованием отображения Пуанкаре, что наибольшее влияние на переход системы к хаосу оказывает амплитуда внешнего воздействия.

Публикации:

1. Долгих Г.И., Ковалев Д.П., Ковалев П.Д. Возбуждение сейш подо льдом в акватории порта Охотского моря // Доклады Академии наук. 2019. Т. 486. № 4. С. 475-479. DOI: 10.31857/S0869-56524864475-479 [Dolgikh, G.I., Kovalev, D.P., Kovalev, P.D. Excitation of Under-Ice Seiches of a Sea Port of the Sea of Okhotsk. Dokl. Earth Sc. (2019) 486: 651. DOI: 10.1134/S1028334X19060011].

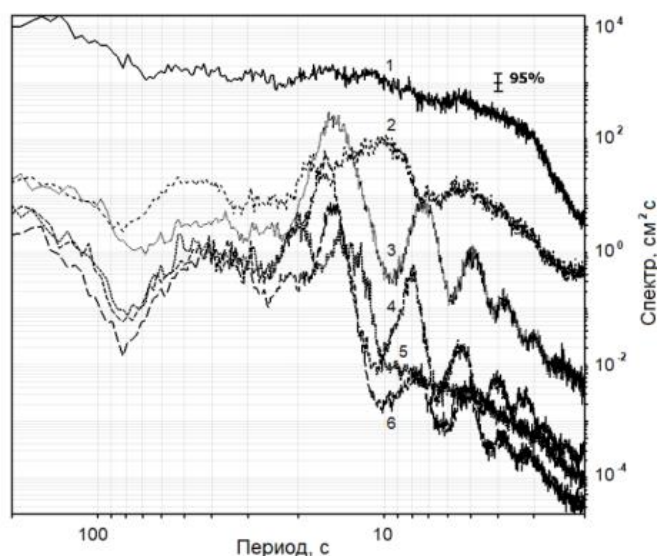


Рис. 11. Спектры колебаний уровня, вычисленные по суточным отрезкам для зимы 2009 – 2010 г. 1 – 15 ноября, шторм; 2 – 22 ноября, тихая погода; 3 – 30 января; 4 – 10 февраля; 5 – 9 февраля; 6 – 12 февраля.

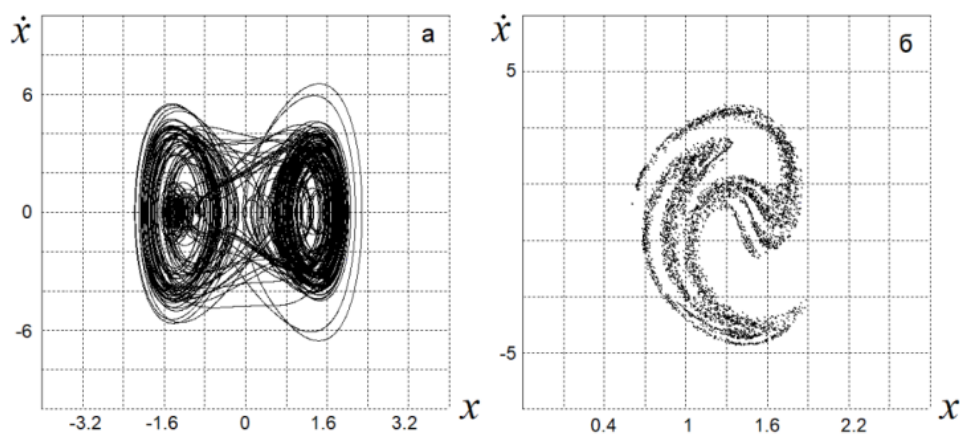


Рис. 12. Фазовый портрет (а) и отображение Пуанкаре (б) для рассматриваемой динамической системы. $F = 20$, $t = 15.3$, $t_0 = 15.3$, $k = 0.05$, $\alpha = 6.6$.

11. Получены новые научные сведения о строении частично затопленных кальдер Курило-Камчатского региона: по материалам батиметрической съемки составлены детальные цифровые схемы зал. Львиная Пасть и оз. Ключевое и Штюбеля в кальдере Ксудач. Описан их геоморфологический облик, подсчитаны морфометрические параметры, а также охарактеризована поствулканическая активность в пределах водоемов. Максимальная глубина Львиной Пасты установлена равной 552 м, площадь зеркала 41.89 км², В северной части внутреннего подводного склона кальдеры обнаружена серия экстрезий высотой 481, 305 и 170 м, которые существенно осложняют донный рельеф. При этом газогидротермальные проявления в кальдере отсутствуют. Полученные данные позволяют считать Львиную Пасть самой крупной частично затопленной кальдерой на Курильских островах. Новые сведения о кальдерном комплексе Ксудач основаны на результатах геоморфологической и повторной батиметрической и тепловизионной съемки, проведенной с перерывом в 25 лет. Впервые составлена геоморфологическая карта побережий озер и построены детальные батиметрические схемы их котловин, описаны термопроявления в пределах кальдеры. Выделено четыре морфогенетических типа берегов. В оз. Штюбеля инструментально зафиксирован подводный экстрезивный купол высотой около 40 м с диаметром основания около 300 м и с обширными подводными газогидротермальными выходами, морфологическое выражение экстрезии в рельефе дна озера произошло после промерных работ 1991 г.

Публикации:

1. Козлов Д.Н., Коротеев И.Г. Современные данные о морфологии затопленной кальдеры Львиная Пасть (о. Итуруп, Курильские острова) // Геосистемы переходных зон. 2019. Т.3, № 2. С. 245-248.

2. Kozlov D.N., Lebedeva E.V. New data on the morphology and development of volcanic lakes of the Kuril-Kamchatka region // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 324, No 1. Article Number 012022. DOI:10.1088/1755 1315/324/1/012022.

3. Козлов Д.Н., Лебедева Е.В., Жарков Р.В. Строение котловин вулканических озер Ключевое и Штюбеля (кальдера Ксудач, Камчатка) // География и природные ресурсы. 2019. № 4 (в печати).

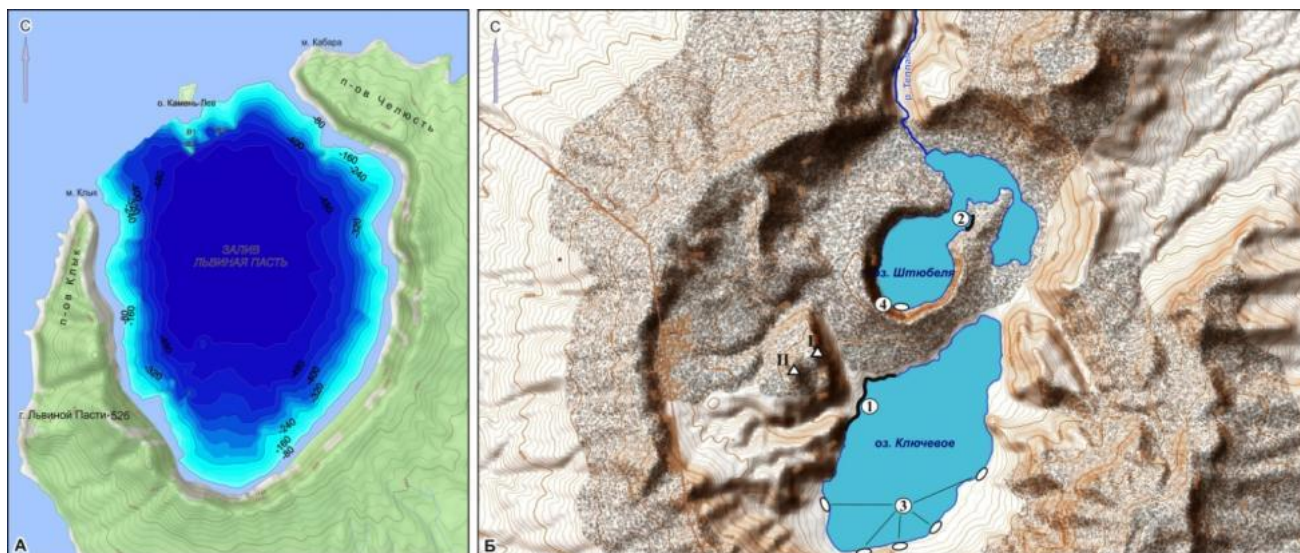


Рис. 13. А. Кальдера Львиная Пасть и батиметрическая схема одноименного залива, изобаты даны через 40 м. В1, В2, В3 – подводные экстрезии. Б. Кальдера Ксудач и ее гидротермальные проявления. Участки разгрузки гидротерм. Активные: 1 – Горячий пляж, 2 – в северо-восточной части оз. Штюбеля; в настоящее время не фиксируемые (активные в 1980–1990-е гг): 3 – восточный и югобережные, 4 – южный. Экстрезивные купола: I – Парящий уступ, II – Парящий гребень.

12. На основании спутниковых и визуальных данных изучены особенности эруптивных событий на вулканах Эбеко, Райкоке, Пик Сарычева в 2018-2019 гг. На вулкане Эбеко в 2018 г. происходили слабые (до умеренного) эксплозивные извержения, выражавшееся в регулярных пеплогазовых выбросах на высоту 2-5.5 км (всего ~800). Вулкан Пик Сарычева характеризовался проявлением слабой (до умеренной) эксплозивной активности: с сентября по октябрь 2018 г. зафиксировано ~10 выбросов на высоту от 2 до 4.5 км). На вулкане Райкоке в июне 2019 г. произошло мощное эксплозивное извержение: в течение 21-25 июня наблюдались отдельные вулканические взрывы (не менее 9 и фаза непрерывного интенсивного поступления пирокластического материала на высоту свыше 13 км. Общая площадь пеплового облака, сформировавшегося в результате эксплозивной деятельности влк. Райкоке, составила ~227 тыс. км².

Публикации:

1. Chibisova M.V., Rybin A.V., Degterev A.V. Volcanic activity in the Kuril Islands in 2018: on the basis of satellite and visual data // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 324, No 1. Article Number 012024. DOI:10.1088/1755-1315/324/1/012024.

2. Дегтерев А.В., Чибисова М.В. Извержение вулкана Райкоке в июне 2019 г. (о. Райкоке, Центральные Курильские острова) // Геосистемы переходных зон. 2019. Т.3, № 3. С. 304-309.

3. Чибисова М.В., Дегтерев А.В. Активность вулкана Пик Сарычева (о. Матуа, Средние Курилы) в 2017–2018 гг.: по спутниковым и визуальным данным // Геосистемы переходных зон. 2019. Т.3, № 1. С. 144-148.

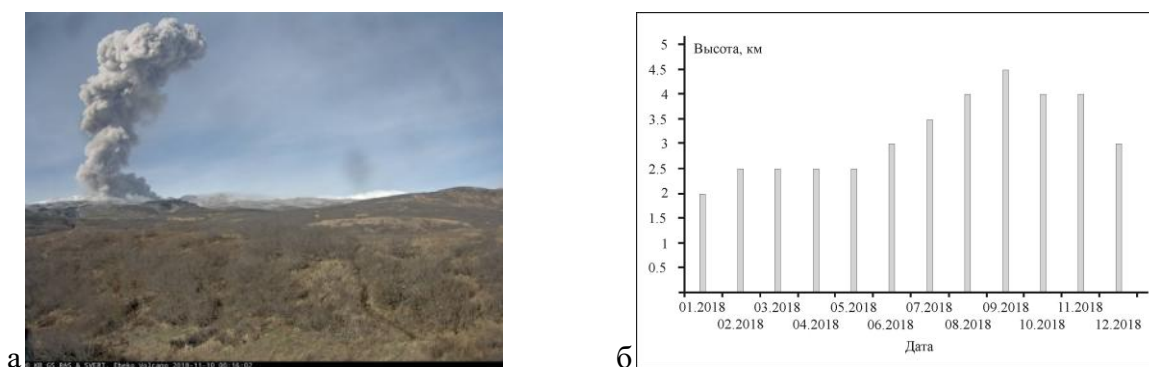


Рис. 14. Пепловый выброс на вулкане Эбеко 10.11.2018 г. (а), по данным камеры видеонаблюдения AXIS (0526-001) и высота пепловых выбросов за 2018 г. (б), взяты средние значения высоты выбросов для каждого из месяцев.

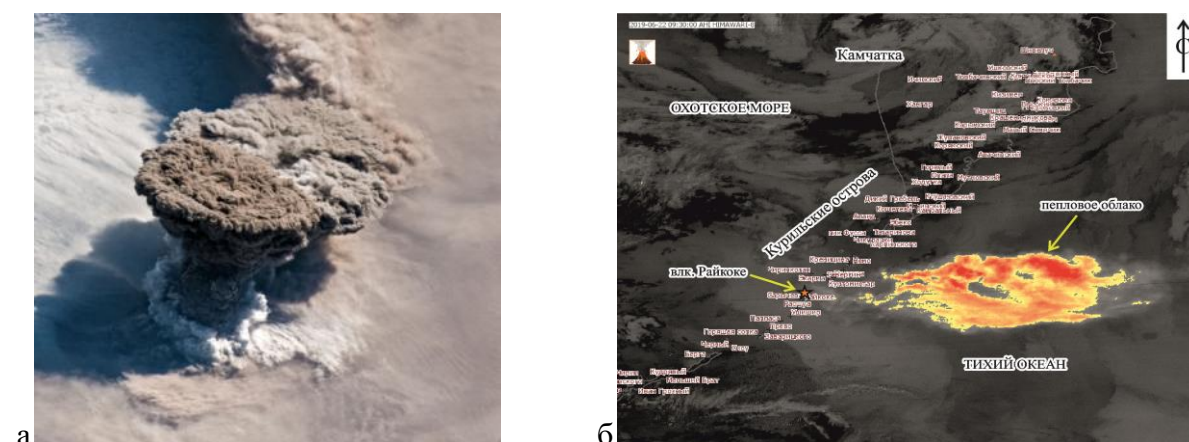


Рис. 15. Эруптивная колонна начала плиннианской фазы активности на вулкане Райкоке, 21 июня, 22:45 UTC (а), снимок сделан с орбиты МКС и пепловое облако на спутниковом снимке Himawari-8, 22 июня, 09:30 UTC (б).

13. На основе метода катакластического анализа разрывных смещений с использованием сейсмологических данных о механизмах очагов землетрясений каталога NEID выполнена реконструкция современных напряжений Сахалинско-Японского сейсмического пояса. Получены новые данные о поле напряжений для интервала глубин 0-300 км. Основные неоднородности поля напряжений о. Сахалин выявлены в пределах 6-12 км на севере и в юго-восточной части острова, тогда как наиболее стабильной является его юго-западная часть. Показано, изменение параметров напряженного состояния с глубиной и присутствие аномальных напряжений на глубинах 0-30 км, возникших после землетрясения Тохоку 11.03.2011 Mw=9.0.

Публикации:

1. Полец А.Ю. The stress state of the Sakhalin Island and adjacent territories // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 324, № 1. DOI:10.1088/1755-1315/324/1/012010.

2. Ребецкий Ю.Л., Полец А.Ю. The state of stress in the aftershock area of the March 11, 2011 Tohoku earthquake // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 324, № 1. DOI:10.1088/1755-1315/324/1/012005.

3. Полец А.Ю. Напряженное состояние Сахалинско-Японского сейсмического пояса // Геосистемы переходных зон. 2019. Т. 3, № 2. С. 189-200.

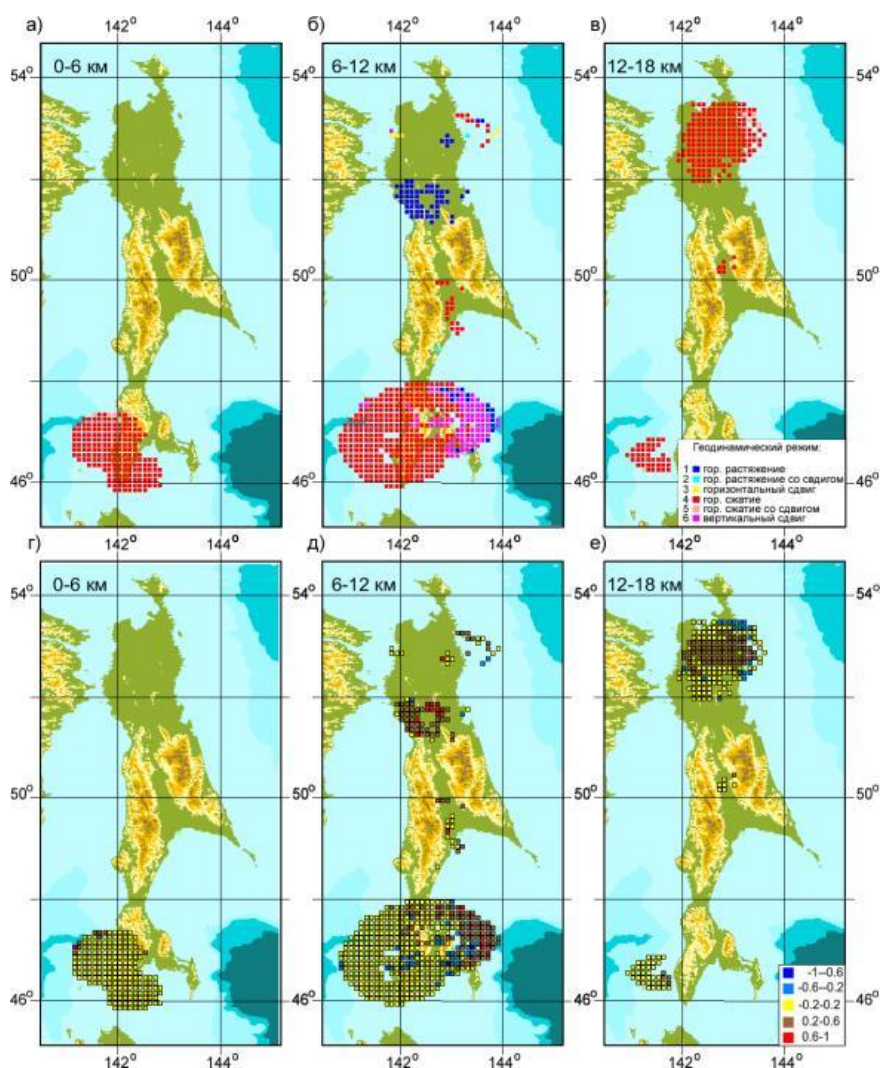


Рис. 16. а–в: тип напряженного состояния (геодинамический режим); г–е: вид тензора напряжений (коэффициент Лодэ-Надаи). Геодинамический режим: 1 – горизонтальное растяжение, 2 – горизонтальное растяжение со сдвигом, 3 – горизонтальный сдвиг, 4 – горизонтальное сжатие со сдвигом, 5 – горизонтальное сжатие, 6 – вертикальный сдвиг.

14. Получены новые данные по термоминеральным водам и лечебным грязям острова Сахалин и гидротермам Центральных Курильских островов. Геохимические исследования Лунских термальных источников (о. Сахалин) показали стабильность физико-химических параметров за период исследований с 1960-2011 гг. С 2012 г. режим термальных источников поменялся, до настоящего времени выхода гидротерм на поверхность не наблюдается. Минерализация грязевого раствора в натуральных сапропелевых грязях оз. Большое Чибисанское (о. Сахалин) составляет 0.688 г/дм^3 . Физико-химические особенности грязей определяют их высокую бальнеотерапевтическую ценность и предполагают широкое использование в бальнеологии. Термальные воды вулкана Ушишир (о. Янкича, Центральные Курилы), как и ранее, можно отнести к кислыми (pH 2.8-3.6), высокоминерализованным (23-36 г/л), хлоридным (до $100 \text{ }^\circ\text{C}$). Уникальность этих вод, отличающих их от других береговых гидротерм Курильских островов, заключается в высокой кислотности.

Публикации:

1. Zharkov R. V. Thermal springs of the Ushishir volcano (Russia) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 324, No 1. Article Number 012021. DOI:10.1088/1755-1315/324/1/012021.

2. Жарков Р.В. Физико-химические свойства термальных вод Лунских источников (о. Сахалин) // Геосистемы переходных зон, 2019. Т.3, № 2. С. 249-255.

3. Жарков Р.В. Физико-химические свойства и перспективы использования сапропелевых грязей озера Большое Чибисанское (остров Сахалин) // Геосистемы переходных зон, 2019. Т.3, № 3. С. 318-324.

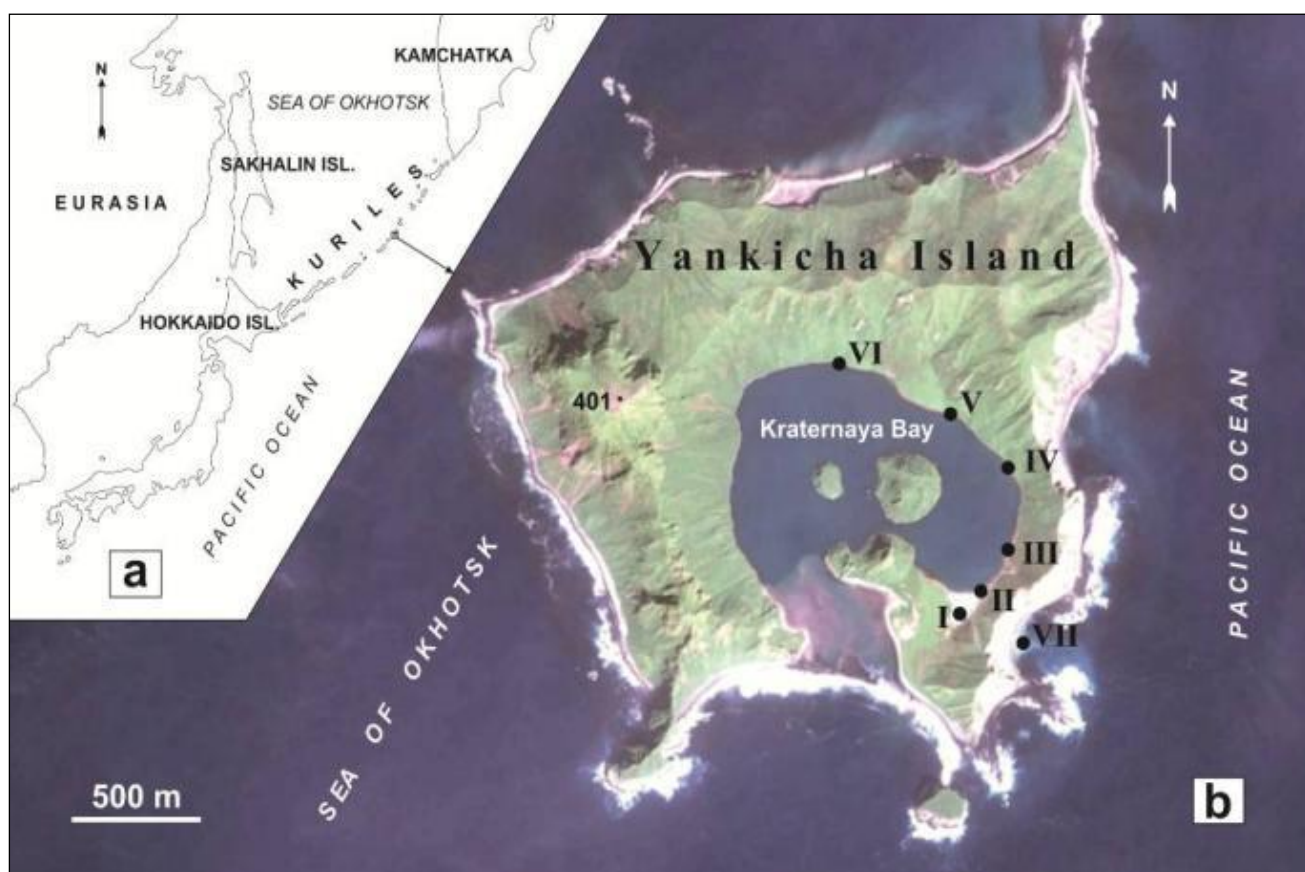


Рис. 17. Географическое положение острова Янкича (а) и термальные площадки вулкана Ушишир (б).

15. Рассмотрены скорости и характер разрушения коренных горных пород слабой и средней устойчивости в береговой зоне холодных морей. Представлены высокоточные данные о скоростях разрушения поверхности косейсмически поднятого бенча в результате Невельского землетрясения 2 августа 2007 г., $M_w=6,2$, которые позволили установить, что разрушение субвертикальных береговых уступов в породах слабой и средней устойчивости происходит со скоростями примерно на порядок большими, чем скорости разрушения субгоризонтальных поверхностей бенча. Роль волнового воздействия в развитии бенчей сводится, главным образом, к мобилизации и выносу обломков, полученных в результате морозного выветривания при отрицательных температурах воздуха в период открытого моря. Количество циклов промерзания и оттаивания в этот период достигает нескольких десятков. Высокоточные ортофотосхемы и 3D-модели высоких береговых уступов, сложенных вулканогенно-осадочными породами, дали возможность выявить механизмы разрушения клифов с неоднородной прочностью и определить их количественные параметры. Отступление бровки берегового уступа, сложенного вулканогенно-осадочными породами, может достигать нескольких метров в год.

Публикации:

1. Afanas'ev V.V., Uba A.V. The destruction of rocky shores at high latitudes according to precision measurements data // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 324, №. 1. 012025.

2. Afanas'ev V.V. et al. Vetrovoy isthmus of Iturup island – Holocene strait // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 324, №. 1. 012029.

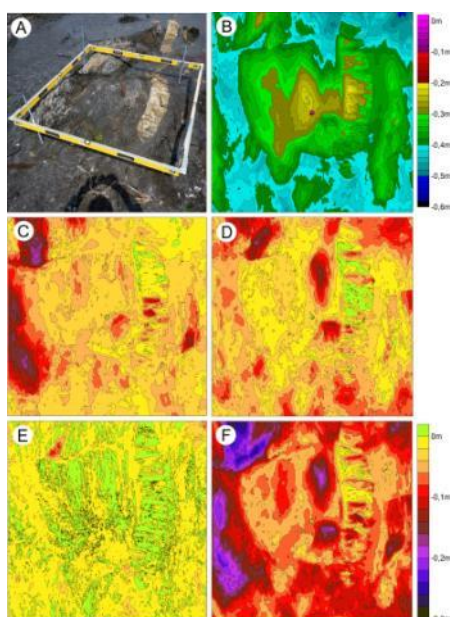


Рис. 18. Карты поля высот и разностей полей высот по годам на площадке № 1. А – фото участка, июль 2016 г., В – карта высот участка, ноябрь 2018 г., С – разность высот, 2017.06-2016.07, D – разность высот, 2018.04-2017.06, E – разность высот, 2018.11-2018.04, F – разность высот, 2018.11-2016.07.

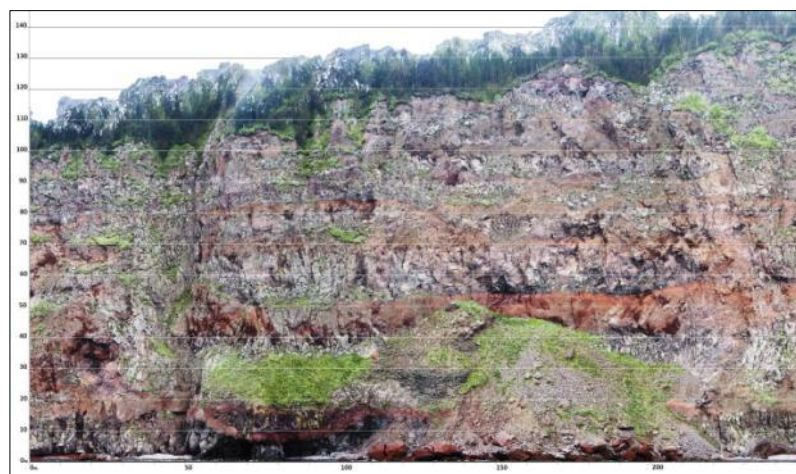


Рис. 19. Водопроявления по туфам и ослабленным зонам (фрагмент ортофотоплана берегового уступа).

16. Составлен обзор результатов исследований на образцах геоматериалов, направленных на объяснение наблюдений о влиянии электромагнитного поля на региональную сейсмичность. Источники таких полей могут быть как естественными (аномальные магнитные бури), так и техногенными (мощные разряды при электроразведке земли). Отмечено, что лишь в последние годы в экспериментах на прессах установлено влияние относительно слабых электрических полей на скорость пластической деформации, а не только на акустическую эмиссию (рост микротрещин). Обобщение результатов показало, что при непрерывном воздействии электрических импульсов (в течение всего испытания на одноосное сжатие) ход деформации образцов меняется в большей степени по сравнению с эпизодическим электровоздействием. Проведенный обзор дал основания для новой интерпретации данных о взаимосвязи электромагнитных зондирований и вариаций сейсмичности Северного Тянь-Шаня. Ранее отмеченные случаи прироста деформаций Бенюффа сверх линейного тренда в 1987–1989 и 2002–2005 гг. предложено трактовать как кумулятивный результат непрерывных зондирований в режимах с наибольшим вкладом энергии, начатых соответственно в 1983 и 2000 г.

Публикации:

1. Мубассарова В.А., Богомолов Л.М., Закупин А.С., Пантелеев И.А. Вариации акустической эмиссии и деформации горных пород при триггерных воздействиях электромагнитных полей (обзор). Часть 1 // Геосистемы переходных зон. 2019, № 2. С. 155-174.

2. Sychev V.N., Bogomolov L.M., Sycheva N.A. Electromagnetic soundings of the earth crust and deformation processes in geosphere of the Bishkek geodynamic polygon (BGP) // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2019. Vol. 324, № 1. 012008

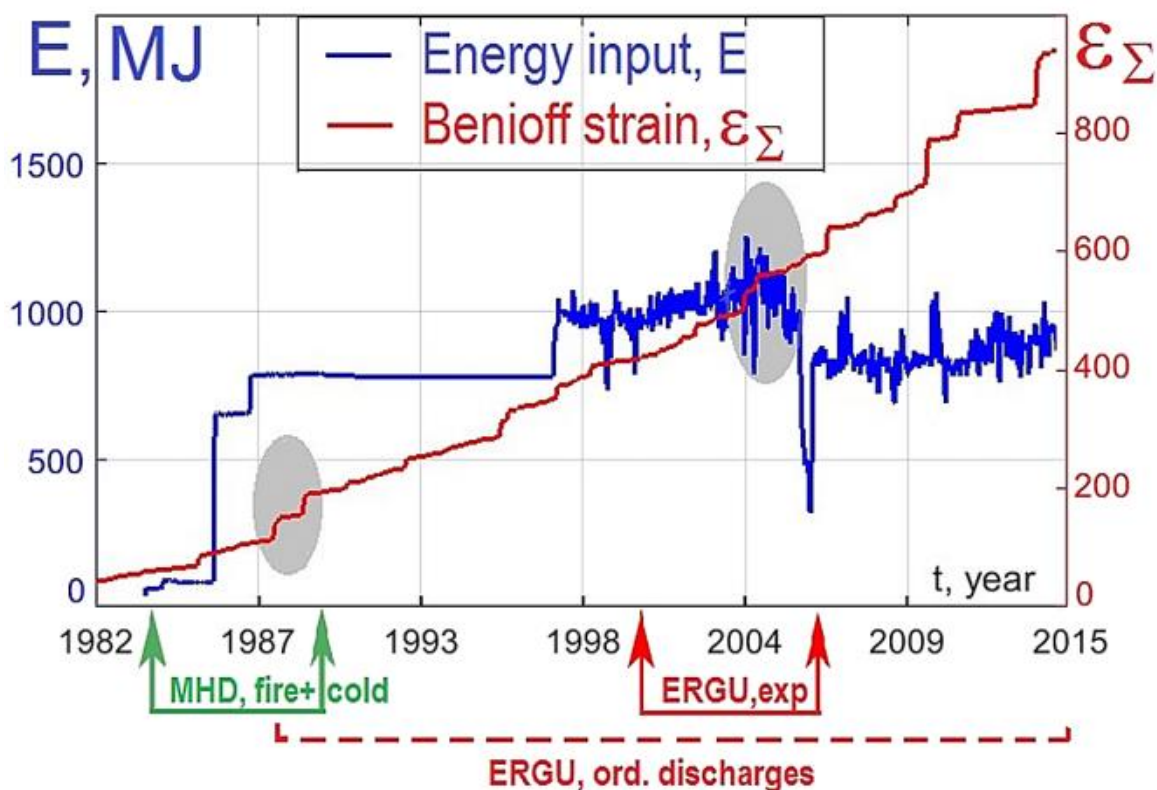


Рис. 20. Временной график вклада энергии в период электромагнитных зондирований и деформации Бенюффа (условно определяемой для каждого события как корень из сейсмической энергии, выраженной в Дж), в 1980-2016 гг. На графике энерговклада показана суточная электрическая энергия зондирований: до 1996 г. – среднее паспортное значение, а после 1996 г. измеренное значение.

17. Выполнен сравнительный анализ изотопного и химического состава жидкой и твердой фазы выбросов Южно-Сахалинского грязевого вулкана и осадочно-гидротермальных систем Salton Sea и Lusi. В настоящее время считается, что это флюидные системы разного типа, т.е. имеют несколько отличный генезис и механизм деятельности. Показано, что рассматриваемые флюидные системы имеют схожие геохимические признаки. Это свидетельствует, в частности, о необходимости разработки геохимической классификации грязевых вулканов, которая на сегодняшний день фактически отсутствует. Существующие сейчас классификации основаны, как правило, только на геоморфологических признаках.

Публикация:

1. Ershov V.V., Nikitenko O.A., Perstneva Yu.A., Bondarenko D.D., Ustyugov G.V. On the problem of geochemical signatures of mud volcanoes and sediment-hosted hydrothermal systems // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 324, № 1. DOI: 10.1088/1755-1315/324/1/012020.

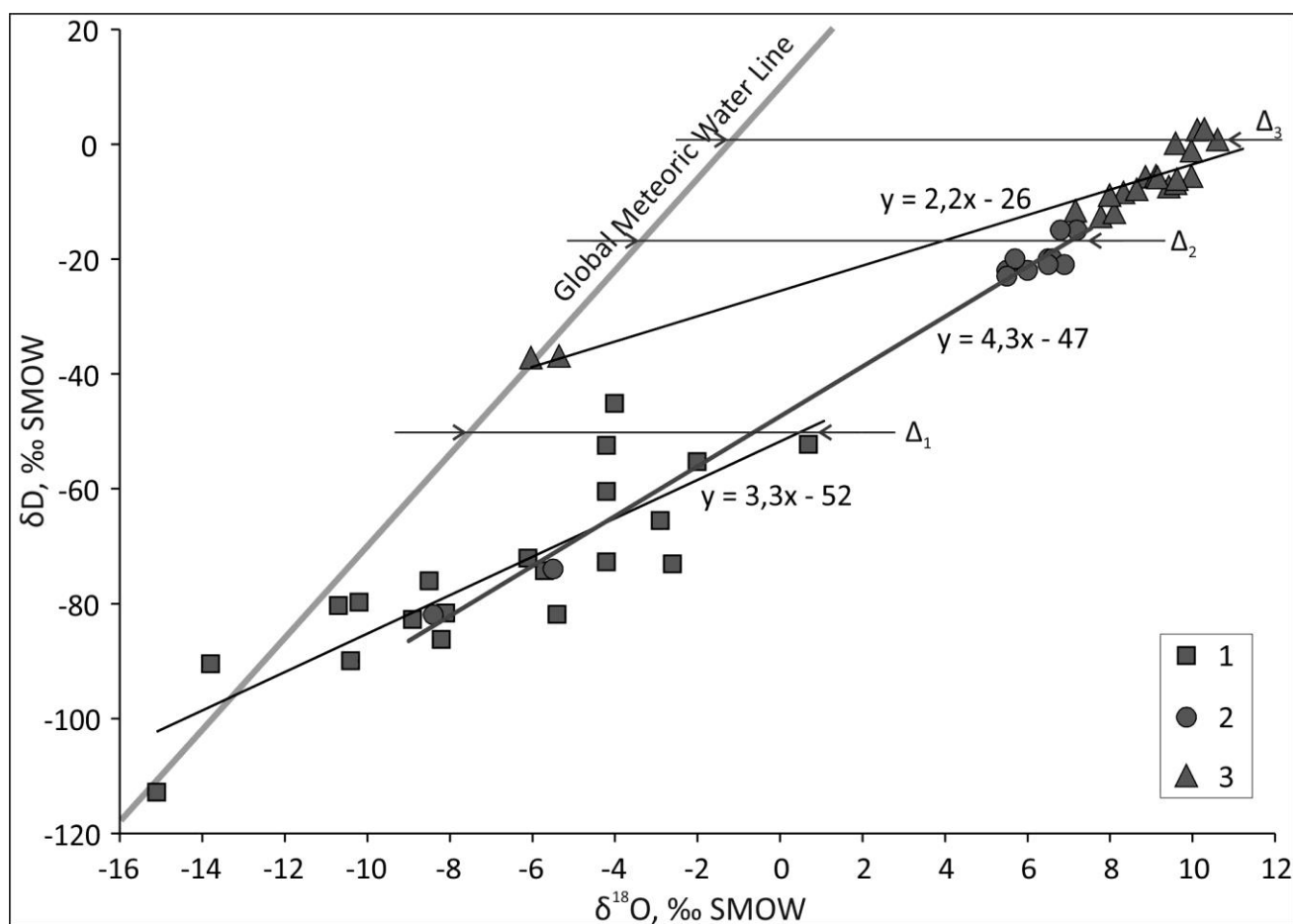


Рис. 21. Систематика изотопов водорода и кислорода в исследуемых водах совместно с глобальной метеорной линией Крейга: 1 – грифоны и салзы Salton Sea, 2 – Южно-Сахалинский грязевой вулкан, 3 – грифоны и салзы Lusi. Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 – положительный изотопный кислородный сдвиг для Salton Sea, Южно-Сахалинского грязевого вулкана и Lusi соответственно.

18. Анализ подтвердил, что дисперсия оказывает влияние на развитие цунами. Время прохождения (расстояние), с которого проявляется дисперсия, зависит не только от величины землетрясения, вызвавшего цунами, но и от глубины океана в источнике цунами: - цунами от землетрясений с $M < 8$ в глубины океана в фокусной области, сопоставимые и превышающие среднюю глубину океана, являются дисперсионными почти от источника; - цунами от землетрясений с $M \geq 8$ на глубинах океана в очаговой зоне, сравнимых и превышающих среднюю глубину океана, становятся дисперсионными через 2,5 ч после возникновения; - цунами от землетрясений с $M = 8.0-9.1$ на глубинах океана в фокальной области, значительно меньшей средней глубины океана, в течение 17 ч сохраняют длинные волны без рассеивания.

Публикация:

1. Korolev P.Yu., Korolev Yu.P., Loskutov A.V. Analysis of the main characteristics of tsunamis based on data from deep-ocean stations // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 324, № 1. 012017.

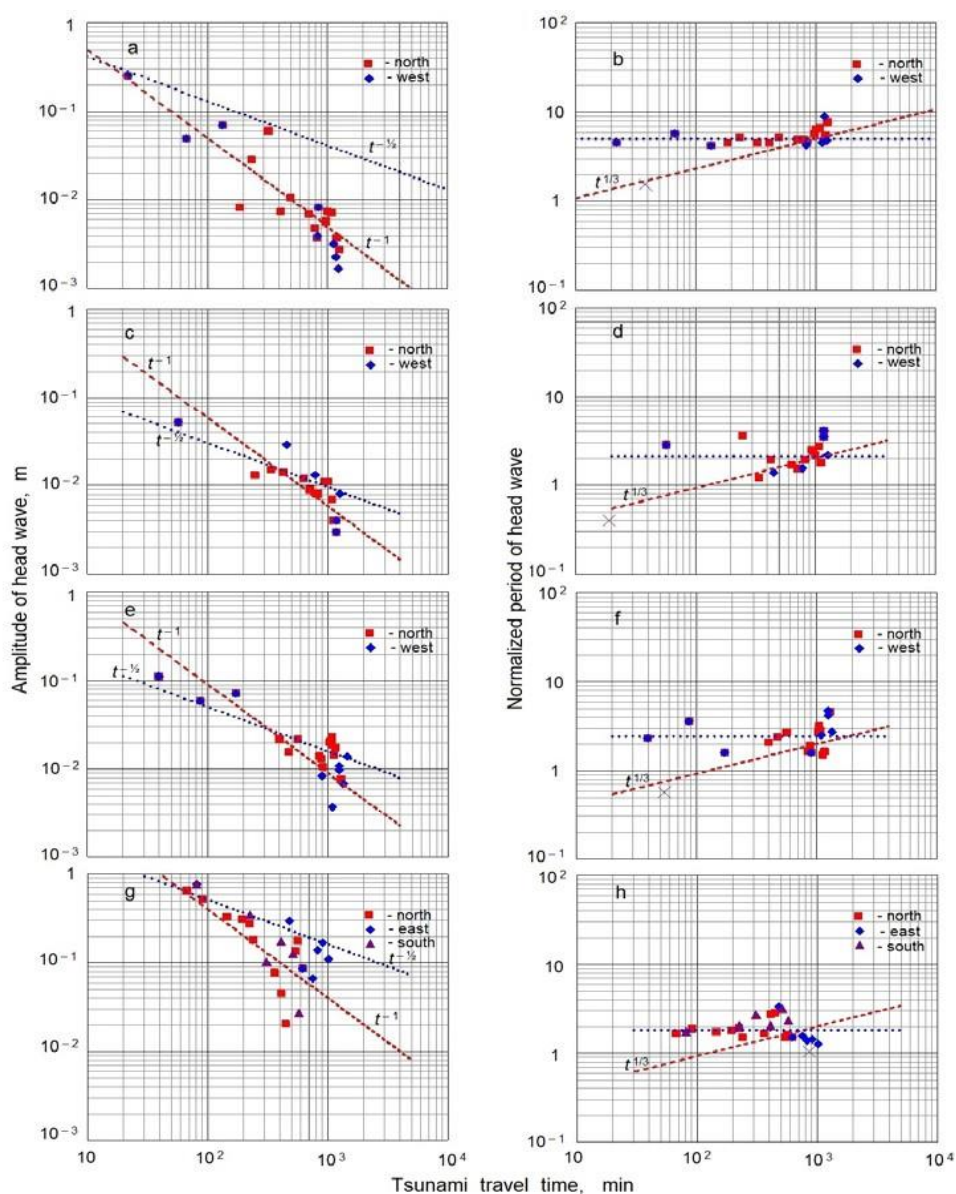


Рис. 22. Зависимость амплитуды и нормализованного периода первой волны от времени распространения: а, b – Чилийское цунами 04.04.2014; с, d – Перуанское цунами 15.08.2007; е, f - Чилийское цунами 16.09.2015; g, h – Тохоку цунами 11.03.2011.

19. Для изучения структурных адаптаций древесных растений в условиях природного стресса применен новый подход сравнительного анализа возрастных трендов для большого числа структурных признаков коры. Выявлены важные возрастные тенденции в онтогенезе лианы *Toxicodendron orientale* (Anacardiaceae), направленные на специализацию формы роста прикрепленного к опоре. Структурные изменения коры лианы в экстремальных условиях газогидротермальных источников влк. Менделеева, о-в Кунашир, в основном связаны с проводящей флоэмой. Сравнительный анализ функциональных особенностей этой ткани показывает следующие важные тенденции у растений в экстремальных вулканических условиях: инверсия некоторых признаков; уменьшение диаметра и увеличение длины члеников ситовидных трубок в проводящей флоэме; диффузное расположение ситовидных трубок в проводящей флоэме; значительное количество однорядных лучей.

Публикация:

1. Kopanina A.V., Vlasova I.I. Structural changes of bark of the woody liana *Toxicodendron orientale* Greene (Anacardiaceae) in the extreme environments of gashydrothermal volcanic activity // *Botanica Pacifica. A journal of plant science and conservation*. 2019. 8(2): 3–17. DOI: 10.17581/bp.2019.08212.

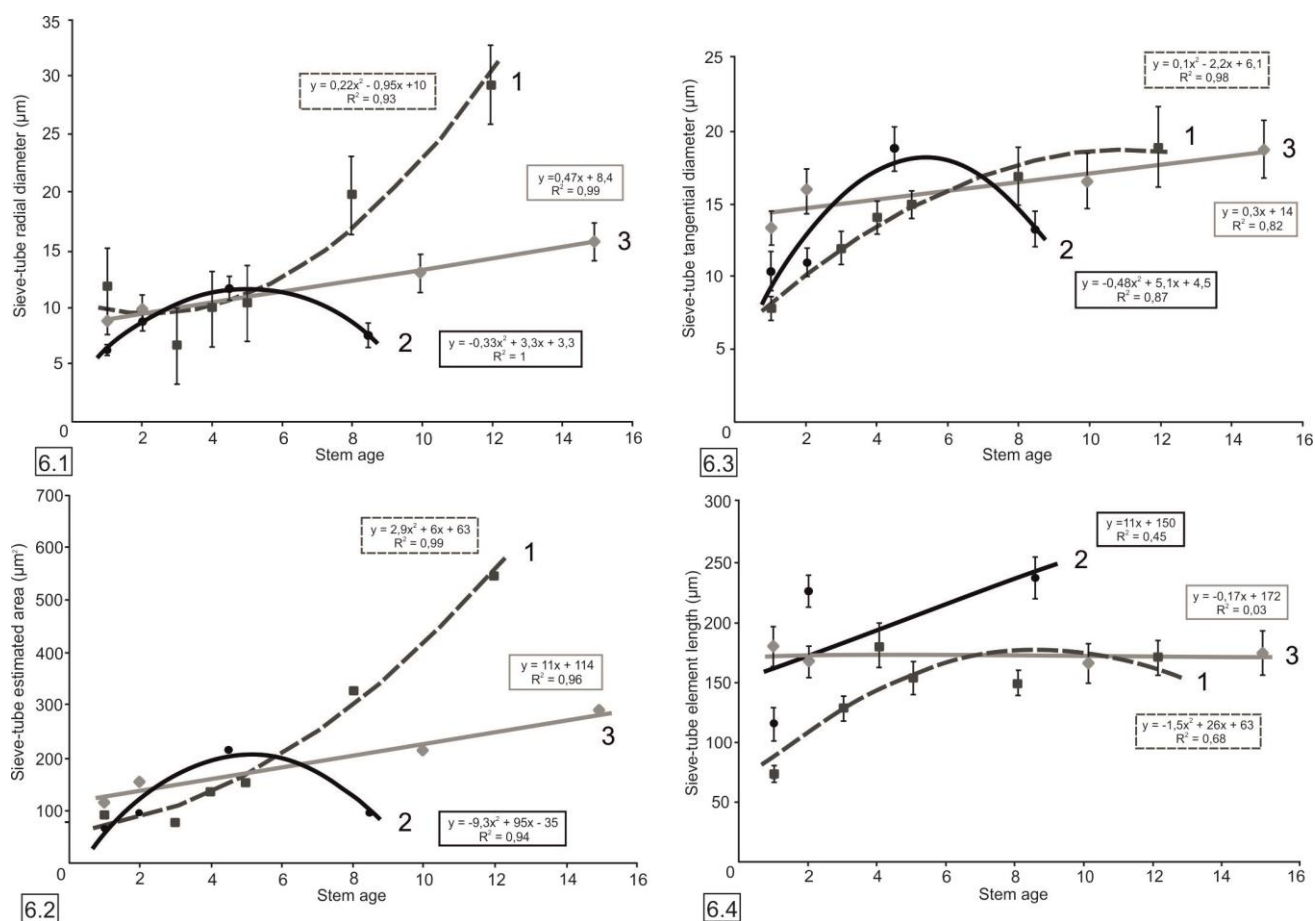


Рис. 23. Возрастные тренды структурных изменений ситовидных трубок проводящей флоэмы *Toxicodendron orientale* (Anacardiaceae) в различных экологических условиях. 1 – норма, 2 – газогидротермальные источники, 3 – морское побережье; 6.1 – радиальный диаметр, мкм; 6.2 – тангентальный диаметр, мкм; 6.3 – расчетная площадь поперечного сечения, мкм²; 6.4 длина членика ситовидной трубки, мкм.

20. Установлено, что сочетание экологических факторов в условиях газогидротермальных выходов в кальдере вулкана Головнина (о-в Кунашир) вызывает нарушение в деятельности феллогена и камбия *Spiraea beauverdiana* (*Rosaceae*). Нестабильная работа этих меристем приводит к формированию в коре и древесине тканей аномального строения на протяжении всего онтогенеза и обладают сходством с аномалией, вызванной синдромом ямчатости стебля. Выявлена общность и определенная специфичность структурной реакции вторичной ксилемы в экстремальных условиях поствулканической активности в кальдере и в Арктике. Изученные особенности имеют адаптивный характер и направлены на оптимизацию водопроводящей системы.

Публикация:

1. Копанина А.В. Структурные особенности коры и древесины *Spiraea beauverdiana* (*Rosaceae*) в экстремальных условиях Арктики и поствулканической активности на Курильских островах // Сибирский лесной журнал. 2019. № 3. С. 52–63.

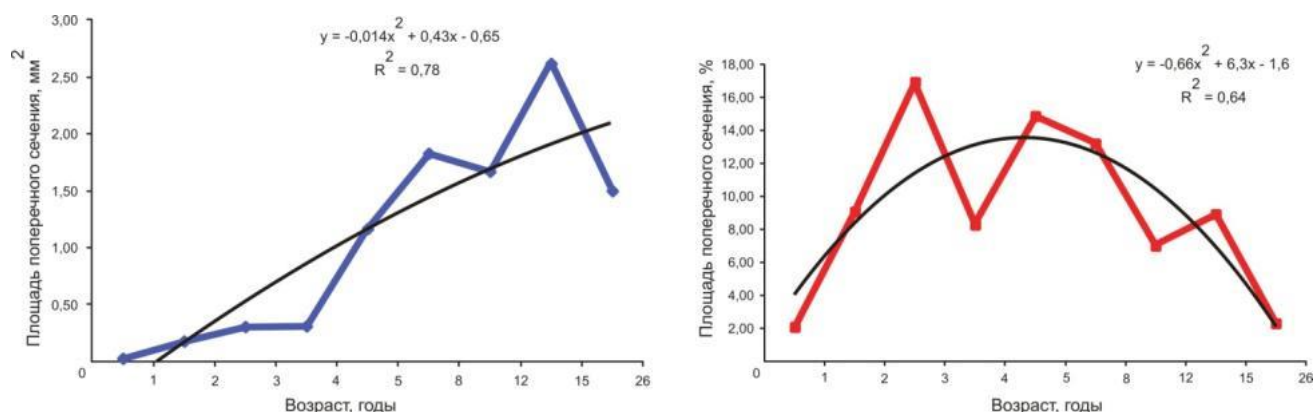


Рис. 24. Развитие тканей аномального строения в онтогенезе стебля *Spiraea beauverdiana* из кальдеры вулкана Головнина.

21. Выполнена постановка задачи индикации активности грязевого вулкана по данным о растительности, ее структуре и динамике, а также структурных особенностях древесных растений. Исследование проведено на основе комплексного подхода, который включает: характеристику растительности и структурный анализ древесных растений, встречающихся на различном удалении от эруптивного центра вулкана. Растительность здесь проходит не только основные стадии первичной сукцессии, при которой происходит зарастание излившейся на поверхность сопочной брекчии вулкана, но также подвержена трансформации в результате реактивации отдельных грифонов и сальз на различных этапах развития лесных мелколиственных и пихтово-еловых сообществ. Южно-Сахалинский грязевой вулкан – вероятно, гораздо более обширная ландшафтная структура, с эруптивным центром, меняющим свое положение через 150-300 лет.

Публикация:

1. Kopanina A.V. Vegetation of the Yuzhno-Sakhalinsky mud volcano as an indicator of activity // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 324, № 1. 012032. DOI:10.1088/1755-1315/324/1/012032.



Рис. 25. Фотоснимок (БПЛА) DJI Phantom 4 PRO, выполненный в сентябре 2018 г. Р.В. Жарковым (лаборатория вулканологии и вулканопасности ИМГиГ ДВО РАН). Центральная часть фотоснимка – современный эруптивный центр вулкана и поток брекчии, истекшей в северо-западном направлении в результате извержения 2001 г.

22. По результатам исследований труднодоступных районов о-ва Сахалин были выявлены 23 вида лишайника новых для острова, среди которых – 2 для России, 1 для Евразии. Среди исследуемых участков были обследованы районы повышенной антропогенной нагрузки, включая окрестности завода СПГ в п. Пригородное и лесные участки разной степени нарушенности с целью полного выявления видового состава и последующего выявления индикаторных видов. Из наиболее значимых находок являются *Eopurenula intermedia*, *Fauriea orientochinensis*, *Hafellia subnexa*, которые имеют явное реликтовое происхождение и дизъюнктивные ареалы.

Публикация:

1. Ezhkin A.K., Schumm F. 2018. New and noteworthy lichen and allied fungi records from Sakhalin Island, Far East of Russia II. *Folia Cryptogamica Estonica*. 55: 45–50. DOI: <https://doi.org/10.12697/fce.2018.55.06> (включена в базу Scopus в 2019 г.).

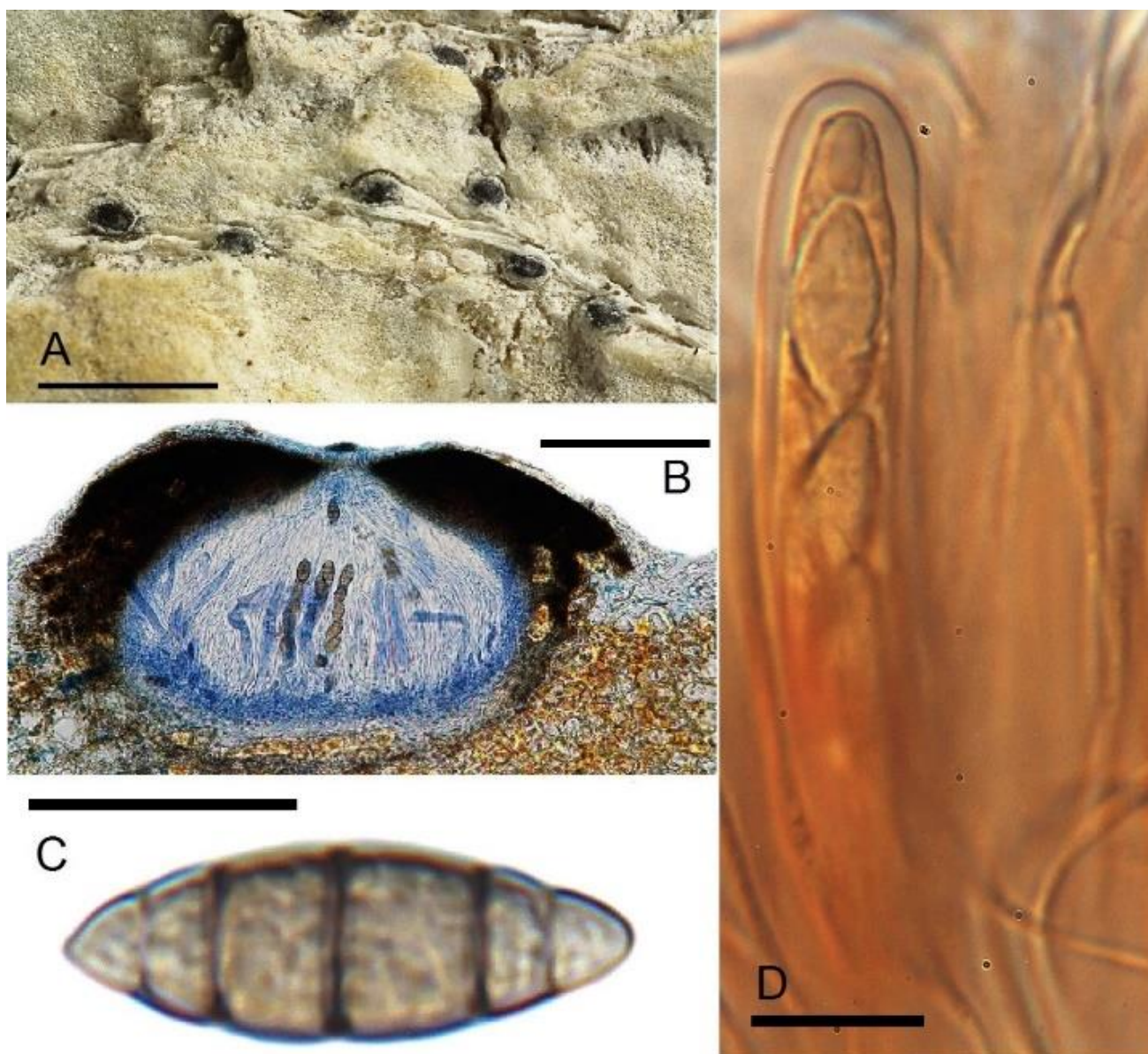


Рис. 26. *Eopurenula intermedia* (SAK 135). А – слоевище с апотециями; В – поперечный срез апотеция; С – спора; D – сумка со спорами в К + red/brown. Scale bars: A = 1 mm; B = 100 μ m; C and D = 10 μ m.

23. Выполнено обобщение и анализ общемировых данных об изотопном и химическом составе газов наземных грязевых вулканов. В большинстве случаев в составе грязевулканических газов преобладает метан, средняя концентрация которого составляет около 92,5 об. %. При этом концентрации тяжелых гомологов метана довольно низкие, т.е. грязевулканические газы являются сухими. Почти три четверти всех газовых проб имеют концентрацию этана меньше 0,5 об. %. Для определения генезиса грязевулканических газов были использованы данные об изотопном составе углерода и водорода в метане. В большинстве грязевых вулканов метан имеет термогенное происхождение. Изотопный состав углерода в метане находится, главным образом, в интервале от -60 до -25 ‰ PDB. При этом газы значительной части грязевых вулканов соответствуют поздним стадиям катагенеза. Полученные нами результаты подтверждают, что грязевой вулканизм можно рассматривать как прямой признак нефтегазоносности земных недр.

Публикация:

1. Бондаренко Д.Д., Ершов В.В. Газогеохимия грязевых вулканов в связи с прогнозом нефтегазоносности земных недр // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2019. № 2. С. 40-45.

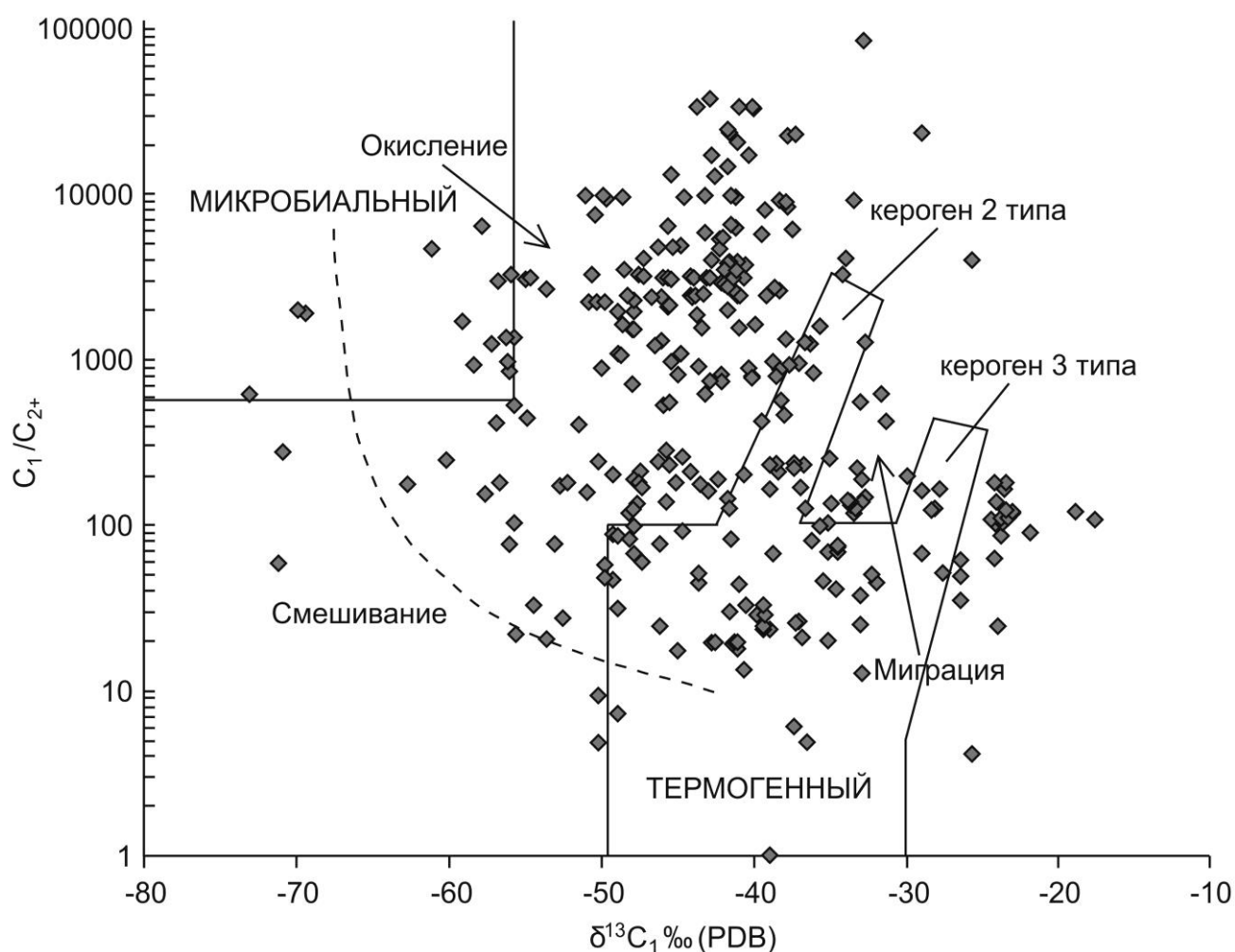


Рис. 27. Газогенетическая диаграмма Бернарда для наземных грязевых вулканов мира.

24. Получены первые результаты исследования структурных особенностей *Betula ermanii*, произрастающей в условиях Южно-Сахалинского грязевого вулкана. Произведен статистический анализ структурных показателей коры молодых стеблей, который позволил выделить зависимые от экстремальных природных условий признаки. Выявлены показатели коры молодых стеблей, которые имеют значения больше нормы: ширина перидермы и феллемы, диаметры и длина члеников ситовидных трубок, удельное число кристаллов в паренхиме коры, удельная площадь склеренхимы в коре. Можно предположить, что в стеблях *Betula ermanii* в условиях грязевого вулкана происходит повышение интенсивности фотосинтеза и, как следствие, увеличение (вероятно большее, чем в норме) количества органического вещества, интенсификация его транспорта, а также возникает необходимость в дополнительной утилизации излишков пластического материала.

Публикация:

1. Talskikh A.I., Kopanina A.V., Vlasova I.I. Structural features of the bark in young stems of *Betula ermanii* Cham. in the conditions of Yuzhno-Sakhalinsky mud volcano (Sakhalin Island) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 324, № 1. 012033. DOI:10.1088/1755-1315/324/1/012033.



Рис. 28. Березово-ольхово-ивовый высокотравный лес на границе отложений ЮСГВ 2001 года.

25. Получены результаты биомониторинга урбанизированных территорий г. Южно-Сахалинск, апробированы некоторые методы лишеноиндикации. На основании выявленного видового состава лишайников-эпифитов на деревьях *Populus maximowiczii* (47 видов из 26 родов и 14 семейств) и параметров встречаемости выделены зоны различной антропогенной нагрузки – городская, парковая и лесопарковая. В городской зоне отмечено уменьшение общего числа видов лишайников, уменьшение встречаемости средне-чувствительных и чувствительных видов и увеличение показателей встречаемости толерантных видов. Основной причиной загрязнения является атмосферное загрязнение, вызванное деятельностью автотранспорта (коэффициент детерминации уравнения зависимости значений I.A.P. от расстояния до автомобильных дорог 0,83). Доминантами в лесопарковой зоне выступают представители неморальных лишайников из родов *Physcia*, *Physconia*, *Phaeophyscia*, *Physciella*.

Публикация:

1. Kaganov V.V., Kordukov A.V. Ezhkin A.K. Monitoring of recreational areas of Yuzhno-Sakhalinsk and its surroundings // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 324, № 1. 012034. DOI: 10.1088/1755-1315/324/1/012034.

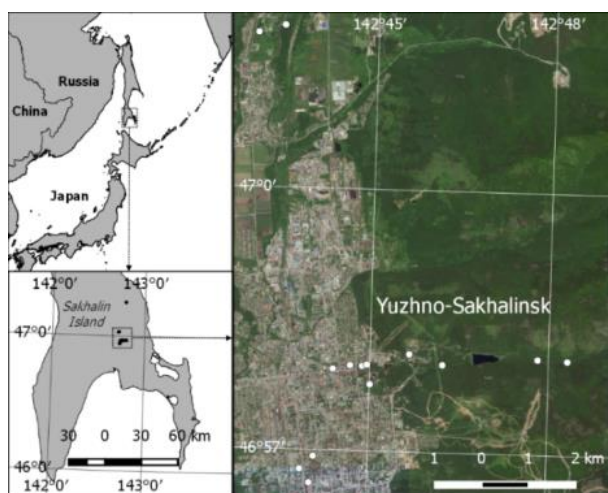


Рис. 29. Карта-схема района исследования (г. Южно-Сахалинск)

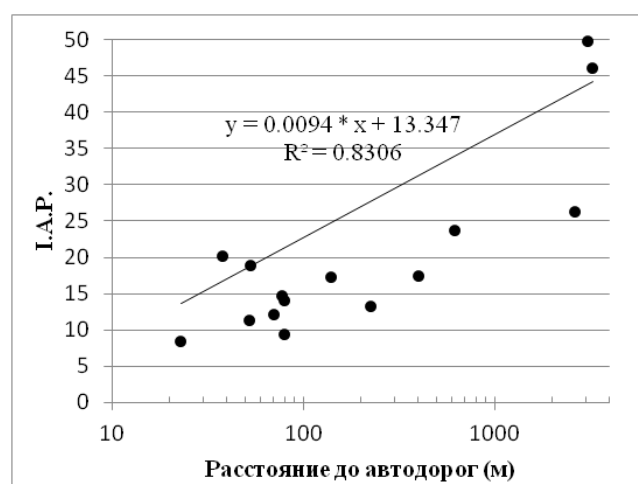


Рис. 30. Диаграмма связи между расстоянием до автодорог и значением индекса атмосферной чистоты

26. Разработан источник для электроразведки. Выполнен на современной элементной базе и использует в качестве силового электронного ключа IGBT-модуль. Это позволило создать компактное устройство, способное создавать ток до 80 А при напряжении до 800 В. Для удобства проведения полевых экспериментов источник имеет автоматический программируемый режим работы. Область использования: непосредственное исследование свойств горных пород путем воздействия на них электрических сигналов. В настоящее время опробован первый опытный образец и изготовлен окончательный вариант источника. Готовится заявка на полезную модель.

Публикации:

1. Dudchenko I.P. The device for measurement, digitation and saving of the electrotelluric, seismological, and geophysical data. 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2018, Vladivostok, 3 – 4 October 2018. Article Number 8602688. DOI: 10.1109/FarEastCon.2018.8602688.

2. Стовбун Н.С., Богомолов Л.М., Гуляков С.А., Дудченко И.П. Разработка источника для электроразведки. Пробные эксперименты // Геодинамические процессы и природные катастрофы: тезисы докладов III Всероссийской научной конференции с международным участием. Южно-Сахалинск, 2019. С. 47.

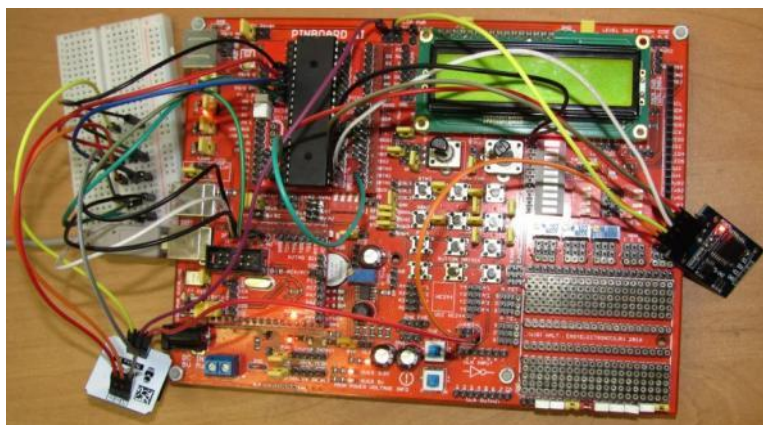


Рис. 31. Макетная плата PinBoardII (Россия) для отладки принципиальной схемы прибора и программирования.



Рис. 32. Действующий опытный образец.



Рис. 33. Первый рабочий экземпляр окончательной модификации.

27. Издана новейшая редакция Красной книги Сахалинской области о состоянии редких и находящихся под угрозой исчезновения видов природной флоры. Даны краткие описания, экология, биология, распространение, численность, меры охраны для 265 видов, включенных в Список объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Сахалинской области, в том числе: 150 видов покрытосеменных, 4 вида голосеменных, 22 вида папоротниковидных, 1 вид плауновидных, 23 вида моховидных, 12 видов макроводорослей, 35 видов лишайников, 18 видов грибов. Издание предназначено для широкого круга специалистов науки и органов власти, преподавателей и студентов.

Публикация:

1. Официальное издание. Красная книга Сахалинской области: Растения и грибы / Отв. редакторы д.б.н. **В.М. Еремин**, к.б.н. А.А. Таран. 2019. 351 с.