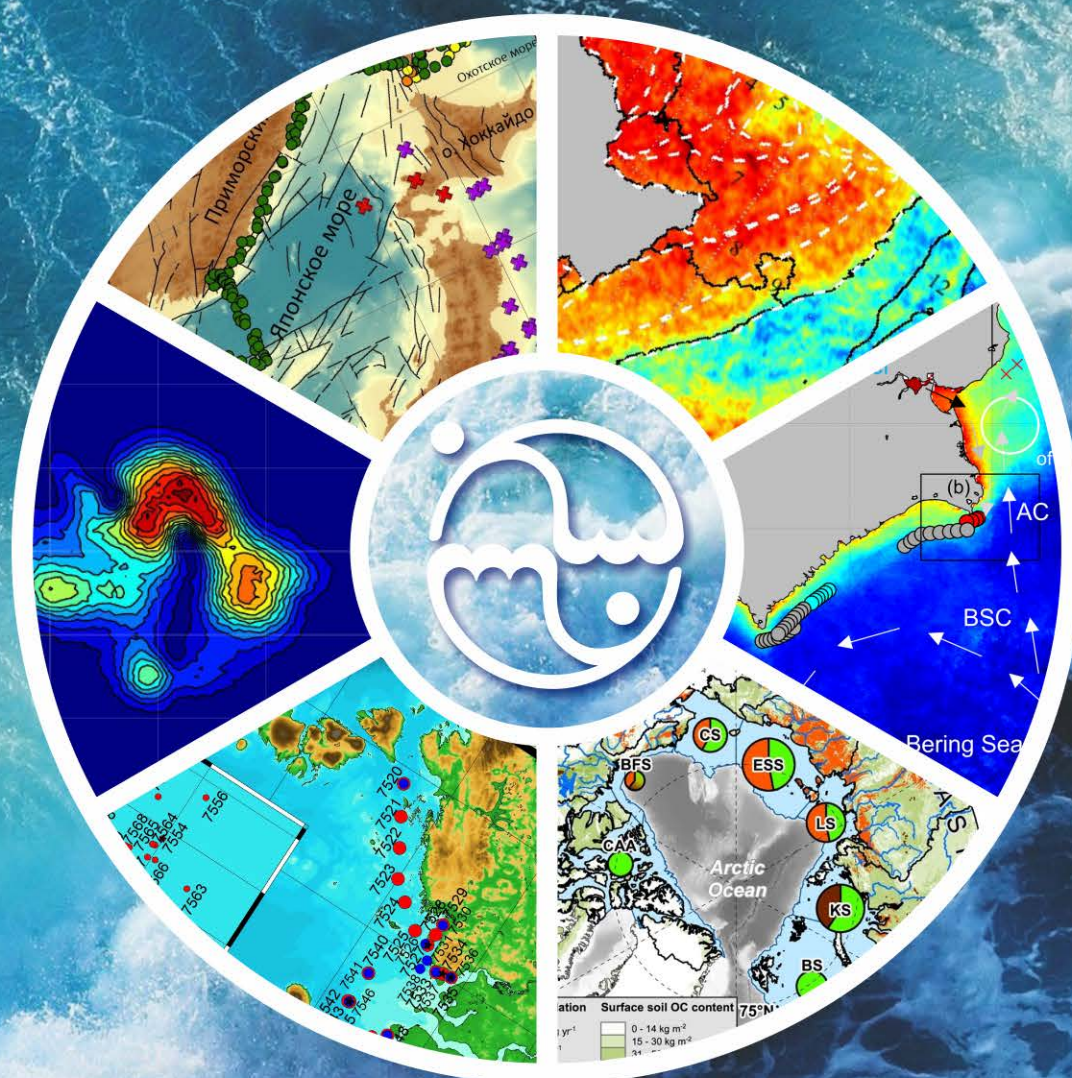


Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева
Дальневосточного отделения Российской академии наук



Основные результаты научно-исследовательских работ за 2022 г.

Владивосток
2023

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева
Дальневосточного отделения Российской академии наук

**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
РАБОТ ЗА 2022 г.**

Владивосток
2023

УДК 551.46

Главный редактор
академик РАН, д.ф.-м.н. *Г.И. Долгих*

Редколлегия:

д.т.н. *Ю.Н. Моргунов*
д.г.-м.н. *И.Б. Цой*
д.г.-м.н. *С.А. Горбаренко*
д.ф.-м.н. *М.С. Пермяков*
к.г.н. *В.Б. Лобанов*
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. *С.В. Пранц*
чл.-корр. РАН, д.г.-м.н. *И.П. Семилетов*
д.г.-м.н. *О.В. Дударев*
д.б.н. *В.П. Челомин*
д.г.-м.н. *Р.Г. Кулинич*
д.г.-м.н. *Р.Б. Шакиров*

Основные результаты научно-исследовательских работ за 2022 г. – Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2022. – 148 с., 121 ил., 222 источника.
ISBN 978-5-6048441-3-7

Утверждено к печати Ученым советом ТОИ ДВО РАН

ВВЕДЕНИЕ

В отчетном 2022 году все научно-исследовательские работы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук проводились в соответствии с Основными направлениями фундаментальных исследований РАН, утвержденными 22 января 2007 г. № 10103-30; Планом фундаментальных исследований Российской академии наук на период до 2025 года; Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2021-2030 годы, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 3684-р; Планом НИР, утвержденным Ученым советом ТОИ ДВО РАН 08 декабря 2021 г., и в рамках государственного задания на 2022 год и плановый период с 2023 по 2024 г., утвержденного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации 10 декабря 2021 г.

В 2022 году Институт выполнял работы по 43 темам, 15 из которых закончены в отчетный период. Работы выполнялись в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2021-2030 гг. по 17 темам, а также по Программе фундаментальных научных исследований по приоритетным направлениям, которые определяются Президиумом Российской академии наук.

Научные исследования в отчетном году проводились по 7 грантам Российского фонда фундаментальных исследований, 17 грантам Российского научного фонда, 1 гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых – кандидатов наук, по договору с зарубежным партнером (ПИО ГОА КНР) в рамках Объединенного Российско-китайского центра изучения океана и климата.

В отчетный период сотрудниками Института: Прушковской И.А. защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук «Изменение палеосреды залива Петра Великого Японского моря в позднем голоцене (на основе изучения кремнистых микроводорослей)», Еськовой А.И. защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук «Сульфатредуцирующие и нефтеокисляющие бактерии донных отложений северной части Японского моря», Будриным С.С. защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Метод исследования процессов модуляции и восстановления основных характеристик ветрового волнения на основе общей функции изменения периода», Дидовым А.А. защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Аналитическое и численное исследование структурообразующих объектов в фазовом пространстве простых гидродинамических потоков», Долгих С.Г. защищена диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук «Лазерно-интерференционный комплекс для исследований геосферных процессов переходных зон».

На 31 декабря 2022 года в аспирантуре Института обучались 15 человек, все с отрывом от производства, один соискатель. В 2022 г. в аспирантуру зачислены 6 человек по научным специальностям: 1.3.3. Теоретическая физика – 1 человек, 1.3.7. Акустика – 1 человек, 1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых – 1 человек, 1.6.17. Океанология – 3 человека. Пять аспирантов закончили обучение с представлением научно-квалификационной работы (диссертации), успешно прошли государственную итоговую аттестацию и получили дипломы об окончании аспирантуры по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлениям подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (два аспиранта) и 05.06.01 Науки о Земле (три аспиранта) с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Три аспиранта-выпускника трудоустроены в Институте.

В Институте продолжены научные исследования в рамках созданных международных лабораторий и центров: совместная Вьетнамо-российская лаборатория по

морским геонаукам, основанная Институтом морской геологии и геофизики (ИМГГ) Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ) и ТОИ ДВО РАН; Российско-корейский центр морских и информационных технологий с Институтом наук и технологий (г. Кванджу, Республика Корея); совместная Российско-японская лаборатория по изучению окружающей среды (ТОИ ДВО РАН – Аспирантура естественных и технических наук Университета Канадзавы, Япония); совместный Российско-китайский научно-исследовательский Центр ТОИ ДВО РАН-ПНУ ГИО КНР по изучению океана и климата. В 2021 году создан Российско-китайский инновационный центр экологического мониторинга океанических и полярных зон в рамках Соглашения с Институтом Океанографического Приборостроения Шаньдунской академии наук КНР.

В 2022 г. Институтом проведены 10 морских экспедиций:

– на НИС «Профессор Гагаринский» 7 экспедиций: рейс № 79 – в Японское море и Татарский пролив; рейс № 80, этап 1 – в Японское, Охотское моря и северо-западную часть Тихого океана, этап 2 – в Японское море; рейс № 81 – в Японское море; рейс № 82 – в Охотское море; рейс № 83 – в Японское море; рейсы № 84 и 85 – в заливе Петра Великого Японского моря;

– на НИС «Академик Опарин» 1 экспедиция, рейс № 65 – в Японское, Охотское моря и северо-западную часть Тихого океана;

– на НИС «Профессор Водяницкий» 1 экспедиция, рейс № 125 – в Черное море;

– на НИС «Академик М. Келдыш» 1 экспедиция, рейс № 90 – в Арктику.

На 31 декабря 2022 года численность сотрудников Института составляла 517 человек, из них 228 – научных сотрудников, в том числе 1 академик РАН, 2 члена-корреспондента РАН, 38 докторов наук, 126 кандидатов наук. В Институте работают 56 научных сотрудников в возрасте до 39 лет.

Структура научных подразделений Института включает 8 отделов, 32 лаборатории и 2 сектора.

I. Отдел общей океанологии (отдел № 1)

1/1 Лаборатория физической океанологии – к.г.н. Лобанов В.Б.

1/4 Лаборатория ядерной океанологии – к.т.н., доцент Горячев В.А.

1/5 Лаборатория информатики и мониторинга океана – к.г.н. Ростов И.Д.

1/6 Лаборатория ледовых исследований – к.г.н. Дубина В.А.

1/7 Сектор гидрологических измерений – Цой В.

1/8 Лаборатория перспективных методов морских исследований – к.г.-м.н. Чаркин А.Н.

II. Отдел акустики океана (отдел № 2)

2/1 Лаборатория физики геосфер – к.ф.-м.н. Чупин В.А.

2/2 Лаборатория статистической гидроакустики – д.ф.-м.н., с.н.с. Ярошук И.О.

2/3 Лаборатория акустической океанографии – к.ф.-м.н., с.н.с. Саломатин А.С.

2/4 Лаборатория акустического зондирования океана – к.т.н. Фершалов М.Ю.

2/5 Лаборатория нелинейной гидрофизики и природных катастроф – д.т.н. Долгих С.Г.

III. Отдел физики океана и атмосферы (отдел № 3) – д.ф.-м.н., профессор, чл.-корр. РАН Пранц С.В.

3/1 Лаборатория нелинейных динамических систем

3/2 Лаборатория геофизической гидродинамики – д.ф.-м.н. Петров П.С.

3/3 Лаборатория гидрофизики – д.ф.-м.н., с.н.с. Буланов В.А.

V. Отдел геохимии и экологии океана (отдел № 5)

5/1 Лаборатория морской экотоксикологии – д.б.н., с.н.с. Челомин В.П.

5/2 Лаборатория арктических исследований – д.г.н., чл.-корр. РАН Семилетов И.П.

5/3 Лаборатория исследования загрязнения и экологии – д.б.н. Жадан П.М.

- 5/4 Лаборатория гидрохимии
5/5 Лаборатория биохимии – д.б.н., профессор Кушнерова Н.Ф.

VI. Отдел технических средств исследования океана (отдел № 6) – д.т.н., с.н.с. Моргунов Ю.Н.

- 6/1 Лаборатория океанотехники – к.т.н., доцент Тагильцев А.А.
6/2 Лаборатория акустической томографии

VII. Отдел геологии и геофизики океана (отдел № 7)

- 7/2 Лаборатория сейсмических исследований – к.г.-м.н., доцент Карнаух В.Н.
7/3 Сектор геолого-геофизического обеспечения – Крайников Г.А.
7/4 Лаборатория геологических формаций – д.г.-м.н., с.н.с. Цой И.Б.
7/5 Лаборатория седиментологии и стратиграфии – д.г.-м.н., с.н.с. Деркачев А.Н.
7/6 Лаборатория газогеохимии – д.г.-м.н., доцент Шакиров Р.Б.
7/7 Лаборатория геохимии осадочных процессов – к.г.-м.н. Саттарова В.В.
7/8 Лаборатория гравиметрии – к.г.-м.н. Валитов М.Г.
7/9 Лаборатория палеоокеанологии – д.г.-м.н., с.н.с. Горбаренко С.А.
7/10 Лаборатория комплексных исследований окружающей среды и минеральных ресурсов – к.г.-м.н. Сырбу Н.С.

VIII. Отдел информационных технологий (отдел № 8) – к.т.н., с.н.с. Фищенко В.К.

- 8/1 Лаборатория анализа океанологической информации

IX. Отдел спутниковой океанологии (отдел № 9)

- 9/1 Лаборатория экспериментальной климатологии
9/2 Лаборатория взаимодействия океана и атмосферы – д.ф.-м.н., с.н.с. Пермяков М.С.
9/4 Лаборатория спутниковой океанологии и лазерного зондирования – к.ф.-м.н., доцент Салюк П.А.

В 2022 году сотрудниками Института опубликовано 334 научных работы, в том числе 5 монографий; 222 статьи в журналах, из них в российских – 117, в зарубежных – 105; 2 статьи в сборниках научных статей; 7 глав в монографиях; 98 докладов и тезисов докладов, из них на российских конференциях – 85, на зарубежных – 13.

Охраняемых объектов интеллектуальной собственности, зарегистрированных на территории Российской Федерации – 15.

В настоящем издании представлены основные результаты научно-исследовательских работ, выполненных в ТОИ ДВО РАН в 2022 г. Представленные результаты характеризуют современное состояние исследований по основным направлениям деятельности Института.

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ, ДОСТИГНУТЫХ ЗА ОТЧЕТНЫЙ ПЕРИОД 2022 ГОДА

1. Важнейшие результаты исследований

1. С целью обнаружения мест, благоприятных для обитания и вылова минтая как самого массового объекта рыбного промысла на Дальнем Востоке, предложена новая диагностика на основе лагранжевых карт происхождения и «возраста» вод, вычисляемых ежесуточно по спутниковым данным. Используя ежесуточные данные положения судов на промысле в Охотском море в период минтаевых путин с 1997 по 2021 г. и статистический анализ, показано, что места вылова минтая, в основном, находятся в «молодых» водах тихоокеанского происхождения, попавших в море через северные Курильские проливы в течение 100 суток до дат уловов (рис. 1, а). Найдены статистически значимые различия между выборками с истинными местами вылова минтая и случайно распределенными точками по тесту Колмогорова-Смирнова (рис. 1, б, в). Показано, что места улова минтая сосредоточены в интрузиях и на лагранжевых фронтах тихоокеанской воды, более теплых и богатых пищей. Лагранжевы карты вычисляются в режиме реального времени в любую погоду и могут быть переданы на борт рыболовецких судов по электронной почте для оперативного прогноза мест перспективных для промысла минтая. (*Prants S.V. Marine life at Lagrangian fronts // Progress in Oceanography. 2022. V. 204. Art. no. 102790. DOI: 10.1016/j.poccean.2022.102790; Будянский М.В., Кулик В.В., Кивва К.К., Улейский М.Ю., Пранц С.В. Лагранжев анализ тихоокеанских вод в Охотском море на основе спутниковых данных в приложении к промыслу минтая // Исследование Земли из космоса. 2022. № 5. С. 47-59; переводная версия: Budyansky M.V., Kulik V.V., Kivva K.K., Uleysky M.Yu., Prants S.V. Lagrangian Analysis of Pacific Waters in the Sea of Okhotsk Based on Satellite Data in Application to the Alaska Pollock Fishery // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2022. V. 58, No. 12. P. 1427–1437. DOI: 10.1134/S0001433822120088).*

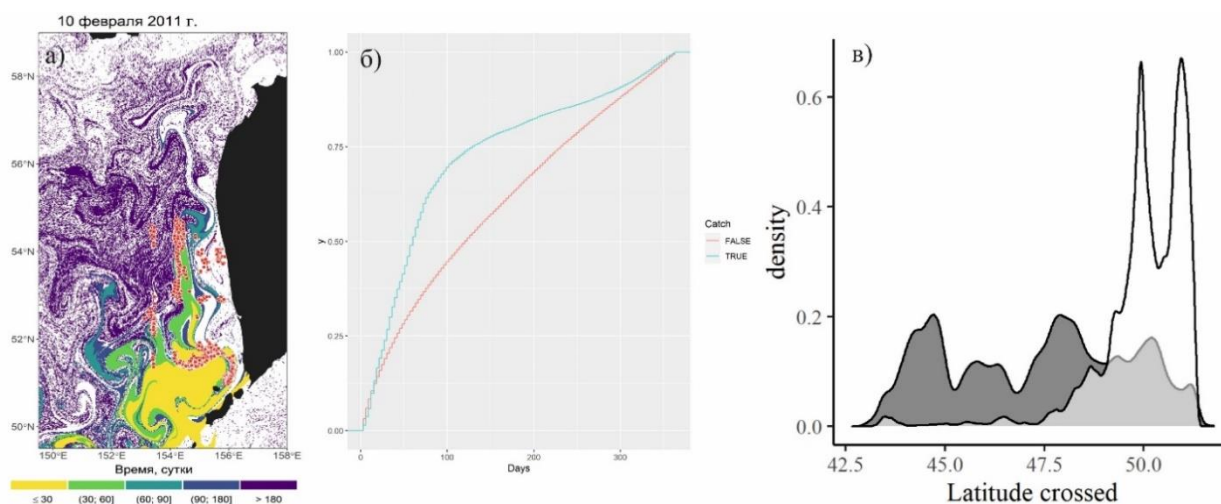


Рис. 1. а) Пример карты происхождения и «возраста» тихоокеанской воды, попавшей в Охотское море из океана через Курильские проливы. Красные кружки – положения судов на промысле в период за 3 суток до и 3 суток после указанной даты; желтые и зеленые – «молодые» тихоокеанские воды; б) функции распределения по времени прохода этой воды от Курильских проливов до истинных (зеленая кривая) и случайно распределенных (красная кривая) мест вылова минтая с усреднением в 1997-2021 гг.; в) функции распределения по широте проникновения тихоокеанской воды в море для истинных (серая кривая) и случайно распределенных (черная кривая) мест вылова минтая

2. Многолетний цикл молекулярных и изотопных ($\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{15}\text{N}$ - $\Delta^{14}\text{C}$) исследований наземного органического вещества, мобилизованного в результате деградации мерзлоты в водосборах великих сибирских рек и берегового ледового комплекса, позволил выявить следующее: 1. Сток арктических рек определяет вынос органического вещества почвенного и торфяного происхождения. 2. Максимальный вклад эрозионного органического вещества ледового комплекса характерен для морей восточно-арктического шельфа, а органическое вещество торфяного генезиса – для западно-арктического шельфа Карского моря. 3. До 99% взвешенного органического вещества восточно-арктического шельфа имеет терригенное происхождение. Терригенный сигнал органического вещества ослабевает по направлению к материковому склону, где доминирует органическое вещество морского происхождения. 4. Количественно оценены различия в поведении компонентов органического вещества. Фенолы лигнина изымаются из миграции примерно в 2 раза быстрее по сравнению с липидными биомаркерами, и в 3 раза быстрее, чем органическое вещество в целом. 5. Основным продуктом реминерализации вовлеченного в перенос терригенного органического вещества многолетней мерзлоты является двуокись углерода, что определяет климатическую роль этого процесса. (Dudarev O., Charkin A., Shakhova N., Ruban A., Chernykh D., Vonk J., Tesi T., Martens J., Pipko I., Pugach S., Gershelis E., Leusov A., Grinko A., Gustafsson O., Semiletov I. *East Siberian Sea: interannual heterogeneity of the suspended particulate matter and its biogeochemical signature // Progress in Oceanography*. 2022. V. 208. Art. no. 102903. DOI: 10.1016/j.pocean.2022.102903; Martens J., Wild B., Semiletov I., Dudarev O., Gustafsson Ö. *Circum-Arctic release of terrestrial carbon varies between regions and sources // Nature Communications*. 2022. V. 13. Art. no. 5858. DOI: 10.1038/s41467-022-33541-0; Matsubara F., Wild B., Martens J., Andersson A., Wennström R., Bröder L., Dudarev O., Semiletov I., Gustafsson Ö. *Molecular-Multiproxy Assessment of Land-Derived Organic Matter Degradation over Extensive Scales of the East Siberian Arctic Shelf Seas // Global Biogeochemical Cycles*. 2022. DOI: 10.1029/2022GB007428; Pipko I.I., Pugach S.P., Semiletov I.P. *Dynamics of Carbonate Characteristics of the Kara Sea Waters in the Late Autumn Season of 2021 // Doklady Earth Sciences*. 2022. V. 506. P. 671-676. DOI: 10.1134/S1028334X22600232; Wild B., Shakhova N., Dudarev O., Ruban A., Kosmach D., Tumskoy V., Tesi T., Grimm H., Nybom I., Matsubara F., Alexanderson H., Jakobsson M., Mazurov A., Semiletov I., Gustafsson Ö. *Organic matter composition and greenhouse gas production of thawing subsea permafrost in the Laptev Sea // Nature Communications*. 2022. V. 13. Art. no. 5057. DOI: 10.1038/s41467-022-32696-0).

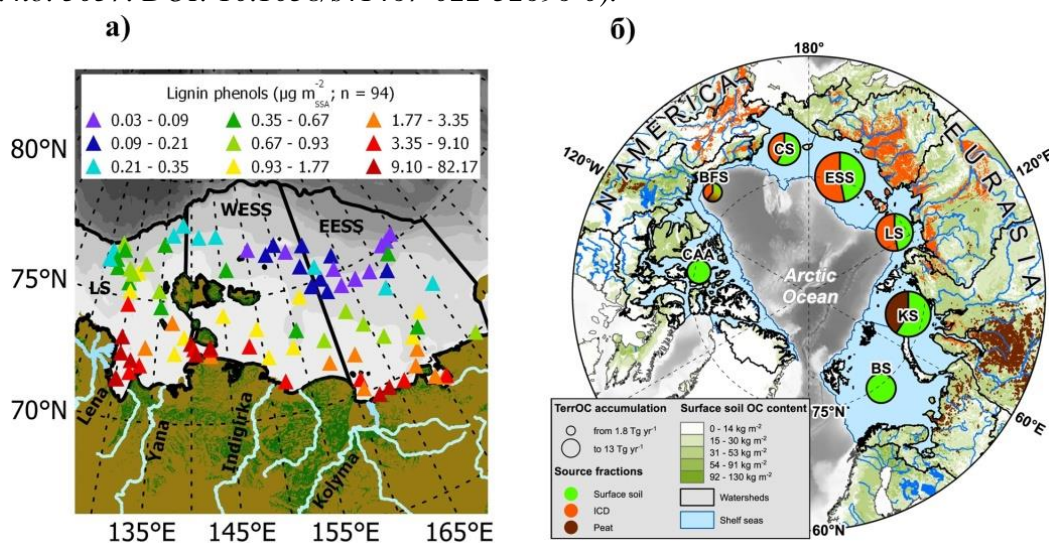


Рис. 2. а) Пространственное распределение вклада фенолов лигнина в состав органического вещества донных осадков восточно-арктического шельфа; б) количественная оценка вклада фракций органического вещества почв (зеленый цвет), ледового комплекса (оранжевый цвет), торфа (коричневый цвет) и скорости аккумуляции суммарного органического вещества в донные осадки морей Северного Ледовитого океана

3. При обработке записей лазерного нанобарографа и двух лазерных деформографов, расположенных на морской экспериментальной станции «м. Шульца» на побережье Японского моря, выделены три прямых прохода и один антиподальный проход атмосферного импульса и волн Лэмба, образованных в результате взрыва вулкана Хунга-Тонга-Хунга-Хаапай. Сгенерированные в атмосфере акустико-гравитационные волны Лэмба вызвали в земной коре возмущения аналогичных периодов, зарегистрированные лазерными деформографами. Атмосферный импульс и волны Лэмба при своём распространении над акваториями Тихого океана и Японского моря возбудили в них метеоцунами на периодах, которые соответствуют сейшам (собственным колебаниям) мест расположения станций регистрации. (*Dolgikh G., Dolgikh S., Ovcharenko V. Initiation of Infrasonic Geosphere Waves Caused by Explosive Eruption of Hunga Tonga-Hunga Ha'apai Volcano // Journal of Marine Science and Engineering. 2022. V. 10, Is. 8. Art. no. 1061. DOI: 10.3390/jmse10081061*).

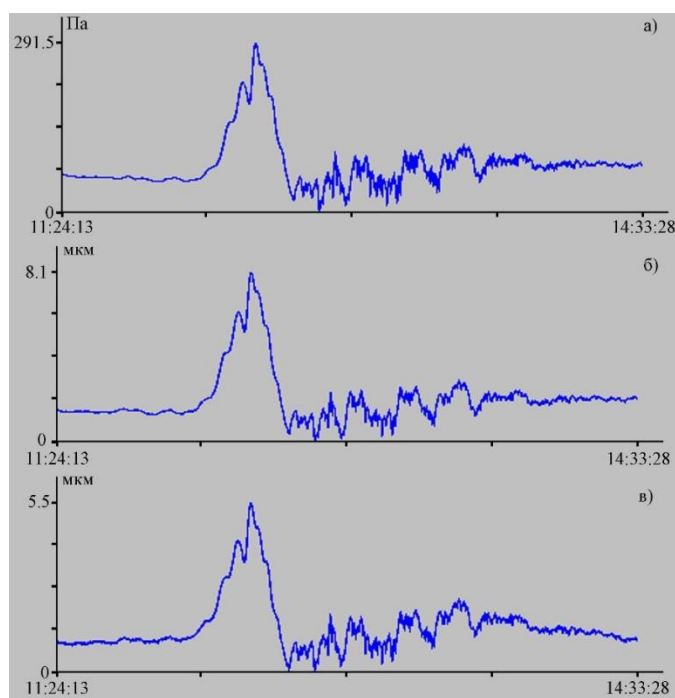


Рис. 3. Записи лазерного нанобарографа (а), лазерного деформографа ориентацией север-юг (б) и лазерного деформографа ориентацией запад-восток (в) за 15 января 2022 г.

4. Впервые для морских акваторий разработан метод количественной реконструкции температуры воздуха, основанный на создании трансферных функций при сопоставлении гидрометеорологических данных и химического состава морских донных осадков, накопившихся за инструментальный период. Использование метода позволяет продлить ряды инструментальных измерений на последние тысячелетия, что дает возможность выявления длительных циклов изменения климата и детализации региональных прогнозов его природной изменчивости. Показана преимущественная синхронность изменения климата и ледовитости (рис. 4, б, а) восточно-арктических морей РФ в зоне влияния атлантических процессов (рис. 4, ф) и частое несовпадение их вариаций в зоне распространения тихоокеанских вод, что необходимо учитывать при долгосрочном прогнозе ледовитости Северного морского пути. (*Astakhov A.S., Aksentov K.I., Babich V.V., Darin A.V., Kalugin I.A., Melgunov M.S., Sattarova V.V., Hu Limin, Shi Xuefa. Ice Coverage of the Laptev Sea and air temperature variation During Recent Centuries: Observed Data and Reconstructions Using a Geochemical Proxy // Current Chinese Science. 2022. V. 2, No. 3. P. 198-212. DOI: 10.2174/2210298102666220317102007; Astakhov A.S., Babich V.V., Shi Xuefa, Hu Limin, Obrezkova M.S., Aksentov K.I., Alatorsev A.V., Darin A.V., Kalugin I.A., Karnaukh V.N., Melgunov M.S. Climate and Ice conditions of East Siberian Sea during Holocene:*

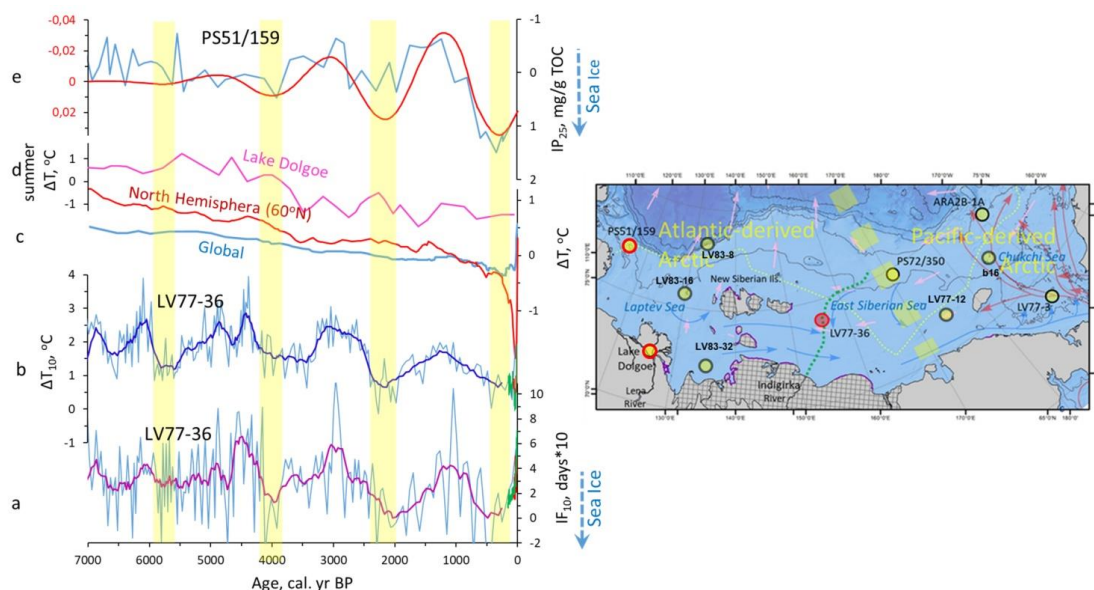


Рис. 4. Реконструкции ледовитости (IF_{10} , IP_{25}) и аномалий температуры воздуха (ΔT) среднего и позднего голоцена по колонке LV77-36 из Восточно-Сибирского моря (a, b) в сопоставлении с глобальными (c) и региональными (d, e) вариациями этих параметров. Желтой заливкой показаны периоды повышенной ледовитости (холодные этапы 1800-летних циклов Бонда), выявленные (Hörner et al., 2016) в море Лаптевых (e)

5. В окраинных морях северо-западной части Тихого океана обнаружен градиент концентраций атмосферной газообразной элементарной ртути $Hg(0)$ и ее потоков из моря в атмосферу, увеличивающийся с севера на юг. Основными районами-источниками ртути были: Курило-Камчатский сектор Тихого океана и северо-восток Китая для атмосферы Охотского моря, северо-восток Китая и Корейский полуостров для Японского моря, территория от Желтого моря до Индокитая для атмосферы Восточно-Китайского и Южно-Китайского морей. Анализ как опубликованных, так и собственных экспериментальных данных показал, что в глобальном масштабе потоки ртути из моря в атмосферу увеличиваются с увеличением температуры воды и уменьшением широты. (Kalinchuk V.V., Lopatnikov E.A., Ivanov M.V. // *Limnology and Freshwater Biology*. 2022. V. 5, No. 3. P. 1319-1322. DOI: 10.31951/2658-3518-2022-A-3-1319).

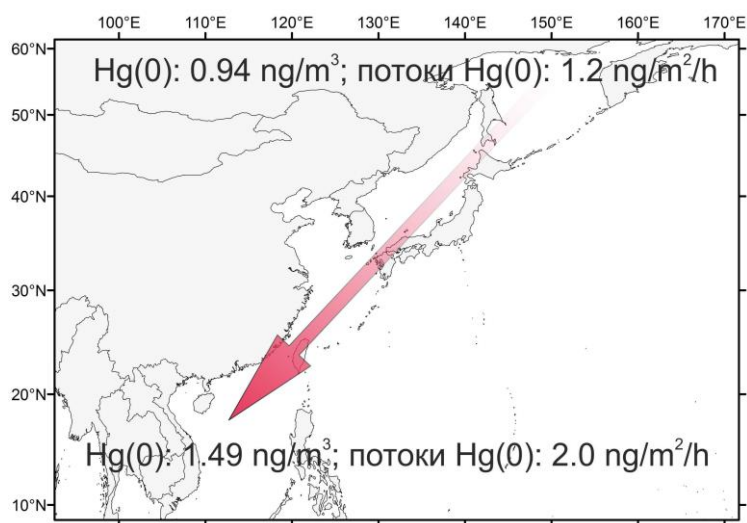


Рис. 5. Широтное увеличение концентрации атмосферной ртути и ее потоков из моря в атмосферу в окраинных морях северо-западной части Тихого океана

6. Впервые разработан набор региональных биооптических алгоритмов для оценки концентрации хлорофилла-а и содержания окрашенных растворенных органических веществ (ОРОВ) в верхнем перемешанном слое западной части Берингова моря из спутниковых данных по цвету моря. Определены рекомендации использования региональных и глобальных биооптических алгоритмов для различных оптических типов водных масс и различного качества проведенной атмосферной коррекции спутниковых данных. Выделены следующие наборы алгоритмов: 1. для наиболее точной оценки концентрации хлорофилла-а; 2. для наибольшего разделения вкладов фитопланктона и ОРОВ в оцениваемые характеристики; 3. для оценки концентрации хлорофилла-а и содержания ОРОВ с приемлемой точностью в случае больших ошибок атмосферной коррекции. Результаты могут быть использованы для увеличения пространственного покрытия спутниковыми данными по цвету моря; для улучшения точности оценки биопродуктивности (в т.ч. первичной продукции) района и поглощения тепла водной толщей; для анализа полей концентрации хлорофилла-а и содержания ОРОВ, в которых минимизирован обоюдный вклад в оценку каждой из характеристик. (Salyuk P.A., Steepochkin I.E., Sokolova E.B., Pugach S.P., Kachur V.A., Pipko I.I. *Developing and Using Empirical Bio-Optical Algorithms in the Western Part of the Bering Sea in the Late Summer Season // Remote Sensing*. 2022. V. 14, No. 22. P. 5797. DOI: 10.3390/rs14225797).

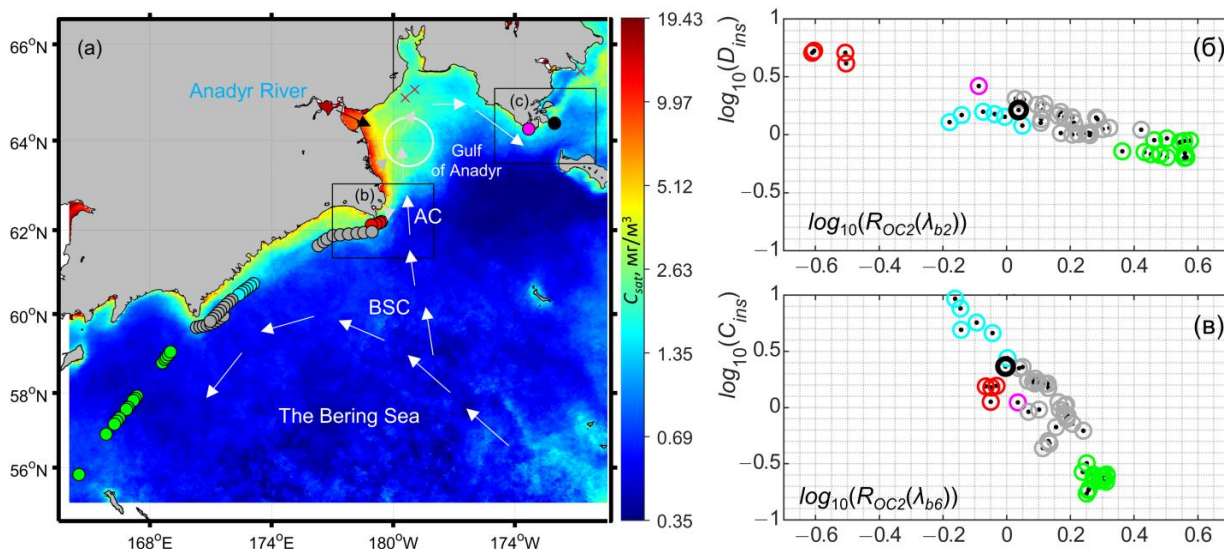


Рис. 6. а) Местоположение подспутниковых экспериментов с наложенным изображением средней концентрации хлорофилла-а, оцененной по данным спутникового радиометра MODIS-Aqua за август 2002-2020 гг.; б) диаграмма рассеяния десятичных логарифмов контактных определений содержания ОРОВ (в ед. QSU) и дистанционно определенных индексов цвета моря в диапазоне 404-424 нм; в) диаграмма рассеяния десятичных логарифмов концентрации хлорофилла-а (в мг/м³) и индексов цвета моря в диапазоне 501-539 нм. Цвет точек соответствует разным водным массам: красный и розовый – подверженные влиянию речных вод, зеленый – олиготрофные воды, серый и черный – мезотрофные воды, голубой – с высокой относительной концентрацией хлорофилла-а

7. Численные эксперименты по исследованию условий формирования эффекта акустического «оползня», предопределяющего распространение сигналов излучателя из области шельфа на большие расстояния в подводном звуковом канале глубокого моря, показали, что для гидрологических и батиметрических условий Японского и Охотского морей (рис. 7.1) в структуре импульсной характеристики волноводов фиксируются последние приходы акустической энергии, означающие ее распространение по кратчайшему пути вблизи оси звукового канала. Определение времени последнего прихода обеспечивает максимальную точность позиционирования приемника подводного аппарата, а принципиальным условием для формирования эффекта «оползня» является минимальная разность глубин между началом свала глубин и осью подводного звукового

канала (рис. 7.2). (Буренин А.В., Шкрамада С.С., Моргунов Ю.Н. Особенности формирования эффекта акустического «оползня» для дальнего распространения звука из шельфа в глубокое море // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 1 (39). С. 51-57. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_39_01_05).

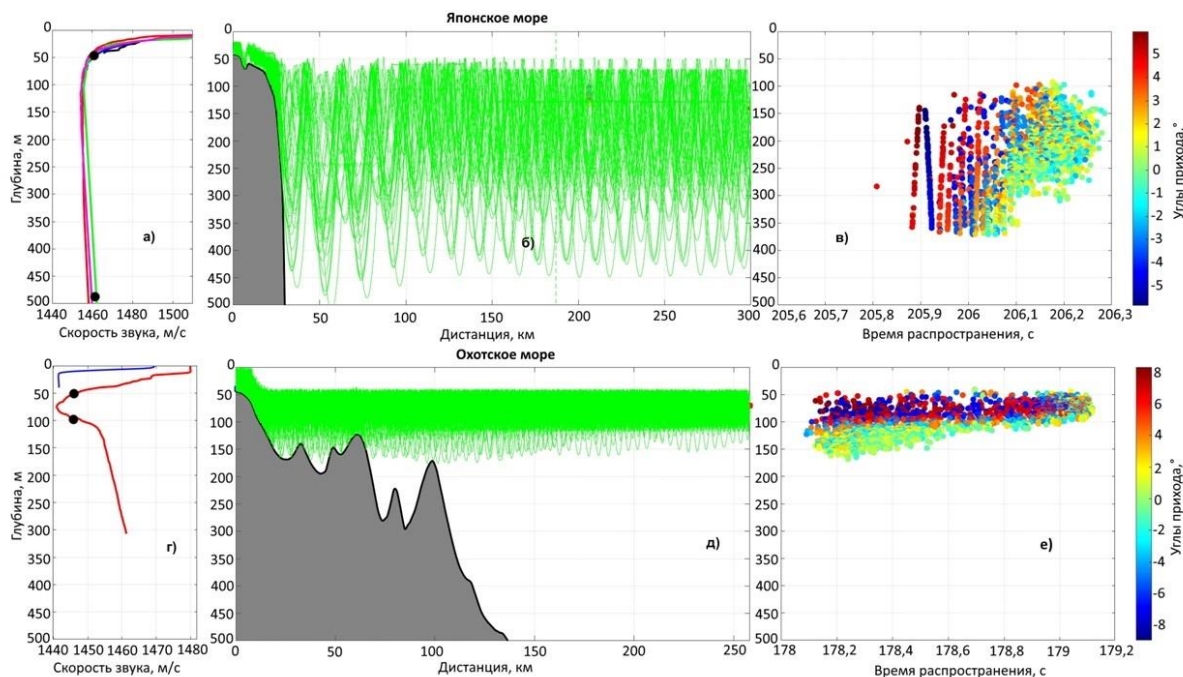


Рис. 7.1. Результаты моделирования для Японского и Охотского морей: а) и г) – профили скорости звука; б) и д) – лучевые картины; в) и е) – трехмерные t - z - α диаграммы (время распространения – горизонт приема – угол скольжения луча в точке приемника)

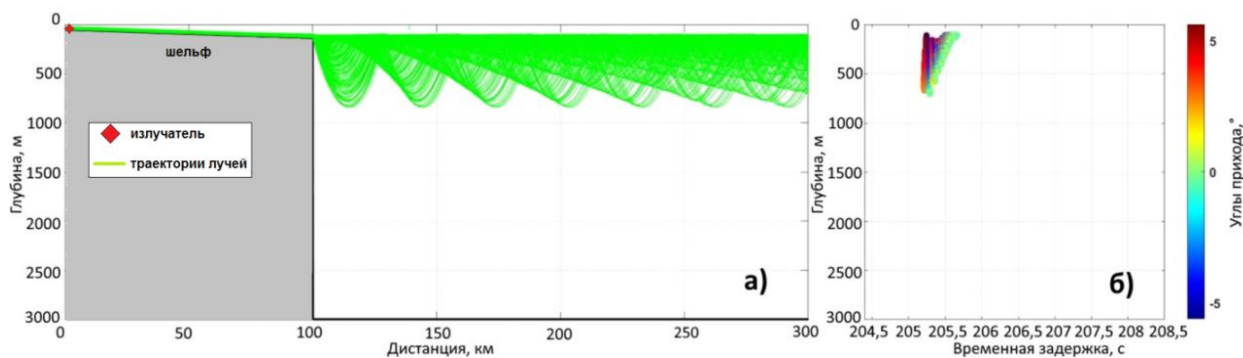


Рис. 7.2. Результаты моделирования для условий: протяженность шельфа 100 км, глубина границы свала 135 м, глубина оси ПЗК 100 м (близкие глубины границы свала и оси ПЗК), а) лучевая картина, б) трехмерная t - z - α диаграмма

8. Создана газогенетическая методика, которая превосходит зарубежные аналоги и с помощью которой впервые наиболее полно охарактеризованы основные источники углеводородных газов в донных отложениях Мирового океана. В процессе изучения газовой составляющей обнаружено, что в районе наличия аномальных концентраций метана и его гомологов в донных осадках формируется не только специфические геохимические элементные ассоциации, скопления газогидратов, но и оазисы биоразнообразия. Детально газогеохимические исследования выполнены в районе континентальной окраины Восточно-Сибирского моря, что позволяет использовать новую методику экспрессных газогеохимических индикаторов (рис. 8) для поисков углеводородного сырья в Арктической зоне РФ. Представленный результат дает существенный вклад не только с позиций оценки нефтегазоносности акваторий, но и в

вопросах исследования геологических источников природной эмиссии парниковых газов в акваториях Мирового океана. (Yatsuk A., Gresov A., Snyder G.T. *Hydrocarbon Gases in Seafloor Sediments of the Edge Shelf Zone of the East Siberian Sea and Adjacent Part of the Arctic Ocean* // *Frontiers in Earth Science*. 2022. V. 10. Art. no. 856496. DOI: 10.3389/feart.2022.856496; Gresov A.I., Yatsuk A.V., Aksentov K.I., Sattarova V.V., Shvalov D.A., Zarubina. N.V. *Geochemical Studies of the Pleistocene Sediments of the Edge Shelf Zone of the East Siberian Sea and Arctic Ocean* // *Geochemistry International*. 2022. V. 60, No. 10. P. 965–980. DOI: 10.1134/S0016702922100032; Обжиров А.И., Телегин Ю.А., Шакиров Р.Б., Сырбу Н.С., Калгин В.Ю., Ли Н.С., Пономарева А.Л., Еськова А.И. Газогеохимические исследования как метод поиска газогидратов и выявления залежей углеводородов // *География и природные ресурсы*. 2022. Т. 43, № 1. С. 132-139).

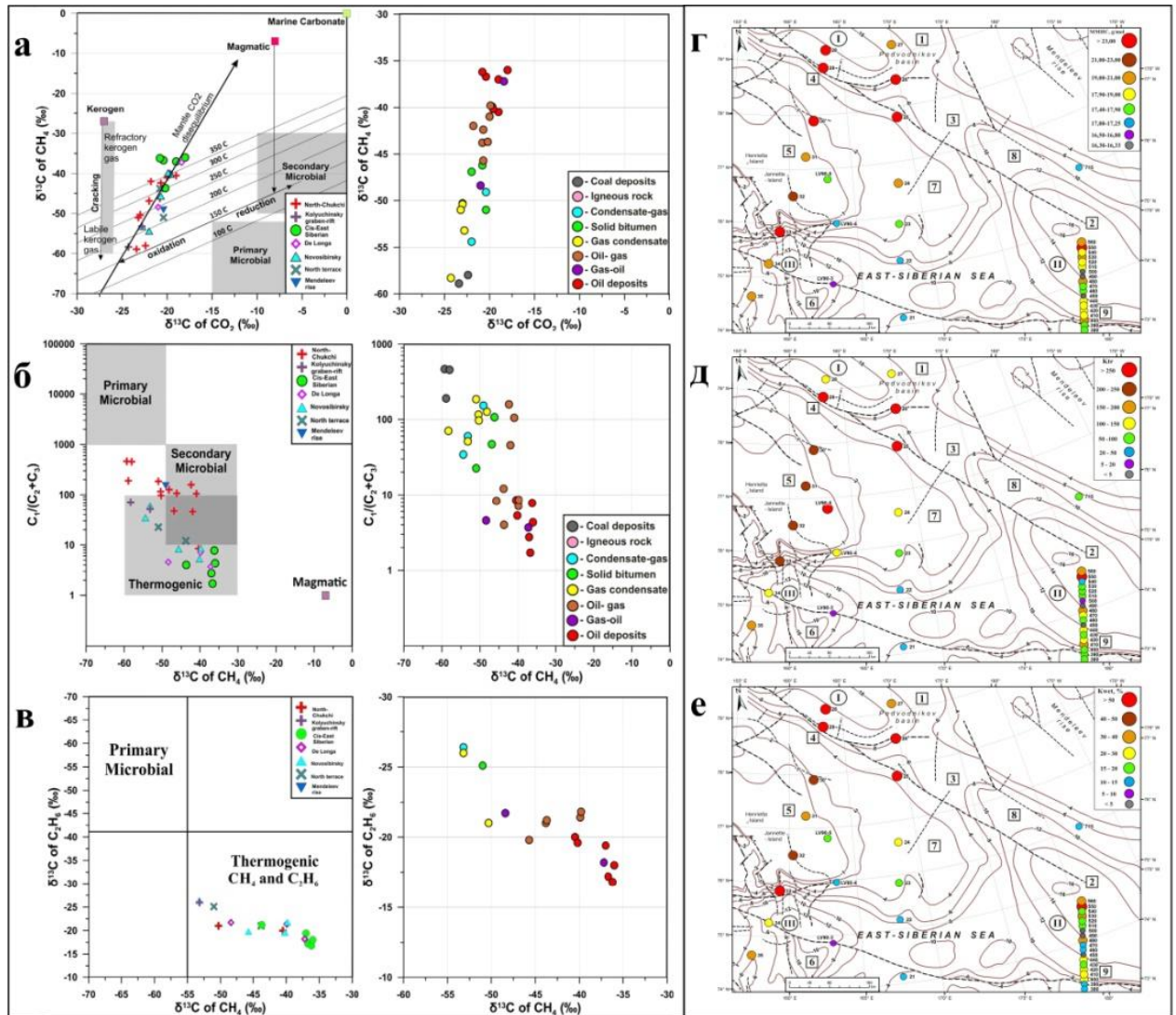


Рис. 8. Сравнительные диаграммы зарубежных и предлагаемой газогенетических методик (а-в) и пространственное распределение основных газогенетических индикаторов в районе исследований – МуВ, Кпр и Квл (г-е)

2. Основные результаты законченных работ (или крупных этапов работ)

Тема «Изучение фундаментальных основ возникновения, развития, трансформации и взаимодействия гидроакустических, гидрофизических и геофизических полей Мирового океана»

Научный руководитель академик РАН, д.ф.-м.н. Долгих Г.И.

Регистрационный номер АААА-А20-120021990003-3

1.1. Особенности распространения низкочастотных гидроакустических сигналов при томографических исследованиях системы «море-земля-море»

к.ф.-м.н. С.С. Будрин, академик РАН, д.ф.-м.н. Г.И. Долгих, д.т.н. С.Г. Долгих, к.ф.-м.н. В.А. Чупин

Описан механизм прохождения акустического сигнала из одной шельфовой области в другую через твердое полупространство, согласно которому 90% акустической энергии уходит в дно сразу же, а оставшая часть энергии уходит постепенно с уменьшением глубины и полностью переходит в дно при достижении критической глубины. Показано, что в первых точках измерений распределение поля давления формирует энергия, ушедшая в дно непосредственно на критической глубине, основная же часть энергии, ушедшая в дно, сразу же распространяется глубже в гранитной подложке и начинает выходить на поверхность с появлением в геологической структуре осадочных пород. В остальных точках измерений поле давления формируется в результате взаимодействия прямой, проходящей «насквозь» и выходящей в жидкое полупространство энергий, вследствие чего и возникает неоднородная структура распределения поля давления по глубине. Таким образом, формирование вертикальных распределений поля акустического давления зависит от формы и геологической структуры шельфовой области. (Budrin S., Dolgikh G., Chupin V., Dolgikh S. *Some Peculiarities of Low-Frequency Hydroacoustic Signals Behavior in Tomographic Studies of «Sea-Land-Sea» System* // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10 (10). Art. no. 1550. DOI: 10.3390/jmse10101550; Будрин С.С., Долгих Г.И., Пивоваров А.А., Самченко А.Н., Чупин В.А., Швырев А.Н., Яроцук И.О. *Экспериментальные томографические исследования особенностей распространения сигналов низкочастотных гидроакустических систем в верхнем слое морского дна и в толще воды* // *Подводные исследования и робототехника*. 2022. № 3(41). С. 45-53. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_41_03_04).

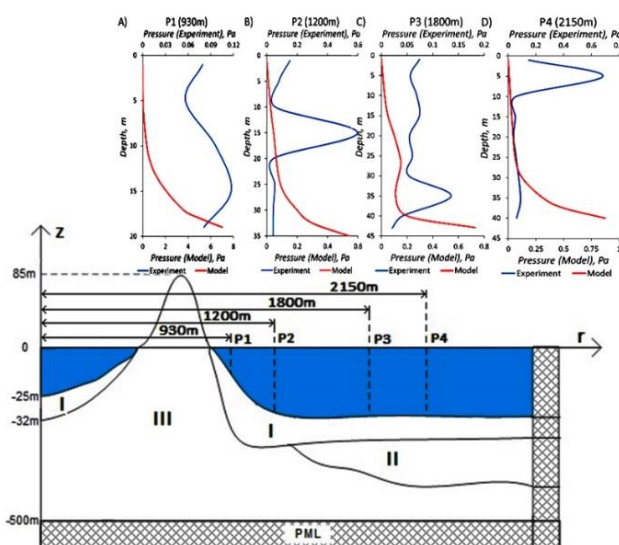


Рис. 1.1. Вертикальное распределение поля акустического давления на станциях при распространении гидроакустического сигнала через препятствие в виде суши

1.2. Регистрация источников гидроакустического излучения системой пространственно-разнесенных лазерных деформографов

академик РАН, д.ф.-м.н. Г.И. Долгих, д.т.н. С.Г. Долгих, к.ф.-м.н. В.В. Овчаренко, к.ф.-м.н. В.А. Чупин, к.т.н. В.А. Швец, к.т.н. С.В. Яковенко

На синхронных записях лазерных деформографов, разнесенных в пространстве по побережью Приморского края, выделены пакеты гидроакустических сигналов, возбуждаемых источниками низкочастотного гидроакустического излучения в шельфовой области Японского моря. Получены экспериментальные величины амплитуд сейсмоакустических сигналов, генерируемых на разных частотах и регистрируемых лазерными деформографами. Данные результаты показывают возможность контроля источника гидроакустического излучения при его перемещении по контролируемой акватории. При этом контроль может осуществляться совмещением двух разных методов измерения: 1) метод пространственно-разнесенных лазерных деформографов; 2) метод амплитудной модуляции сигнала разнонаправленных компонент лазерных деформографов. Полученные результаты показали перспективность применения системы лазерных деформографов для регистрации источников низкочастотного гидроакустического излучения вдоль побережья шельфовых зон. (Чупин В.А., Долгих Г.И., Долгих С.Г., Овчаренко В.В., Пивоваров А.А., Самченко А.Н., Швец В.А., Швырев А.Н., Яковенко С.В., Яроцук И.О. Регистрация источников гидроакустического излучения системой пространственно-разнесенных лазерных деформографов // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 4(42). С. 62-70. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_42_04_06).

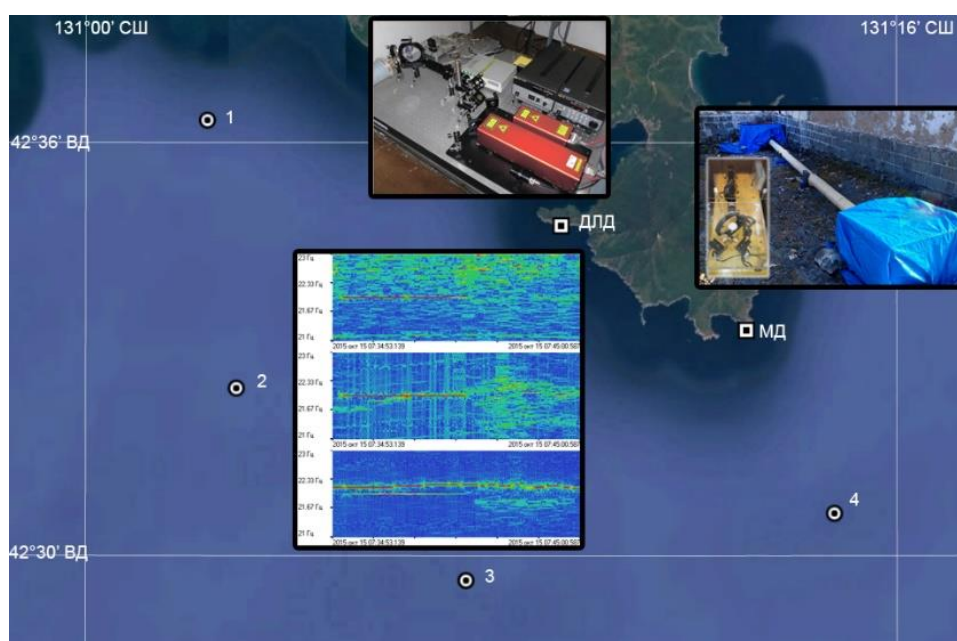


Рис. 1.2. Схема эксперимента регистрации источников гидроакустического излучения системой пространственно-разнесенных лазерных деформографов. МД – мобильный лазерный деформограф, ДЛД – двухкоординатный лазерный деформограф, 1-4 – станции излучения

1.3. Потери при распространении низкочастотного звука в двумерном волноводе со случайным дном и шероховатой проницаемой донной границей

д.ф.-м.н. О.Э. Гулин, д.ф.-м.н. И.О. Яроцук

Для низкочастотного звукового сигнала, распространяющегося в двумерно-неоднородном мелководном волноводе на основе статистического моделирования и локально-модового подхода, рассмотрено влияние случайной батиметрии

(флуктуирующей донной границы). Исследование проведено для условий мелкого моря, соответствующих прибрежным волноводам арктических морей. Особенностью здесь является присутствие почти однородного водного слоя при разнообразных характеристиках донных осадков. Для описания последних принята модель случайного импеданса. Для условий сильно пропускающей в среднем донной границы расчеты прогнозируют весьма слабое влияние флуктуаций батиметрии на среднюю интенсивность звука по сравнению с воздействием флуктуаций параметров осадков и объемных случайных неоднородностей водной толщи. Кроме того, показано, что в статистическом плане шероховатости донной границы иначе возмущают среднюю интенсивность звука в мелководном волноводе, чем объемные флуктуации скорости звука. (Gulin O.E., Yaroshchuk I.O. On average losses of low-frequency sound in a two-dimensional shallow-water random waveguide // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10 (6). Art. no. 822. DOI: 10.3390/jmse10060822).

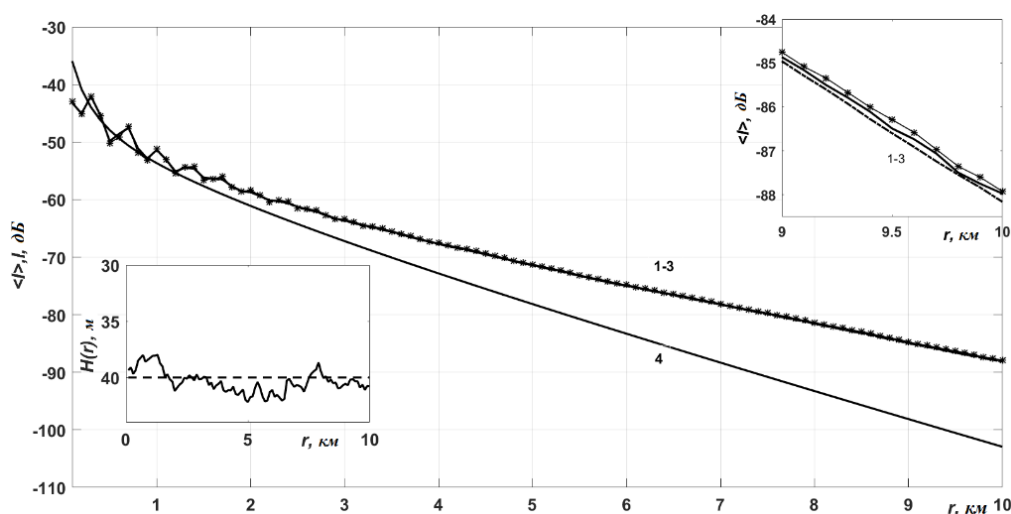


Рис. 1.3. Спадание средней интенсивности сигнала частоты 250 Гц в случайном волноводе с флуктуациями импеданса дна и донной границы (батиметрии). $L_{rc}=L_n=1$ км. Кривые 1-3 – приближение рассеяния вперед, адиабатическое приближение (штриховая кривая), горизонтальная донная граница H (маркеры). Нижняя кривая 4, усредненная по масштабу интерференции, соответствует детерминированному волноводу ($\delta c_1=\delta h=0$). $z=z_0=24$ м

1.4. Нестационарные гидрофизические процессы на шельфе Японского моря

д.ф.-м.н. И.О. Ярошук, к.г.н. Самченко А.Н., к.ф.-м.н. А.Н. Швырев,
А.А. Пивоваров, А.В. Кошелева

Нелинейные уравнения многослойной мелкой воды в приближении Буссинеска применены для моделирования нестационарных гидрофизических процессов в шельфовой зоне приливного моря. Выполнен расчет вертикального распределения температуры и горизонтальной компоненты скорости вдоль прямолинейной трассы на основе данных о вариации температуры на заданных горизонтах, полученных на одной из донных станций. Результаты численного моделирования верифицированы с использованием данных других контрольных станций, расположенных вдоль рассматриваемой трассы. Показано, что многослойная модель качественно воспроизводит структуру наблюдаемого волнового пакета, а уравнения двухслойного течения описывают динамику центральной части термоклина даже в том случае, когда стратификация существенно отличается от двухслойной. Сравнение результатов расчета с натурными данными позволяет сделать вывод о том, что гипотеза о квазидвумерном характере течения на шельфе, лежащая в основе применяемого подхода, соответствует реальности. (Ляпидевский В.Ю., Храпченков Ф.Ф., Чесноков А.А., Ярошук И.О. Моделирование нестационарных гидрофизических процессов на шельфе Японского моря // *Известия РАН. Механика жидкости и газа*. 2022.

№ 1. С. 57-68. DOI: 10.31857/S0568528122010066; переводная версия: Liapidevskii V.Yu., Khrapchenkov F.F., Chesnokov A.A., Yaroshchuk I.O. Modeling of unsteady geophysical processes on the shelf of the Sea of Japan // Fluid Dynamics. 2022. V. 57, No. 1. P. 55-65. DOI: 10.1134/S0015462822010062).

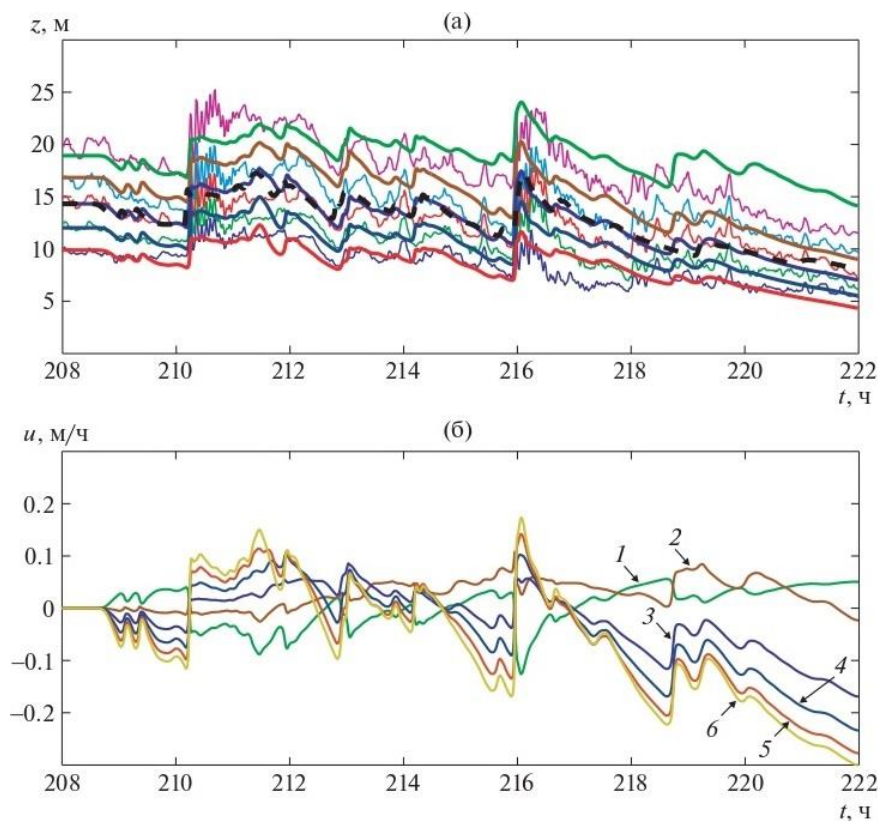


Рис. 1.4. Результаты расчета эволюции течения на промежутке 14 ч на станции S03 по данным станции S07: (а) – границы раздела слоев (толстые линии – расчет по 6-слойной модели, пунктир – по двухслойным уравнениям, тонкие кривые – данные натуральных измерений станции S03); (б) – скорость жидкости в слоях 1-6

1.5. Экспериментальные исследования сейсмоакустических процессов на границе «гидросфера-литосфера»

д.ф.-м.н. И.О. Ярощук, к.г.н. А.Н. Самченко, к.ф.-м.н. А.Н. Швырев, А.А. Пивоваров

Исследованы процессы трансформации гидроакустических сигналов в сейсмические при прохождении через границу гидросфера-литосфера. Натурный эксперимент проведен в 2020 и 2021 гг. в заливе Петра Великого Японского моря. Работы проводились с использованием низкочастотного гидроакустического излучателя с центральной частотой 33 Гц. Прием акустических сигналов велся установленными на суше трехкомпонентными виброметрами и гидрофонами. На основе данных построенной геоакустической модели залива Петра Великого проведено моделирование распространения различного типа сейсмоакустических сигналов (поверхностные, продольные и поперечные волны) от точки излучения до точек приема. Установлено, что поперечные и поверхностные волны позволяют получить более достоверную информацию о структурно-тектонических особенностях по отношению к данным традиционных сейсморазведочных работ и дополнить общую картину геологического строения акустической трассы. (Самченко А.Н., Пивоваров А.А., Швырев А.Н., Ярощук И.О. Экспериментальные исследования сейсмоакустических процессов на границе «гидросфера-литосфера» в заливе Петра Великого Японского моря // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 2 (40). С.74-82. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_40_02_08).

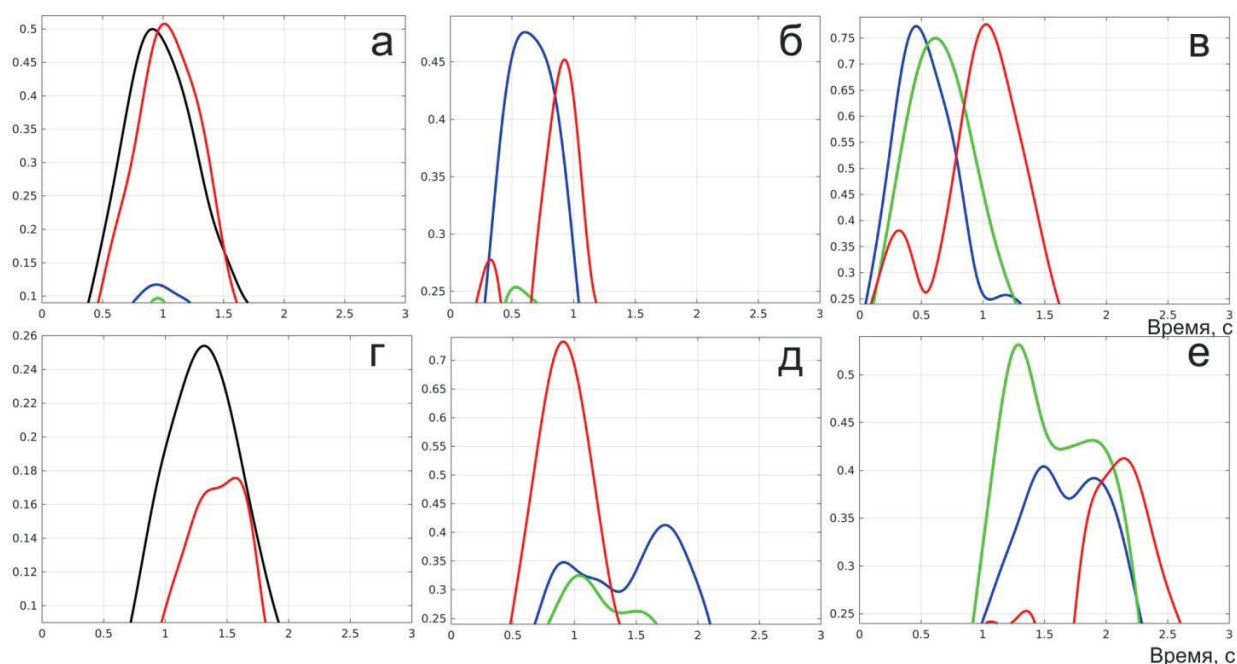


Рис. 1.5. Нормированные корреляционные функции между сигналами, принятыми на регистратор гидрофизических полей (а, г) и трехкомпонентные виброметры Zet 7152, и математической моделью сигнала. X координата показана синим цветом, Y – зеленым, Z – красным. а-в) ближняя к берегу точка излучения, прием на виброметре № 1, 2, 3 соответственно (расстояния 1,82; 1,25; 0,7 км); г-е) дальняя от берега точка излучения, прием – виброметр № 1, 2, 3 соответственно (расстояния 3,4; 2,84; 2,28 км)

1.6. Восстановления гидрологических временных рядов с применением нейросетевых технологий

к.т.н. Р.А. Коротченко, А.В. Кошелева

В представленном исследовании методы машинного обучения применены в сфере гидрологических измерений для восстановления (прогнозирования) пропущенных или поврежденных данных. Натурные измерения поля температуры, взятые в качестве типового примера, проведены на шельфе Японского моря в заливе Петра Великого в октябре 2021 г. Часть записей одного из датчиков удалена вручную. Для заполнения недостающей части использовался метод усреднения показаний ближайших датчиков, а также одномерная и двумерная модели нейронной сети Long Short-Term Memory (LSTM). Результаты моделирования доказывают, что многомерное заполнение может значительно увеличить длину предсказываемой последовательности при сохранении допустимой точности и компенсировать эффект накопления ошибки, который наблюдается при одномерном заполнении. Метод многомерного восстановления данных, основанный на нейронной сети LSTM, представляется весьма перспективным для нестационарных временных рядов, обнаружения и прогнозов гидрологических аномалий типа апвеллинга, даунвеллинга, прохождения цугов интенсивных внутренних волн и т.п. (Коротченко Р.А., Кошелева А.В. Метод восстановления гидрологических временных рядов с применением нейросетевых технологий // Информационные технологии. 2022. Т. 28, № 10. С. 546-551. DOI: 10.17587/it.28.546-551).

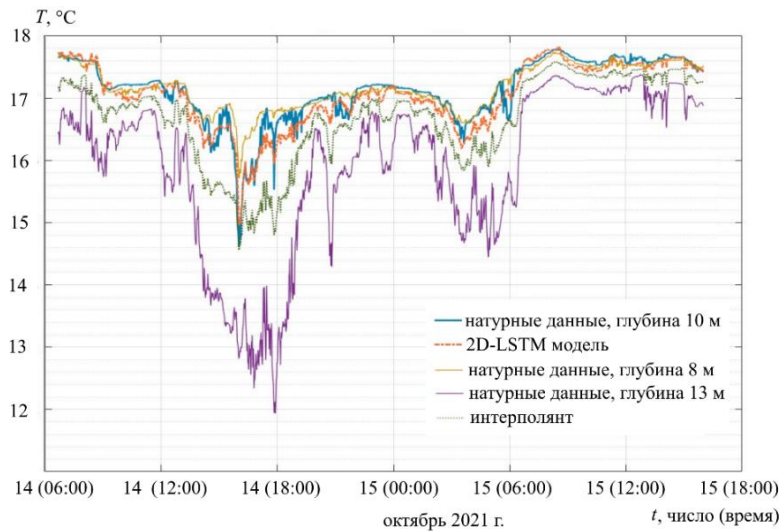


Рис. 1.6. Сравнение результатов прогноза двумерной 2D-LSTM моделью и интерполяции: 1 – натурные данные на глубине 10 м; 2 – 2D-LSTM модель; 3 – натурные данные на глубине 8 м; 4 – натурные данные на глубине 13 м; 5 – интерполянт

1.7. Фазовый механизм устойчивости вихря вектора акустической интенсивности в мелком море

д.ф.-м.н. В.А. Щуров, С.Г. Щеглов, Е.С. Ткаченко, А.С. Ляшков

На примере реального вихря вектора акустической интенсивности показана динамика самосогласованной перестройки разности фаз между компонентами акустического поля внутри вихря в условиях мелкого моря. Определено выражение динамической характеристики – собственного момента импульса вихря. Установлено: устойчивость вихря обусловлена вращением вектора колебательной скорости частиц среды, которое создает собственный момент импульса вихря и компенсирует внешнее воздействие на вихрь со стороны области конструктивной интерференции; вертикальная реактивная компонента плотности энергии достигает в потенциальной яме вихря максимального значения. Диаметр вихря соизмерим с длиной волны звука, частота излучения 88 Гц. (Щуров В.А. Фазовый механизм устойчивости вихря вектора акустической интенсивности в мелком море // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 3 (41). С. 79-91. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_41_03_07; Shchurov V.A. Movement of Acoustic Energy in the Ocean. Singapore: Springer, 2022. 192 p. DOI: 10.1007/978-981-19-1300-6. ISBN 978-981-19-1299-3).

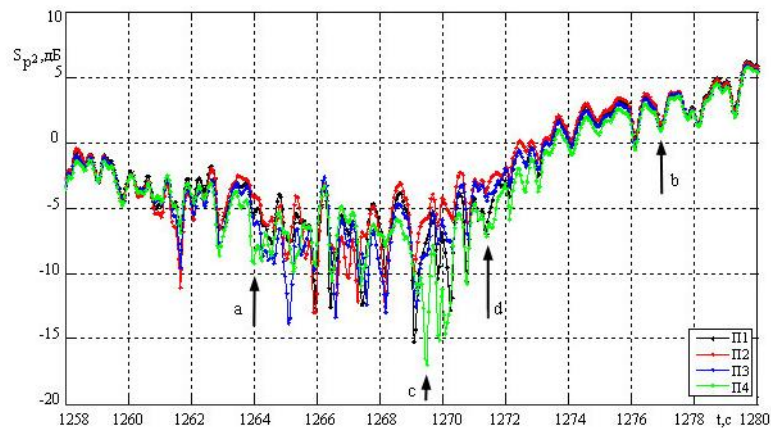


Рис. 1.7. Вихрь номер шесть. Зависимость от времени уровня спектральной плотности мощности акустического давления $S_{p2}(t)$ для четырех приемников. Частота 88 Гц. Время усреднения 0,1 с. Уровень дБ выбран произвольно

1.8. Дистанционные акустические исследования мелководных зон пузырьковой разгрузки метана

к.т.н. Д.В. Черных

Эмиссия природного газа со дна моря к поверхности в шельфовых областях арктических морей вызывает все больший интерес у исследователей. Газовые «факелы», связанные с выходящими из донных отложений всплывающими пузырьками, регистрируются во многих районах Мирового океана, в том числе и на арктическом шельфе. Исследования в научных рейсах судов РАН в 2011-2020 гг. в морях арктического шельфа России показали, что наиболее информативным с точки зрения регистрации выходящих в воду газовых потоков является высокочастотное эхолотирование. Одно и многолучевые эхолоты позволяют идентифицировать практически все формы газовыделения – от одиночных мелких источников до сплошных газовых «факелов», протяженностью в сотни метров и более. (Ананьев Р.А., Дмитриевский Н.Н., Росляков А.Г., Черных Д.В., Мороз Е.А., Зарайская Ю.А., Семилетов И.П. *Использование комплексных акустических методов для мониторинга процессов эмиссии газов на шельфе арктических морей* // *Океанология*. 2022. Т. 62, № 1. С. 151-157. DOI: 10.31857/S0030157422010014; переводная версия Ananiev R.A., Dmitrevsky N.N., Roslyakov A.G., Chernykh D.V., Semiletov I.P., Moroz E.A., Zarayskaya Y.A. *Acoustic Monitoring of Gas Emission Processes in the Arctic Shelf Seas* // *Oceanology*. 2022. V. 62, No. 1. P. 127-132. DOI: 10.1134/S0001437022010015).

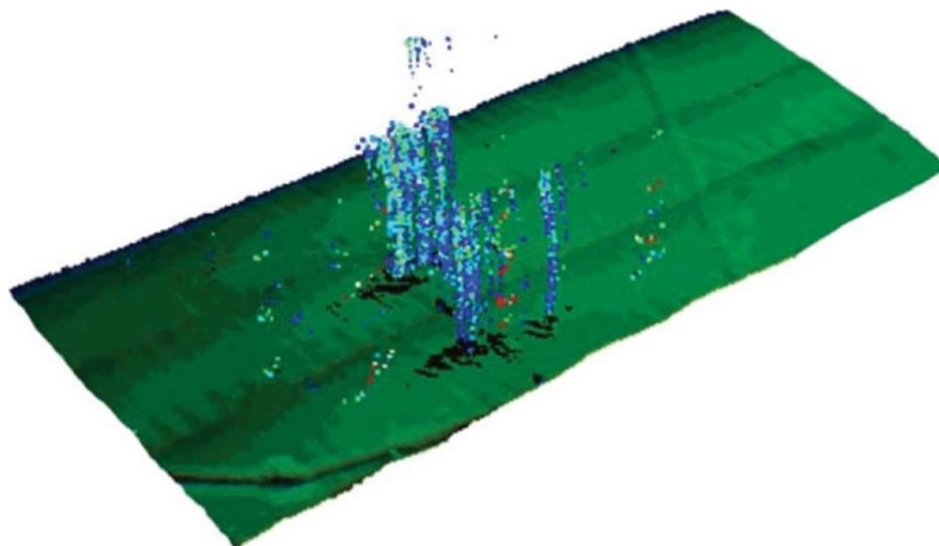


Рис. 1.8. Пространственная трехмерная картина эмиссии газа из дна, полученная с помощью многолучевого эхолота

1.9. Теоретическое исследование эффекта оползня с помощью функции Хусими

к.т.н. М.Ю. Фершалов, д.ф.-м.н. П.С. Петров, д.ф.-м.н. Д.В. Макаров

Рассматривается задача о распространении звука вдоль берегового клина в мелком море. Внимание сосредоточено на эффекте акустического оползня, сопровождающегося усиленной фокусировкой звука вблизи дна, а также засветкой оси подводного звукового канала при выходе акустического пучка в глубокое море. В настоящей работе исследуется влияние профиля скорости звука на эффективность фокусировки вблизи дна. Для измерения степени фокусировки применяется функция Хусими, представляющая собой частный случай сглаженной функции Вигнера и позволяющая проецировать акустическое поле на фазовое пространство лучевых уравнений. Используя функцию Хусими, мы можем одновременно оценивать как фокусировку по глубине, так и сужение углового спектра акустического поля. Показано, что с увеличением глубины термоклина степень фокусировки снижается. Данное обстоятельство связано с сужением придонного

звукового канала. С ростом длины звуковой волны эффективность фокусировки падает, что указывает на лучевую природу эффекта оползня. В качестве примера рассмотрена модель акустического волновода вблизи п-ова Гамова в Японском море. (Фершалов М.Ю., Петров П.С., Макаров Д.В. О фокусировке акустического поля вблизи наклонного дна в мелководном волноводе // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 2 (40). С. 65-73. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_40_02_07).

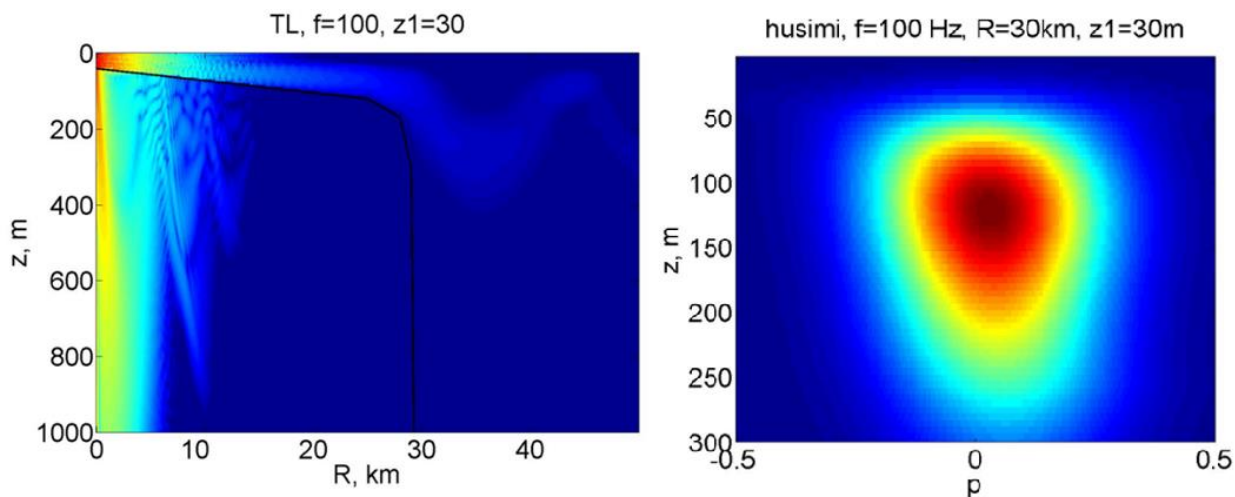


Рис. 1.9. Пространственная структура акустического поля (слева) и функция Хусими на расстоянии 30 км от источника (справа) для акустического сигнала с частотой 100 Гц

1.10. Методика построения трехмерного поля антропогенных акустических шумов на обширных акваториях мелкого моря по опорным точечным измерениям

Д.С. Манульчев, А.Г. Тыщенко, к.т.н. М.Ю. Фершалов, д.ф.-м.н. П.С. Петров

В работе развивается метод расчета распределений уровней антропогенных акустических шумов в задачах акустического мониторинга. Оценка спектра источника звука происходит по данным измерений, выполняемых одиночным опорным гидрофоном на небольшом удалении от этого источника. После этого оценка спектра используется при моделировании распределения уровней звуковой экспозиции (SEL) методом псевдодифференциальных модовых параболических уравнений (ПДМПУ). При этом используется комплекс программ AMPLE, основанный на теории ПДМПУ и разработанный в ТОИ ДВО РАН. Предложенная методика также используется для моделирования временных рядов импульсных акустических сигналов в точках приема. В работе выполнено сравнение результатов моделирования распределения SEL и сигналов в точке приема с результатами прямых натуральных измерений, выполненных в ходе акустического мониторинга сейсморазведочных импульсов на шельфе о. Сахалин. Результаты сравнения показывают эффективность предложенной методики как в части расчета распределения SEL, так и для качественного и количественного воспроизведения *in silico* основных характеристик импульсных сигналов в трехмерных волноводах мелкого моря. (Manul'chev D., Tyshchenko A., Fershalov M., Petrov P. Estimating sound exposure levels due to a broadband source over large areas of shallow sea // Journal of Marine Science and Engineering. 2022. V. 10 (1). Art. no. 82. DOI: 10.3390/jmse10010082).

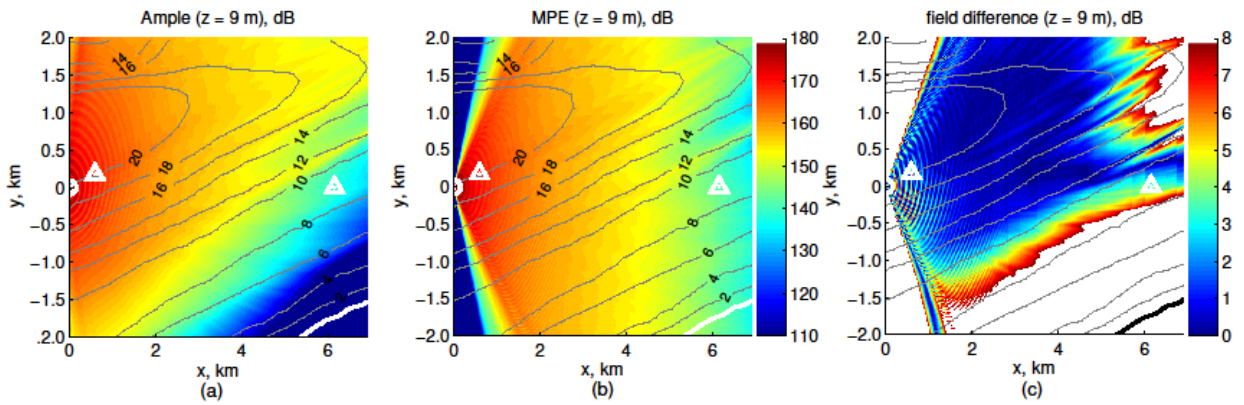


Рис. 1.10. Пространственное распределение уровня звуковой экспозиции SEL на горизонте 9 м от поверхности моря, рассчитанное с использованием комплексов программ AMPLE (a), MPE (b), а также их разность (c)

1.11. Апробация деформационного метода определения степени цунамигенности землетрясений

д.т.н. С.Г. Долгих

С использованием данных неравноплечего 52,5-метрового лазерного деформографа апробирован деформационный метод определения степени цунамигенности подводных землетрясений. Выделены цунамигенные землетрясения произошедшие в трех районах – Индонезия, Чили и западное побережье Северной Америки. Присутствие деформационного скачка в момент или после землетрясения свидетельствует о смещении дна, характерном при возникновении цунами. Для всех рассмотренных землетрясений рассчитана степень расходимости, которая показала, что во всех случаях, приведших к образованию цунами, зарегистрированные аномальные сигналы связаны со смещением участка земной коры в эпицентре землетрясения. Применение деформационного метода определения степени цунамигенности землетрясений в совокупности с другими методами позволит существенно повысить вероятность определения цунами ближней зоны действия. (Долгих С.Г. Применение деформационного метода при анализе цунамигенных землетрясений // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2022. Т. 4, вып. 1. С. 8-22. DOI: 10.34753/HS.2022.4.1.8).

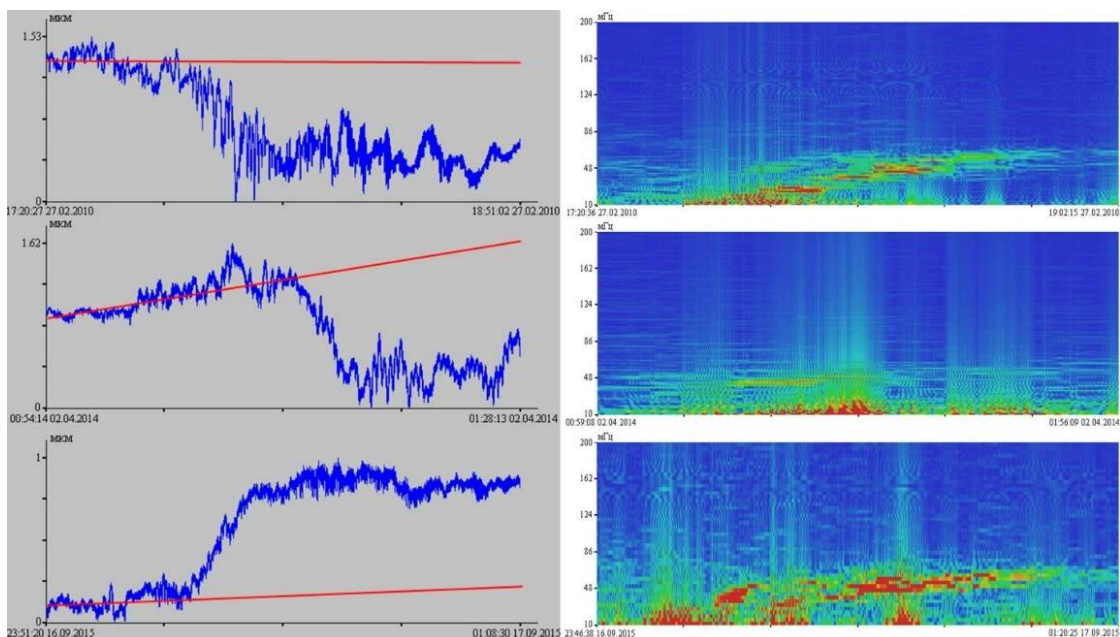


Рис. 1.11. Фрагменты записей 52,5-метрового лазерного деформографа за 2010, 2014 и 2015 гг. (левые) и динамические спектрограммы этих цунамигенных землетрясений (правые)

1.12. Области генерации высокочастотных инфразвуковых колебаний в Японском море, вызванные тайфунами

академик РАН, д.ф.-м.н. Г.И. Долгих, к.ф.-м.н. В.А. Чупин, Е.С. Гусев

Исследованы натурные данные регистрации микросейсмических колебаний диапазона «голос моря» (5-10 Гц), генерируемых ветровыми волнами при прохождении тайфунов по акватории Японского моря. Полученная амплитудно-временная зависимость вариаций этих инфразвуковых колебаний с учетом их энергетических характеристик, определенных по данным измерений двухкоординатного лазерного деформографа, позволила определить области генерации сигналов в соответствии с перемещением в регионе циклонических вихрей. Несколько определенных областей генерации исследованных инфразвуковых колебаний находятся у побережья северной части Японского моря от Корейского залива до залива Петра Великого и западного побережья о. Хоккайдо, а их протяженность достигает 300 км. (*Dolgikh G., Chupin V., Gusev E. Research of the Area of Generation of High Frequency Infrasound Oscillations in the Sea of Japan, Caused by Typhoons // IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters. 2022. V. 19. Art no. 1000605. DOI: 10.1109/LGRS.2020.3034612*).

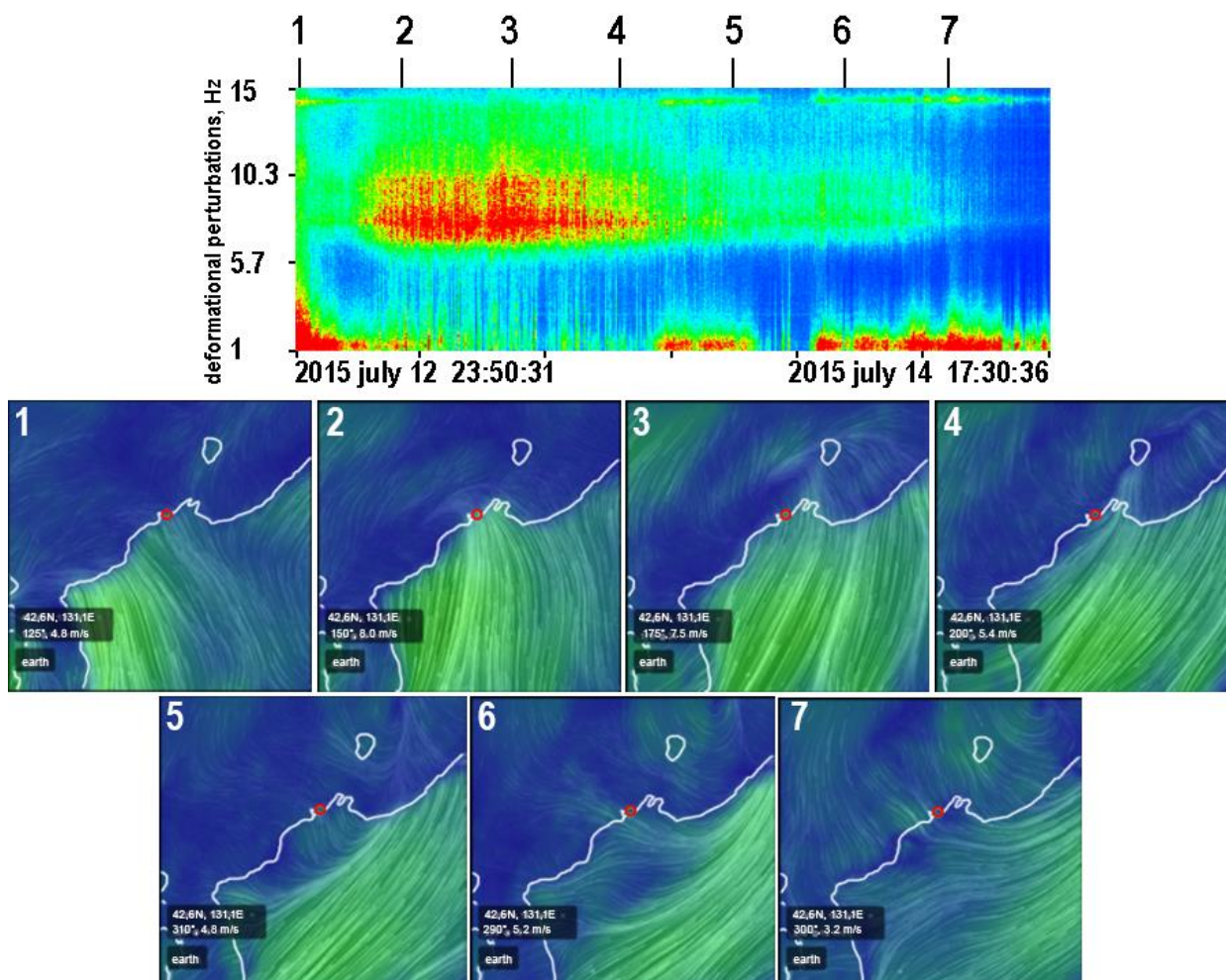


Рис. 1.12. Динамическая спектрограмма микросейсм «голос моря» в период влияния тайфуна Чан-Хом и соответствующее распределение ветровых характеристик в приповерхностном слое моря (1-7 – временные отметки, красный круг – местоположение лазерного деформографа)

1.13. Донный лазерный сейсмограф

академик РАН, д.ф.-м.н. Г.И. Долгих, д.т.н. С.Г. Долгих, к.т.н. А.А. Плотников

В результате проведенных технических решений лазерный измеритель вариаций гидросферного давления преобразован в донный лазерный сейсмограф, предназначенный для измерения вертикальных смещений дна в месте его постановки. Точность измерения вертикальных смещений ограничивается стабильностью мощности лазерного излучения и равна около 1 нм, которая может быть улучшена за счет применения лазеров, обладающих лучшими техническими характеристиками. Донный лазерный сейсмограф предназначен для измерения вертикальных смещений дна в широком частотном диапазоне, верхняя частота которых определяется быстродействием цифровой системы регистрации и равна 1000 Гц, а нижняя – упругими характеристиками мембраны и упругими связями ее с частичками дна в месте постановки прибора. (Dolgikh G.I., Dolgikh S.G., Plotnikov A.A. *Ocean-bottom laser seismograph // Sensors*. 2022. V. 22, No. 7. Art no. 2527. DOI: 10.3390/s22072527).

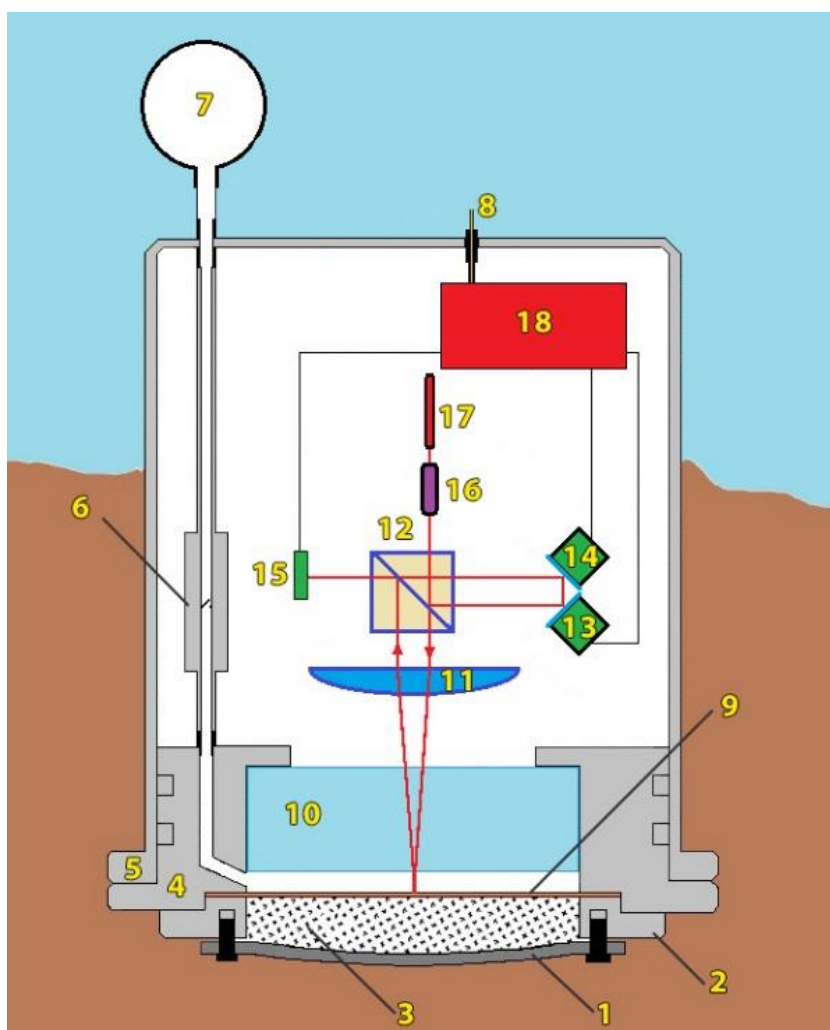


Рис. 1.13. Донный лазерный сейсмограф: 1 – резиновая накладка, 2 – прижимной фланец, 3 – дополнительный модуль, 4 – крышка прибора на которой смонтирован интерферометр, 5 – корпус прибора, 6 – клапан, 7 – емкость с воздухом, 8 – гермовод для сигнального и силового кабелей, 9 – мембрана, 10 – оптическое окно (ПИ-80), 11 – линза, 12 – делительный куб, 13 – пьезоэлектрический преобразователь раскачки, 14 – пьезоэлектрический преобразователь компенсации, 15 – фотоприемник, 16 – коллиimator, 17 – лазер, 18 – цифровая система регистрации

Тема «Разработка новых методов и средств исследования и освоения морских акваторий. Развитие методов диагностики и повышения эффективности функционирования сложных акустических систем»

Научный руководитель д.т.н. Моргунов Ю.Н.

Регистрационный номер АААА-А20-120031890011-8

2.1. Прогнозирование времени прихода и скорости распространения модальных компонент широкополосных сигналов для задач подводной навигации и дальнометрии

д.т.н. Ю.Н. Моргунов, к.т.н. А.А. Голов, С.И. Каменев, к.ф.-м.н. Ю.А. Половинка

Проведен теоретический анализ скорости распространения модальных компонент широкополосных фазоманипулированных импульсных акустических сигналов вдоль трасс протяженностью около 500 км. Разработана методика применения результатов моделирования циркуляции океана, по которой строится трехмерное поле скорости звука, для определения эффективной усредненной по трассе групповой скорости. Сопоставление экспериментально полученных импульсных характеристик волноводов (ИХВ) и теоретических оценок (рис. 2.1) обозначило возможность использования моделей циркуляции океана при прогнозировании времени прихода и скорости распространения модальных компонент широкополосных сигналов для задач подводной навигации и дальнометрии. (Сорокин М.А., Петров П.С., Каплуненко Д.Д., Голов А.А., Моргунов Ю.Н. *К вопросу о теоретических и экспериментальных оценках групповых скоростей модальных компонент импульсных акустических сигналов на протяженных трассах с использованием моделей циркуляции океана // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 2 (40). С. 54–64. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_40_02_06*).

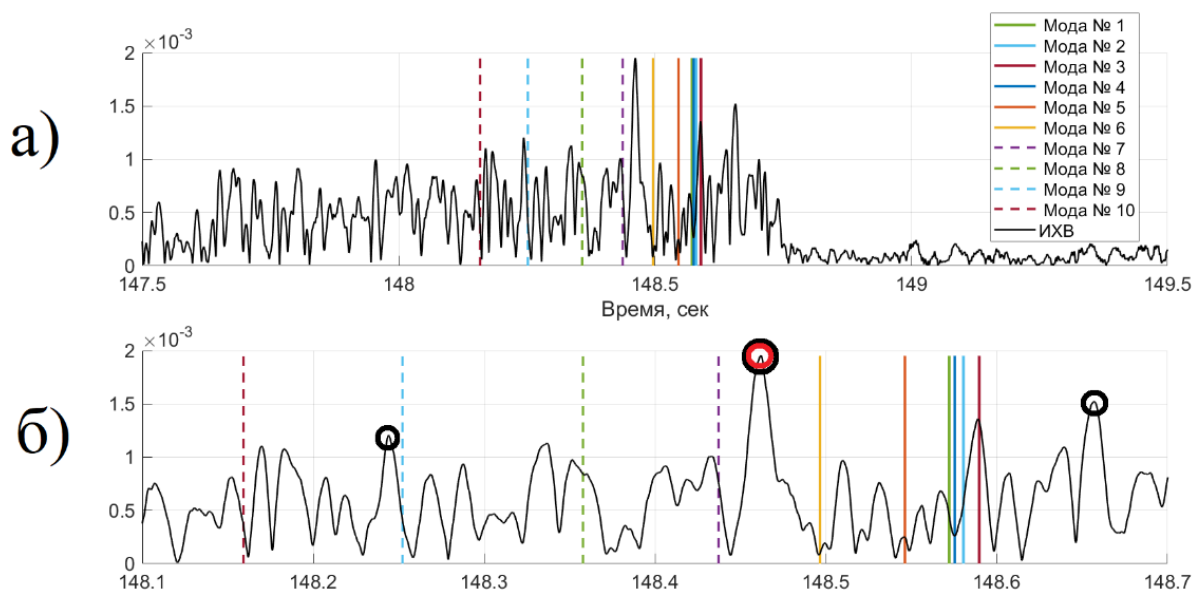


Рис. 2.1. Теоретически рассчитанные времена прихода модальных компонент акустического сигнала, наложенные на экспериментальную импульсную характеристику волновода, наблюдаемую в эксперименте для трассы длиной 212 км: полная ИХВ (а) и участок ИХВ с наиболее выраженными максимумами (б). Также выделены максимумы – главный (черно-красная окружность) и побочные (черные окружности)

2.2. Автономный гидроакустический регистратор

к.т.н. А.А. Тагильцев, М.Ю. Черанев, Р.А. Гончаров, Г.П. Швецов

Многообразие задач, решаемых с помощью автономных приемных устройств в подводной акустике с одновременной регистрацией данных, вызвало появление на рынке достаточно большого их количества с широким спектром применения. Специфика задач определяет требуемые функции и технические характеристики устройств, поэтому, несмотря на имеющийся рынок, продолжается разработка новых и усовершенствование существующих моделей. Разработан новый вариант автономного гидроакустического регистратора (рис. 2.2), предназначенный для непрерывной, не менее 24 часов, регистрации звуковых колебаний в диапазоне низких и средних звуковых частот. Особенности нового устройства являются модульность конструкции, допускающая при необходимости оперативную замену датчиков, а также использование промышленного цифрового диктофона в качестве функционально законченного акустического тракта – от приема сигнала внешнего датчика до записи на внешний носитель. (Тагильцев А.А., Черанев М.Ю., Гончаров Р.А. Автономный гидроакустический регистратор // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 4 (42). С. 89-94. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_42_04_09).

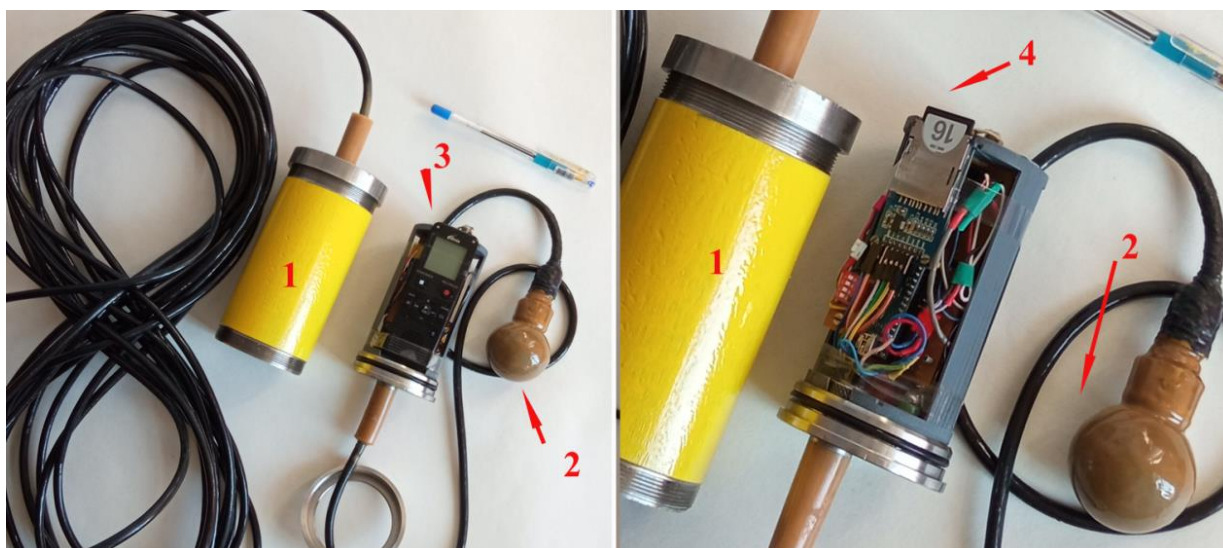


Рис. 2.2. Автономный гидроакустический регистратор: 1 – гермокорпус, 2 – гидрофон, 3 – диктофон, 4 – SD-карта и микроконтроллер

2.3. Нелинейная акустическая диагностика пузырьковых структур и выявление аномальной перестройки акустического поля в море в присутствии пузырьковых облаков

д.ф.-м.н. В.А. Буланов, Л.К. Бугаева, к.ф.-м.н. И.В. Корсков, А.В. Стороженко

Газовые пузырьки всегда содержатся в жидких средах и проявляются в различных технологических процессах. Актуальным является проведение корректных оценок гидрофизических и акустических характеристик пузырьковых структур в жидкостях. На основе проведенного исследования нестационарного и нелинейного распространения и рассеяния звука в облаках пузырьков выявлены фундаментальные закономерности нелинейного взаимодействия акустических импульсов большой амплитуды и на их основе показаны практические возможности для диагностики гетерогенных пузырьковых сред с высоким пространственным разрешением. Разработанным методом получены новые данные о распределении пузырьков по размерам на различных глубинах в море. Также показано, что наличие в верхнем слое моря при большой силе ветра пузырькового слоя приводит как к существенному изменению в законах среднего спада акустического поля

вдоль трасс распространения звука, так и перестройке пространственной структуры поля в целом. Показано, что применение нелинейного рассеяния звука позволит проводить спектроскопию пузырьков, оценку аномалий гидрофизических характеристик и газосодержания в морской воде. (Буланов В.А., Валитов М.Г., Корсков И.В., Шакиров Р.Б. О глубоководных акустических неоднородностях в придонных слоях в Охотском и Японском море // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 3 (41). С. 67-78. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_41_03_06).

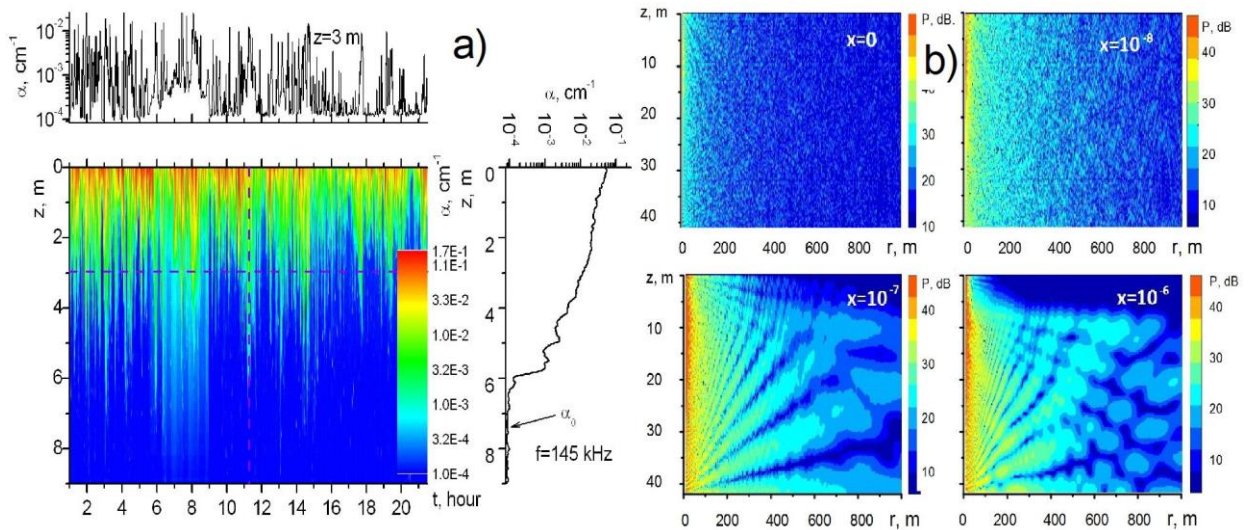


Рис. 2.3. а) Изменения во времени коэффициента поглощения звука $\alpha(z,t)$ в приповерхностном слое пузырьков при скорости ветра от 9 до 13 м/с (штриховые линии указывают разрезы $\alpha(z)$ и $\alpha(t)$); б) структура акустического поля на частоте $f=1$ кГц (глубина источника 10 м) в подводном волноводе с приповерхностным слоем пузырьков при различной концентрации пузырьков

Тема «Палеоокеанология и палеоклиматология окраинных морей востока Азии и примыкающих районов Северного Ледовитого и Тихого океанов, современное и мезозойско-кайнозойское осадконакопление, геодинамика, магматизм и рудогенез»

Научные руководители: д.г.-м.н. Цой И.Б., д.г.-м.н. Горбаренко С.А.
Регистрационный номер 121021700342-9

3.1. Детальные геомагнитные исследования залива Петра Великого (Японское море) для решения задач структурно-тектонического районирования и оценки особенностей геодинамики

к.г.-м.н. Е.А. Бессонова, С.А. Зверев, к.г.-м.н. Т.А. Емельянова

Увеличение детальности геомагнитных исследований залива Петра Великого (Японское море) позволяет по-новому взглянуть на природу магнитных аномалий, обоснованно подойти к решению вопроса структурно-тектонического районирования его центральной части. Впервые выполнена региональная классификация магнитных аномалий залива, которая является основой выделения тектонических границ Муравьевского горст-антиклинория. На основе петромагнитной систематизации горных пород сделан вывод о связи неоднородной намагниченности блоков горных пород залива Петра Великого с неоднократной сменой геодинамических условий: аномально высокая намагниченность гидротермально измененных дифференциатов базитовых магм сформирована в условиях растяжения, а аномально низкая намагниченность метаморфизованных габброидов и базальтов характерна для зон сжатия (или слабого растяжения). Новые сведения о морфологии, глубинах залегания и вещественном составе источников магнитных аномалий существенным образом меняют сложившиеся представления о структурных неоднородностях геологической среды залива Петра Великого. Они могут быть использованы для детализации и коррекции известных структурно-тектонических схем, оптимизации решения научных и практических задач, в том числе актуальных задач сейсмотектонического районирования акватории и прилегающей суши. (Бессонова Е.А., Емельянова Т.А., Зверев С.А., Изосов Л.А. Структурные неоднородности геологической среды центральной части залива Петра Великого, Японское море (по данным детальным геомагнитных исследований) // Тихоокеанская геология. 2022. Т. 41, № 1. С. 32-45. DOI: 10.30911/0207-4028-2022-41-1-32-45; переводная версия: Bessonova E.A., Emelyanova T.A., Zverev S.A., Izosov L.A. The Structural Heterogeneities of the Geological Medium in the Central Part of the Peter the Great Bay, Sea of Japan (from Detailed Geomagnetic Studies) // Russian Journal of Pacific Geology. 2022. V. 16, No. 1. P. 29-41. DOI: 10.1134/S181971402201002X).

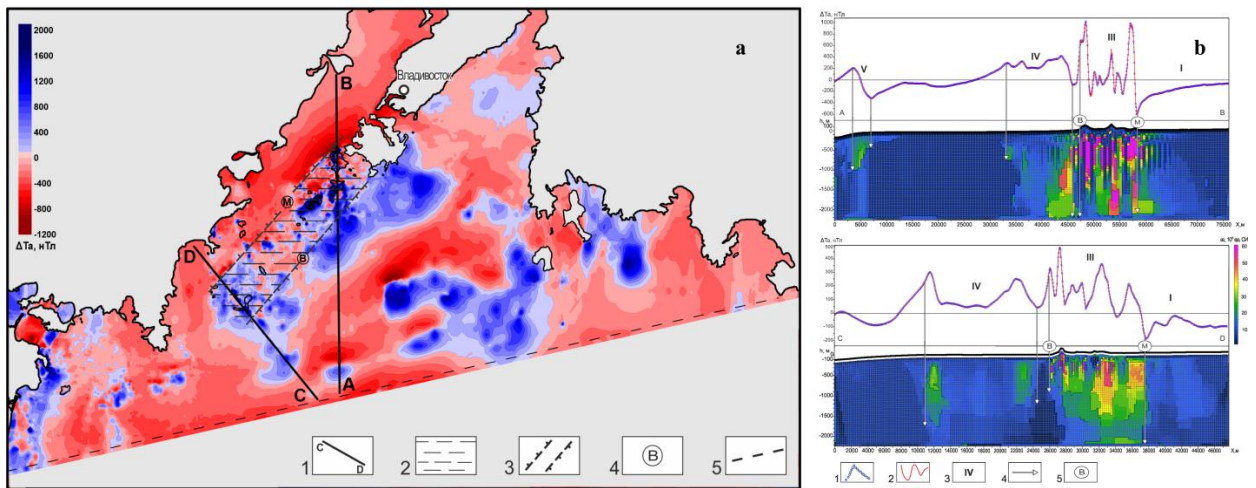


Рис. 3.1. а) Аномальное магнитное поле залива Петра Великого с элементами интерпретации: 1 – положение в плане профилей количественной интерпретации; 2 – Муравьевский горст-антиклинорий; 3 – тектонические границы; 4 – М – Муравьевский (Береговой) разлом, В – Восточный разлом; 5 – внешняя граница залива Петра Великого; б) количественная интерпретация АМП залива Петра Великого: 1 – аномальное магнитное поле; 2 – выбранное поле; 3 – тип магнитной аномалии; 4 – границы аномалообразующих объектов; 5 – положение в плане проекций плоскостей сместителей Муравьевского горст-антиклинория: М – Муравьевский (Береговой) разлом, В – Восточный разлом

3.2. Исследования процессов разрушения шельфа и материкового склона залива Петра Великого (Японское море) и формирования приповерхностных скоплений газа

к.г.-м.н. В.Н. Карнаух, Е.Н. Суховеев

В ходе выполнения 78-го рейса НИС «Профессор Гагаринский» получены новые данные, уточняющие процесс формирования приповерхностных скоплений газа на шельфе залива Петра Великого (Японское море) и детализированы участки материкового склона, где наиболее активно наблюдаются процессы разрушения и образования оползней. В структуре осадочных отложений шельфа обнаружены новые объекты типа акустическая «труба» и куполовидные структуры, существование которых может быть связано с аномально высоким давлением газа. Над большинством «труб» имеется возвышение поверхности морского дна в виде небольших холмиков высотой от первых десятков сантиметров до 1-2 м. Установлено, что континентальный склон интенсивно расчленен многочисленными каньонами и эрозионными долинами с глубиной вреза 200-500 м. Ширина долин достигает нескольких километров. Перемещение осадочных потоков по каньонам и их склонам вызывает интенсивную эрозию древних осадочных отложений. В результате происходит активное обрушение осадочных масс и перенос их в котловину. Обнаружены многочисленные стенки отрыва, обвалы и оползни, сползания, поверхности скольжения, следы оползня и сопутствующие деформационные структуры. Установлено, что стенки отрыва оползней начинают проявляться на бровке шельфа (~130 м) и уверенно выделяются до глубин около 1500 м. Установлено, что расстояние, которое преодолевал оползневой поток до его полной остановки в котловине, составляло около 80 км. (Карнаух В.Н., Суховеев Е.Н., Зверев С.А., Апарина К.А., Матюхов В.П., Маликов А.С. Геофизические исследования северо-западной части Японского моря в 78-м рейсе научно-исследовательского судна «Профессор Гагаринский» // *Океанология*. 2022. Т. 62, № 5. С. 834-837. DOI: 10.31857/S0030157422050057; переводная версия: Karnaukh V.N., Sukhoveev E.N., Zverev S.A., Aparina K.A., Matyukhov V.P., Malikov A.S. *Geophysical Studies of the Northwestern Japan Sea on the 78th Cruise of RV Professor Gagarinsky* // *Oceanology*. 2022. V. 62, No. 5. P. 730-732. DOI: 10.1134/S0001437022050058).

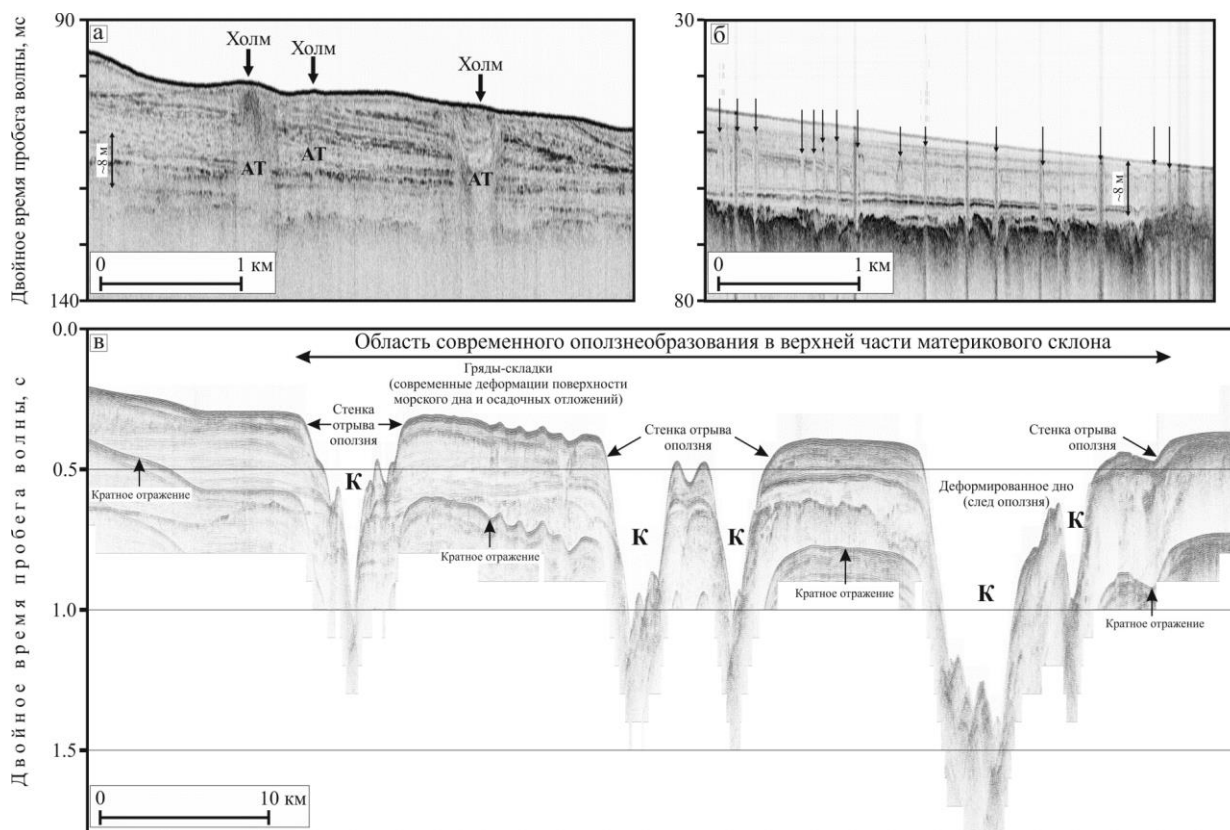


Рис. 3.2. Примеры сейсмоакустических профилей, иллюстрирующие вертикальную миграцию газа (а, б) на шельфе залива Петра Великого и (в) строение области современного оползнеобразования в верхней части материкового склона. АТ – акустическая «труба». Куполовидные структуры обозначены стрелками. К – каньон

3.3. Вопросы глобальной тектоники

д.г.-м.н. Л.А. Изосов, к.г.-м.н. Т.А. Емельянова, Н.С. Ли, к.г.-м.н. Ю.И. Мельниченко

На основе линеamentного анализа, использования фундаментальных источников и геологических наблюдений рассматривается популярная в настоящее время проблема глобальной тектоники Земного шара, в основе которой лежат ротационные процессы, приводящие к формированию кольцевых и вихревых структур центрального типа. Эти структуры являются основным типом тектонических элементов Земли, ключ к пониманию ее геологической эволюции. Они начали формироваться в нуклеарную стадию развития планеты и в дальнейшем при смещении верхних оболочек Земли относительно друг друга остаются в виде «отпечатков». Характеризуясь высокой проницаемостью, кольцевые, вихревые и разломные структуры часто являются магмоконтролирующими и рудоносными. К мегаструктурам вихревого типа относится впадина Тихого океана. Литосферными вихрями являются также западно-тихоокеанские окраинные моря, которые сформировались в результате тектонического взаимодействия Евразийской и Тихоокеанской литосферных плит из-за сдвига скорости. Изложенные представления позволяют по-новому рассматривать тектоническую эволюцию Западно-Тихоокеанской зоны перехода континент-океан как литосферную вихревую мегаструктуру. (Изосов Л.А., Емельянова Т.А., Ли Н.С., Мельниченко Ю.И. Вопросы глобальной тектоники // Вестник Воронежского государственного университета. Серия Геология. 2022. № 4. С. 4-19. DOI: 10.17308/geology/1609-0691/2022/4/4/4-19).

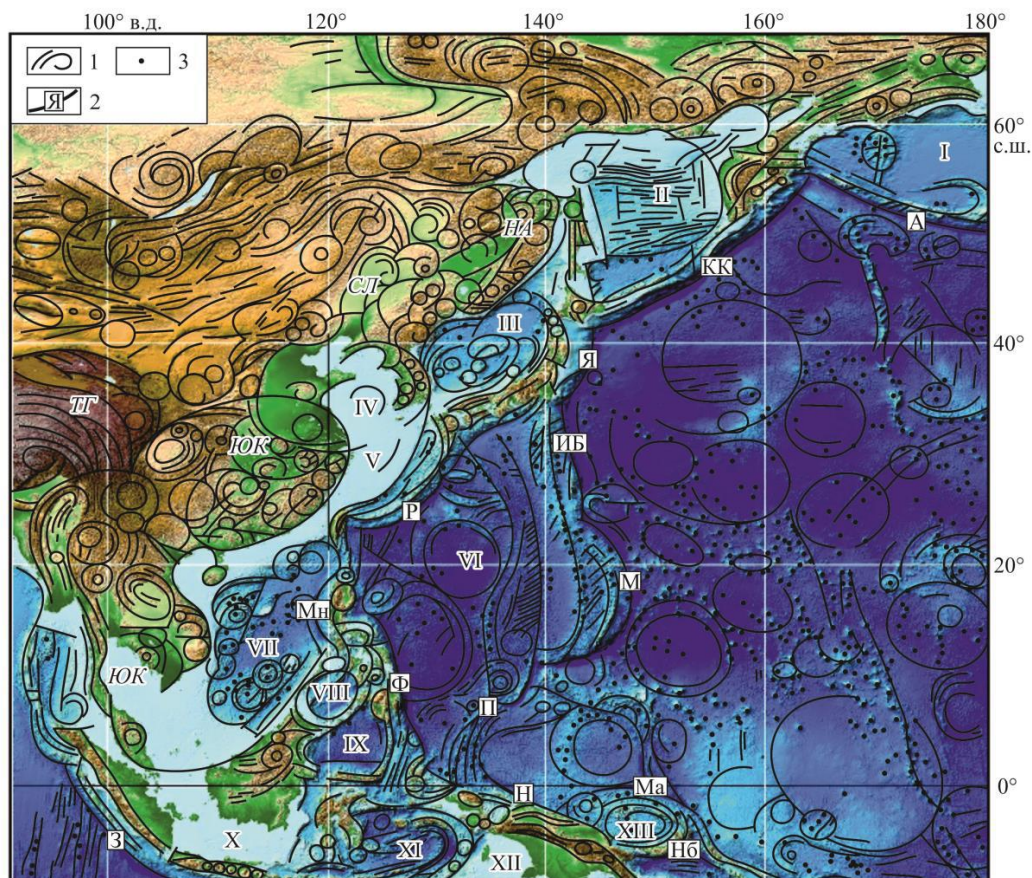


Рис. 3.3. Морфоструктурная схема Западной части Тихого океана и его континентального обрамления: 1 – линеаменты; 2 – глубоководные желоба: А – Алеутский, КК – Курило-Камчатский, Я – Японский, ИБ – Идзу-Бонинский, Р – Рюкю, М – Марианский, Мн – Манильский, Ф – Филиппинский, П – Палау, Н – Новогвинейский, Ма – Манус, З – Зондский (Сунда), Нб – Новобританский; 3 – предположительно кайнозойские базальтовые щитовидные вулканические постройки. Окраинные моря Тихого океана (цифры на схеме): I – Берингово, II – Охотское, III – Японское, IV – Желтое, V – Восточно-Китайское, VI – Филиппинское, VII – Южно-Китайское, VIII – Сулу, IX – Сулавеси (Целебесское), X – Яванское, XI – Банда, XII – Арафурское, XIII – Новогвинейское (Бисмарка). Континентальные и региональные вихревые морфоструктуры: НА – Нижнеамурская, СЛ – Сунляо, ЮК – Южно-Китайская, ТГ – Тибетско-Гималайская

3.4. Минеральные ассоциации в меловых вулканогенно-осадочных породах северо-западной части зоны перехода от Азиатского континента к Тихому океану

д.г.-м.н. А.В. Можеровский

Обобщены данные по распределению аутигенных минералов и их ассоциаций в меловых вулканогенно-осадочных породах северо-западной части зоны перехода от Азиатского континента к Тихому океану. Были обнаружены минералы: корренсит и смешанослойный хлорит-сметтит (корренситоподобные), ректорит и смешанослойный иллит-сметтит (ректоритоподобные), хлорит, разбухающий хлорит (?), иллит, каолинит, смектит (?), кальцит, анкерит, барит, гипс, эпсомит, цеолиты (ломонтит, анальцим и стильбит), кристобалит и кварц. Выделены минеральные ассоциации: корренсит-хлорит, корренсит-хлорит-ломонтит, корренсит-эпсомит-аутигенный кальцит и кварц-иллит. Хлорит-корренситовая ассоциация может указывать на условия, благоприятные для испарения морской воды, а присутствие ломонтита в корренсит-хлоритовой ассоциации предполагает периодические поставки кальция в бассейны осадконакопления. Иллит-каолинитовая ассоциация, вероятно, связана с угленакоплением в эпиконтинентальных условиях и теплым влажным климатом на близлежащей суше. Выявлены периоды в

минералообразовании, возможно, связанные с происходившими глобальными климатическими событиями 113-120, 110-113, 105-110, 93-95, 72-83 и 61-72 млн лет назад. Установленные временные интервалы и минеральные ассоциации могут служить реперными горизонтами для стратиграфических построений при реконструкции физико-химических, климатических параметров и условий осадконакопления в меловую эпоху. (Mozherovsky A.V. *Clay Mineral Assemblages in the Cretaceous Volcanogenic-Sedimentary Rocks of the North-Western Part of the Transition Zone from the Asian Continent to the Pacific Ocean* // *Minerals*. 2022. V. 12, No. 7. Art. no. 909. DOI: 10.3390/min12070909).

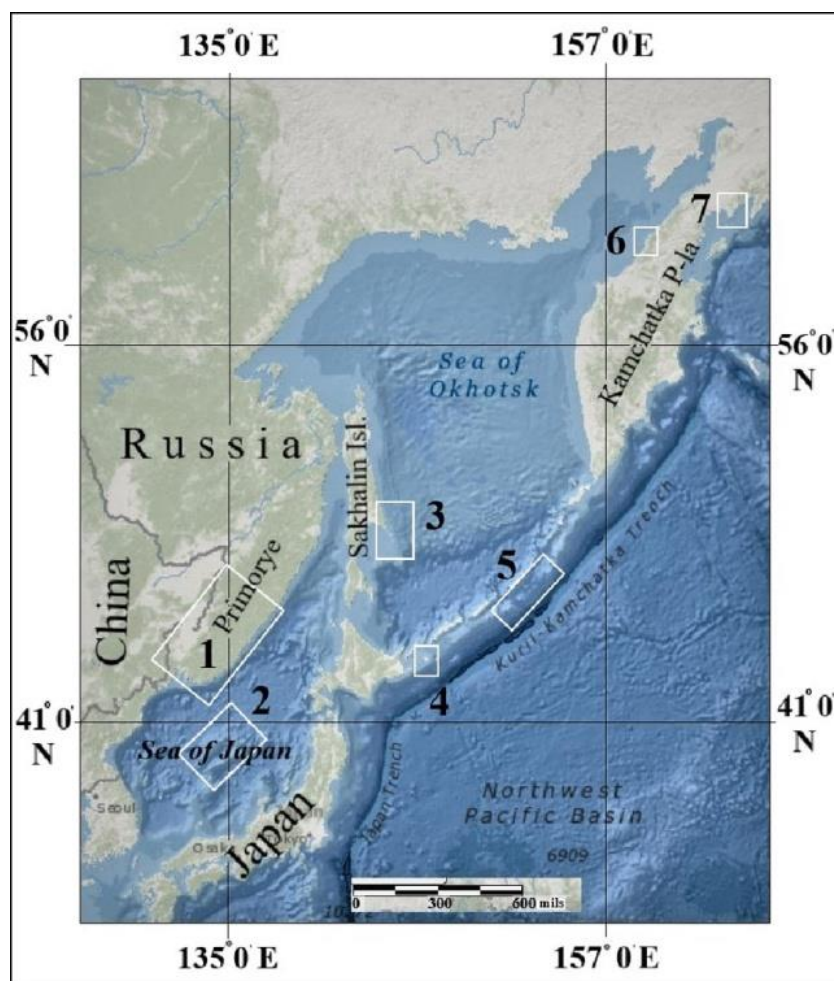


Рис. 3.4. Схема изученности. 1 – Приморский край, 2 – возвышенность Ямато, 3 – п-ов Терпения (о. Сахалин), 4 – остров Шикотан, 5 – подводный хребет Витязя, 6 – район п. Палана (Западная Камчатка), 7 – Ильпинский п-ов (Восточная Камчатка)

3.5. Реконструкция температуры воздуха и продолжительности безледного периода последних столетий в море Лаптевых

д.г.-м.н. А.С. Астахов, к.г.-м.н. К.И. Аксентов, к.г.-м.н. В.В. Саттарова

С использованием метода трансферных функций, основанном на сопоставлении гидрометеорологических данных и химического состава донных осадков, накопившихся за период наблюдений, выполнена реконструкция продолжительности безледного периода и среднегодовой температуры воздуха по трем колонкам из моря Лаптевых. Возможность такого подхода основывается на использовании субмиллиметрового сканирования химического состава осадков рентгенофлуоресцентным методом на синхротронном излучении и датированием с использованием комплекса изотопных методов. Показана преимущественная синхронность изменения климата и ледовитости в море Лаптевых и, в целом, в зоне влияния атлантических процессов (запад Восточно-Сибирского моря и моря

Лаптевых). В тихоокеанском секторе Арктики вариации температуры и ледовитости часто не совпадают, что вызвано влиянием теплых тихоокеанских вод, значительно уменьшающих сроки существования ледяного покрова в Чукотском море. Это необходимо учитывать при долгосрочном прогнозе ледовитости Северного морского пути. (Astakhov A.S., Aksentov K.I., Babich V.V., Darin A.V., Kalugin I.A., Melgunov M.S., Sattarova V.V., Hu Limin, Shi Xuefa. *Ice Coverage of the Laptev Sea and air temperature variation During Recent Centuries // Observed Data and Reconstructions Using a Geochemical Proxy. Current Chinese Science. 2022. V. 2, No. 3. P. 198-212. DOI: 10.2174/2210298102666220317102007*).

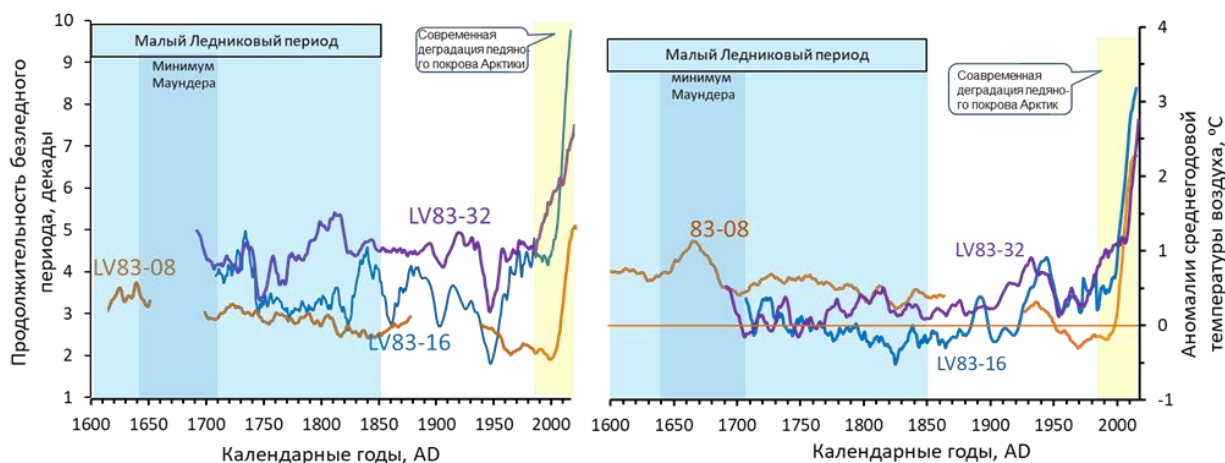


Рис. 3.5. Вариации продолжительности безледного периода и аномалий среднегодовой температуры воздуха за последние 400 лет, реконструированные по колонкам моря Лаптевых, расположенных на профиле север-юг (LV83-8 – LV83-16 – LV83-32)

3.6. Влияние теплового стока сибирских арктических рек на деградацию ледяного покрова Арктики в среднем голоцене

д.г.-м.н. А.С. Астахов, к.г.н. Ю.П. Василенко, к.г.н. А.А. Босин

При изучении скоростей осадконакопления с использованием радиоуглеродного и OSL (оптически стимулированной люминесценции) методов, реконструкции ледовых условий и вариаций климата, компиляции с опубликованными палеоклиматическими данными и наблюдениями в современное время показано влияние поступления тепла с водным стоком крупнейших рек Сибири в начале лета на деградацию ледяного покрова Арктики в среднем голоцене. В это время солнечная инсоляция в начале лета (июнь – июль) была выше, чем в конце голоцена, что привело к большему сбросу тепла с водами российских рек и способствовало большему очищению акватории от морского льда. Сокращение площади морских льдов в начале лета понижало региональные альбедо, что приводило к ускоренному таянию морских льдов в течение всего лета. В среднем голоцене тепловой сток реки Лена увеличивался также и из-за потепления в южной части ее водосборного бассейна, связанного со смещением к северу зоны западного переноса и усилением в северном направлении восточно-азиатского летнего муссона. Полученные результаты в контексте современного глобального потепления подчеркивают важное влияние вариаций водного стока рек на динамику ледяного покрова Арктики. (Dong J., Shi X., Gong X., Astakhov A.S., Hu L., Liu X., Yang G., Wang Y., Vasilenko Yu., Qiao S., Bosin A., Lohmann G. *Enhanced Arctic sea ice melting controlled by larger heat discharge of mid-Holocene rivers // Nature Communications. 2022. V. 13. Art. no. 5368. DOI: 10.1038/s41467-022-33106-1*).

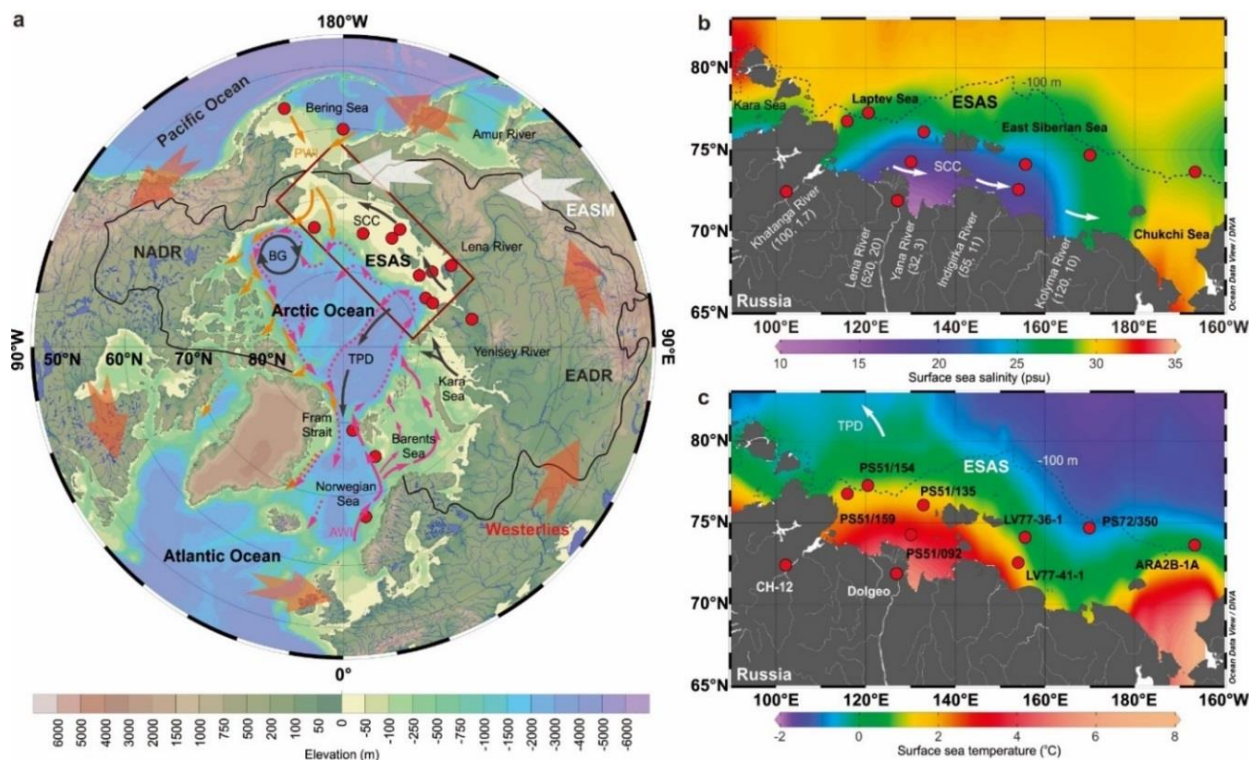


Рис. 3.6. Карта современного панарктического региона и зоны восточно-азиатского летнего муссона. а) водосборные бассейны Арктики, циркуляция Северного Ледовитого океана, западный атмосферный перенос (westerlies) и восточно-азиатский летний муссон (EASM); б) соленость поверхностных вод восточно-сибирских морей (ЕСАС) в июле-сентябре, водный и твердый сток крупнейших рек (км³/год, Мт/год); в) температура поверхностных вод восточно-сибирских морей в июле – сентябре, положение (красные точки) изученных (LV77-36-1, LV77-41-1) и реферируемых осадочных колонок

3.7. Первая находка гетитовых корок в Японском море

к.г.-м.н. О.Н. Колесник, к.г.-м.н. В.Т. Съедин, к.г.-м.н. А.Н. Колесник

Для Японского моря впервые описаны железистые (гетитовые) гидротермально-осадочные корки. По сравнению с обычными для региона марганцевыми (тодорокит-бернесситовыми) гидротермально-осадочными корками эти корки, вероятно, более высокотемпературные и формировались ближе к месту выхода гидротермального раствора на поверхность морского дна. Вещество, которое накапливалось в корках гидрогенным путем после затухания гидротермальных процессов, фиксируется по высокому содержанию тория, редкоземельных элементов, положительной аномалии церия и отрицательной аномалии европия. Обнаружение гетитовых корок позволяет дополнить список тех гидротермально-осадочных образований, которые получили развитие на вулканических постройках Японского моря. Кроме марганцевых (тодорокит, бернессит) корок, это гидротермальные зеленые глины (непрерывный ряд минералов от нонtronита до глауконита и селадонита), бариты, фосфориты (франколит). (Колесник О.Н., Карабцов А.А., Съедин В.Т., Колесник А.Н. Первая находка гетитовых корок в Японском море // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2022. Т. 505, № 2. С. 159-164. DOI: 10.31857/S2686739722080102; переводная версия: Kolesnik O.N., Karabtsov A.A., S'edin V.T., Kolesnik A.N. The First Find of Goethite Crusts in the Sea of Japan // Doklady Earth Sciences. 2022. V. 505, No. 2. P. 543-548. DOI: 10.1134/S1028334X22080104).

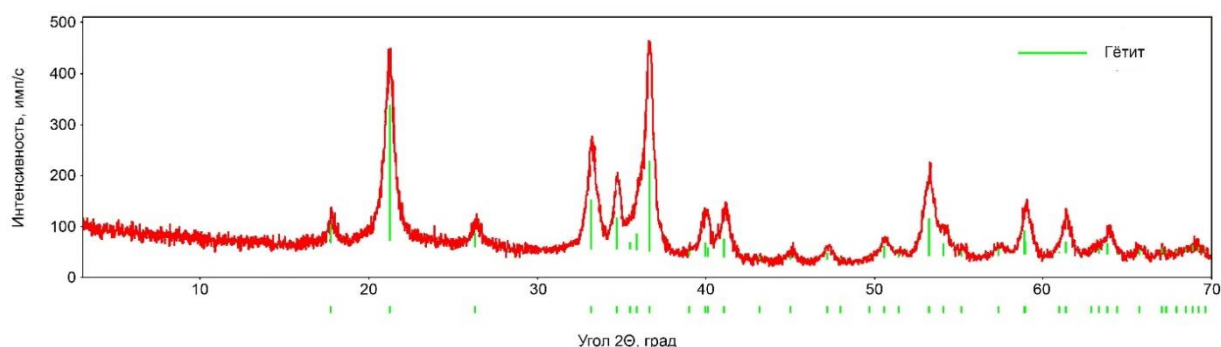


Рис. 3.7. Дифрактограмма вещества рудной корки с безымянной вулканической постройки на возвышенности Криштофовича (плато Уллын), Японское море

3.8. Концентрация ртути в поверхностных донных осадках и колонках Восточно-Сибирского моря, моря Лаптевых и прилегающей части Северного Ледовитого океана

М.В. Иванов, к.г.-м.н. К.И. Аксентов, д.г.-м.н. А.С. Астахов

С помощью анализатора ртути РА-915М+ с пиролитической приставкой ПИРО-915 были замерены концентрации ртути в донных осадках. Нижний предел обнаружения составил 0,5 нг/г. Результаты исследований показали, что основным фактором, определяющим изменчивость содержаний ртути в поверхностных донных осадках и кернах исследуемого района, является наличие окисленных или восстановленных осадков, при этом содержание ртути зависело от гранулометрического состава донных осадков. Антропогенное загрязнение осадков ртутью отмечено не было, но нельзя исключить, что какая-то ее часть, поступающая с водами р. Лена и накапливающаяся в мелководной части моря Лаптевых, может иметь антропогенное происхождение. (*Ivanov M.V., Aksentov K.I., Astakhov A.S. Mercury concentrations in the surface bottom sediments and cores of the East Siberian and Laptev seas and the adjacent area of the Arctic Ocean // Limnology and Freshwater Biology. 2022. No. 3. P. 1352-1354. DOI: 10.31951/2658-3518-2022-A-3-1352*).

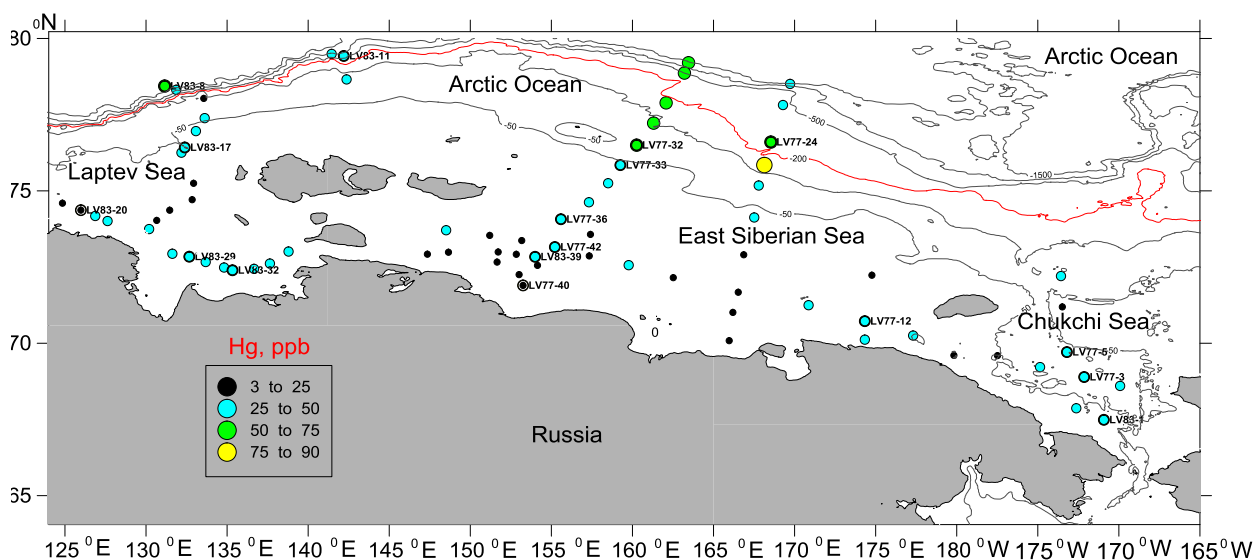


Рис. 3.8. Содержания ртути в поверхностных донных осадках Чукотского, Восточно-Сибирского морей, моря Лаптевых и прилегающей часть Северного Ледовитого океана. Точками показаны станции отбора

3.9. Возрастные вулканические комплексы (поздняя юра – кайнозой) и тектономагматические этапы эволюции Магеллановых гор

к.г.-м.н. В.Т. Съедин, д.г.н. С.П. Плетнев

Впервые на основе имеющихся определений изотопного возраста (107 датировок), биостратиграфических данных, а также материалов глубоководного бурения на гайотах Магеллановых гор выделены 5 крупных возрастных вулканических комплексов: 1 – позднеюрско-раннемеловой (самый ранний мел – 160-140 млн лет); 2 – раннемеловой (поздний баррем (?) – апт – альбский – 127-96 млн лет); 3 – позднемеловой (позднесенومان (?) – турон-раннекампанский – 95-76 млн лет); 4 – позднемеловой (позднекампан-маастрихский – 74.5-66.0 млн лет); 5 – кайнозойский. Каждый из них соответствует одновозрастному тектономагматическому этапу эволюции Магеллановых гор, а также характеризует конкретное морфологическое пространство гайотов (основание или пьедестал, основное тело, небольшие осложняющие наложенные структуры 2-го порядка) и геохимические особенности слагающих их вулканических пород. (Съедин В.Т., Плетнев С.П., Седышева Т.Е. Вулканические комплексы и тектономагматические этапы эволюции Магеллановых гор (Тихий океан). Сообщение 1: Вулканические комплексы // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2022. № 4 (56). С. 90-116. DOI: 10.31431/1816-5524-2022-4-56-90-116).

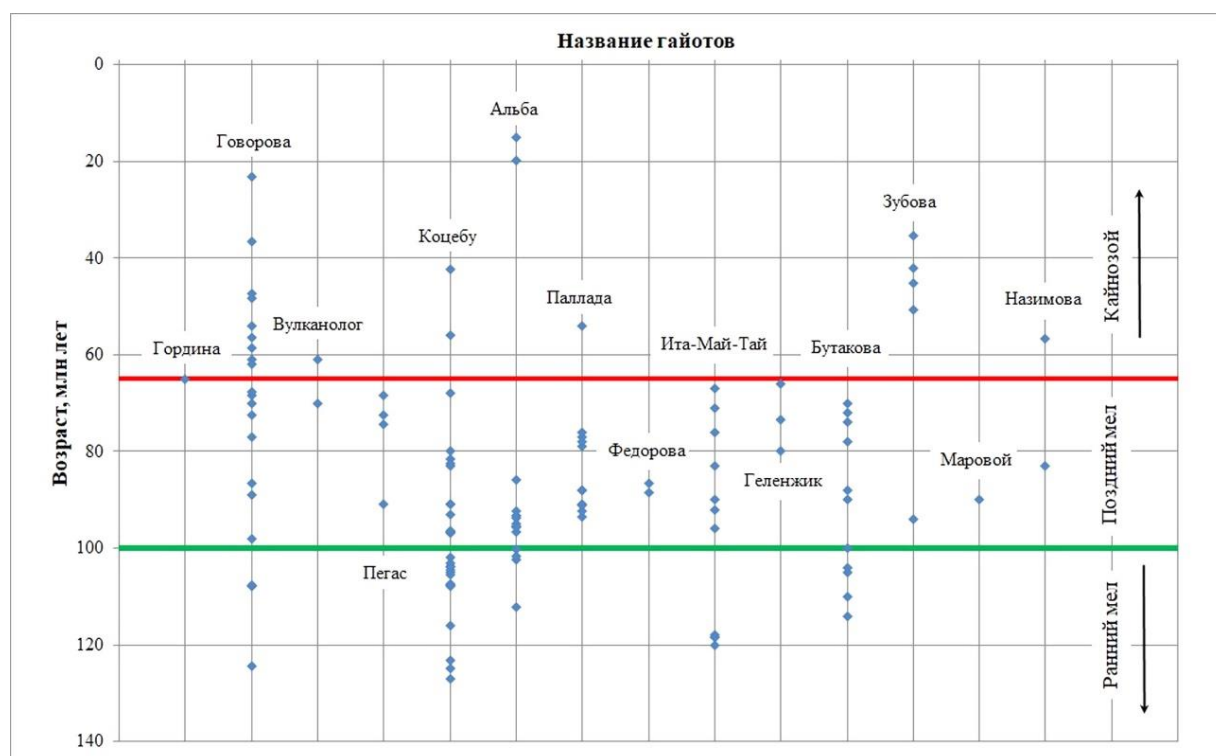


Рис. 3.9. Время проявления вулканизма на гайотах Магеллановых гор: 1 – определения, полученные К-Аг методом; 2 – определения, полученные Аг-Аг методом

3.10. Использование акустических свойств базального горизонта осадочного чехла глубоководных котловин Японского моря для установления их возраста

к.г.-м.н. Е.П. Терехов, Т.А. Харченко, Н.С. Ли

Впервые исследованы скоростные разрезы и акустические характеристики осадочного чехла Центральной (Японской), Ямато (Хонсю), Цусимской котловин и трога Кита-Ямато, а также пород фундамента и кайнозойского чехла подводной возвышенности Ямато, и выполнен сравнительный анализ аналогичных характеристик кайнозойских бассейнов Южно-Китайского и Восточно-Китайского окраинных морей и анализ связи

акустических свойств (скорости продольных волн – V_p) базальных горизонтов чехла и его возраста в указанных бассейнах. Обосновано, что значения $V_p = 3.0–3.6$ км/сек являются акустической характеристикой осадочных толщ палеоцен-эоценового возраста. Согласно выполненным исследованиям, базальные слои в предполагаемых депоцентрах котловин Японского моря (Центральная, Ямато, Цусимская) имеют значения $V_p = 3.0–3.3$ км/сек, что указывает на палеоцен-эоценовое время начала их образования. (Терехов Е.П., Харченко Т.А., Ли Н.С. Корреляция акустических характеристик и возраста базальных горизонтов кайнозойского осадочного чехла Японского моря // Тихоокеанская геология. 2022. Т. 41, № 2. С. 44-58. DOI: 10.30911/0207-4028-2022-41-2-44-58; переводная версия: Terekhov E.P., Kharchenko T.A., Lee N.S. Correlation of the Acoustic Parameters and the Age of the Basal Horizons of the Cenozoic Sedimentary Cover, the Sea of Japan // Russian Journal of Pacific Geology. 2022. V. 16, No. 2. P. 101-115. DOI: 10.1134/S1819714022020099).

Таблица 3.10. Значения продольной скорости сейсмических волн (км/сек) и возраст геологических комплексов фундамента и базальной части осадочного чехла подводной возвышенности Ямато, о-ва Хоккайдо (Японские о-ва), подводного хр. Витязя (внешняя дуга Курильской островодужной системы) и бассейна Наварин (шельф Берингова моря)

Геологические комплексы				
Японское море			Курильская островодужная система, хребет Витязя	Берингово море
Структуры	Возвышенность Ямато, хребет Южное Ямато	о. Хоккайдо, пояс Уэзо-Сорачи, бассейны Юбари, Санрики-Оки		Бассейн Наварин скважина COST № 1 well
Авторы	Терехов, Харченко, данная работа	Iwasaki et al., 2004; Takano et al., 2013; Takashima et al., 2004	Терехов, Харченко, 2020	Turner et al., 1984
Нижняя часть чехла	3.1	3.2	3.3	3.5
Возраст	Палеоцен	Палеоген	Поздний палеоцен-эоцен	Эоцен
Состав пород	Конгломераты, песчаники, алевролиты, алевроаргиллиты	Песчаники, аргиллиты с прослоями угля	Конгломераты, дресвяники, песчаники, алевролиты	Аргиллиты кремнистые и песчаные
Фундамент	3.6	4.3	4.82	4.8
Возраст	Ранний мел (альб)	Поздний мел (апт-маастрихт)	Кампан-ранний палеоцен	Поздний мел (маастрихт)
Состав пород	Конгломераты, песчаники, алевропесчаники, алевролиты, алевроаргиллиты	Супергруппа Уэзо. Конгломераты, песчаники, аргиллиты, туфы	Мелкозернистые песчаники, алевролиты, кремнистые алевроаргиллиты	Песчаники, алевролиты, аргиллиты, уголь, силлы базальтов

3.11. События сброса айсбергов в северо-западной части Тихого океана и связанная с ними последовательность оледенений Камчатки за последние 190 тыс. лет

д.г.-м.н. С.А. Горбаренко, к.г.н. Ю.П. Василенко, к.г.-м.н. Е.А. Янченко, д.г.-м.н. А.Н. Деркачев, к.г.н. А.А. Босин А.А., к.г.-м.н. А.В. Артемова, О.Ю. Пшенева

Для последних двух ледниковых циклов (190 тыс. лет) в северо-западной части Тихого океана установлена и датирована последовательность событий массовой разгрузки айсбергов вследствие периодических оледенений п-ова Камчатка в прошлом; представлен наиболее вероятный механизм их образования. (Gorbarenko S.A., Shi X., Liu Y., Vasilenko Yu.P., Yanchenko E.A., Derkachev A.N., Bosin A.A., Velivetskaya T.A., Malakhova G.Yu., Zou J.,

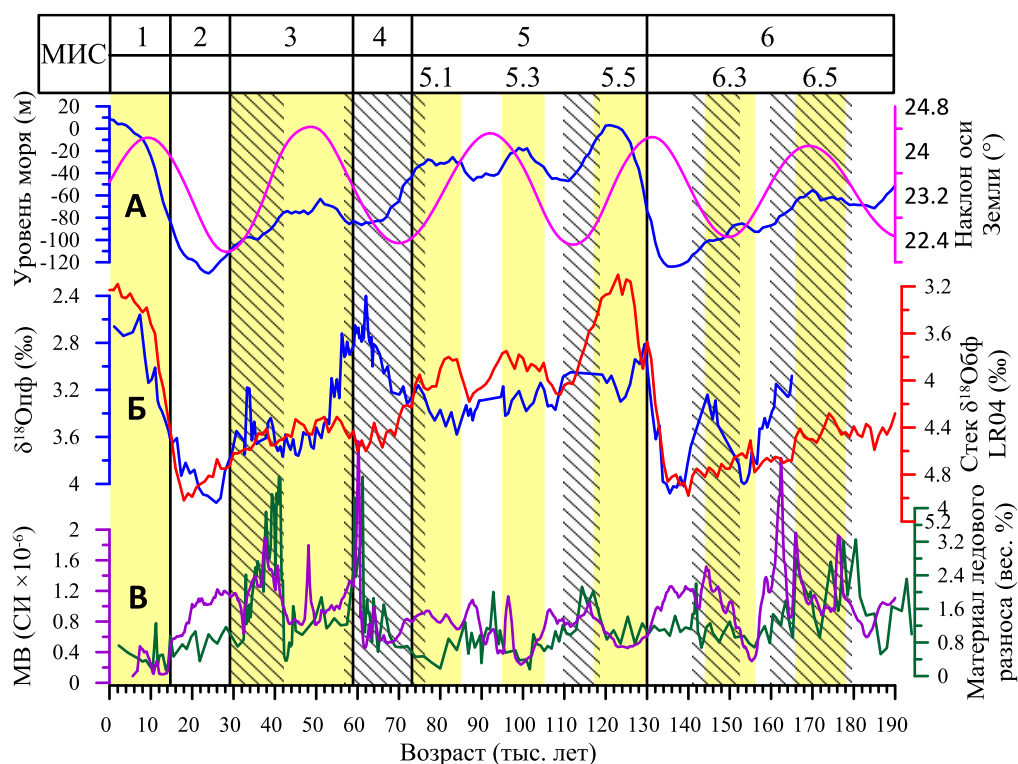


Рис. 3.11. Изменения среды северо-западной части Тихого океана (возв. Детройт) за последние 190 тысяч лет. А – уровень моря и наклон оси Земли; Б – изотопный состав кислорода планктонных фораминифер ($\delta^{18}\text{Опф}$) в сравнении со стеклом бентосных фораминифер ($\delta^{18}\text{Обф}$); В – концентрации частиц ледового разноса и магнитная восприимчивость осадка. Периоды уменьшения $\delta^{18}\text{Опф}$ относительно $\delta^{18}\text{Обф}$ и усиления ледового разноса (заштрихованные полосы) вызваны распреснением поверхностных вод вследствие разгрузки и таяния айсбергов во время оледенений Камчатки. МИС – морские изотопные стадии, теплые показаны желтыми полосами

3.12. Детальные изменения уровня моря во время последнего ледникового максимума и дегляциации (33-15 тыс. лет назад), полученные на основе записей $\delta^{18}\text{O}$ планктонных фораминифер Японского моря

д.г.-м.н. С.А. Горбаренко, к.г.н. А.А. Босин, к.г.-м.н. А.В. Артемова, к.г.-м.н. Е.А. Янченко, к.г.н. Ю.П. Василенко, А.С. Владимиров

Поступление соленых тихоокеанских вод в Японское море резко уменьшалось при падении уровня моря во время оледенения ниже 90 м от современного, что приводило к опреснению поверхностных вод в зависимости от уровня моря. В результате уменьшался измеренный изотопный состав кислорода планктонных фораминифер из осадков моря, что представляет уникальную запись высокоразрешающих изменений уровня Мирового океана за время максимального оледенения (33-15 тысяч лет назад). (Gorbarenko S.A., Shi X., Bosin A.A., Liu, Y., Artemova A.V., Zou J., Yanchenko E.A., Vasilenko Yu.P., Wu Y., Vladimirov A.S. *Relative sea level changes during the Last Glacial Maximum and deglaciation (33-15 ka) inferred from the $\delta^{18}\text{O}$ records of planktic foraminifera from the Sea of Japan // Quaternary Science Reviews*. 2022. V. 279. Art. no. 107386. DOI: 10.1016/j.quascirev.2022.107386).

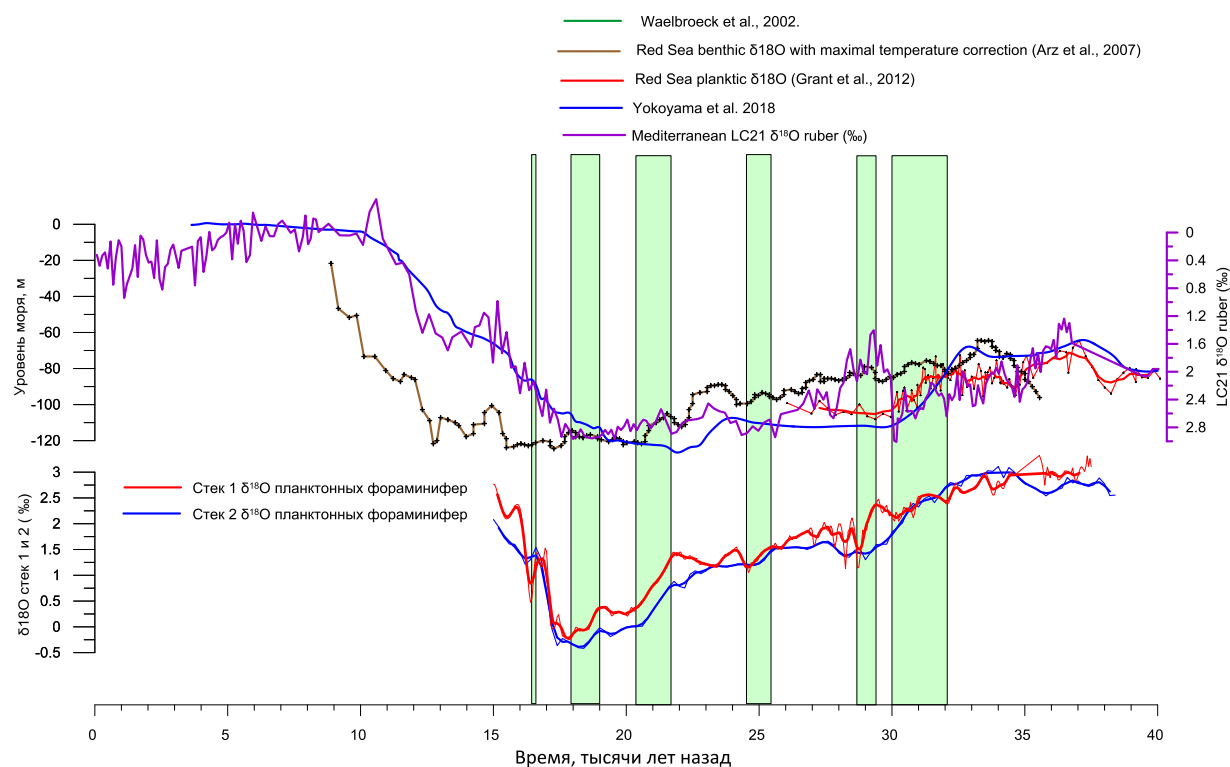


Рис. 3.12. Изменения уровня Мирового океана за период 33-15 тысяч лет назад. Нижняя панель – по записям $\delta^{18}\text{O}$ планктонных фораминифер из осадков Японского моря (стек 1 и 2, более и менее высокоразрешающие записи); верхняя – по литературным данным. Зеленые полосы показывают быстрые падения уровня моря

3.13. Распределение содержания хлорофилла-а в Атлантическом океане в декабре 2019 г. – январе 2020 г. по данным судовых измерений при различных гидрометеорологических условиях

к.г.н. Е.А. Штрайхерт, к.б.н. С.П. Захарков, к.ф.-м.н. П.А. Салюк, к.ф.-м.н. В.И. Пономарев

Получены и проанализированы горизонтальные и вертикальные распределения концентрации хлорофилла-а по маршруту 79-го рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш» в Атлантическом океане в декабре 2019 г. – январе 2020 г. Анализ данных наблюдений проводился для биогеохимических провинций, определяемых различными гидрометеорологическими условиями, при которых развивались фитопланктонные сообщества. Применялось три метода измерений концентрации хлорофилла-а: стандартный экстрактивный метод на пробах морской воды; флуориметрические измерения в проточной системе на ходу судна на глубине 5 м и погружные флуориметрические *in-situ* измерения на станциях. Использовались измерения температуры и солености морской воды в проточной системе, STD-зондирования и буи АРГО, а также данные измерений оптического зонда. Выделены и охарактеризованы некоторые особенности распределения концентрации хлорофилла-а. Полученные результаты необходимы при оценках биопродуктивности районов, в задачах о функционировании фитопланктона в зависимости от изменения гидрометеорологических условий, проверки и уточнения алгоритмов определения концентрации хлорофилла-а по спутниковым данным сканеров цвета. (Штрайхерт Е.А., Захарков С.П., Салюк П.А., Пономарев В.И., Артемьев В.А., Глуховец Д.И., Латушкин А.А. Распределение содержания хлорофилла-а в Атлантическом океане в декабре 2019 г. – январе 2020 г. по данным судовых измерений при различных гидрометеорологических условиях // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2022. Т. 15, № 3. С. 97-113. DOI: 10.48612/fpg/9rxr-badt-2vde).

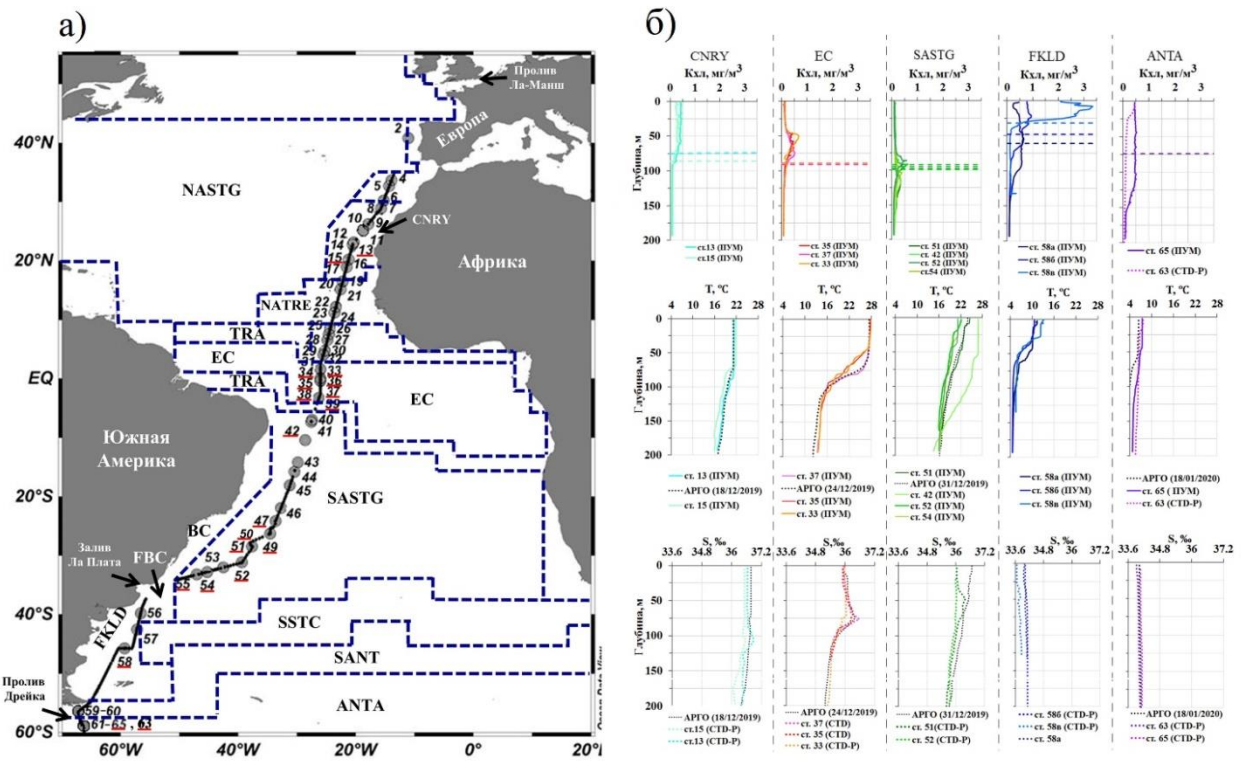


Рис. 3.13. (а) расположение гидробиологических станций по маршруту 79-го рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш» в биогеохимических провинциях Атлантического океана; (б) вертикальное распределение концентрации хлорофилла-а, температуры и солёности вод

Тема «Газогеохимические поля Мирового океана, геодинамические процессы и потоки природных газов, влияющие на формирование геологических структур с залежами углеводородов и аутигенной минерализации»

Научный руководитель д.г.-м.н. Обжиров А.И.

Регистрационный номер 121021500055-0

4.1. Исследование парагенетических ассоциаций химического состава и углеводородных аномалий в плейстоценовых донных отложениях Восточно-Сибирского моря

д.г.-м.н. А.И. Гресов, к.г.-м.н. А.В. Яцук

Впервые выполнены литолого-геохимические и газогеохимические исследования плейстоценовых донных отложений Восточно-Сибирского моря и котловины Подводников Северного Ледовитого океана. Изучена изменчивость литологического состава, водно-физических свойств, содержания биогенных компонентов осадков в направлении шельф-пелагиаль. Изучение химического и газового состава отложений позволило выделить в осадках четыре основные группы парагенетических геохимических и газогеохимических ассоциаций. Установлено, что в пределах обнаруженных прогнозных газонефтяных и нефтяных залежей плейстоценовые отложения значительно обогащены микроэлементами (Ni, Mo, Co, W, Sb, Nb, Be, Ta, Pb, V, Li, редкоземельные элементы и др.) (рис. 4.1), концентрации которых в 2-5 раз превышают их фоновые значения в осадках района исследований. Данный факт, по-видимому, обусловлен влиянием геологических условий и постседиментационными изменениями, связанными с поступлением в осадки флюидов газонефтяных и нефтяных залежей. (Гресов А.И., Яцук А.В., Аксентов К.И., Саттарова В.В., Швалов Д.А., Зарубина Н.В. Геохимические исследования плейстоценовых отложений окраинно-шельфовой зоны Восточно-Сибирского моря и Северного Ледовитого океана // Геохимия. 2022. Т. 67, № 10. С. 961-977. DOI: 10.31857/S001675252210003X; переводная версия: Gresov A.I., Yatsuk A.V., Aksentov K.I., Sattarova V.V., Shvalov D.A., Zarubina N.V. Geochemical Studies of the Pleistocene Sediments of the Edge Shelf Zone of the East Siberian Sea and Arctic Ocean // Geochemistry International. 2022. V. 60, No. 10. P. 965-980. DOI: 10.1134/S0016702922100032).

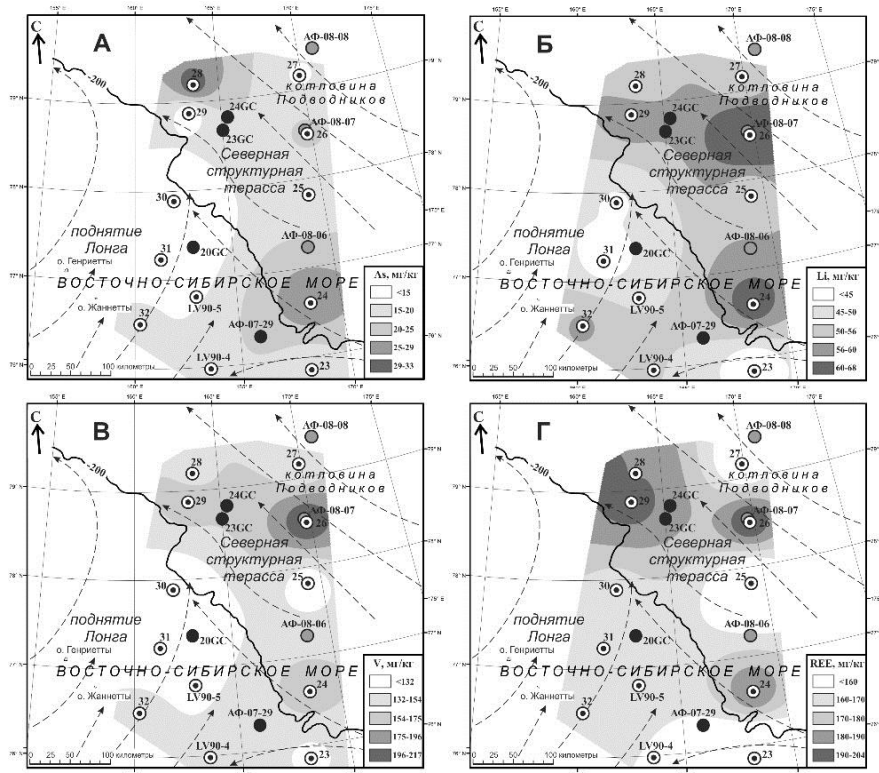


Рис. 4.1. Распределение концентраций мышьяка (А), лития (Б), ванадия (В) и редкоземельных элементов (Г) в плейстоценовых отложениях района исследований

4.2. Исследование потоков метана на границе раздела вода-атмосфера на акватории Татарского пролива Японского моря в весенний сезон

к.г.-м.н. А.В. Яцук, д.г.-м.н. Р.Б. Шакиров, д.г.-м.н. А.И. Обжиров

По материалам нескольких экспедиций изучены потоки метана на границе раздела вода-атмосфера, концентрации растворенного метана в водной толще и сезонная циркуляция вод акватории Татарского пролива Японского моря для весеннего сезона года. Установлено, что аномально высокие концентрации растворенного метана в придонном водном слое и на промежуточных горизонтах, обусловленные восходящей миграцией метана из донных отложений, зачастую не проявляются в повышенных содержаниях метана в поверхностном слое морской воды за счет особенностей местной циркуляции и влияния комплекса гидрометеорологических факторов. Установлено, что одним из основных факторов, влияющим на циркуляцию вод акватории Татарского пролива и скорость газообмена является колебание стока р. Амур и площади зимнего ледового покрова. В результате флуктуации осеннего и весеннего речного стока в Татарском проливе в мае 2019 г. потоки метана в атмосферу на двух участках, где обнаружены выходы природного газа и высокие концентрации растворенного метана в промежуточных водах на станциях и эталонном участке, имеют практически одинаковые значения и составляют 4-5 моль/(км²·сут). (Snyder G.T., Yatsuk A., Takahata N., Shakirov R., Tomaru H., Tanaka K., Obzhirov A., Salomatin A., Aoki S., Khazanova E., Maryina E., Sano Y., Matsumoto R. *Ocean dynamics and methane plume activity in Tatar Strait, Far Eastern Federal District, Russia as revealed by seawater chemistry, hydroacoustics, and noble gas isotopes // Frontiers in Earth Science. 2022. V. 10. Art. no. 825679. DOI: 10.3389/feart.2022.825679*).

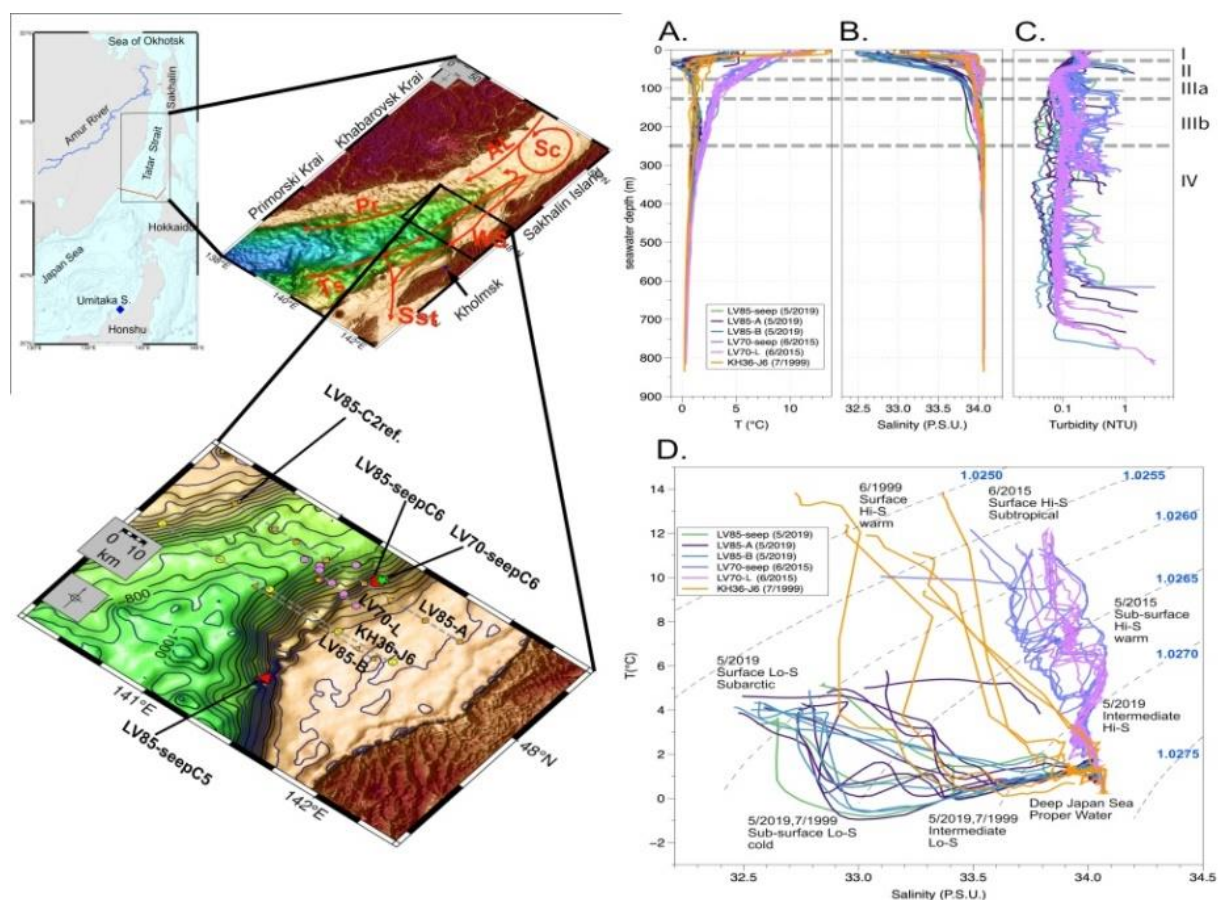


Рис. 4.2. Район исследований и структура водной толщи Татарского пролива: профили солености (A), температуры (B) и мутности (C) на участках с выходами природного газа и на эталонном участке; структура водной толщи (D). Поверхностные воды (I), подповерхностные воды (II), промежуточные воды (III а, б), глубоководная водная масса Японского моря (IV)

4.3. Исследования климатически активных газов и антропогенных трассеров в приземном слое атмосферы Японского моря в весенний сезон

к.г.н. В.В. Калинин, к.г.-м.н. А.В. Яцук

Впервые представлены результаты измерений парниковых газов (CH_4 и CO_2) в морском пограничном слое над Японским морем с 4 по 26 мая 2018 г. на НИС «Академик М.А. Лаврентьев». Нижние слои атмосферы до 1000 м характеризовались более низкими значениями взвешенной по концентрации траектории (CWT) для парниковых газов, что было связано с атмосферным переносом из центральной части Японского моря. С увеличением высоты значения CWT для CH_4 уменьшались, а значения CO_2 начинали расти с высоты 2000 м, отражая дыхание наземных экосистем и, возможно, атмосферный перенос от пожаров на западе России. В исследовании обозначены потенциальные регионы-источники, влияющие на концентрации парниковых газов в атмосфере над Японским морем в весенний сезон года. (Kalinchuk V., Yatsuk A., Belelli Marchesini L., Lopatnikov E., Nesterova O., Valentini R., Aksentov K. *The first simultaneous and continuous underway measurements of atmospheric gaseous elemental mercury, carbon dioxide and methane in the marine boundary layer: Results of cruise study in the Sea of Japan in May 2018 // Atmospheric Pollution Research. 2022. V. 13, No. 7. Art. no. 101458. DOI: 10.1016/j.apr.2022.101458*).

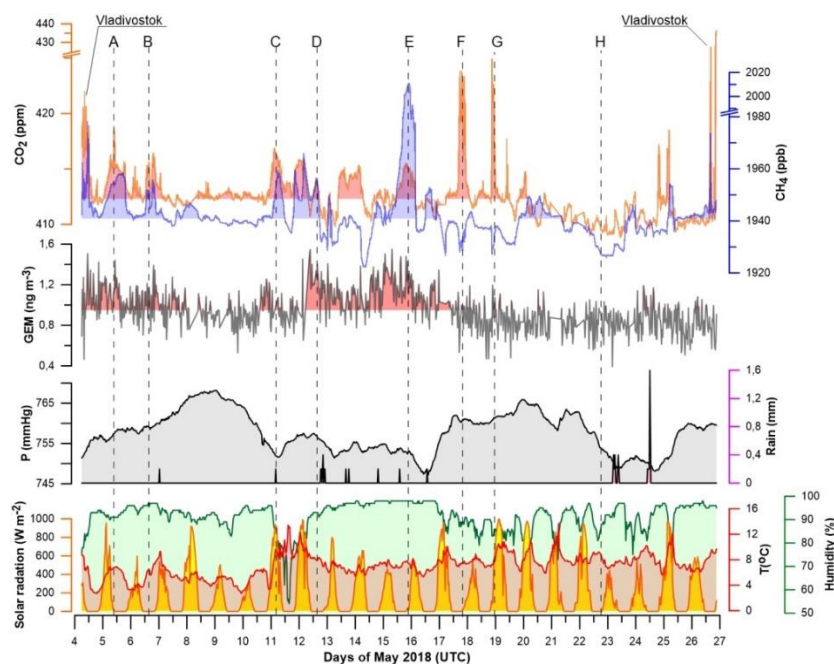


Рис. 4.3. Концентрации парниковых газов (CH_4 и CO_2) и элементарной ртути (GEM) в морском пограничном слое и изменение метеорологических параметров в ходе экспедиции

4.4. Некоторые особенности распределения редкоземельных элементов в поверхностных осадках залива Тонкин (Южно-Китайское море)

А.А. Легкодимов, А.В. Сорочинская, д.г.-м.н. Р.Б. Шакиров

Получены результаты детального изучения особенностей распределения редкоземельных элементов в поверхностных осадках Тонкинского залива с использованием геохимических индикаторных соотношений. Анализ величин индикаторных соотношений, положение фигуративных точек на дискриминационных диаграммах свидетельствуют о преобладании в областях питания пород кислого состава без влияния эндогенных процессов на формирование осадков. Сопоставление отношения Eu/Sm с измеренными концентрациями метана указывает на низкую проницаемость земной коры и характеризует эти осадки как флюидоупоры, способствующие накоплению и сохранению

залежей углеводородов. (Легкодимов А.А., Сорочинская А.В., Шакиров Р.Б. Некоторые особенности распределения редкоземельных элементов в поверхностных осадках залива Тонкин (Южно-Китайское море) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2022. № 2, вып. 54. С. 93-102. DOI: 10.31431/1816-5524-2022-2-54-93-103).

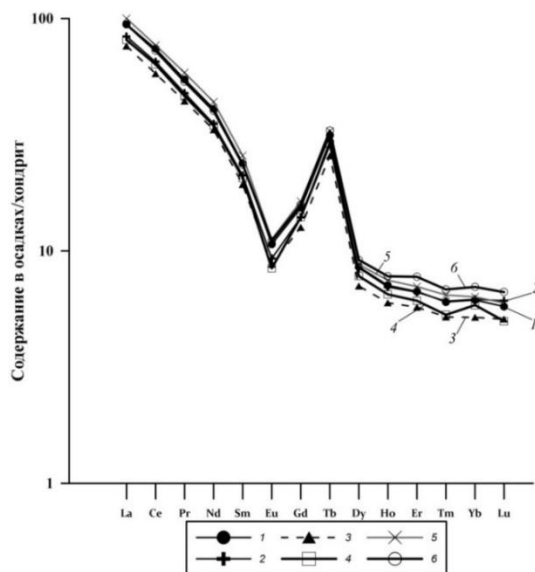


Рис. 4.4. Нормированные на хондрит содержания редкоземельных элементов в поверхностных осадках Тонкинского залива

4.5. Особенности биоаккумуляции микроэлементов в зоне холодных метановых сипов

к.х.н. Н.С. Полоник

Установлены особенности биоаккумуляции ряда микроэлементов в мягких тканях донных организмов из холодных метановых сипов на Корякском склоне Берингова моря. Впервые в экосистеме метанового сипа, недавно обнаруженного на Корякском склоне Берингова моря, изучено распределение некоторых важных и потенциально токсичных химических элементов. Установлено, что биоаккумуляция микроэлементов в донных организмах связана с высокими концентрациями этих элементов в придонных водах местообитаний различных групп морских беспозвоночных в зоне холодных метановых сипов. (Demina L.L., Galkin S.V., Krylov E.M., Polonik N.S., Budko D.F., Solomatin A.S. Trace metal biogeochemistry in methane seeps on the Koryak slope of the Bering Sea // Deep-Sea Research Part II. 2022. V. 206. Art. no. 105219. DOI: 10.1016/j.dsr2.2022.105219).

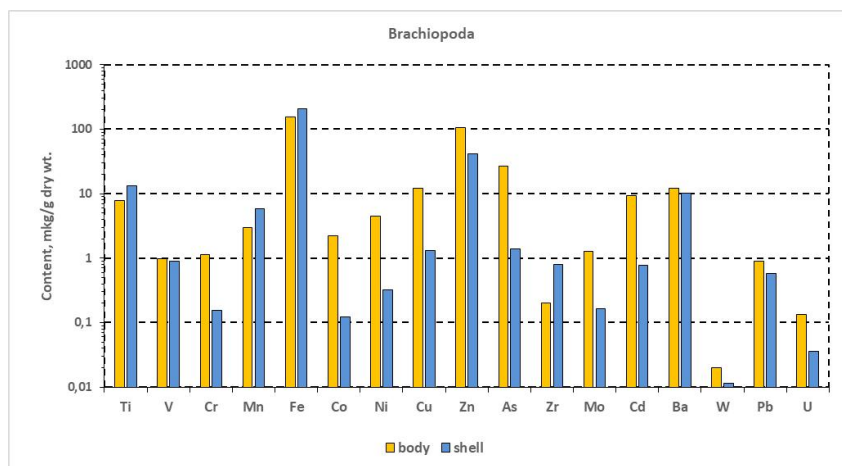


Рис. 4.5. Распределение элементов между мягкими частями тела и измельченным панцирем фильтрата *Brachiopoda*

4.6. Поток метана на границе раздела вода-атмосфера на акватории окраинных морей Азии

к.х.н. В.Ф. Мишуков, к.г.н. Г.И. Мишукова, д.г.-м.н. Р.Б. Шакиров

Сравнительный анализ распределения потоков метана в пелагических водах окраинных морей показал, что в осенний сезон среднее значение и диапазон изменчивости по профилю после пересечения материкового склона Южно-Китайского моря (I) были ниже, чем на глубоководных профилях Японского (II) и Охотского морей (III). Средняя степень пересыщения в пелагических водах Южно-Китайского моря была выше, чем в Японском и Охотском морях. Более высокие температуры поверхностного слоя морской воды в Южно-Китайском море и сравнимые значения солености и концентраций метана в приводном слое атмосферы обусловили пониженные равновесные концентрации метана и более высокие значения показателей пересыщения, чем в Японском и Охотском морях. Значительные скорости ветров на акватории Курильской котловины Охотского моря и Центральной котловины Японского моря вызвали интенсивное выделение метана в атмосферу из морской воды. (Мишуков В.Ф., Мишукова Г.И., Шакиров Р.Б. Сравнительный анализ процессов обмена метана на границе раздела вода-атмосфера на акватории окраинных морей // Вестник ДВО РАН. 2022. № 1. С. 75-82. DOI: 10.37102/0869-7698_2021_221_01_07).

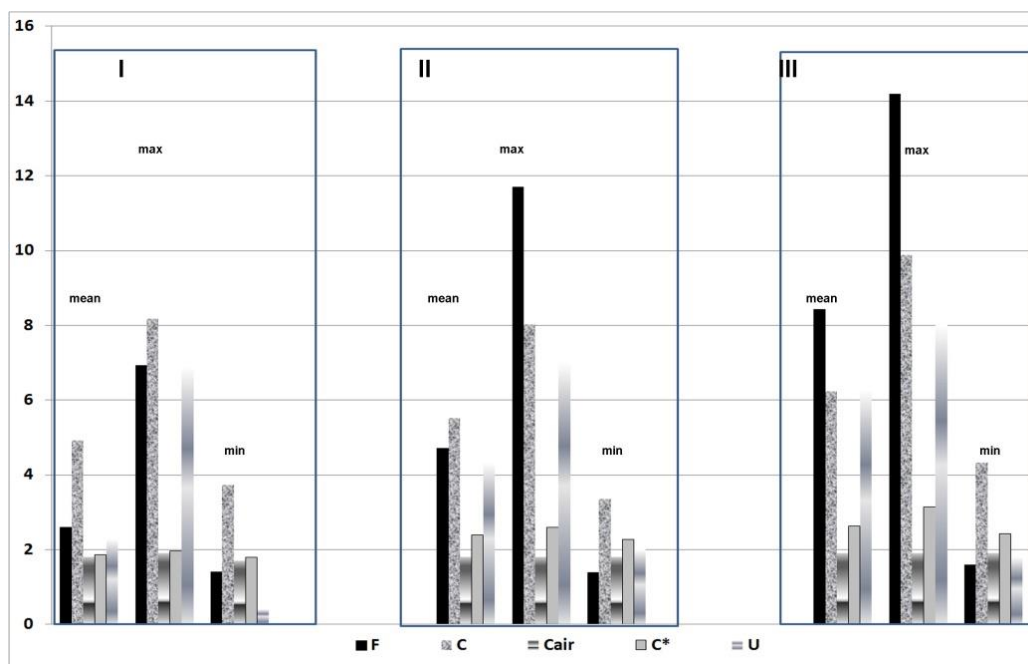


Рис. 4.6. Сравнительная характеристика средних, максимальных и минимальных значений потоков метана по газогеохимическим профилям Южно-Китайского (I), Японского (II) и Охотского (III) морей. Условные обозначения: F – потоки метана на границе вода-атмосфера, моль/(км²·сут); C – концентрации растворенного метана в 4 м поверхностном слое воды, нмоль/л; C_{air} – концентрации метана в приводном слое атмосферы, ppm; C* – равновесные концентрации метана, нмоль/л; U – скорости ветра, м/с

4.7. Результаты петрографических исследований раннемеловых гранитоидов Японского моря

Т.С. Якимов

Проведены петрографические исследования гранитоидов раннемелового комплекса, установлены минералого-структурные и тектонические особенности. Определены морфологические типы цирконов. Выделены два этапа возможного формирования гранитоидов возвышенностей: первый этап становления в условиях континентальной

коры и второй этап деструкция земной коры с последующим опусканием во время формирования Японского моря. На первом этапе в процессе развития очагов коровой магмогенерации, как результат пластических деформаций, формировались разнообразные директивные текстуры, выраженные в ориентировке кварца, темноцветных минералов и полевых шпатов, сложно сочетающиеся с массивными текстурами, характерными для полностью переплавленных фаз. На втором этапе даже в массивных текстурах проявляются разнообразные формы катаклаза. На стадии консолидированной коры происходят процессы метасоматических преобразований и последующего возможного протрузивного течения, проявленного в виде дислокации и катаклаза. (Якимов Т.С., Ахмедов Д.А. Результаты петрографических исследований раннемеловых гранитоидов Японского моря // Вестник ДВО РАН. 2022. № 2. С. 86-97. DOI: 10.37102/0869-7698_2022_222_02_7).

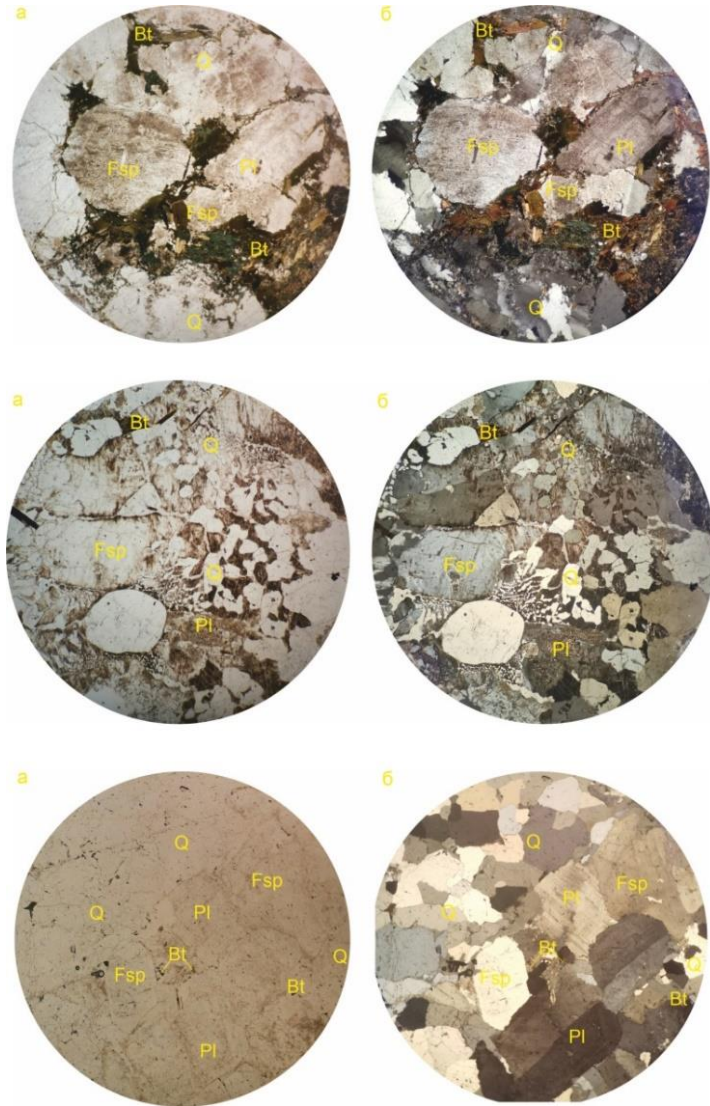


Рис. 4.7. Фотографии шлифов в прямых (а) и скрещенных (б) николях. Сверху вниз: гранит биотитовый, гранит-порфир и лейкогранит

Тема «Технологии дистанционного зондирования Земли и наземных измерительных систем в комплексных исследованиях динамических явлений в океане и атмосфере»

Научные руководители: к.ф.-м.н. Салюк П.А., д.ф.-м.н. Пермяков М.С.
Регистрационный номер 121021500054-3

5.1. Спутниковые микроволновые радиометрические измерения атмосферных рек над Южным океаном, экстремального повышения температуры тропосферы над Восточной Антарктидой и внезапного стратосферного потепления над Южным полушарием

д.ф.-м.н. Л.М. Митник, В.П. Кулешов, к.т.н. М.Л. Митник

По данным микроволновых измерений яркостных температур (Тя(ν)) на частотах $\nu \approx 6-48$ и $88-92$ ГГц со спутников Метеор-М № 2-2, GCOM-W1 и GPM исследована изменчивость скорости ветра, водозапаса облаков и паросодержания атмосферы в области атмосферной реки над Южным океаном и рекордное (на $35-40^\circ\text{C}$) повышение температуры воздуха в Восточной Антарктиде в марте 2022 г., вызванное в основном ростом температуры поверхности и подповерхностных слоев фирна. Приращения яркостной температуры около станции Concordia достигали 30 К. На частотах $\nu \approx 176-190$ ГГц в области линии поглощения водяного пара рост яркостной температуры был обусловлен увеличением температуры и влажности воздуха в атмосферной реке. Измерения яркостной температуры на частотах в области резонансной полосы кислорода $52-58$ ГГц позволили проследить за внезапным стратосферным потеплением над Южным полушарием в августе-сентябре 2019 г. Экспериментальные данные согласуются с результатами моделирования переноса излучения в системе атмосфера-подстилающая поверхность с измерениями радиозондов и метеорологических станций. (Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Mitnik M.L., Chernyavski G.M., Cherny I.V., Streltsov A.M. Microwave radiometer MTVZA-GY on new Russian satellite Meteor-M No 2-2 and sudden stratospheric warming over Antarctica // IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. 2022. V. 15. P. 820-830. DOI: 10.1109/JSTARS.2021.3133425).

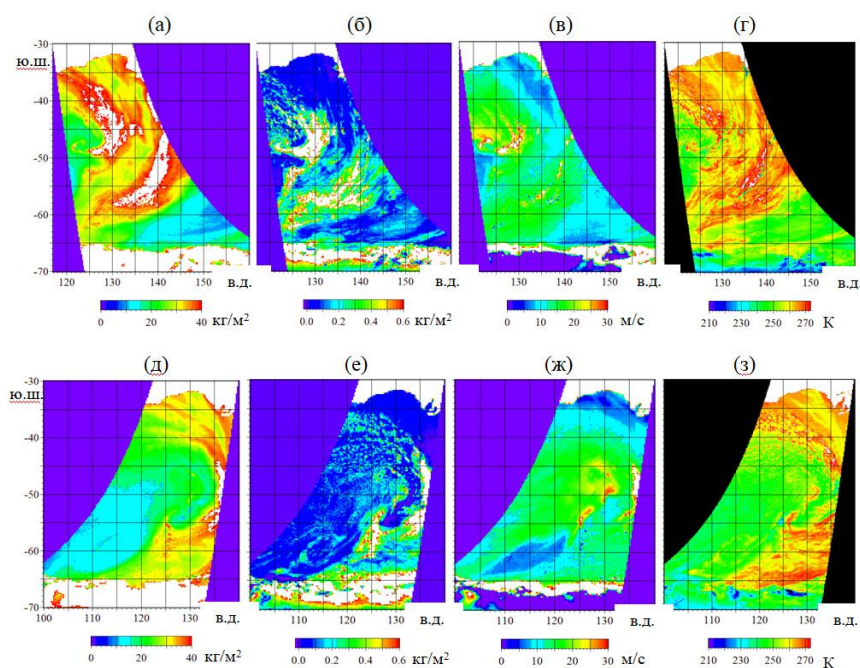


Рис. 5.1. Паросодержание атмосферы (а) и (д), водозапас облаков (б) и (е), скорость ветра (в) и (ж), яркостная температура на частоте 89,0 ГГц на вертикальной поляризации (г) и (з) в области атмосферной реки над Южным океаном по данным радиометра AMSR2 за 05:15 (а)-(г) и 15:55 UTC (д)-(з) 16 марта 2022 г.

5.2. Проявление зоны чередующихся апвеллингов и даунвеллингов в полях биооптических характеристик при взаимодействии вод Патагонского шельфа и Мальвинского течения

к.ф.-м.н. П.А. Салюк, Н.А. Липинская

Впервые выявлены субмезомасштабные зоны смены серии апвеллингов и даунвеллингов в районе взаимодействия вод Патагонского шельфа и прибрежной ветви Мальвинского (Фолклендского) течения, которые значимо влияют на распределение гидрооптических характеристик и могут проявляться в спутниковых данных по цвету моря. Показано, что при апвеллинге уменьшается толщина верхнего перемешанного слоя, увеличивается максимальная в морской толще концентрация хлорофилла-а, но при этом уменьшается среднее значение концентрации хлорофилла-а по всей морской толще – это приводит к увеличению фотической зоны за счет меньшего суммарного поглощения света клетками фитопланктона. При даунвеллинге все перечисленные характеристики проявляют себя обратным образом. Полученный результат может быть использован для спутниковых инструментальных наблюдений за вариациями субмезомасштабных процессов апвеллинга и даунвеллинга в районе исследований, что поможет установить сезонный характер данных явлений и оценить их вклад в биопродуктивность района. (Salyuk P.A., Mosharov S.A., Frey D.I., Kasyan V.V., Ponomarev V.I., Kalinina O.Y., Morozov E.G., Latushkin A.A., Sapozhnikov P.V., Ostroumova S.A., Lipinskaya N.A., Budyansky M.V., Chukmasov P.V., Krechik V.A., Uleysky M.Yu., Fayman P.A., Mayor A.Yu., Mosharova I.V., Chernetsky A.D., Shkorba S.P., Shved N.A. *Physical and Biological Features of the Waters in the Outer Patagonian Shelf and the Malvinas Current* // *Water*. 2022. V. 14(23). Art. no. 3879. DOI: 10.3390/W14233879).

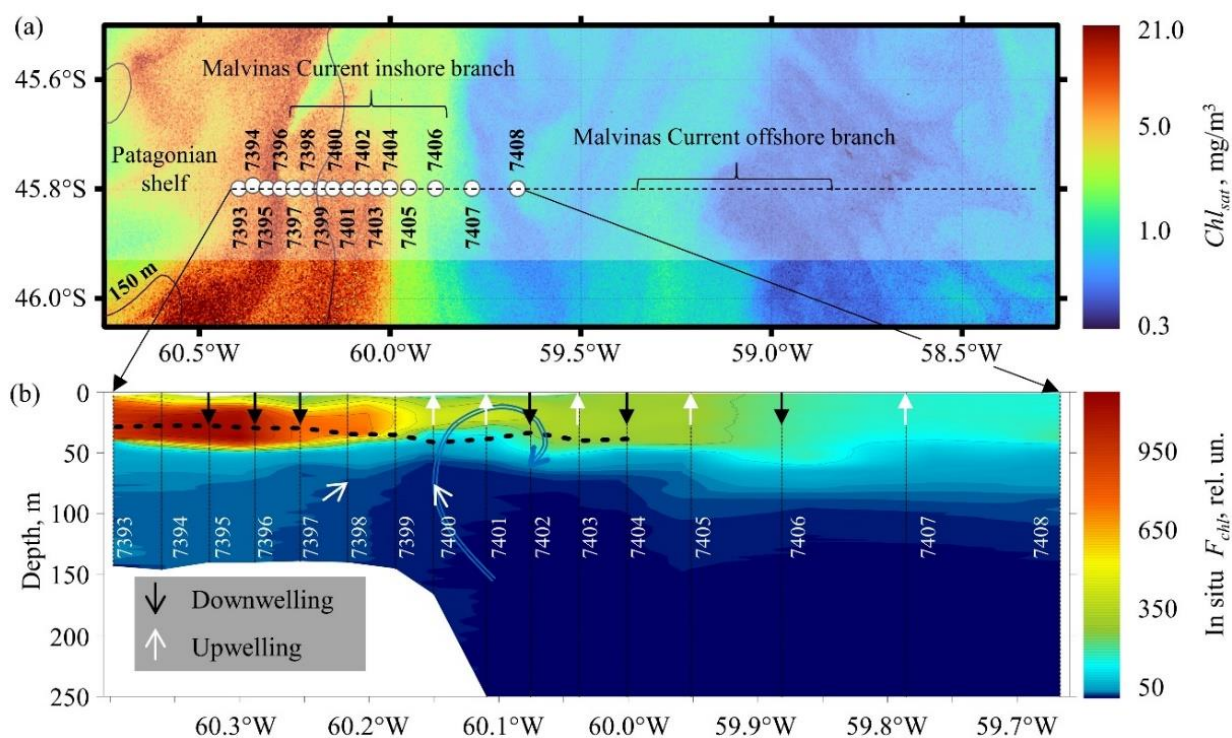


Рис. 5.2. Проявление зон апвеллинга и даунвеллинга в полях концентрации хлорофилла-а: (а) из спутниковых измерений цвета поверхности моря радиометром OLCI/Sentinel-3В за 18 февраля 2022 г. (в mg/m^3); (б) из in-situ измерений погружным флуоресцентным датчиком Turner-С6Р 22 февраля 2022 г. (в от. ед.)

5.3. Региональные особенности грозовой активности на юге Дальнего Востока России

д.ф.-м.н. М.С. Пермяков, к.г.н. Т.И. Клещёва, к.г.н. Е.Ю. Поталова,
С.С. Капач, П.В. Журавлев

По данным глобальной сети локализаций молний (WWLLN) за период 2009-2018 гг. исследованы региональные особенности грозовой активности на юге Дальнего Востока России, включая южную часть о. Сахалин. По преобладающему рельефу и удаленности от моря выделено 12 районов, имеющих разные режимы грозовой активности, для которых показаны годовой ход и сезонно-суточные диаграммы грозовой активности. Показано, что на исследуемой территории грозовой период (99,5% молний) охватывает период с мая по сентябрь – в северных материковых районах, с апреля/мая по октябрь – в южных и юго-восточных районах, с мая по ноябрь – в южной части о. Сахалин. Отмечено, что в основном грозовая активность характеризуется максимумами в июле – над равнинами и низменностями, в июне – в районах с преобладанием горного рельефа. Средняя за десять лет плотность молниевых разрядов на материке увеличивается с востока на запад, от наименьших значений в прибрежных областях до наибольших в северо-западных районах. При этом плотность молний на материковой части юга Дальнего Востока в среднем в 5 раз больше, чем на Сахалине. Отмечено различие характеристик грозовой активности над западными и восточными склонами горных массивов и хребтов. (Пермяков М.С., Клещёва Т.И., Поталова Е.Ю., Капач С.С., Журавлев П.В. Локальные особенности грозовой активности на юге Дальнего Востока России // Метеорология и гидрология. 2022. № 8. С. 101-111. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-8-101-111; переводная версия: Permyakov M.S., Kleshcheva T.I., Potalova E.Yu., Kapach S.S., Zhuravlev P.V. Regional Features of Lightning Activity in the South of the Russian Far East // Russian Meteorology and Hydrology. 2022. V. 47, No. 8. P. 629-636. DOI: 10.3103/S106837392208009X).

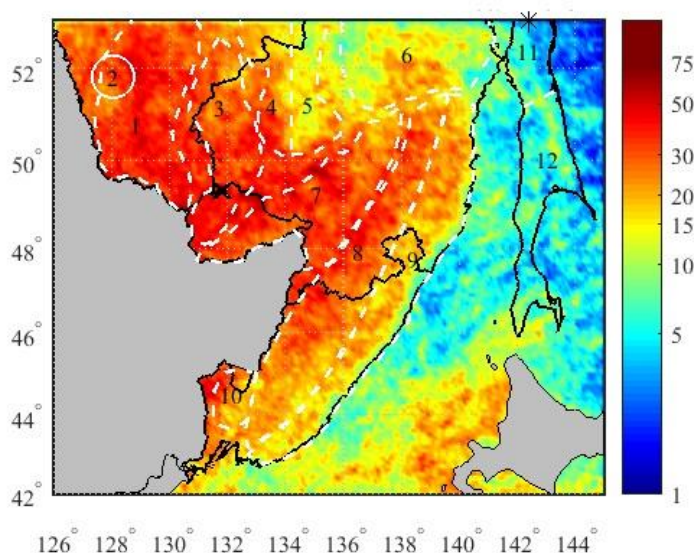


Рис. 5.3. Средняя плотность разрядов молний по данным WWLLN за 2009-2018 гг. (в разрядах/(100 км²-год)). × – максимум, * – минимум

5.4. Анализ биооптических характеристик при пересечении вихревого диполя в зоне взаимодействия субтропических и субантарктических вод в юго-западной Атлантике

к.ф.-м.н. П.А. Салюк, к.ф.-м.н. В.И. Пономарев

На разрезе через мезомасштабные антициклонический и циклонический вихри в меандрах Южно-Атлантического течения обнаружены существенные различия в

биооптических характеристиках морской воды. Выделены фитопланктонные сообщества субтропических и субантарктических вод. Выявлены чередующиеся зоны дивергенции скорости течения и воды различного происхождения, вовлеченные в вихревые структуры. Показано, что на спутниковых изображениях концентрации хлорофилла-а антициклонический вихрь проявляется за счет пониженных значений, а циклонический – за счет повышенных значений. Это связано не столько с самой концентрацией хлорофилла-а, сколько с распределением окрашенных растворенных органических веществ, а также заглублием слоя с фитопланктоном в антициклоническом вихре и поднятием – в циклоническом. Полученный результат может быть использован для более детального изучения мезомасштабных вихрей различной полярности и их взаимодействия, а также для оценки биопродуктивности в данных гидродинамических структурах. (Morozov E.G., Frey D.I., Krechik V.A., Latushkin A.A., Salyuk P.A., Seliverstova A.M., Mosharov S.A., Orlov A.M., Murzina S.A., Mishin, A.V., Chukmasov P.V., Kubryakov A.A., Budyansky M.V., Zuev O.A., Mekhova O.S., Ponomarev V.I., Chultsova A.L., Masevich A.V., Torgunova N.I., Kholmogorov A.O., Shtraikhert E.A., Mosharova I.V., Neretin N.Y., Kolbasova G.D., Syomin V.L., Tretiakov A.V., Tretiakova L.G., Chernetsky A.D. *Multidisciplinary Observations across an Eddy Dipole in the Interaction Zone between Subtropical and Subantarctic Waters in the Southwest Atlantic* // *Water*. 2022. V. 14. Art. no. 2701. DOI: 10.3390/w14172701).

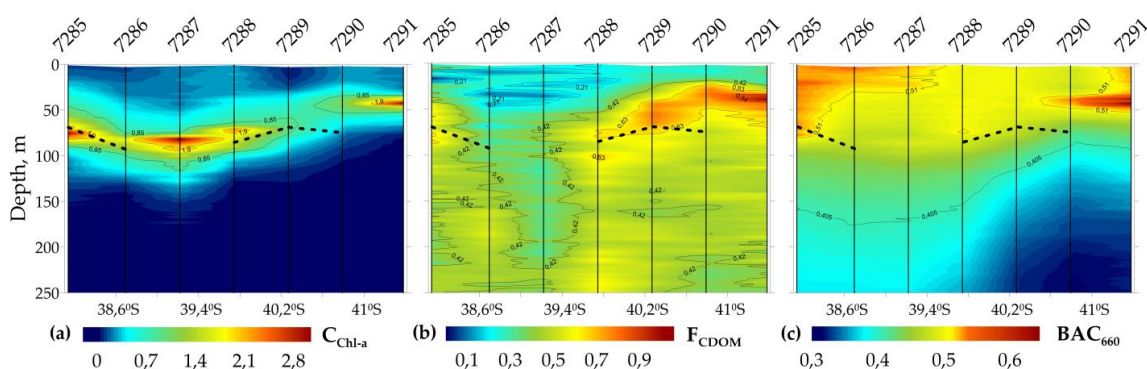


Рис. 5.4. Распределение биооптических характеристик на разрезе через пару взаимодействующих мезомасштабных вихрей разной полярности (ст. 7285-7287 – антициклонический вихрь, ст. 7289-7291 – циклонический): (а) концентрация хлорофилла-а (в $\text{мг}/\text{м}^3$); (б) содержание окрашенных растворенных органических вещества (в единицах QSU); (в) показатель ослабления направленного света на 660 нм (в единицах FTU)

5.5. Анализ экстремального ветра в интенсивных внутритропических циклонах над северной частью Тихого океана на основе измерений со спутника SMAP

к.г.н. М.К. Пичугин, к.г.н. И.А. Гурвич, А.В. Баранюк

Идентифицированы и исследованы интенсивные внутритропические циклоны (ВТЦ) с ураганым ветром в северной части Тихого океана. Впервые использованы поля скорости ветра у морской поверхности (W) на основе измерений со спутника SMAP, позволяющих восстанавливать скорость от 10 до 70 м/с. Оценены возможности систем реанализа с сопоставимым пространственным разрешением аккуратно воспроизводить ветровые условия в интенсивных внутритропических циклонах. Анализ распределения максимальной скорости ветра позволил выделить группу наиболее интенсивных внутритропических циклонов с отличным механизмом формирования экстремального ветра. Впервые установлено, что максимальные скорости ветра в этих циклонах могут достигать 57-60 м/с. Показано, что экстремальные циклоны имели взрывной характер развития с образованием мезомасштабной области (около 100 км) южнее центра – наиболее опасной и разрушительной особенности циклогенеза в средних широтах. Полученные результаты имеют ценность в вопросах физических механизмов возникновения во внутритропических циклонах экстремального ветра и

их воспроизведения оперативными прогностическими моделями. (Пичугин М.К., Гурвич И.А., Баранюк А.В. Анализ экстремального ветра в интенсивных внетропических циклонах над северной частью Тихого океана на основе измерений со спутника SMAP // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19, № 5. С. 287-299. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-5-287-299).

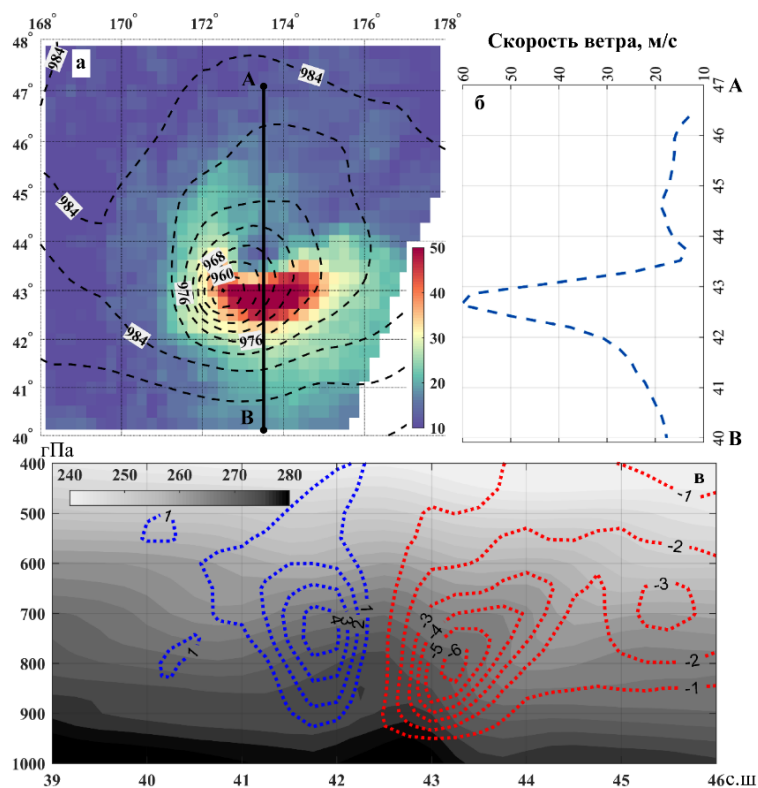


Рис. 5.5. Поле скорости приводного ветра по данным SMAP и атмосферного давления на уровне моря из реанализа ERA5 (а); профиль скорости ветра (линия АВ на (а)) вдоль меридиана 173,5° в.д. (б); разрез полей вертикальной компоненты скорости ветра (в Па/с, синий и красный пунктир) и температуры воздуха на стандартных изобарических поверхностях (в градациях серого) вдоль меридиана 172,4° в.д. (через центр циклона по данным ERA5) (в) в 22 GMT 28 декабря 2018 г. Шкала на (в) – температура воздуха в К

5.6. Развитие методов оптической спектроскопии в задачах оперативного спектрального анализа морской воды

к.ф.-м.н. А.В. Буланов, к.ф.-м.н. В.А. Крикун

Полученные ранее результаты по комбинированному лазерному и ультразвуковому воздействию, которые приводят к повышению чувствительности спектроскопии элементного состава различных веществ в морской воде, позволили создать автоматизированный комплекс LIBS для оперативного спектрального анализа водных масс. Возможности автоматизированного комплекса позволяют быстро использовать его в натуральных и лабораторных условиях с высокой чувствительностью анализа. Работа комплекса основана на использовании ультразвука, который позволяет создавать аэрозоль из исследуемой жидкости и одновременно генерировать оптический пробой с регистрацией атомных линий углерода, натрия, кальция и магния. Автоматизированный комплекс использовался в рейсе № 81 на НИС «Профессор Гагаринский» с 1 по 14 августа 2022 г. на протяженном участке маршрута в Японском море от залива Петра Великого вблизи г. Владивосток до п. Чехов на о. Сахалин. (Bulanov A.V. Using of Ultrasound in Automated Laser Induced Breakdown Spectroscopy Complex for Operational Study of Spectral Characteristics of Seawater of Carbon Polygons // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. 2022. V. 86. P. S32-S36. DOI: 10.3103/S1062873822700344).

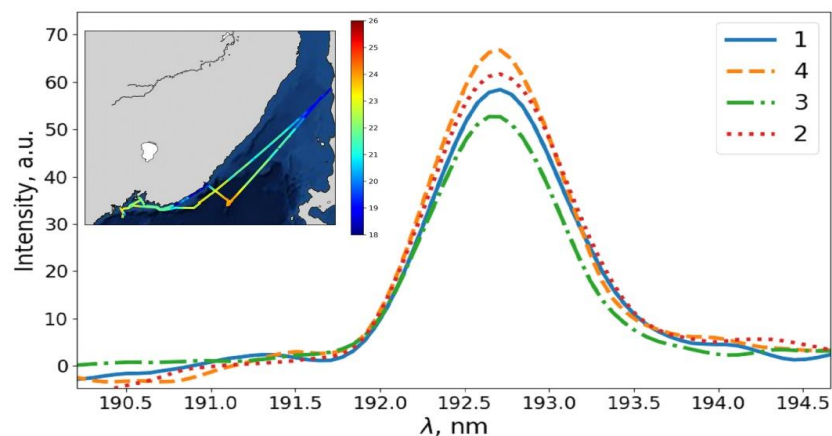


Рис. 5.6. Интенсивности линий углерода, полученных в различных координатных точках. На врезке цветом показано распределение температуры воды на глубине 4 м вдоль маршрута судна, полученное автоматизированным комплексом

5.7. Мониторинг гидрометеорологических процессов в Арктическом регионе со спутников Арктика-1М, GCOM-W1, GPM, Метеор-М № 2-2, MetOp и Aqua

А.В. Баранюк, В.П. Кулешов, д.ф.-м.н. Л.М. Митник, к.т.н. М.Л. Митник

Сформулирована методика мониторинга Арктического региона, основанная на совместном использовании видимых и ИК-изображений с высокоорбитального российского спутника «Арктика-1М» и низкоорбитальных спутников разных стран, оснащенных пассивными и активными микроволновыми сенсорами. Сочетание оптических и микроволновых данных обеспечивает высокое пространственное и временное разрешение и оперативность получения количественной информации о погодных явлениях и процессах в Арктике, включая опасные, независимо от времени суток и облачности, а геофизические параметры, восстановленные по спутниковым данным, могут служить основой для прогноза развития состояния атмосферы и подстилающей поверхности. (Баранюк А.В., Кулешов В.П., Митник Л.М., Митник М.Л., Панфилова М.А. Мониторинг гидрометеорологических процессов в Арктическом регионе со спутников Арктика-1М, GCOM-W1, GPM, Метеор-М № 2-2, MetOp и Aqua // Труды ВКА им. А.Ф. Можайского. 2022. Вып. 685. С. 11-18; Mitnik L., Kuleshov V., Baranyuk A., Mitnik M., Khazanova E., Panfilova M. Monitoring of the Arctic region using optical and infrared data from the highly elliptical Arktika-M space system and microwave measurements from low Earth orbit satellites // Proc. 2022 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Proc. art., 17-22 July 2022, Kuala Lumpur, Malaysia. P. 7194-7197. DOI: 10.1109/IGARSS46834.2022.9883384).

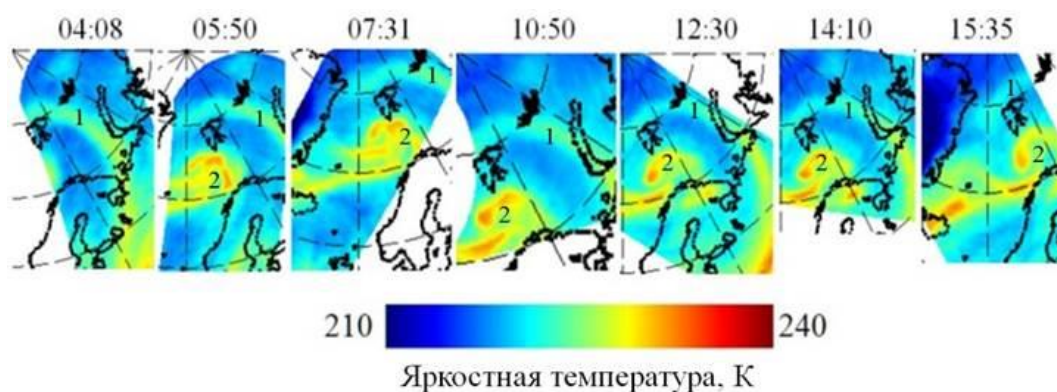


Рис. 5.7. Атмосферный фронт 1 и полярный циклон 2 в Норвежском и Баренцевом морях по данным радиометра МТВЗА-ГЯ со спутника «Метеор-М» № 2-2 на частоте $183,31 \pm 1,4$ ГГц, полученным с 04:08 по 15:35 UTC 23 марта 2021 г.

Тема «Исследование основных процессов, определяющих состояние и изменчивость океанологических характеристик окраинных морей Азии и прилегающих районов Тихого и Индийского океанов»

Научный руководитель к.г.н. Лобанов В.Б.

Регистрационный номер 121021700346-7

6.1. Межгодовая изменчивость термических характеристик Индийского океана в условиях глобального потепления

к.г.н. И.Д. Ростов, к.т.н. Е.В. Дмитриева, к.г.н. Н.И. Рудых

По данным реанализов, наблюдений на метеостанциях и проекта GODAS определены региональные особенности и тренды межгодовых колебаний температуры воздуха (T_a), воды на поверхности (ТПО) и в верхнем 1000-метровом слое (T_w) и их связи с вариациями климатических индексов, полей давления в центрах действия атмосферы и ветра за последние четыре десятилетия. В результате охарактеризована степень неоднородности реакции приземного слоя атмосферы, ТПО и вертикального распределения T_w на происходящие глобальные изменения, выделены обособленные районы и дана количественная оценка скорости потепления в этих районах. Максимальные величины трендов T_a ($\sim 0,5^\circ\text{C}/10$ лет) над акваторией региона отмечаются в районе, расположенном к северу от о. Мадагаскар, а трендов ТПО ($\sim 0,3\text{--}0,4^\circ\text{C}/10$ лет) – в центральной части океана. Ниже верхнего 100-метрового слоя максимальные положительные тренды (в среднем по району $0,2\text{--}0,5^\circ\text{C}$ за десятилетие) наблюдаются в южной и юго-западной частях акватории, а отрицательные ($-0,1\text{--}0,2^\circ\text{C}/10$ лет) – в северо-западной и юго-восточной. За последние 15 лет наибольшее относительное увеличение теплосодержания в различных слоях происходило на юге акватории океана – на порядок больше чем в других районах, несмотря на незначительные тренды ТПО. (*Ростов И. Д., Дмитриева Е. В., Рудых Н. И. Межгодовая изменчивость термических характеристик Индийского океана в условиях глобального потепления // Морской гидрофизический журнал. 2022. Т. 38. № 1. С. 53-72. DOI: 10.22449/0233-7584-2022-1-53-72; переводная версия: Rostov I.D., Dmitrieva E.V., Rudykh N.I. Interannual variability of thermal characteristics in the Indian Ocean under the conditions of global warming // Physical Oceanography. 2022. V. 29, No 1. P. 47-66. DOI: 10.22449/1573-160X-2022-1-47-66*).

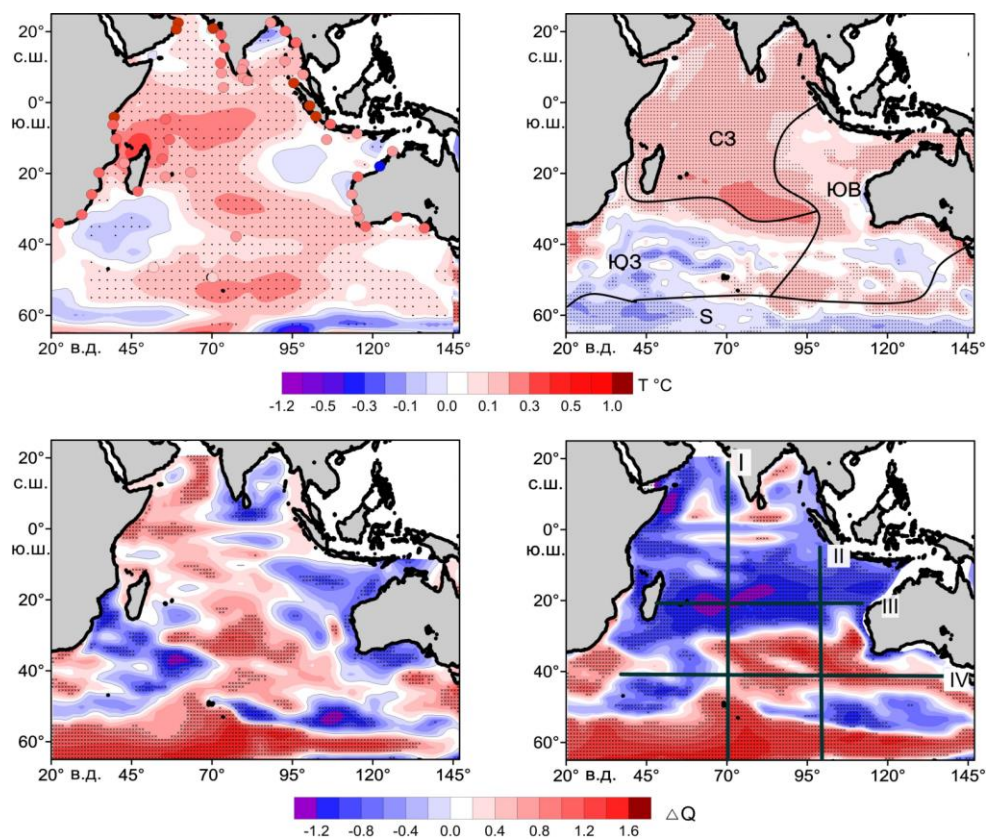


Рис. 6.1. Тренды ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) среднегодовых величин температуры воздуха (вверху слева), температуры воды на поверхности (вверху справа) и нормализованных аномалий теплосодержания в слоях 5-300 м (внизу слева) и 300-750 м (внизу справа) по данным реанализа, наблюдений на метеостанциях и GODAS. Показано расположение метеостанций и трендов температуры воздуха на них (вверху слева), выделенных районов (вверху справа) и отдельных разрезов (внизу справа). Точками обозначены узлы сетки, в которых оценки статистически значимы на уровне 95%

6.2. Межгодовая изменчивость термических условий энергоактивной зоны Курошио и сопредельных районов Филиппинского моря

к.г.н. И.Д. Ростов, к.т.н. Е.В. Дмитриева, к.г.н. Н.И. Рудых

Исследованы региональные особенности и причинно-следственные связи межгодовых изменений температуры воздуха (T_a) и воды на поверхности (ТПО) и в верхнем 750-метровом слое с вариациями полей атмосферного давления, ветра и потоков тепла на поверхности Филиппинского моря на рубеже XX-XXI веков. Показано, что на фоне глобальных тенденций потепления температура воздуха в различных районах моря возросла на величину от 0,2 до 0,5 $^{\circ}\text{C}$, ТПО – от 0,6 до 0,8 $^{\circ}\text{C}$, в то время как в отдельных слоях толщи вод наблюдаются разнонаправленные тенденции изменений температуры воды. Зимой в районе энергоактивной зоны Курошио отмечены как максимальные потоки, так и тренды явного и скрытого тепла из океана в атмосферу. Изменения T_a и ТПО характеризуются устойчивыми корреляционными связями с вариациями зонального и меридионального компонентов скорости ветра и климатических индексов. (Ростов И.Д., Дмитриева Е.В., Рудых Н.И. Межгодовая изменчивость термических условий энергоактивной зоны Курошио и сопредельных районов Филиппинского моря // Метеорология и гидрология. 2022. № 4. С. 59-78. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-4-59-78; переводная версия: Rostov I.D., Dmitrieva E.V., Rudykh N.I. Interannual Variability of Thermal Conditions in the Kuroshio Energetically Active Zone and Adjacent Areas of the Philippine Sea // Russian Meteorology and Hydrology. 2022. V. 47. P. 290-303. DOI: 10.3103/S1068373922040057).

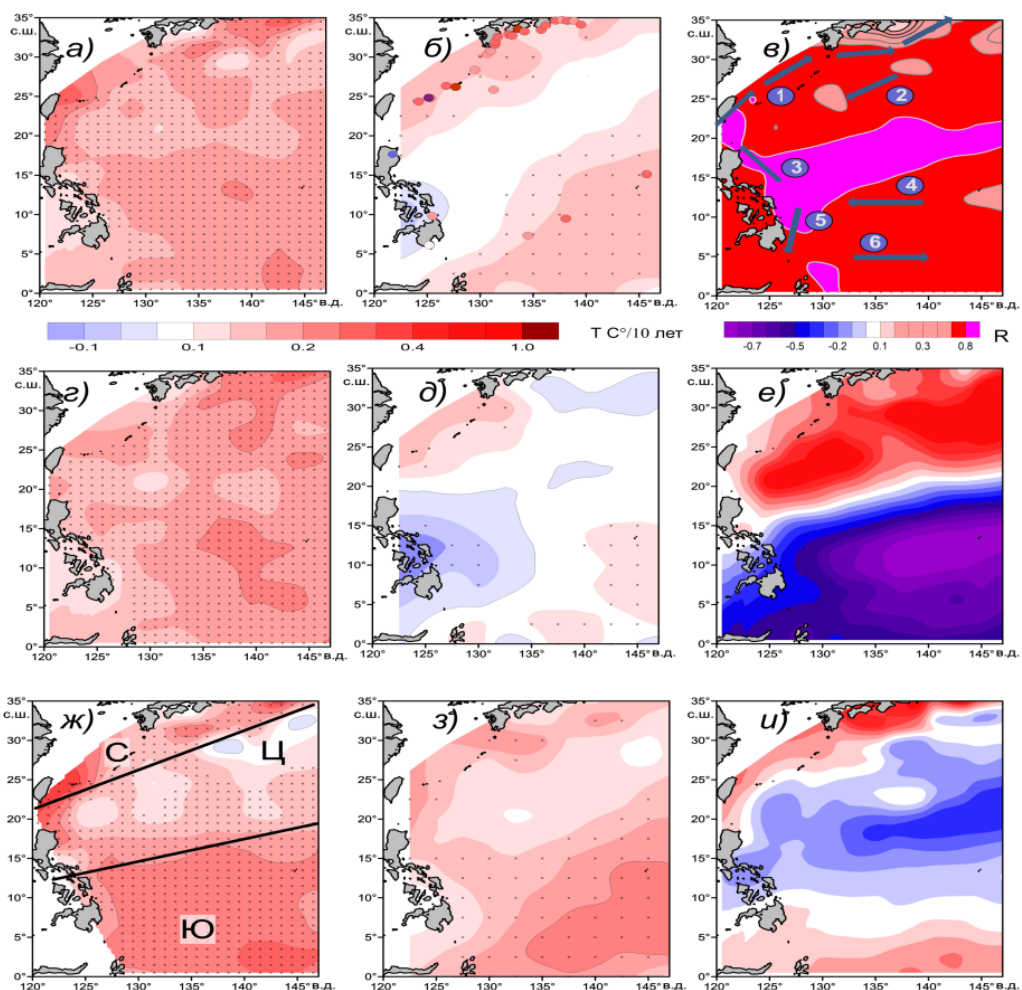


Рис. 6.2. Линейные тренды ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) температуры поверхности океана (а, г, ж) и температуры воздуха (б, д, з): среднегодовой (а, б), за теплый (г, д) и холодный (ж, з) сезоны 1982-2019 гг., а также распределение коэффициентов первой (в), второй (е) и третьей (и) мод ЭОФ межгодовых колебаний АТПО в холодный сезон. Показано расположение выделенных районов (ж), тренды аномалии T_a на метеостанциях (б) и схема основных течений (в). Крестиками обозначены узлы сетки, в которых оценки трендов статистически значимы на уровне 95%

6.3. Внутригодовые колебания уровня и синоптическая энергетика в субарктической части Японского моря

к.т.н. О.О. Трусенкова, к.г.н. Д.Д. Каплуенко

На основе разложения данных спутниковой альтиметрии за весь доступный период наблюдений (1993-2020 гг.) на эмпирические ортогональные функции выявлены новые особенности внутригодовой изменчивости уровня Японского моря, существенно влияющие на гидрологический режим. Установлено ежегодное присутствие синфазных на всей акватории колебаний уровня в диапазоне 70-250 суток, которые дают значимую добавку к годовому ходу в северной части Японского моря и объясняются дисбалансом расхода воды в проливах. Исследование энергетика течений в северной части Японского моря позволило впервые определить статистические закономерности изменчивости долгоживущих (время жизни не менее 100 суток) динамических структур синоптического масштаба. Эти структуры наиболее интенсивны в зоне Приморского течения вблизи побережья Приморского края, что позволяет связать их с вдольбереговыми склоновыми вихрями. Установлено, что они интенсифицируются летом и осенью и ослабляются зимой и весной, с сезонными экстремумами в октябре-ноябре и марте-апреле соответственно. Энергия синоптических структур уменьшалась в 1995-1998 и 2006-2011 гг., а с 2013 г.

наблюдалась тенденция к их усилению, причем в 2013, 2017, 2018 и 2020 гг. они были экстремально интенсивны. (Trusenkova O.O., Kaplunenko D.D. *Intra-Annual Sea Level Fluctuations and Variability of Mesoscale Processes in the Northern Japan/East Sea from Satellite Altimetry Data // Frontiers in Marine Science*. 2022. V. 18. Art. no. 866328. DOI: 10.3389/fmars.2022.866328).

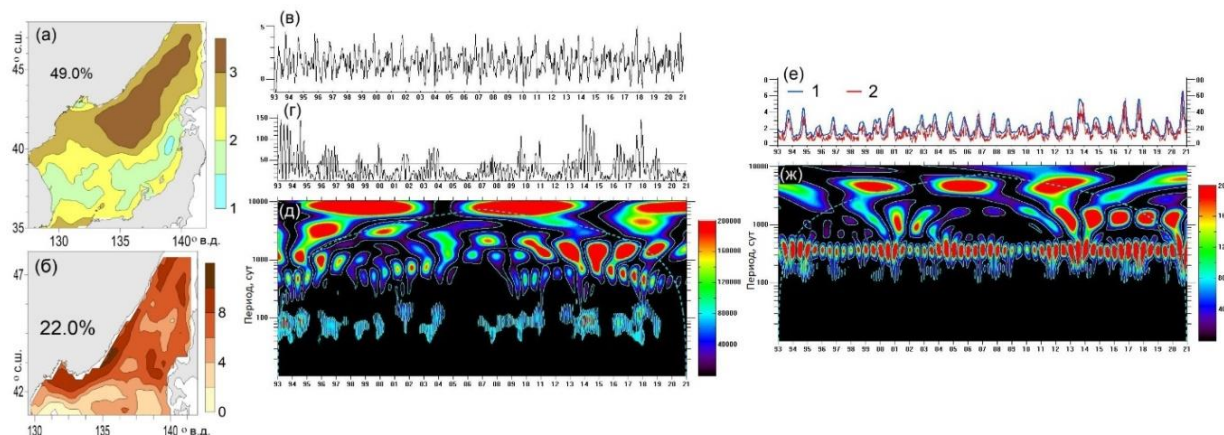


Рис. 6.3. Пространственные (а, б) и временные (в, е) функции старших мод уровня моря (а, в) и вихревой кинетической энергии (б, е, кривая 1); средняя мощность вейвлет-спектра временного ряда (в) в диапазоне 70-250 суток (г) и ее вейвлет-спектр (д); вейвлет-спектр временного ряда 1 (ж); показана вихревая кинетическая энергия, осредненная в северной части Японского моря (е, кривая 2)

6.4. Влияние ветрового апвеллинга и стока реки Амур на термохалинную структуру вод у северо-восточного побережья о-ва Сахалин

к.г.н. И.А. Жабин, Н.Б. Лукьянова

Влияние ветрового апвеллинга и стока р. Амур на термохалинную структуру вод у северо-восточного побережья о. Сахалин исследовано на основе анализа гидрологических данных и спутниковой информации о распределении температуры поверхностного слоя. Особенности взаимодействия вод зоны апвеллинга и речного стока зависят от ветровых условий и объема стока р. Амур. Прибрежный апвеллинг развивается при относительно малых значениях речного стока (летняя межень). Увеличение стока р. Амур в период летнего паводка усиливает взаимодействие вод зоны апвеллинга и прибрежного течения. В этом случае распресненные речным стоком воды распространяются вдоль берега, что приводит к отрыву от побережья холодных вод апвеллинга, адвекция которых в направлении открытой части моря усиливается при последовательной смене событий апвеллинга и даунвеллинга. (Жабин И.А., Лукьянова Н.Б. *Влияние ветрового апвеллинга и стока реки Амур на термохалинную структуру вод у северо-восточного побережья острова Сахалин // Метеорология и гидрология*. 2022. № 9. С. 32-41. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-9-32-41; переводная версия: Zhabin I.A., Luk'yanova N.B. *Impact of Wind-driven Upwelling and Amur River Dis charge on the Thermohaline Water Structure off the North eastern Coast of Sakhalin // Russian Meteorology and Hydrology*. 2022. V. 47, No. 9. P. 660-667. DOI: 10.3103/S1068373922090035).

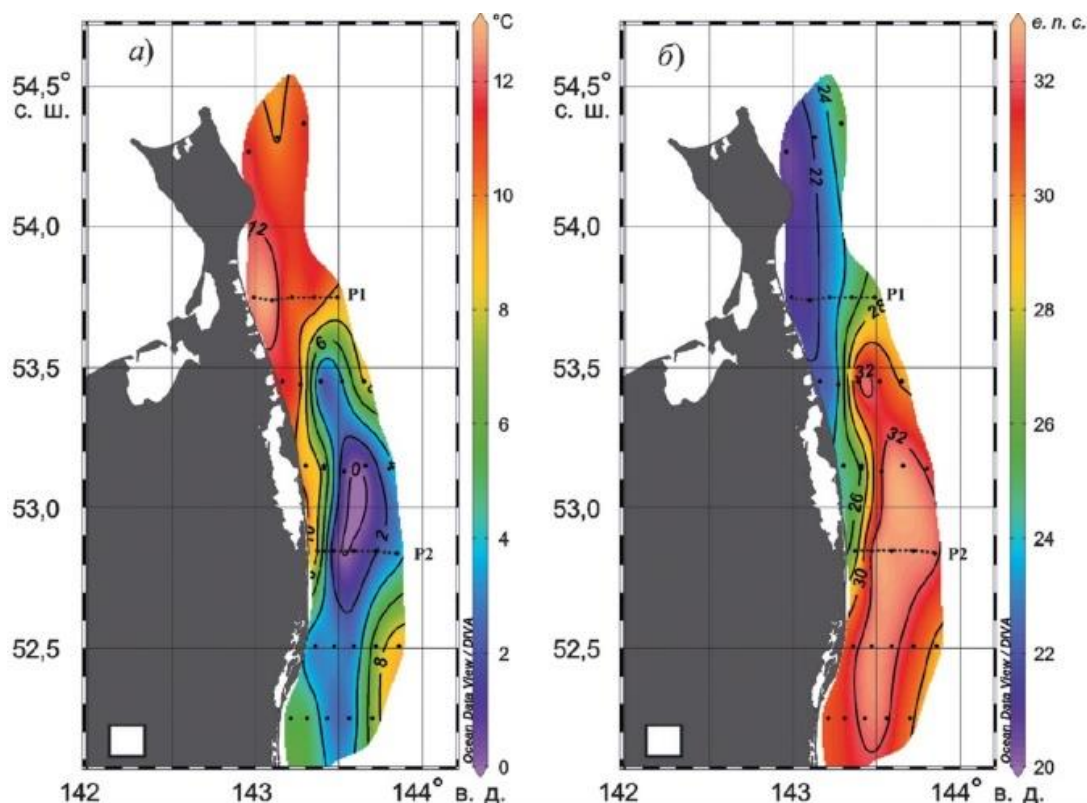


Рис. 6.4. Распределение температуры (а) и солёности (б) на поверхности моря у северо-восточного побережья о. Сахалин

6.5. Изменчивость летнего ветрового апвеллинга у Корякского побережья в северо-западной части Берингова моря по данным спутниковых наблюдений

к.г.н. И.А. Жабин, к.т.н. Е.В. Дмитриева, к.г.н. В.А. Дубина, д.г.н. В.А. Лучин

Изменчивость апвеллинга у Корякского побережья (Берингово море) исследована на основе данных о ветре, полученных при помощи скаттерометров SeaWinds спутника QuikSCAT и ASCAT спутника MetOp-A. Интенсивность апвеллинга оценивалась по величине вызванного ветром и направленного от берега экмановского переноса вод (индекс апвеллинга). Полученные результаты показывают, что апвеллинг у Корякского побережья, в основном, связан с летними южными ветрами над акваторией Берингова моря. На Корякском шельфе апвеллинг наблюдается в период с июня по август при значительной межгодовой изменчивости этого процесса. Продолжительность и интенсивность апвеллинга определяется региональными особенностями ветрового режима. Сезонная изменчивость южных ветров, благоприятных для развития апвеллинга, в основном, определяется положением и интенсивностью летней дальневосточной депрессии (региональный атмосферный центр низкого давления). Изменения барического поля хорошо коррелируют со сменой процессов апвеллинга и даунвеллинга у Корякского побережья. Интенсивный апвеллинг связан с развитой дальневосточной депрессией. Апвеллинг сменяется даунвеллингом при ослаблении этого центра действия атмосферы. (Жабин И.А., Дмитриева Е.В., Дубина В.А., Лучин В.А. *Изменчивость летнего ветрового апвеллинга у корякского побережья в северо-западной части Берингова моря по данным спутниковых наблюдений // Исследование Земли из космоса. 2022. № 5. С. 60-73. DOI: 10.31857/S0205961422050104*).

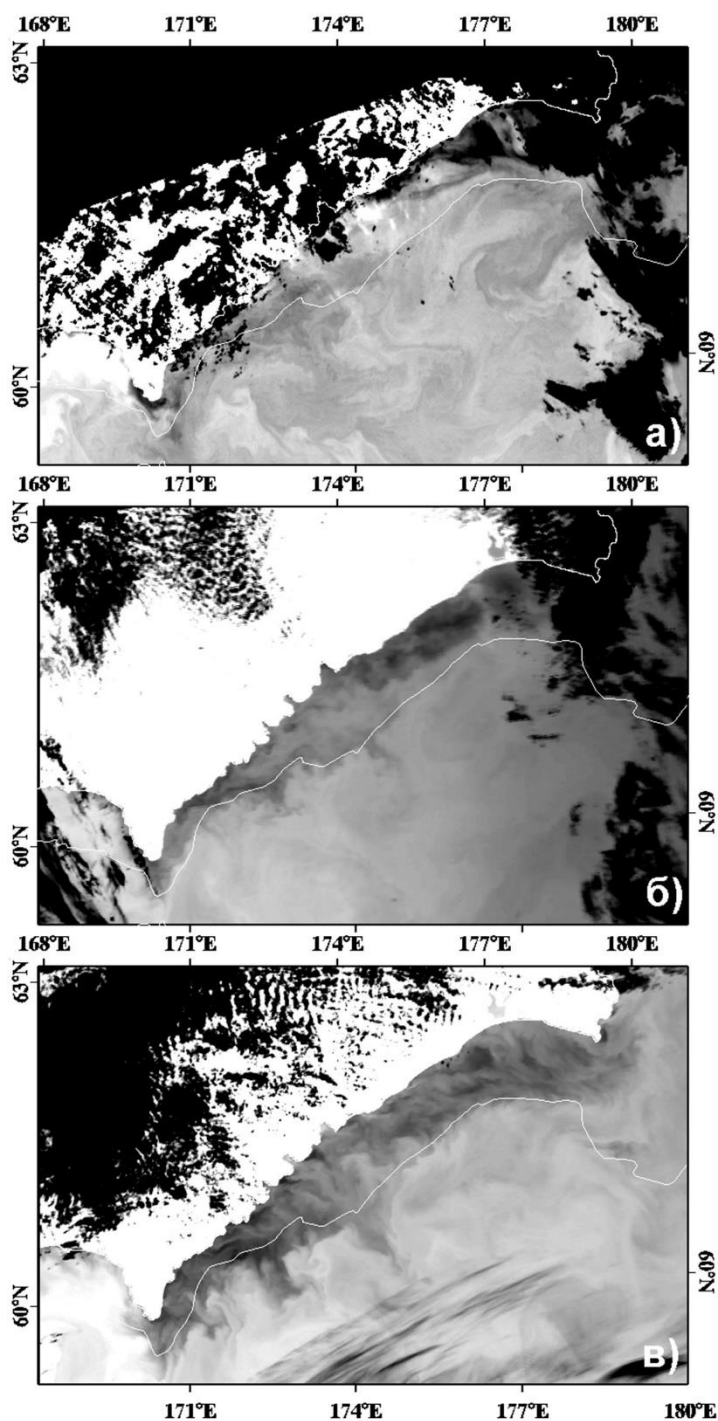


Рис. 6.5. Спутниковые инфракрасные изображения (MODIS Aqua) зоны прибрежного апвеллинга у Корякского побережья, полученные 3 июля (а), 19 (б) и 25 августа (в) 2012 г. Темные тона на спутниковых снимках соответствуют холодным водам апвеллинга, светлые – более теплым водам прилегающих районов северо-западной части Берингова моря. На снимках показано положение изобаты 200 м

6.6. Роль изменчивости барических полей в формировании термических режимов вод Курильского района и прилегающих акваторий

к.г.н. В.В. Мороз

С использованием данных многолетних наблюдений за 1977-2019 гг. исследованы характеристики термического режима вод в южно-курильском и северо-курильском промысловых районах в летний период года. Выявлены годы с аномальными характеристиками поверхностной температуры воды. Установлено, что экстремальные

термические условия в отдельных районах Курильской гряды формируются в результате воздействия группы атмосферных процессов, связанных с колебаниями положения и выраженности региональных центров действия атмосферы – охотского антициклона, летней дальневосточной депрессии и северо-тихоокеанского максимума (гавайский антициклон). Выявлены причинно-следственные связи и механизмы формирования аномальных холодных и теплых термических режимов в исследуемых районах. Результаты исследований могут быть использованы для совершенствования методики рыбопромысловых прогнозов. (Мороз В.В., Шатилина Т.А. Особенности формирования экстремальных состояний термического режима вод в районе Курильской островной гряды в летний период под воздействием атмосферных процессов // Морской гидрофизический журнал. 2022. Т. 38, № 5. С. 451-465. DOI: 10.22449/0233-7584-2022-5-451-465; переводная версия: Moroz V.V., Shatilina T.A. Features of Forming the Water Extreme Thermal Regimes in the Kuril Ridge Region in Summer under the Impact of the Changeable Atmospheric Processes // Physical Oceanography. 2022. V. 29, No. 5. P. 435-448. DOI: 10.22449/1573-160X-2022-5-435-448).

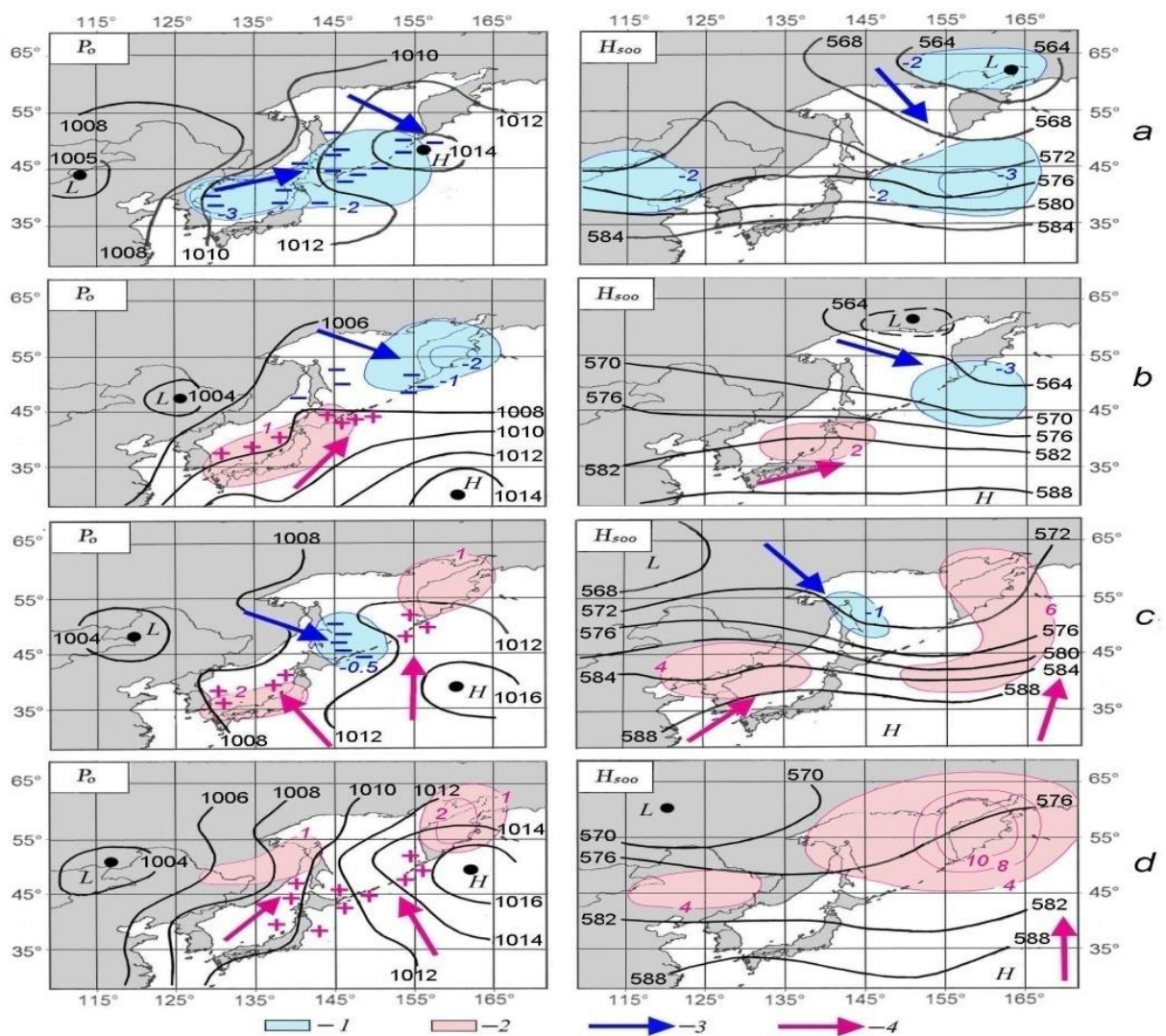


Рис. 6.6. Типичные поля приземного давления P_0 (левая колонка) и геопотенциала H_{500} (правая колонка) в аномальные по термическим режимам годы: ряд сверху (a) – холодный на всей акватории, второй ряд сверху (b) – холодный север и теплый юг, третий ряд сверху (c) – теплый север и холодный юг, нижний ряд – теплый на всей акватории. Обозначения: 1 – очаги отрицательных аномалий температуры воздуха и геопотенциала H_{500} , 2 - очаги положительных аномалий; 3, 4 – перемещение воздушных масс, минусы и плюсы – отрицательные и положительные аномалии температуры воды

6.7. Среднемноголетняя циркуляция вод в Камчатском проливе весной

к.г.н. Г.А. Власова, С.С. Марченко, к.г.н. Н.И. Рудых

На основе численного моделирования выполнена оценка среднемноголетней циркуляции вод Камчатского пролива в весенний гидрологический сезон (май-июнь) за 1950-2017 гг. Установлено, что на фоне господствующего в течение года циклонического движения вод в регионе Алеутской островодужной системы, в Камчатском проливе формируются антициклонические круговороты, способствующие существенному притоку теплых тихоокеанских вод в Берингово море. Различия между маем и июнем показывают неустойчивость гидродинамических структур, связанную с изменчивостью весенних атмосферных процессов. (Власова Г.А., Марченко С.С., Рудых Н.И. Весенний гидродинамический режим в Камчатском проливе за 1950-2017 гг. // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2022. № 4. С. 79-87).

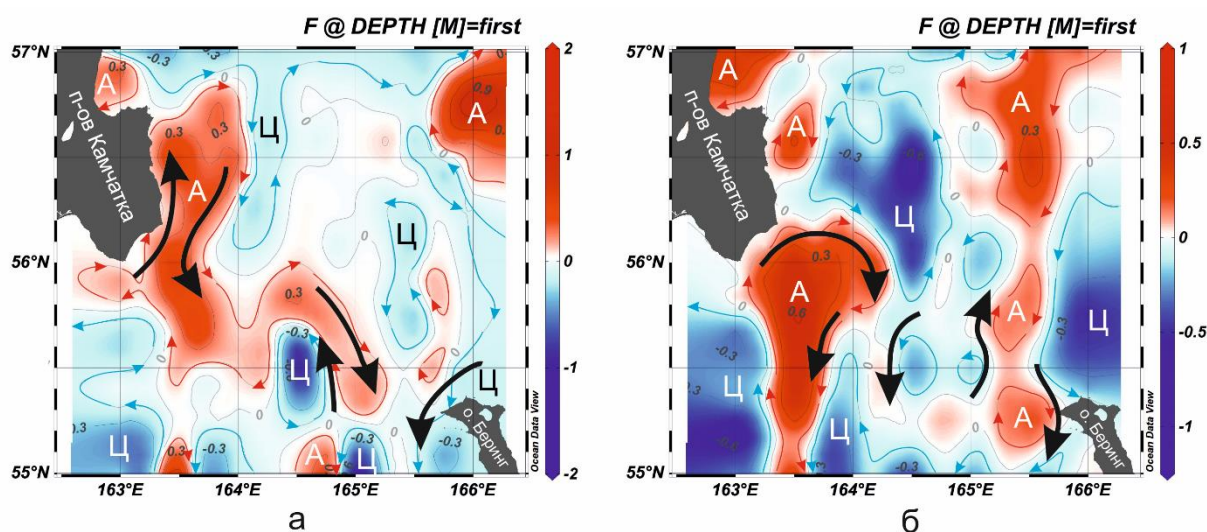


Рис. 6.7. Схема циркуляции поверхностных вод в Камчатском проливе в мае (а) и июне (б) по результатам моделирования (функции тока, 1×10^6 см³/с): стрелки показывают направление течения; А – антициклон; Ц – циклон

6.8. Изменчивость температуры воды и воздуха вдоль побережья Восточного Приморья и Хабаровского края по данным наблюдений на гидрометеорологических станциях

к.г.н. Л.А. Гайко

По данным наблюдений на 3-х ГМС (Рудная Пристань, Сосуново и Советская Гавань) проведено исследование пространственно-временной изменчивости температуры воды и воздуха. Значимый положительный линейный тренд в ходе среднегодовой температуры воды был выявлен на ГМС Советская Гавань и Сосуново, воздуха – на всех ГМС. Показано, что на станциях отмечен рост не только среднегодовых значений температуры, но и температуры по сезонам. Наибольшее повышение температуры воды на станциях происходит в теплый сезон с максимумом на ГМС Сосуново ($0,24^\circ\text{C}/10$ лет), а воздуха – в холодный сезон с максимумом на ГМС Советская Гавань ($0,31^\circ\text{C}/10$ лет). Сравнение аномалий температур от базовой (1961-1990 гг.) и оперативной (1981-2010 гг.) климатических норм показало, что температуры в основном были ниже оперативной, но выше базовой нормы. С помощью интегральных кривых аномалий температур от среднего многолетнего значения был выявлен с 1950-х вплоть до 1986-1988 гг. длительный период накопления отрицательных аномалий, после чего произошел переход на накопление положительных аномалий вплоть до 2020 г., но в период 1995-2001 гг. рост температуры приостанавливался. Так, в современный период в этом регионе прослеживается

устойчивая тенденция повышения температуры воды и воздуха. (Гайко Л.А. Изменчивость температуры воды и воздуха вдоль побережья Восточного Приморья и Хабаровского края по данным наблюдений на гидрометеорологических станциях // Морской гидрофизический журнал. 2022. Т. 38, № 4. С. 389-404. DOI: 10.22449/0233-7584-2022-4-389-404; переводная версия: Gayko L.A. Variability of Water and Air Temperature along the Coast of the Eastern Primorye and Khabarovsk Territory Based on the Weather Station Data // Physical Oceanography. 2022. V. 29, No. 4. P. 363-378. DOI: 10.22449/1573-160X-2022-4-363-378).

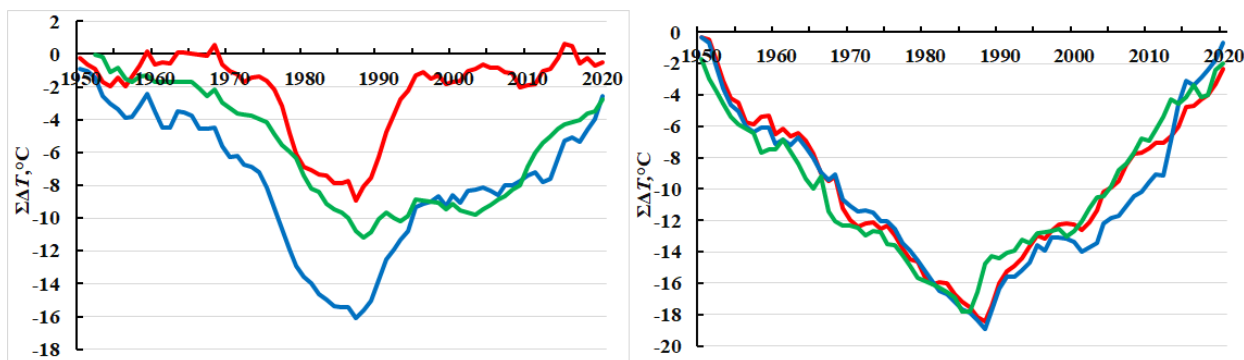


Рис. 6.8. Межгодовая изменчивость накопленных аномалий ($\Sigma\Delta T$) температуры воды (слева) и воздуха (справа) от среднего многолетнего значения (1950-2020 гг.) на ГМС Рудная Пристань (красная кривая), Сосуново (синяя кривая), Советская Гавань (зеленая кривая)

6.9. Осенне-зимняя перестройка течений у побережья юго-восточного Приморья по данным инструментальных наблюдений

к.г.н. В.Б. Лобанов, А.Ф. Сергеев, к.т.н. О.О. Трусенкова, С.Ю. Ладыченко, Е.Н. Марьяна, П.Е. Щербинин

По данным наблюдений на автономной донной станции (АДС), оснащенной доплеровским профилографом течений и датчиками океанографических параметров, судовых СТД-измерений и спутниковой информации исследована осенне-зимняя перестройка течений и характеристик вод на шельфе юго-восточного Приморья (северо-западная часть Японского моря) в октябре-декабре 2021 г. Этот сезон характеризуется существенной изменчивостью Приморского течения. Действительно, по данным наблюдений зарегистрирована бимодальность основного потока со сменой его направления с северо-восточного (реверсивная мода) в октябре на юго-западное (нормальная мода) в ноябре-декабре. Короткопериодные изменения течений, с наиболее повторяемыми периодами 6,5 и 12,5 суток, обусловлены формированием над кромкой шельфа вихрей синоптического масштаба, проходивших через точку постановки АДС и хорошо различимых на спутниковых изображениях. Перенос теплых вод с востока северо-западной ветвью Цусимского течения и начало зимнего конвективного перемешивания обусловили изменение вертикальной структуры вод с хорошо выраженной бароклинной в октябре на баротропную к середине ноября, а также повышение температуры вод в прибрежной зоне Приморья. (Лобанов В.Б., Сергеев А.Ф., Трусенкова О.О., Ладыченко С.Ю., Марьяна Е.Н., Щербинин П.Е. Инструментальные наблюдения и статистический анализ течений у побережья юго-восточного Приморья в осенне-зимний период // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 3. С. 54-66. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_41_03_05).

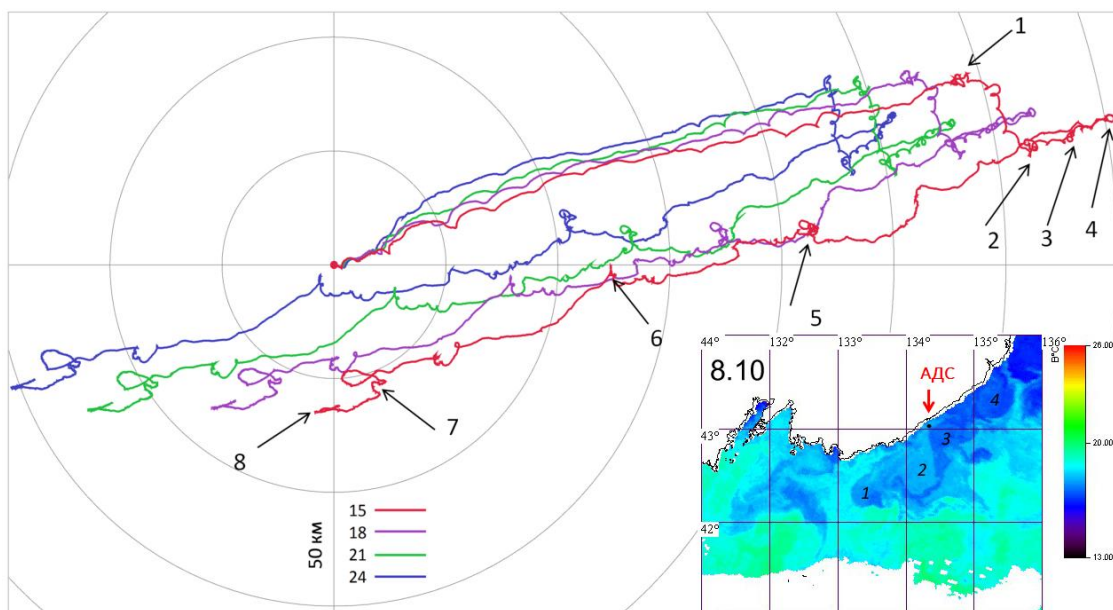


Рис. 6.9. Векторные диаграммы скорости течения, измеренной на автоматической донной станции (АДС) в слоях со средней глубиной 15, 18, 21 и 24 м; расстояние между окружностями составляет 50 км; номерами отмечены события, соответствующие поворотам течения на юг (1), северо-восток (2), запад-юго-запад (4), северо-восток (8), а также вихревым движениям (3, 5-7). На врезке: изображение поверхности Японского моря в инфракрасном диапазоне со спутника NOAA за 8 октября 2021 г.; белый цвет соответствует участкам суши и облачности; точкой показано место постановки АДС, цифрами обозначены антициклонические вихри

6.10. Инерционные колебания и волны в юго-западной части залива Петра Великого Японского моря

к.т.н. О.О. Трусенкова, к.г.н. В.Б. Лобанов, к.т.н. А.Ю. Лазарюк

По данным стационарного буйа SEAWATCH WaveScan в мае-декабре 2016 г. на основе комплексного ЭОФ-анализа оценены статистические характеристики инерционных колебаний течений в юго-западной части залива Петра Великого Японского моря, которые прослеживаются, постепенно ослабевая с глубиной, в слое 2-38 м. Выявлен сигнал, перемещавшийся со скоростью $(1,3-1,9) \times 10^{-2}$ см/с попеременно вниз и вверх в слое 4-40 м и предположительно связанный с квазиинерционными волнами и их отражением от дна. Вертикальный масштаб этих волн оценен как 9-14 м. В периоды интенсивных инерционных колебаний, в том числе при прохождении тайфуна Лайонрок в конце августа – начале сентября, происходили как красные, так и голубые сдвиги локальной инерционной частоты, связанные с антициклонической и циклонической фоновой относительной завихренностью соответственно, а число Россби при этом превышало 0,1. (Трусенкова О.О., Лобанов В.Б., Лазарюк А.Ю. Течения в юго-западной части залива Петра Великого, Японское море (по данным стационарного буйа Wavescan, 2016 г.) // *Океанология*. 2022. Т. 62, № 3. С. 365-379. DOI: 10.31857/S0030157422030145; переводная версия: Trusenkova O.O., Lobanov V.B., Lazaryuk A.Yu. Currents in the southwestern Peter the Great Bay, the Sea of Japan, from the stationary Wavescan buoy data in 2016 // *Oceanology*. 2022. V. 62. N. 3. P. 365-379. DOI: 10.1134/S0001437022030146).

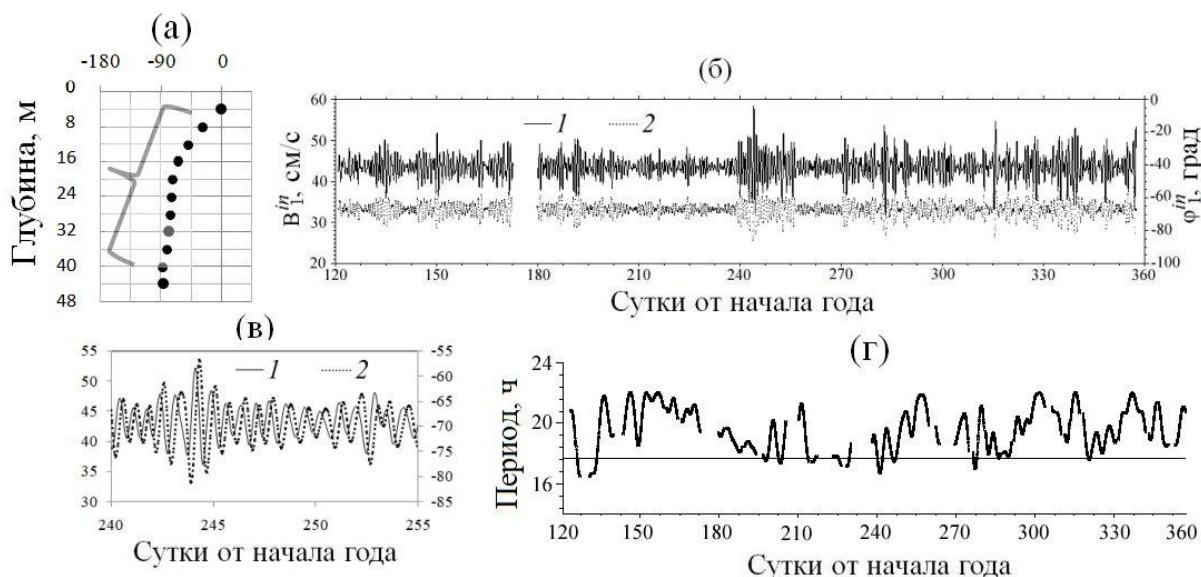


Рис. 6.10. Пространственная фаза старшей комплексной ЭОФ-моды (КЭОФ1), полученной по векторам скорости течения, подвергнутым полосовой фильтрации в диапазоне 15-22 ч (а); скобкой показана зона перемещения сигнала; временная амплитуда (V_1^{in} ; см/с; кривая 1; левая ось ординат) и фаза (ϕ_1^{in} ; град; кривая 2; правая ось ординат) КЭОФ1 (б); фрагмент (б) для периода с 28 августа по 12 сентября (в); периоды (г) максимальной мощности вейвлет-спектра V_1^{in} в диапазоне 15-22 ч, сглаженные с окном 48 ч (прямой линией показан инерционный период) (г)

6.11. Моделирование нестационарных гидрофизических процессов на шельфе Японского моря

к.г.н. Ф.Ф. Храпченков, д.ф.-м.н. И.О. Ярощук

На основе многолетнего мониторинга нелинейных внутренних волн в шельфовой зоне Японского моря выявлены их основные особенности распространения и разрушения в зависимости от структуры летнего термоклина. В результате применения нелинейных уравнений многослойной мелкой воды в приближении Буссинеска для моделирования нестационарных гидрофизических процессов в шельфовой зоне приливного моря выполнен расчет вертикального распределения температуры и горизонтальной компоненты скорости вдоль прямолинейной трассы на основе данных о вариации температуры на заданных горизонтах, полученных на одной из донных станций. Результаты численного моделирования верифицированы с использованием данных других контрольных станций, расположенных вдоль рассматриваемой трассы. Показано, что многослойная модель качественно воспроизводит структуру наблюдаемого волнового пакета, а уравнения двухслойного течения описывают динамику центральной части термоклина даже в том случае, когда стратификация существенно отличается от двухслойной. Сравнение результатов расчета с натурными данными позволяет сделать вывод о том, что гипотеза о квазидвумерном характере течения на шельфе, лежащая в основе применяемого подхода, соответствует реальности. (Ляпидевский В.Ю., Храпченков Ф.Ф., Чесноков А.А., Ярощук И.О. Моделирование нестационарных гидрофизических процессов на шельфе Японского моря // Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2022. Т. 57, № 1. С. 57-68. DOI: 10.31857/S0568528122010066; переводная версия: Liapidevskii V.Y., Khrapchenkov F.F., Chesnokov A.A., Yaroshchuk I.O. Modeling of unsteady geophysical processes on the shelf of the Sea of Japan // Fluid Dynamics. V. 57, No. 1. P. 55-65. DOI: 10.1134/S0015462822010062).

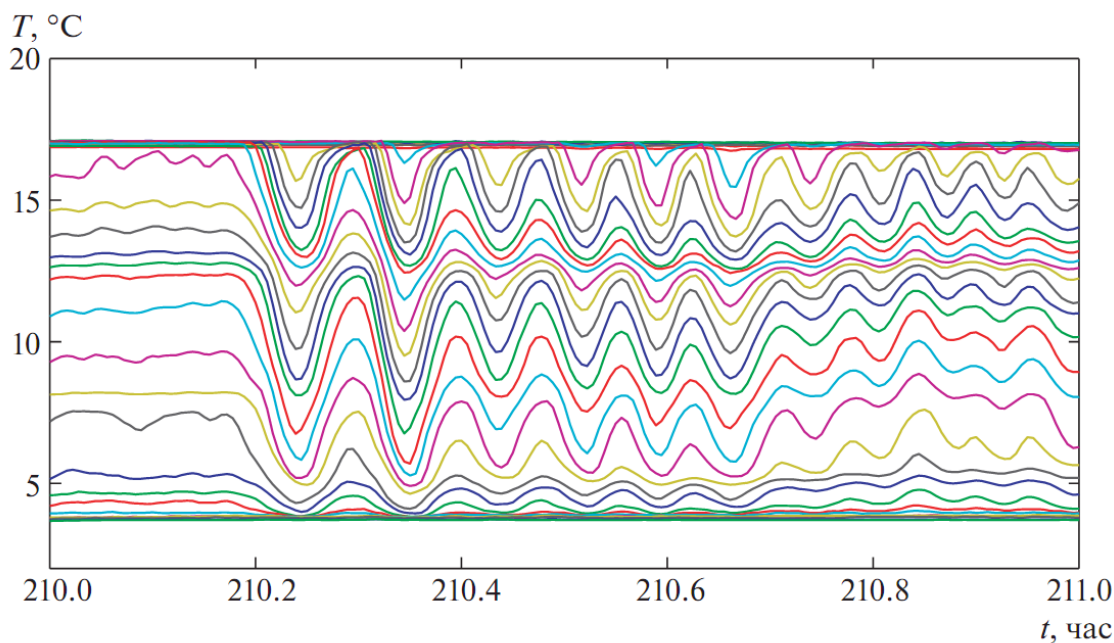


Рис. 6.11. Зависимость температуры на различных горизонтах от времени, полученная на станции S03 в шельфовой зоне Японского моря в октябре 2019 г.

6.12. Анализ параметров морского льда Амурского залива Японского моря по данным натурных и лабораторных измерений

к.т.н. А.Ю. Лазарюк, Е.В. Кустова, П.О. Харламов

Изучена микроструктура морского льда Амурского залива за период с 2013 по 2018 гг. по данным гидрологических наблюдений и магнитно-резонансной томографии (МРТ). По измеренным в кернах льда температуре и солености, с учетом общей и эффективной пористости, рассчитаны профили и средние значения проницаемости льда и числа Рэлея. Проведено сравнение с результатами исследования этих же характеристик для льдов полярных районов. Показано, что количество газовых включений в отобранных образцах льда составляет 6-8% от количества рассола, что является одним из отличий льда Амурского залива от полярных льдов. Представлены МРТ-изображения кернов льда с различными характеристиками проницаемости и значениями числа Рэлея. Результаты исследования проницаемости морского льда и динамики рассола в его толще на акватории Амурского залива могут быть полезны для исследований закономерностей эволюции слоистой термохалинной структуры вод и в других мелководных бухтах и заливах Японского и Охотского морей в холодный период года, а также для климатических расчетов и моделирования. (Мельниченко Н.А., Тювеев А.В., Лазарюк А.Ю., Кустова Е.В., Харламов П.О. Взаимосвязь проницаемости, пористости и микроструктуры морского льда Амурского залива по данным натурных измерений и магнитно-резонансной томографии // *Океанология*. 2022. Т. 62, № 4. С. 538-545. DOI: 10.31857/S0030157422040165; переводная версия: Melnichenko N.A., Tyuveev A.V., Lazaryuk A.Yu., Kustova E.V., Kharlamov P.O. Relationship between permeability, porosity, and microstructure of sea ice in Amur Bay based on in-situ measurements and magnetic resonance tomography // *Oceanology*. 2022. V. 62. (4). P. 464-470. DOI: 10.1134/S0001437022040166).

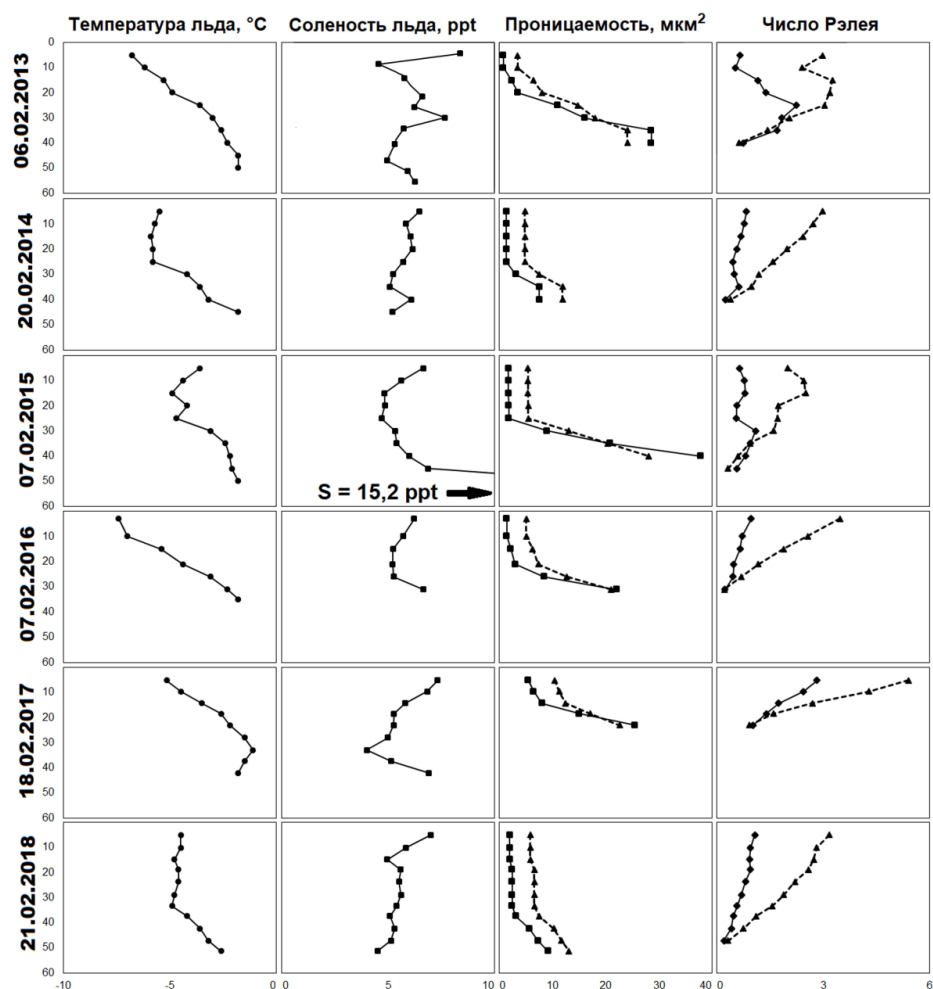


Рис. 6.12. Вертикальные профили температуры, солёности, прозрачности и числа Рэлея льда Амурского залива за период с 2013 по 2018 гг. Прерывистой линией обозначены результаты расчетов с учетом газовых включений

6.13. Влияние тропических циклонов на циркуляцию прибрежных вод Вьетнама

к.г.н. Г.А. Власова, С.С. Марченко

Представлены результаты российско-вьетнамских исследований на основе численного моделирования о влиянии тихоокеанских тропических циклонов, проходящих в районе Южно-Китайского моря, на пространственно-временную изменчивость Вьетнамского течения в весенний период. Рассматривались тропические циклоны, сформировавшиеся на севере, юге и в центре моря. Установлено, что для всех рассмотренных ситуаций циркуляция вод в районе исследований представлена системой циклонических и антициклонических круговоротов и вихрей, положение и характеристики которых изменялись в зависимости от расположения тропических циклонов. Определены общие закономерности в динамической структуре Вьетнамского течения при всех рассмотренных тропических циклонах. (Власова Г.А., Нгуен Ба Суан, Ле Динх Мау, Марченко С.С. Влияние тропических циклонов Южно-Китайского моря на изменчивость структуры Вьетнамского течения // *Океанология*. 2022. Т. 62. № 1. С. 20-31. DOI: 10.31857/S0030157422010191; переводная версия: Vlasova G.A., Xuan Ba Nguyen, Mau Dinh Le, and Marchenko S.S. Influence of tropical cyclones of the South China Sea on variability of the Vietnamese Coastal Current Structure // *Oceanology*. 2022. V. 6, No. 1. P. 13-21. DOI: 10.1134/S0001437022010180).

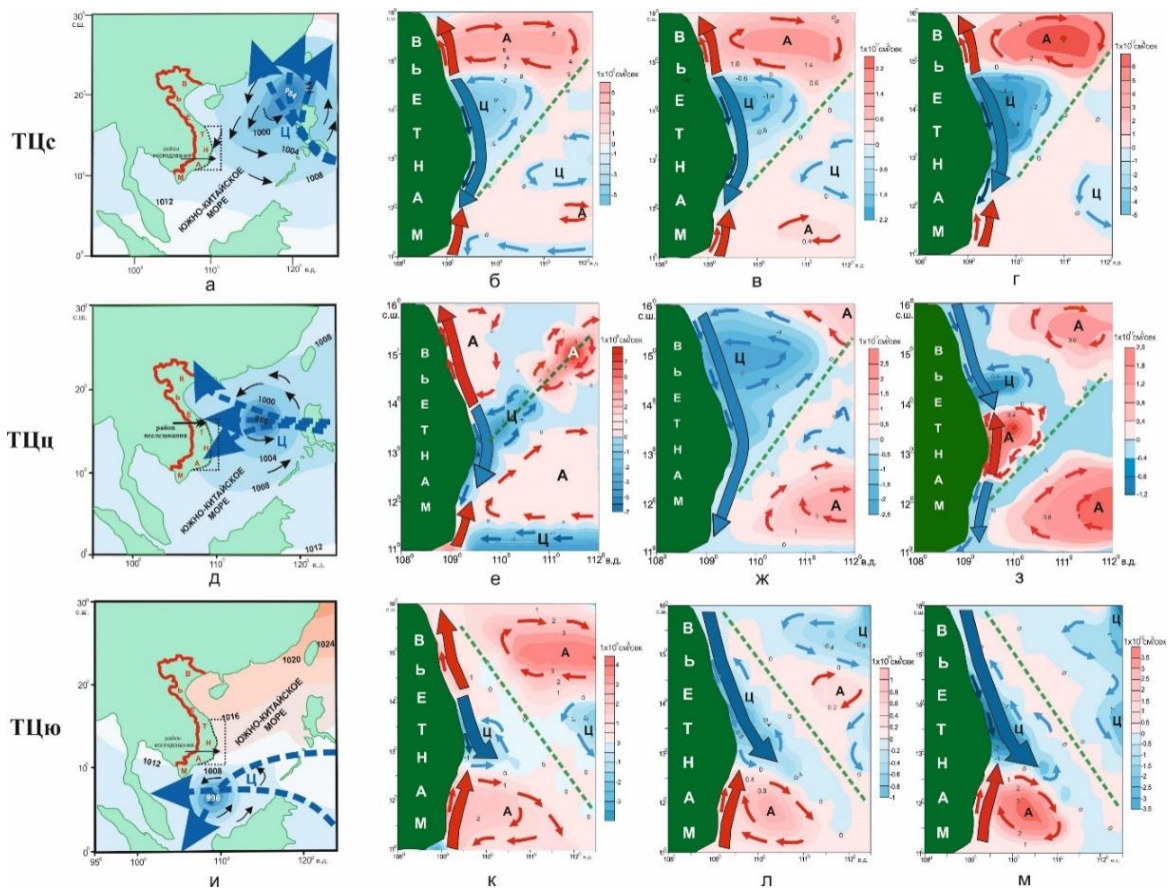


Рис. 6.13. Циркуляция поверхностных вод под влиянием тропических циклонов (тайфунов), проходящих над разными частями Южно-Китайского моря

6.14. Анализ содержания частиц микропластика в толще морского льда бухты Новик, залив Петра Великого Японского моря

к.т.н. А.Ю. Лазарюк

Показано, что морской лед бухты Новик сильно загрязнен частицами микропластика с размерами менее 5000 мкм (5 мм). Два керна льда исследованы послойно, исключая поверхность, на содержание микропластика: один с помощью интерферометра μ -FTIR для частиц 25-300 мкм (размерный диапазон SMP), а другой – с визуальной и Raman-идентификацией для частиц 300-5000 мкм (диапазон LMP). Установлено, что интегральное среднеобъемное содержание микропластика (частиц размерами 25-5000 мкм) составляет 428 ед. на литр талой воды. Это на порядок больше, чем получено во льду Чукотского моря, и на несколько порядков больше, чем в воде открытых прибрежных зон региона. В частности, в исследованных кернах льда б. Новик доля волокон в диапазоне SMP составляет 19%, а в диапазоне LMP – 59%. Кроме того, оценка интегральной массы микропластика составила 34,6 мг/л, из которой 99,6% приходится на фрагменты диапазона LMP. При этом большинство более крупных обломков обнаружено в средней части ледяного керна (данные микропластика для поверхностного 5-сантиметрового слоя льда, который был сильно загрязнен угольной пылью, отсутствуют). Сравнение с простыми моделями фрагментации подтверждает дефицит частиц в диапазоне SMP, предположительно возникающий в результате их просачивания с рассолом. Многофакторный статистический анализ указывает на сильную положительную корреляцию количества крупных волокон (> 300 мкм) и солености льда. (Chubarenko I., Lazaryuk A., Orlova T., Lobchuk O., Raguso C., Zyubin A., Lasagni M., Saliu F. *Microplastics in the first-year sea ice of the Novik Bay, Sea of Japan // Marine Pollution Bulletin. 2022. V. 185. Part A. Art. no. 114236. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2022.114236*).

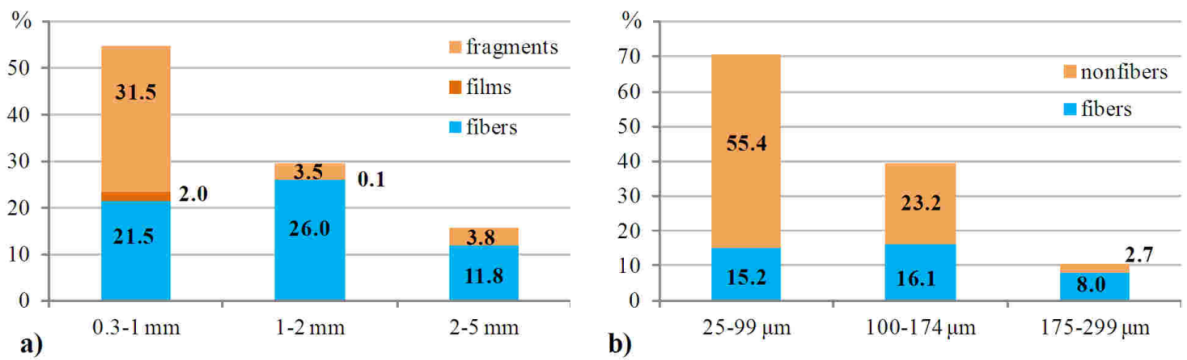


Рис. 6.14. Распределение по размерным классам в процентах от общего числа найденных частиц микропластика для диапазонов LMP (300-5000 мкм) (а) и SMP (25-300 мкм) (б)

6.15. Совместный эффект тающего льда, речного стока и приливных течений на изобилие зоопланктона в Охотском море: сравнение 2004 и 2013 гг.

д.г.н. К.А. Рогачев, к.г.н. Н.В. Шлык

Рекордное наводнение произошло в 2013 г. на р. Амур, впадающего в Охотское море. Перед этим, зимой 2012-2013 г. значительная площадь моря была покрыта тяжелым льдом, а весной 2013 г. наблюдалось его позднее таяние. Для изучения совместного эффекта опреснения от таящего льда, речного стока и приливного перемешивания сравнивались физические характеристики (структура вод, распределение температуры и солености вместе с приливными течениями) и распределение зоопланктона, измеренное в 2004 и 2013 гг. в заливе Академии Охотского моря. Результаты показывают, что различие в температуре в разные годы играет определяющую роль для изобилия зоопланктона. Данные 2013 г. указывают на понижение температуры и опреснение, которые сопровождались значительным уменьшением концентрации ключевых видов зоопланктона, по сравнению с 2004 г. (Rogachev K.A., Pomerleau C., Shlyk N.V., Carmack E.C. Joint effects of sea ice melt, freshwater discharge and tidal currents on zooplankton abundance in the Sea of Okhotsk: 2004 and 2013 // *Polar Science*. 2022. V. 31. Art. no. 100781. DOI: 10.1016/j.polar.2021.100781).

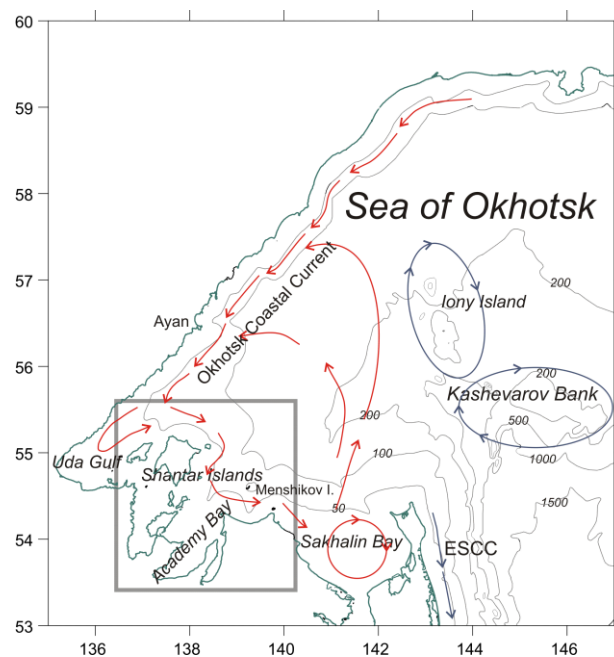


Рис. 6.15. Район исследования в Охотском море; ESCC – прибрежное течение вдоль восточного побережья о. Сахалин

6.16. Искусственные радионуклиды в донных осадках залива Петра Великого Японского моря

к.т.н. В.А. Горячев

Выполнены измерения содержания ^{137}Cs в донных осадках Амурского залива Японского моря. По глубине залегания максимума в вертикальном профиле ^{137}Cs в донных осадках (рис. 1) и времени, прошедшем с 1963 г. (начала действия договора о прекращении испытаний ядерного оружия в трех средах) до момента отбора проб, определены скорости осадконакопления. Используя полученные результаты оценены темпы накопления органического углерода (C) в местах, где отсутствуют поля морской травы (*Zostera Marina*) в заливе Угловой, бухтах Новгородская, Воевода 17, 69, 98 гC/(м²·год), соответственно, и 101-144 гC/(м²·год) в местах, покрытых *Zostera Marina* в бухтах Новгородская, Воевода соответственно. (Тищенко П.Я., Шкирникова Е.М., Горячев В.А. Рюмина А.А., Сагалаев С.Г., Тищенко П.П., Уланова О.А., Тибенко Е.Ю. Депонированный органический углерод мелководных бухт залива Петра Великого (Японское море) // *Геохимия*. Т. 67, № 10. С. 1004-1012. DOI: 10.31857/S0016752522100119; переводная версия: Tishchenko P.Y., Shkirknikova E.M., Goryachev V.A., Sagalaev S.G., Tishchenko P.P., Ulanova O.A., Tibenko E.Y. Accumulated Organic Carbon in the Sediments of Shallow Bights of the Peter the Great Bay, Sea of Japan // *Geochemistry International*. 2022. V. 60, No. 10. P. 1005-1013. DOI: 10.1134/S0016702922100111).

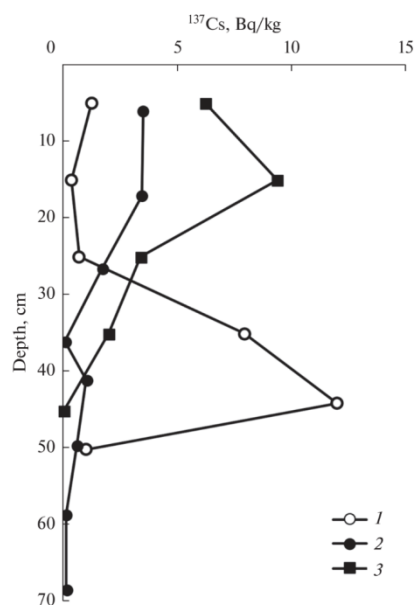


Рис. 6.16. Вертикальное распределение ^{137}Cs в акваториях Амурского залива: 1 – станция 6 в б. Воевода в месте, заросшем *Zostera Marina*; 2, 3 – станции 7 и 10 в б. Воевода и зал. Угловое соответственно, в местах, где морская трава *Zostera Marina* отсутствует

6.17. Радиоактивный изотоп водорода (третий) в природных водах Дальнего Востока

к.т.н. В.А. Горячев

Лена – одна из крупнейших рек Азии, несущая свои воды в бассейн Северного Ледовитого океана, активно участвующих в формировании его шельфовых вод. Вклад р. Лена в баланс трития в Северный Ледовитый океан можно оценить, зная концентрацию трития в ее водах. В зимний и летний сезоны 2019-2000 гг. в бассейне реки (рис. 6.17) отобраны пробы, и в лаборатории ядерной океанологии ТОИ ДВО РАН выполнены измерения в них содержания трития. Результаты показали, что концентрация трития в

воде р. Лена зимой (период малой воды) в среднем составляет 15,1 ТЕ, что ниже, чем в летний сезон (в среднем 22,4 ТЕ), когда концентрации трития в реке приближаются к концентрации в атмосферных осадках. Это указывает на возрастающий вклад грунтовых вод с низким содержанием трития (0,26-8,7 ТЕ) в питание реки зимой, несмотря на то, что обширные территории водосбора р. Лена покрыты вечной мерзлотой. (Лебедева Л.С., Шамов В.В., Горячев В.А., Павлова Н.А. Тритий в природных водах бассейна реки Лены // География и природные ресурсы. 2022. Т. 43, № 1. С. 40-49. DOI: 10.15372/GIPR20220105; переводная версия: Lebedeva L.S., Shamov V.V., Goryachev V.A., Pavlova N.A. Tritium in Natural Water of the Lena River Basin // Geography and Natural Resources. 2022. V. 43, No. 1. P. 32-39. DOI: 10.15372/GIPR20220105).

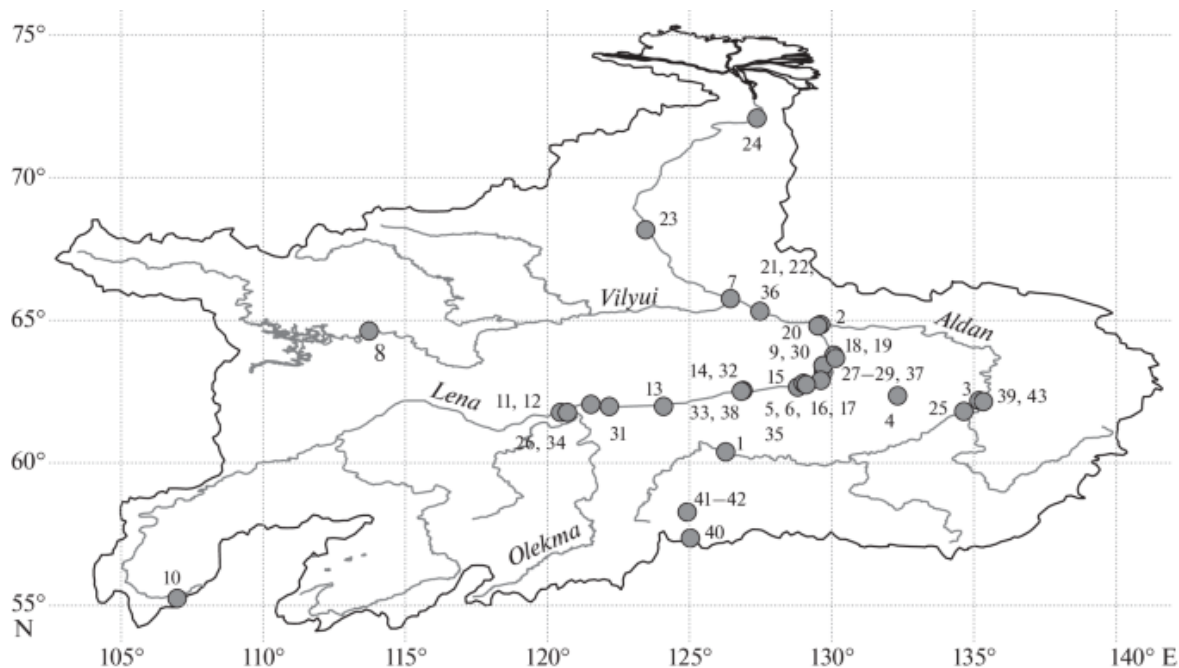


Рис. 6.17. Схема расположения мест отбора водных проб для анализа на содержание трития в бассейне р. Лена в 2019-2020 гг.

Тема «Моделирование разномасштабных динамических процессов в океане»

Научный руководитель чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. Пранц С.В.

Регистрационный номер 121021700341-2

7.1. Сила радиационного давления на пузырек, расположенный вблизи межфазной поверхности

д.ф.-м.н. А.О. Максимов

Изучены особенности действия силы радиационного давления на пузырек, расположенный вблизи межфазной поверхности. Решение этой задачи теоретической акустики позволяет дать обоснование новому методу ультразвуковой очистки, использующему активированные звуком потоки. Наличие границы приводит к значимым вариациям в амплитуде и типе деформационных мод, возбуждаемых внешним акустическим полем. Получены точные аналитические выражения, выявляющие зависимость радиационной силы от расстояния между центром пузырька и границей, материальных параметров граничащих сред, угла падения акустической волны. Показано, что компонента радиационной силы, направленная к границе, претерпевает качественные изменения при прохождении направления падающего поля через значение, соответствующее углу полного внутреннего отражения. (Maksimov A.O. Radiation force on a bubble located near an interface // The Journal of the Acoustical Society of America. 2022. V. 151, No. 3. P. 1464-1475. DOI: 10.1121/10.0009673).

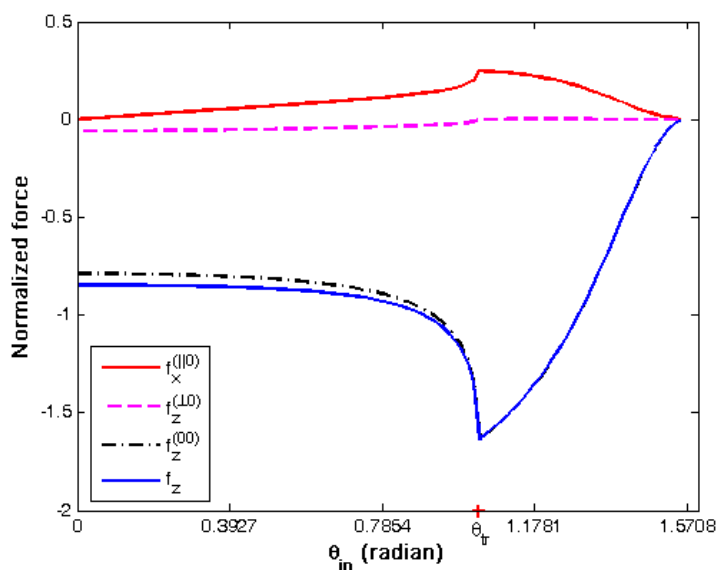


Рис. 7.1. Поведение нормированных компонент силы радиационного давления в зависимости от направления внешнего акустического поля иллюстрируется для характерных значений материальных параметров. Резонансный пузырек радиуса $R_0=24$ мкм расположен на расстоянии $h=1,5 R_0$ от межфазной границы. Данный выбор призван оценить характер силы в непосредственной близости от границы

7.2. Моделирование зимней глубокой склоновой конвекции в заливе Петра Великого (Японское море)

д.ф.-м.н. С.В. Пранц, к.ф.-м.н. П.А. Файман, к.ф.-м.н. М.В. Будянский,
к.ф.-м.н. М.Ю. Улейский

В зимнее время на мелководном шельфе залива Петра Великого (Японское море) образуется вода большой плотности. Спуск плотных шельфовых вод (ПШВ) по материковому склону обычно происходит до 1000 м, однако в аномально холодные зимы

спуск наблюдался глубже 2000 м, обеспечивая обновление и глубокую вентиляцию промежуточных и придонных вод моря. Склоновая конвекция представляет собой редкое эпизодическое явление с длительностью от нескольких часов до нескольких дней, которое никогда не моделировалось в заливе Петра Великого численными моделями высокого разрешения. Применялась численная региональная модель циркуляции ROMS с горизонтальным разрешением 600 м для моделирования конвекции ПШВ в аномально холодную зиму 2001 г. (по данным рейсов). Результаты сравнивались с конвекцией ПШВ обычной зимой 2010 г. (по данным профилографа «Аквалог», установленного на склоне шельфа). Лагранжевыми методами обнаружено формирование ПШВ, адвекция к краю склона в нижнем слое и спуск по склону. Особое внимание уделено роли прибрежных вихрей, возникающих из-за симметричной неустойчивости. Эти вихри способствуют переносу ПШВ из мелководья к краю континентального склона. Результаты моделирования сравниваются с наблюдениями глубокой склоновой конвекции в заливе Петра Великого. (*Prants S.V., Fayman P.A., Budyansky M.V., Uleysky M.Yu. Simulation of winter deep slope convection in Peter the Great Bay (Japan Sea) // Fluids. 2022. V. 7, No. 4. Art. no. 134. DOI: 10.3390/fluids7040134.*)

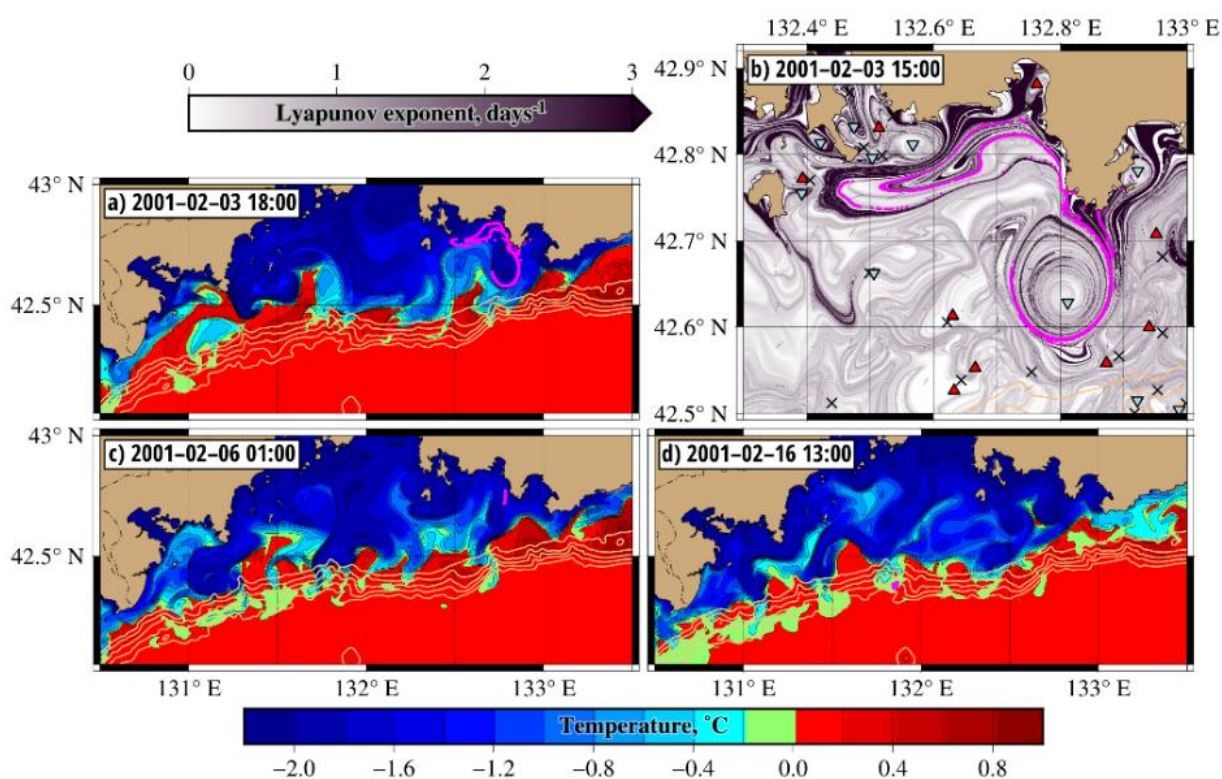


Рис. 7.2. Распределения температуры (а, с, d) показывают распространение «языков» ПШВ в придонном слое в первой половине февраля 2001 г. с наложенной эволюцией виртуальных фиолетовых частиц, которые запущены 16 февраля внутри «языка» ПШВ на глубину от 1000 до 2000 м (фиолетовый прямоугольник вдоль 131,82° в.д.). Карта Ляпунова (b) показывает захват этих частиц циклоном с центром 42,62° с.ш. и 132,81° в.д. Треугольники, направленные вверх (красный) и вниз (зеленый), обозначают центры антициклонических и циклонических вихрей соответственно, крестики – положения гиперболических точек

7.3. Реконструкция вертикального разреза акустического поля в мелком море по данным измерений, выполняемых вертикальной антенной

д.ф.-м.н. Д.В. Макаров, д.ф.-м.н. П.С. Петров

В работе предложен метод восстановления полного вертикального разреза акустического поля в мелком море по данным точечных измерений, выполняемых с помощью вертикальной антенны, составленной из точечных приемников. Предложенный

метод основан на обобщении интерполяционной формулы Уиттекера-Шэннона на случай вертикального сечения волновода, а также на представлении непрерывной функции в виде разложения по функциям поточечного разложения (DVR-функции). Развитый в работе метод может быть реализован как для тональных, так и для импульсных сигналов. Показано, что он обеспечивает устойчивое по отношению к отклонениям элементов антенны и фоновым шумам восстановление вертикальной структуры акустического поля в мелком море. Эффективность предложенного метода верифицирована на акустических полях, полученных с помощью численного моделирования распространения звука в волноводе мелкого моря. Численные эксперименты показали, что поглощение звука в дне делает возможным восстановление вертикального профиля акустического поля даже при относительно малом количестве гидрофонов. (Makarov D.V., Petrov P.S. Full reconstruction of acoustic wavefields by means of pointwise measurements // Wave Motion. 2022. V. 115. Art. no. 103084. DOI: 10.1016/j.wavemoti.2022.103084).

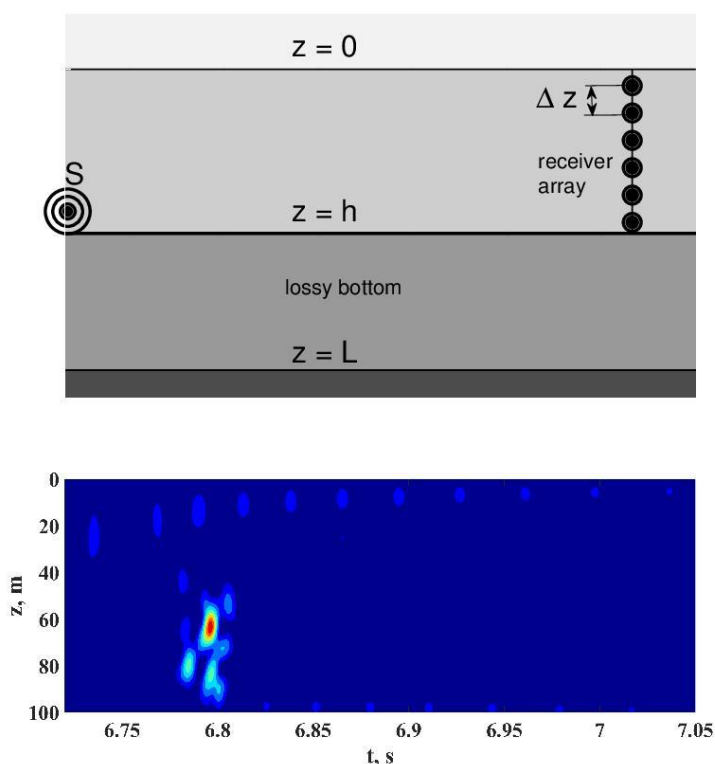


Рис. 7.3. Геоакустический волновод мелкого моря, излучатель и приемная антенна (верхняя панель). Акустическое поле в модельном волноводе мелкого моря в координатах время-глубина, восстановленное с использованием разработанной методики и измерений, выполненных вертикальной приемной антенной (нижняя панель)

7.4. Формирование экситон-поляритонного конденсата Бозе-Эйнштейна в немарковском режиме

д.ф.-м.н. Д.В. Макаров, А.Д. Аллилуев

Экситон-поляритоны представляют собой связанные состояния экситонов и фотонов. В процессе термализации, стимулируемой внешней лазерной накачкой экситонов, экситон-поляритоны могут формировать конденсат Бозе-Эйнштейна, который можно рассматривать как разновидность так называемого «жидкого света». Практический интерес к экситон-поляритонным конденсатам обусловлен перспективами их использования в качестве кубитов для квантового компьютера. Нами предложено немарковское стохастическое уравнение Гросса-Питаевского, позволяющее описывать динамику поляритонного конденсата при низких температурах (до 50 К). Исследован

процесс зарождения конденсата при воздействии некогерентной накачки экситонного резервуара. Показано, что при температуре около 15 К конденсат испытывает фазовый переход из однородного в фрагментированное состояние по типу перехода Березинского-Костерлица-Таулесса, сопровождающийся активным образованием квантовых вихрей. (Alliluev A.D., Makarov D.V., Asriyan N.A., Elistratov A.A., Lozovik Yu.E. Formation of exciton-polaritonic BEC in the non-Markovian regime // *Physics Letters A*. 2022. V. 453. Art. no. 128492. DOI: 10.1016/j.physleta.2022.128492; Alliluev A.D., Makarov D.V. Dynamics of a nonlinear quantum oscillator under non-Markovian pumping // *Journal of Russian Laser Research*. 2022. V. 43, No. 1. P. 71-81. DOI: 10.1007/s10946-022-10024-7).

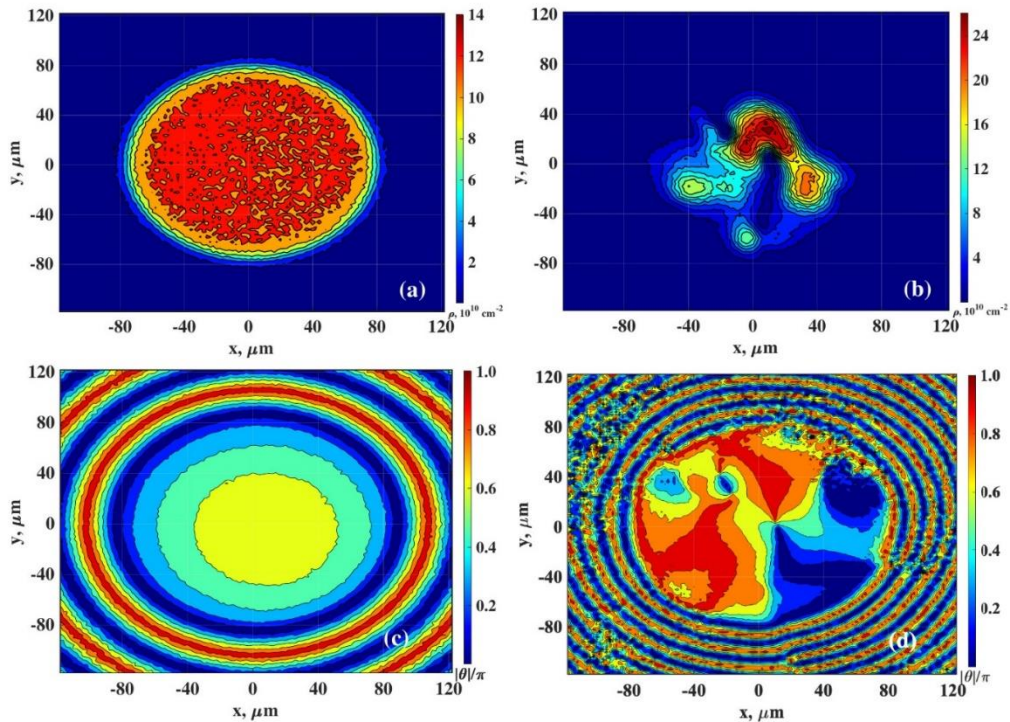


Рис. 7.4. Плотность (верхние панели) и фаза (нижние панели) экситон-поляритонного конденсата при температурах 5 К (рисунки (a) и (c)) и 50 К (рисунки (b) и (d))

7.5. Мезомасштабная динамика и вихревой перенос тепла в Японском море

Н.В. Кузнецова, к.ф.-м.н. Д.В. Степанов

Изучение циркуляции Мирового океана на все более мелких масштабах сталкивается с трудностями в проведении инструментальных измерений и ростом вычислительных затрат. Циркуляция Японского моря представляет собой миниатюрную копию Мирового океана и близко отражает особенности его крупномасштабной циркуляции. Особенности мезомасштабной динамики и оценки вихревого переноса тепла в бассейне Японского моря изучались на основе ретроспективного численного моделирования, выполненного с помощью программного комплекса INMOM-ERA-Interim на вихре-разрешающем пространственном разрешении ($1/20^\circ$ по широте и долготе). Интервал интегрирования охватил период с 1990 по 2010 гг. Раскрыты основные механизмы генерации вихревой кинетической энергии, к которым относится не только бароклинная, но и баротропная неустойчивости крупномасштабной циркуляции, а также вихревая составляющая работы ветра. Подтверждены предположения о «проницаемости» субполярного фронта, и установлены основные пути меридионального переноса тепла, обусловленного мезомасштабной динамикой, с южной в северную часть Японского моря. (Stepanov D., Fomin V., Gusev A., Diansky N. Mesoscale Dynamics and Eddy Heat Transport in the Japan/East Sea from 1990 to 2010: A Model-Based Analysis // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 1. Art. no. 33. DOI: 10.3390/jmse10010033).

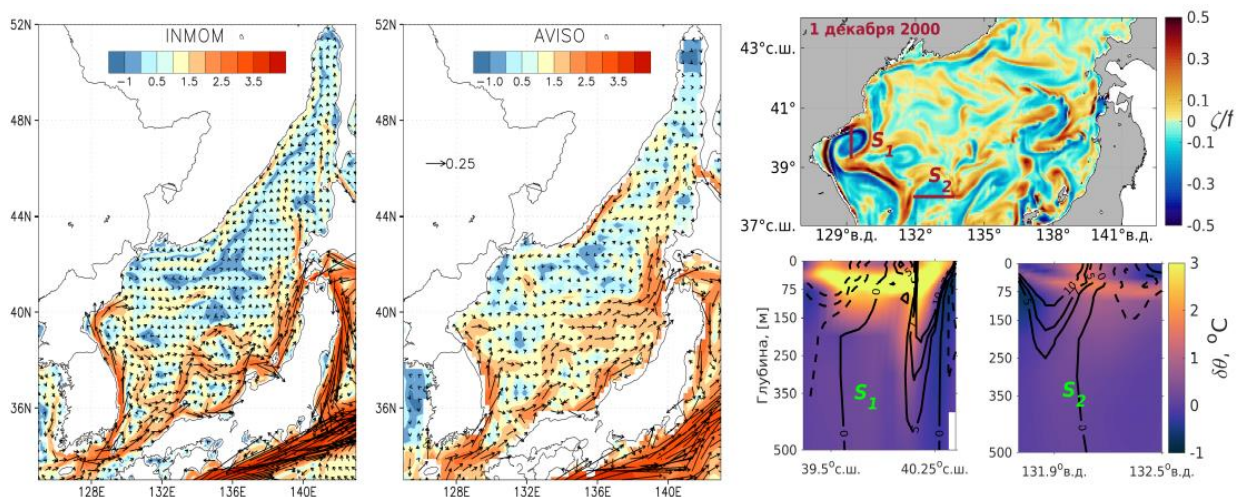


Рис. 7.5. Левая панель – среднемноголетняя (1990-2010 гг.) циркуляция вод Японского моря, воспроизведенная с помощью модельного комплекса INMOM-ERA-Int (слева), и по данным спутниковой альтиметрии базы данных AVISO (справа). Цветом выделена кинетическая энергия на единицу массы (cm^2/c^2 в логарифмическом масштабе). Правая панель – мгновенная картина поля относительной завихренности (верхняя панель) и структура мезомасштабных вихрей (нижняя панель) на 1 декабря 2000 г. по данным численного моделирования

7.6. Особенности развития прибрежного апвеллинга на северо-восточном шельфе о. Сахалин, на основе данных вихреразрешающего численного моделирования

к.ф.-м.н. Д.В. Степанов

Спутниковые данные температуры поверхности Охотского моря и профили температуры и солености в северо-восточной части о. Сахалин показали, что при наличии на восточном шельфе о. Сахалин теплых и распресненных вод интенсивный прибрежный апвеллинг не развивался даже при благоприятных ветровых условиях. Зарегистрировано регулярное заглубление термоклина/галоклина, которое препятствовало подъему холодных и соленых вод к поверхности. Численные эксперименты, проведенные с помощью программного комплекса INMOM-JRA55-do, подтвердили, что значительное заглубление термоклина/галоклина сопровождалось усилением плотностной стратификации, которая препятствовала выходу охотоморских вод на поверхность. (Фершалов М.Ю., Степанов Д.В., Штрайхерт Е.В., Фомин В.В., Нечаюк В.Е., Дианский Н.А. Влияние термохалинной стратификации на развитие прибрежного апвеллинга на северо-восточном шельфе Сахалина // Метеорология и гидрология. 2022. № 9. С. 20-31. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-9-20-31; переводная версия: Fershalov M.Y., Stepanov D.V., Shtraikhert E.A., Fomin V.V., Nechayuk V.E., Diansky N.A. Influence of Thermohaline Stratification on the Evolution of Coastal Upwelling on the North east ern Shelf of Sakhalin // Russian Meteorology and Hydrology. 2022. V. 47, No. 9. P. 652-659. DOI: 10.3103/S1068373922090023).

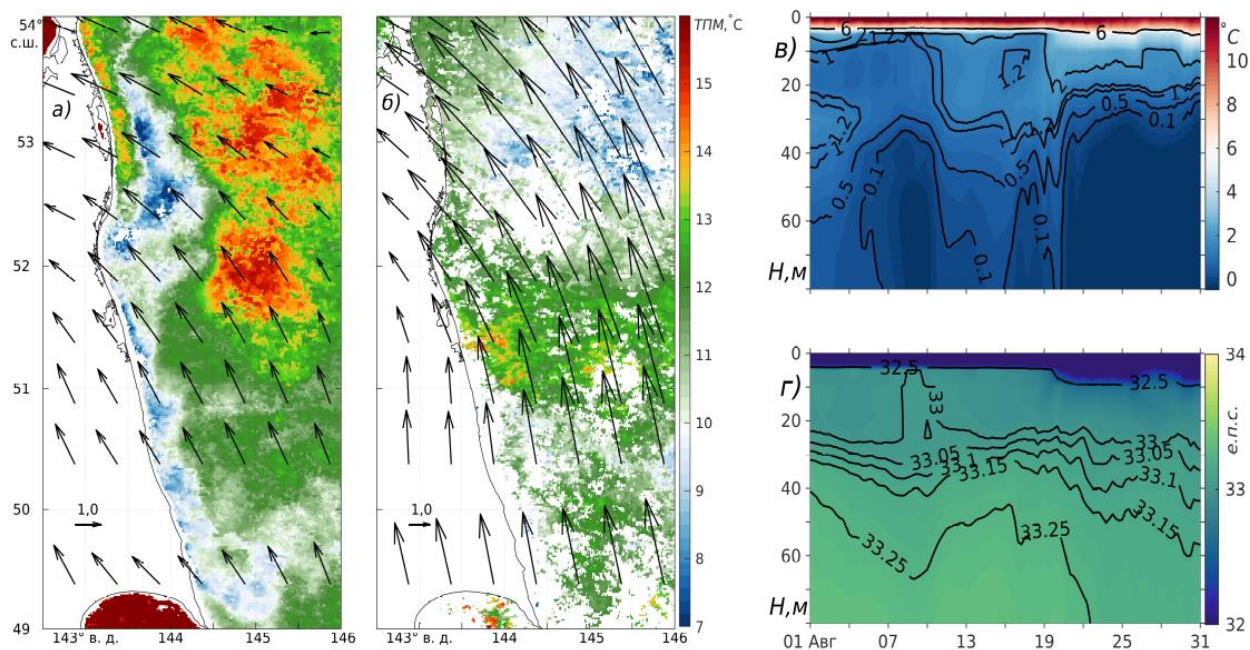


Рис. 7.6. Пространственные распределения температуры на поверхности моря (база данных ИАПУ ДВО РАН) и скорость ветра на высоте 10 м (m/c) (база данных ССМР), осредненные за период с 08 по 14 августа (а) в 2009 и (б) 2013 гг. Диаграммы глубина-время для потенциальной температуры и солёности, полученные с помощью модели INMOM, на станции ($143,3^\circ$ в.д., $52,28^\circ$ с.ш.): (в – з) август 2013 г.

7.7. Исследование свойств транспортного тензора, порождаемого мезомасштабными вихрями

д.ф.-м.н. Е.А. Рыжов

Задача параметризации подсеточных динамических процессов в численных моделях океана является одной из самых важных. Это связано, в первую очередь, с тем, что подсеточные динамические процессы могут существенно влиять на крупномасштабные течения посредством обратного каскада энергии. Одним из подходов для анализа подсеточных процессов является построение динамически-согласованных полей ошибок (невязок), возникающих между последовательно усложняющимися моделями потоков. Анализ полученных полей ошибок может быть полезен для понимания пространственно-временных масштабов «потерянных» за счет грубости модели процессов. В данной работе анализировались поля невязок, полученных между парой бароклинных квазигеострофических моделей в вихредопускающем и вихререзающем режимах. Полученные поля ошибок использовались далее в качестве мезомасштабных полей для построения оценки транспортного тензора, связывающего крупномасштабный градиент трассера и вихревого потока. Показано, что тензор имеет характерную пространственно-временную изменчивость, что необходимо учитывать при построении схем параметризации подсеточных масштабов в численных моделях. (Ryzhov E., Berloff P. On transport tensor of dynamically unresolved oceanic mesoscale eddies // *Journal of Fluid Mechanics*. 2022. V. 939. Art. no. A7. DOI: 10.1017/jfm.2022.169).

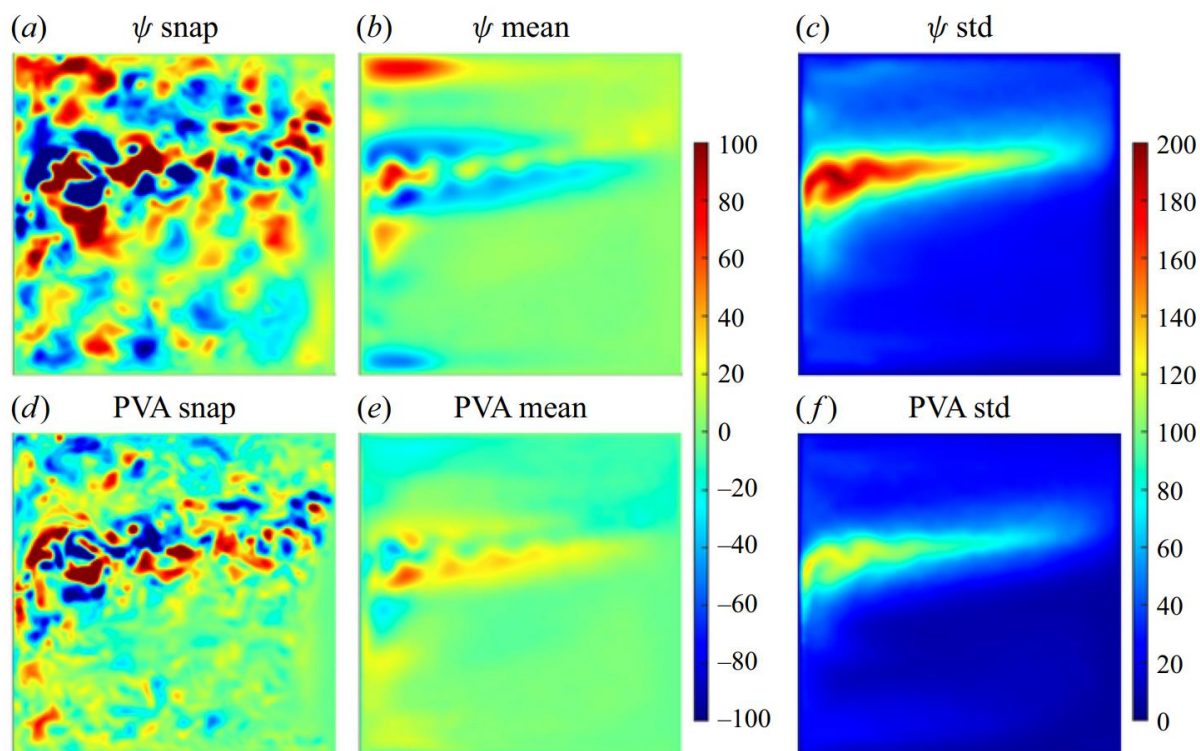


Рис. 7.7. Динамически построенные поля невязок (мезомасштабное поле)

7.8. Численное моделирование образования легкой мантийной неоднородности и ее взаимодействия с земной корой

к.ф.-м.н. В.В. Пак

Проведено численное моделирование образования легкой мантийной неоднородности и ее взаимодействие с вышележащей земной корой. Для этой цели использовалась двумерная комплексная численная модель медленного течения многофазной жидкости, состоящей из относительно толстого слоя двухфазной жидкости, покрытого тонким многослойным вязким пластом. Численное моделирование показало многостадийность эволюции течения с характерными масштабами времени, которые определяются не внешними факторами, а геометрическими и физическими параметрами моделируемой среды. Исходя из результатов моделирования, в литосфере под подошвой коры в результате адвекции флюида создается легкая мантийная неоднородность, вертикальный размер, которой со временем возрастает, а ее горизонтальный размер, сокращается. При этом происходит подъем дневной поверхности и границ раздела коры, расположенных выше. Далее при продолжающемся росте линзы происходит опускание поверхности с образованием крупномасштабной впадины. Процессы эрозии-денудации значительно увеличивают глубину образующейся впадины. Финальная стадия этого процесса представлена на рис. 7.8. (*Pak V.V. Coupled Numerical Model of Creeping Multiphase Flow // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. 2022. V. 63, No. 7. P. 77-87. DOI: 10.1134/S0021894422070094.*).

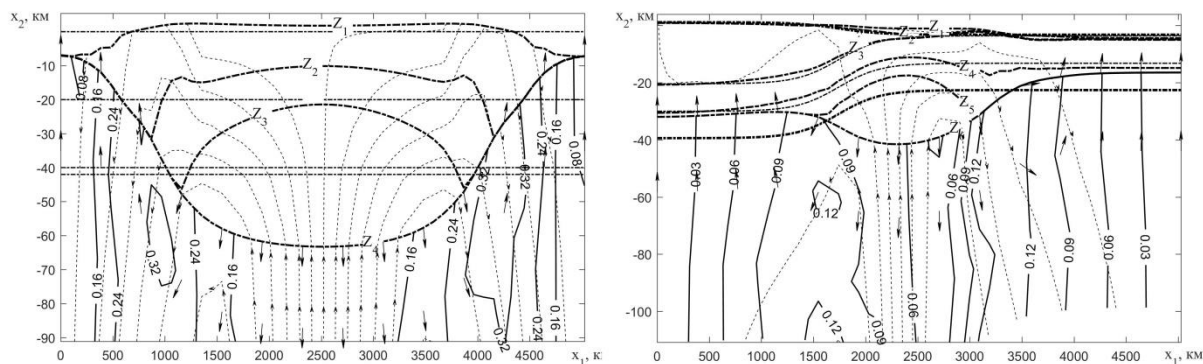


Рис. 7.8. Поле скоростей в момент времени 30 млн лет в верхней части расчетной области: (слева) модельная задача с двухслойным пластом; справа – литосфера зоны перехода океан-континент. Сплошными линиями показан модуль скорости тяжелой фазы, пунктирными линиями со стрелками – линии тока легкой фазы, стрелками – направления потока легкой фазы. Толстыми штрихпунктирными линиями показаны границы раздела земной коры: дневная поверхность (1), граница между осадочным чехлом и гранитным слоем (2), граница между гранитным и базальтовым слоями (3), граница между верхним и нижним базальтовыми слоями (4), граница между нижним базальтовым слоем и мантийной неоднородностью (5), граница между неоднородностью и верхней мантией (6)

7.9. Параболические уравнения с взаимодействующими модами для моделирования распространения звука в волноводах мелкого моря со слабоупругим дном

к.ф.-м.н. С.Б. Козицкий

Разработан метод модового параболического уравнения, учитывающий взаимодействие мод и слабую упругость дна. Важной особенностью предлагаемого метода является отсутствие необходимости отдельно вычислять упругие моды. Решение получается в виде разложения по акустическим модам. Разработан численный метод решения выведенных параболических уравнений, а точность и эффективность полученных решений подтверждены прямым сравнением с решениями, полученными методом изображений источника в тестовой задаче для трехмерного клина. Удовлетворительное согласование двух решений достигается при достаточно малых значениях скорости поперечной волны, характерных для мягких отложений в морском дне. Разработанный подход может быть использован для решения трехмерных задач распространения звука с учетом упругих свойств донных отложений. (*Kozitskiy S.B. Coupled-Mode Parabolic Equations for the Modeling of Sound Propagation in a Shallow-Water Waveguide with Weak Elastic Bottom // Journal of Marine Science and Engineering. 2022. V. 10, No. 10. Art. no. 1355. DOI: 10.3390/jmse10101355.*)

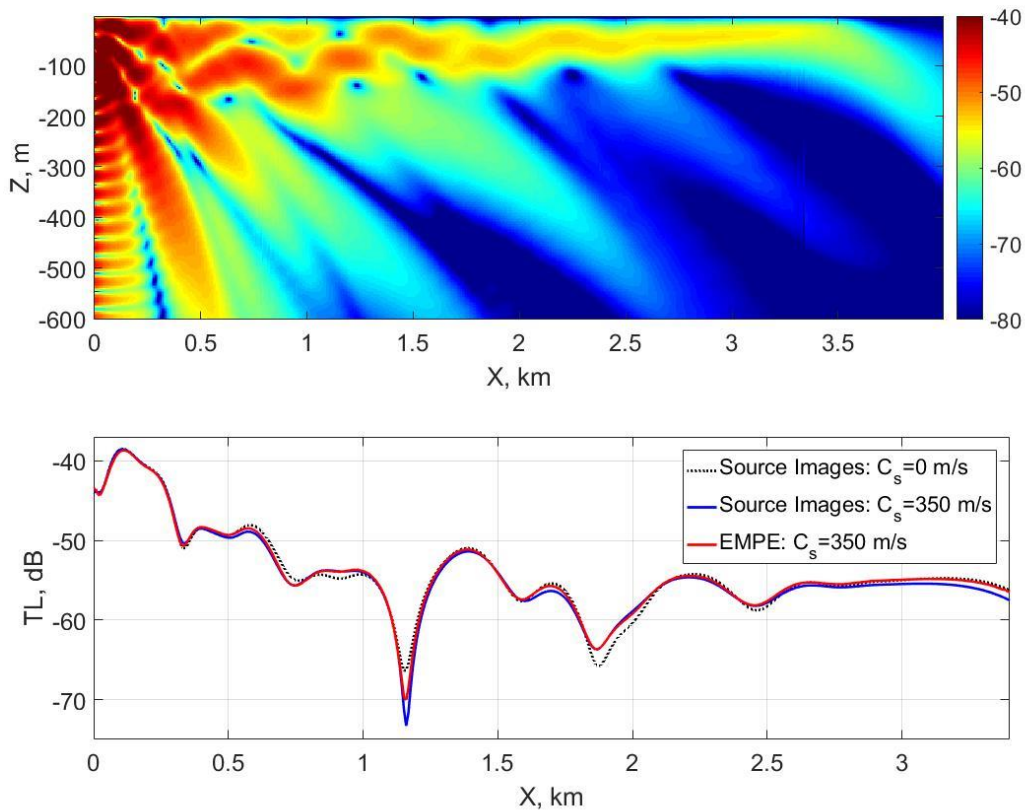


Рис. 7.9. Потери на распространение в плоскости XZ, полученные упругим Модовым Параболическим Уравнением (верхний рисунок), и потери на распространение, полученные упругим Модовым Параболическим Уравнением в сравнении с решениями, полученными методом изображений источника в трехмерном клине для глубины приемника $z = -30$ m (нижний рисунок). Скорость упругих волн $C_s = 350$ м/с, поглощение в дне 0.5 dB/λ

7.10. Теория итеративных параболических аппроксимаций Паде для нелинейных уравнений

д.ф.-м.н. П.С. Петров, к.ф.-м.н. С.Б. Козицкий, д.ф.-м.н. М.Ю. Трофимов

Разработан новый способ получения широкоугольных параболических аппроксимаций для решения уравнения Гельмгольца, основанный на итеративных параболических уравнениях и методе аппроксимаций Паде. С его помощью итеративные дробно-рациональные параболические аппроксимации могут быть построены как для линейных, так и для нелинейных волновых уравнений (например, нелинейного уравнения Гельмгольца в среде Керра). Широугольные параболические аппроксимации типа Паде в нелинейном случае не могут быть построены стандартными средствами, основанными на приближении символов псевдодифференциальных операторов дробно-рациональными функциями, поэтому полученный результат открывает совершенно новые возможности для моделирования распространения волн. В частности, разработанный метод позволяет корректно моделировать сложные физические процессы, имеющие место при одновременном проявлении непараксиальных и нелинейных эффектов. Разработанные нами аппроксимации, в частности, могут быть использованы для моделирования распространения и взаимодействия непараксиальных солитонов в средах Керра, а также для расчетов распространения линейных и нелинейных звуковых волн в акустике океана. (Kozitskiy S.B., Trofimov M.Yu., Petrov P.S. On the numerical solution of the iterative parabolic equations by ETDRK pseudospectral methods in linear and nonlinear media // Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation. 2022. V. 108. Art. no. 106228. DOI:

10.1016/j.cnsns.2021.106228; Petrov P.S., Ehrhardt M., Trofimov M.Yu. On decomposition of the fundamental solution of the Helmholtz equation over solutions of iterative parabolic equations // *Asymptotic Analysis*. 2022. V. 126, No. 3-4. P. 215-228. DOI: 10.3233/ASY-211679).

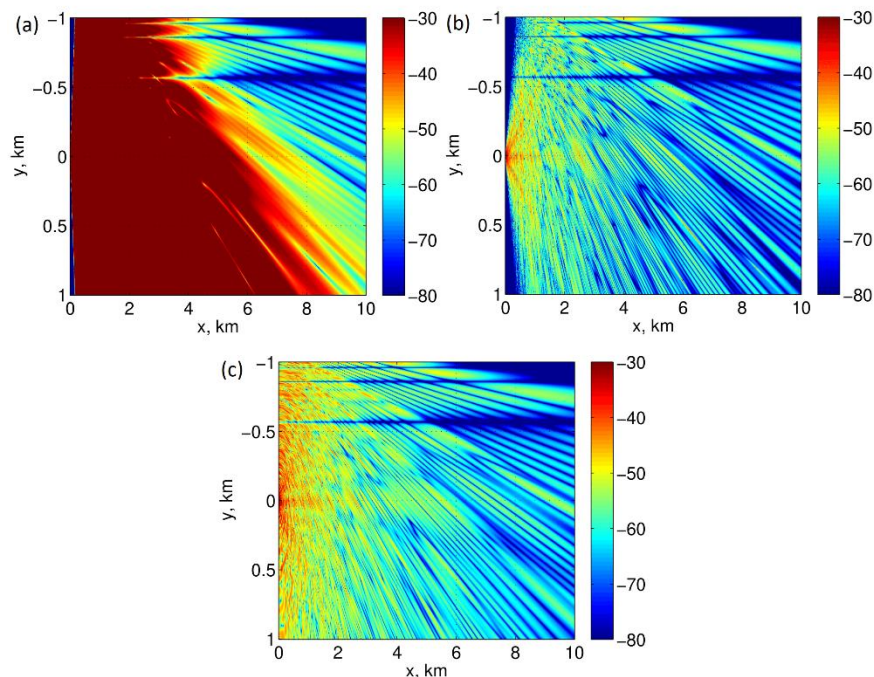


Рис. 7.10. Акустическое поле в трехмерном клиновидном прибрежном волноводе, рассчитанное с помощью полиномиальных итеративных параболических аппроксимаций (а), дробно-рациональных итеративных параболических аппроксимаций, полученных в указанных работах (б), и эталонное решение, полученное с помощью метода изображений (с)

Тема «Исследования климатических, геологических, биогеохимических и экологических последствий деградации реликтовой прибрежно-шельфовой криолитозоны морей Северной Евразии»

Научные руководители: чл.-корр. РАН, д.г.н. Семилетов И.П., д.г.-м.н. Дударев О.В.
Регистрационный номер 12102100057-4

8.1. Восточно-Сибирское море: межгодовые неоднородности распределения взвешенного материала и его биогеохимического сигнала

д.г.-м.н. О.В. Дударев, к.г.-м.н. А.Н. Чаркин

Исследования ТОИ ДВО РАН в арктических морях в течение первого десятилетия 21 века позволили получить новые фундаментальные данные для более глубокого понимания процессов транспорта и судьбы терригенной и морской взвеси (включая органическую компоненту) в восточно-арктической системе «суша-шельф». Элементные и изотопные характеристики (взвешенный органический углерод (POC), TN, C/N, $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$) взвеси продемонстрировали многолетнюю пространственную изменчивость и выявили сильное уменьшение относительного вклада наземного материала с запада на восток Восточно-Сибирского моря (рис. 8.1). Такой вектор изменчивости распределения генезиса взвеси обусловлен снижением объемов продуктов береговой эрозии и речного стока, поступающих в восточную биогеохимическую провинцию моря по сравнению с западной. В такой обстановке в восточной биогеохимической провинции формируются благоприятные условия для активизации первичного продуцирования планктонных сообществ, что приводит к увеличению вклада органического материала автохтонного морского генезиса (Dudarev O., Charkin A., Shakhova N., Ruban A., Chernykh D., Vonk J., Tesi T., Martens J., Pipko I., Pugach S., Gershelis E., Leusov A., Grinko A., Gustafsson O., Semiletov I. *East Siberian Sea: interannual heterogeneity of the suspended particulate matter and its biogeochemical signature // Progress in Oceanography. 2022. V. 208. Art. no. 102903. DOI: 10.1016/j.pocan.2022.102903*).

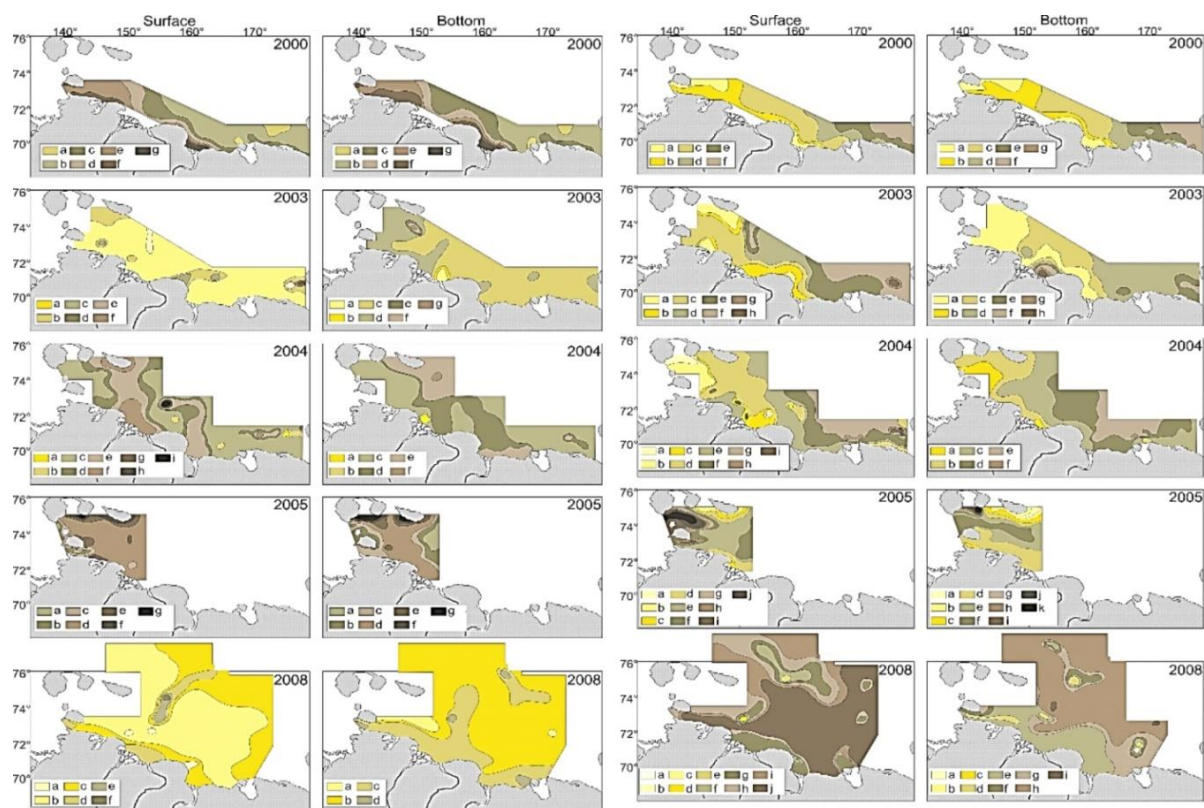


Рис. 8.1. Изменчивость пространственной структуры распределения величины отношения POC/TN (а) и $\delta^{15}\text{N}$ (б) во взвеси Восточно-Сибирского моря, 2000-2008 гг.

8.2. Оценка вклада различных источников поступления наземного углерода на циркумарктический шельф

чл.-корр. РАН, д.г.н. И.П. Семилетов, д.г.-м.н. О.В. Дударев, к.г.н. И.И. Пипко И.И.,
к.г.н. С.П. Пугач

Анализ молекулярных и изотопных ($\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{15}\text{N}$ - $\Delta^{14}\text{C}$) маркеров органического вещества выявил особенности крупномасштабной циркумарктической изменчивости распределения аллохтонной органической компоненты осадочного материала (рис. 8.2). Показано, что органическое вещество почвенного и торфяного происхождения обусловлено стоком рек бассейна Северного Ледовитого океана. Донные осадки Восточно-арктического шельфа (моря Лаптевых и Восточно-Сибирское) характеризуются доминированием эрозионного органического вещества ледового комплекса отложений, а западно-арктического Карского моря – органического вещества торфа. В Чукотском море и море Бофорта преобладает почвенное органическое вещество при подчиненном вкладе органического вещества ледового комплекса. Исключительным источником органического вещества в канадском сегменте Арктического бассейна являются почвы. Основным продуктом реминерализации вовлеченного в перенос терригенного ОВ многолетней мерзлоты является CO_2 , что определяет климатическую роль этого процесса (Martens J., Wild B., Semiletov I., Dudarev O., Gustafsson Ö. *Circum-Arctic release of terrestrial carbon varies between regions and sources // Nature Communications. 2022. V. 13. Art. no. 5858. DOI: 10.1038/s41467-022-33541-0*; Пипко И.И., Пугач С.П., Семилетов И.П. *Динамика карбонатных характеристик вод Карского моря в позднеосенний сезон 2021 г. // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2022. Т. 506, № 1. С. 86-91. DOI: 10.31857/S2686739722600606*; переводная версия: Pipko I.I., Pugach S.P., Semiletov I.P. *Dynamics of Carbonate Characteristics of the Kara Sea Waters in the Late Autumn Season of 2021 // Doklady Earth Sciences. 2022. V. 506. P. 671-676. DOI: 10.1134/S1028334X22600232*).

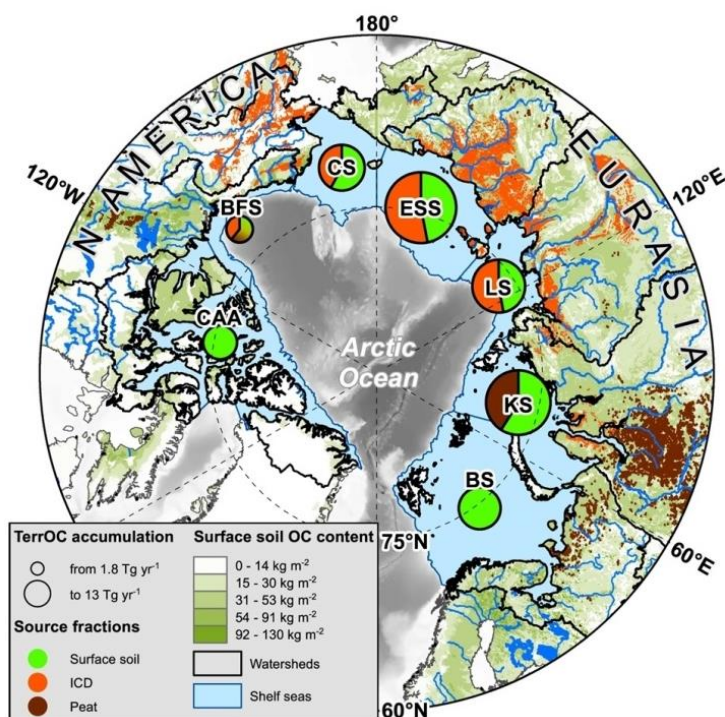


Рис. 8.2. Крупномасштабная циркумарктическая структура распределения вклада ведущих терригенных источников органического углерода (terrOC) донных осадков Северного Ледовитого океана (зеленый цвет – органический углерод современных почв, SurfSoil-OC; оранжевый цвет – отложения ледового комплекса, ICD-OC; коричневый цвет – торф). Водосборные бассейны Северного Ледовитого океана: САА – Канадский арктический архипелаг, BFS – море Бофорта, CS – Чукотское море, ВСС – Восточно-Сибирское море, LS – море Лаптевых, КС – Карское море, БС – Баренцево море

8.3. Молекулярно-мультипрокси оценка деградации наземного органического вещества в экстенсивных масштабах Восточно-Сибирских арктических шельфовых морей

д.г.-м.н. О.В. Дударев, чл.-корр. РАН, д.г.н. И.П. Семилетов

Результаты мультимолекулярных методов анализа донных осадков Восточно-Сибирского шельфа позволили впервые продемонстрировать изменчивость распределения соединений терригенного органического материала (terr-OM): фенолов лигнина, высокомолекулярных [HMW] n-алканов, n-алкановых кислот и n-алканолов, стеролов, 3,5-дигидроксibenзойных и кутиновых кислот (рис. 8.3). Данные биомаркеры отражают контрастное влияние источников, склонность к микробной деструкции и ассоциации с глинистыми частицами. Оказалось, что фенолы лигнина деградируют в 3 раза быстрее в сравнении с валовым terr-OM и в два раза интенсивнее других биомаркеров. На основе сочетания концентраций высокомолекулярных соединений n-алканолов, ситостанол/ β -ситостерол и величины отношения $\delta^{13}\text{C}/\Delta^{14}\text{C}$ дифференцирован вклад в пул terr-OM его различных источников. Наиболее деградированный лигнин в донных осадках указывает на ведущую роль поверхностных почв, транспортируемых на шельф речными водами. Высокомолекулярные n-алкановые кислоты и стигмастерол маркируют terr-OM берегового ледового комплекса. Полученные результаты важны для понимания и моделирования крупномасштабных биогеохимических процессов в арктической системе «суша-шельф». (Matsubara F., Wild B., Martens J., Andersson A., Wennström R., Bröder L., Dudarev O., Semiletov I., Gustafsson Ö. *Molecular-Multiproxy Assessment of Land-Derived Organic Matter Degradation over Extensive Scales of the East Siberian Arctic Shelf Seas // Global Biogeochemical Cycles*. 2022. DOI: 10.1029/2022GB007428).

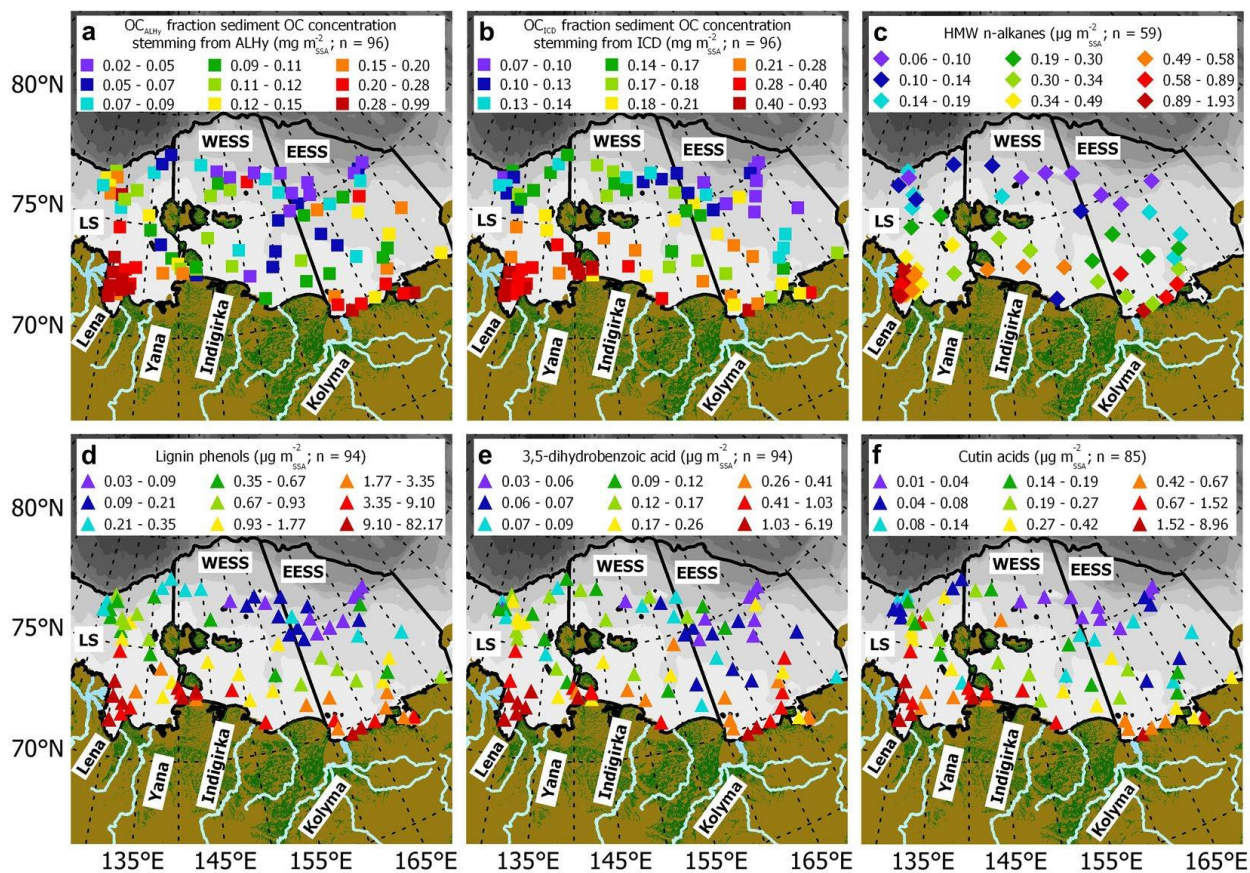


Рис. 8.3. Пространственное распределение некоторых компонентов углерода терригенного органического вещества (terrOC) в донных осадках Восточно-Сибирского шельфа. Панели: (a) terrOC активного слоя (AL), (b) terrOC ледового комплекса отложений, (c) высокомолекулярные n-алканы, (d) фенолы лигнина, (e) 3,5-дигидробензойная кислота (3,5-Bd), (f) кутиновые кислоты. Все показатели нормализованы к удельной площади распространения донных осадков Восточно-Сибирского шельфа

8.4. Состав органического вещества и образование парниковых газов в оттаивающей подводной мерзлоте моря Лаптевых

д.г.-м.н. Н.Е. Шахова, д.г.-м.н. О.В. Дударев, Д.А. Космач,
чл.-корр. РАН, д.г.н. И.П. Семилетов

Огромные запасы углерода в подводной многолетней мерзлоте – потенциальный источник парниковых газов, знания о котором могут вызывать большие неопределенности. В отложениях пяти кернов бурения в районе Быковского п-ова (о. Муостах и лагуна Ивашкина) исследовалось распределение и источники органического углерода в мерзлых и немерзлых слоях с целью изучить влияние таяния на образование пула парниковых газов: метана и углекислого газа (CH_4 и CO_2). Длина кернов варьировала от 21 до 56 м. Результаты размерного анализа отложений, биомаркеров и OSL (оптически стимулированная люминесценция) выявили устойчивую седиментацию эоловых тонкозернистых частиц и аллювиальных песков в течение 160 тыс. лет (рис. 8.4). В речном осадочном материале доминировал органический углерод, мобилизованный в лесной и тундровой зонах. Получены оценки темпов среднегодовой деградации подводной многолетней мерзлоты и расконсервации органического углерода. Они оказались в несколько раз выше по сравнению с континентальными многолетнемерзлыми породами. В течение 20-месячной инкубации подводной многолетней мерзлоты в лабораторных условиях выделения метана и углекислого газа в среднем составили $1,7$ нмоль и $2,4$ мкмоль/ г^{-1} ОС в сутки $^{-1}$. (Wild B., Shakhova N., Dudarev O., Ruban A., Kosmach D., Tumskoy V., Tesi T., Grimm H., Nybom I., Matsubara F., Alexandersson H., Jakobsson M., Mazurov A., Semiletov I., Gustafsson Ö. Organic matter composition and greenhouse gas production of thawing subsea permafrost in the Laptev Sea // Nature Communications. 2022. V. 13. Art. no. 5057. DOI: 10.1038/s41467-022-32696-0).

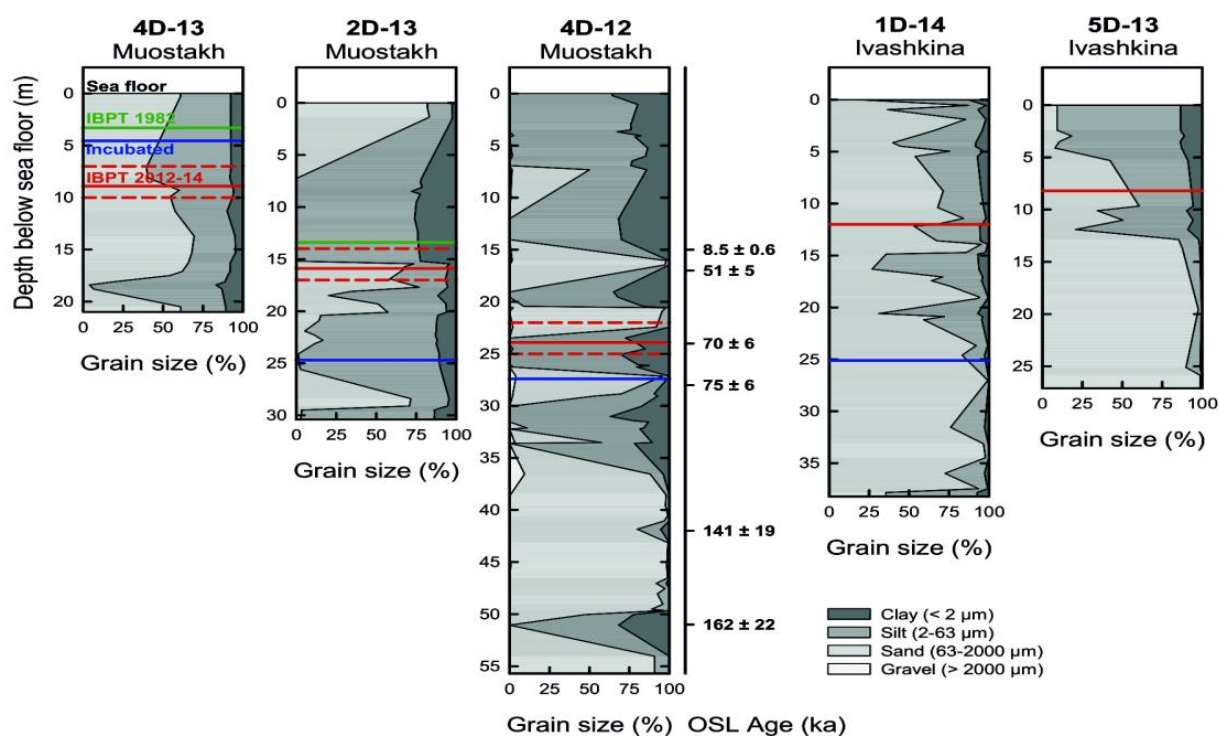


Рис. 8.4. Изменчивость литологического состава отложений кернов бурения 2012-2014 гг. на подводном береговом склоне о. Муостах (4D-12, 2D-13, 4D-13) и в Ивашкиной лагуне (5D-13, 1D-14). Для отложений керна 4D-12 приведены определения возраста по результатам анализа OSL. Красная линии – кровля многолетней мерзлоты (ИБРТ), зарегистрированная бурением ТОИ ДВО РАН в 2012-2014 гг., зеленая линия – установленная бурением ИМ СО РАН в 1982 г. Красный пунктир – фронт протаивания

Тема «Разработка и внедрение перспективных методов исследования состояния окружающей среды и её ресурсного потенциала, в условиях активизации промышленного развития России в Дальневосточном и Арктическом регионах»

Научный руководитель к.г.-м.н. Чаркин А.Н.

Регистрационный номер АААА-А20-120011090005-7

9.1. Измерения газообразной элементарной ртути и парниковых газов в морском пограничном слое над Японским морем

к.г.н. В.В. Калинин, к.г.-м.н. А.В. Яцук, Е.А. Лопатников, к.г.-м.н. К.И. Аксентов

Представлены результаты первых одновременных измерений газообразной элементарной ртути (GEM) и парниковых газов (метана (CH₄) и углекислого газа (CO₂)) в морском пограничном слое над Японским морем. С 4 по 26 мая 2018 г. на НИС «Академик М.А. Лаврентьев» проводились непрерывные измерения их концентрации в атмосфере. Концентрации газообразной элементарной ртути были ниже как атмосферного фона, так и ранее наблюдавшихся значений в этом районе. Концентрации метана и углекислого газа были выше как средних глобальных атмосферных концентраций в мае, так и среднегодовых значений. Анализ взвешенных по концентрациям траекторий выявил Корейский полуостров, северо-восток Китая, южную часть Приморского края (Россия) и юго-западное побережье Хоккайдо (Япония) как районы потенциальных источников, влияющие на концентрации GEM, CH₄ и CO₂ в атмосфере. (Kalinchuk V., Yatsuk A., Marchesini L.B., Lopatnikov E., Nesterova O., Valentini R., Aksentov K. *The first simultaneous and continuous underway measurements of atmospheric gaseous elemental mercury, carbon dioxide and methane in the marine boundary layer: Results of cruise study in the Sea of Japan in May 2018 // Atmospheric Pollution Research. 2022. V. 13, No. 7. Art. no. 101458. DOI: 10.1016/j.apr.2022.101458*).

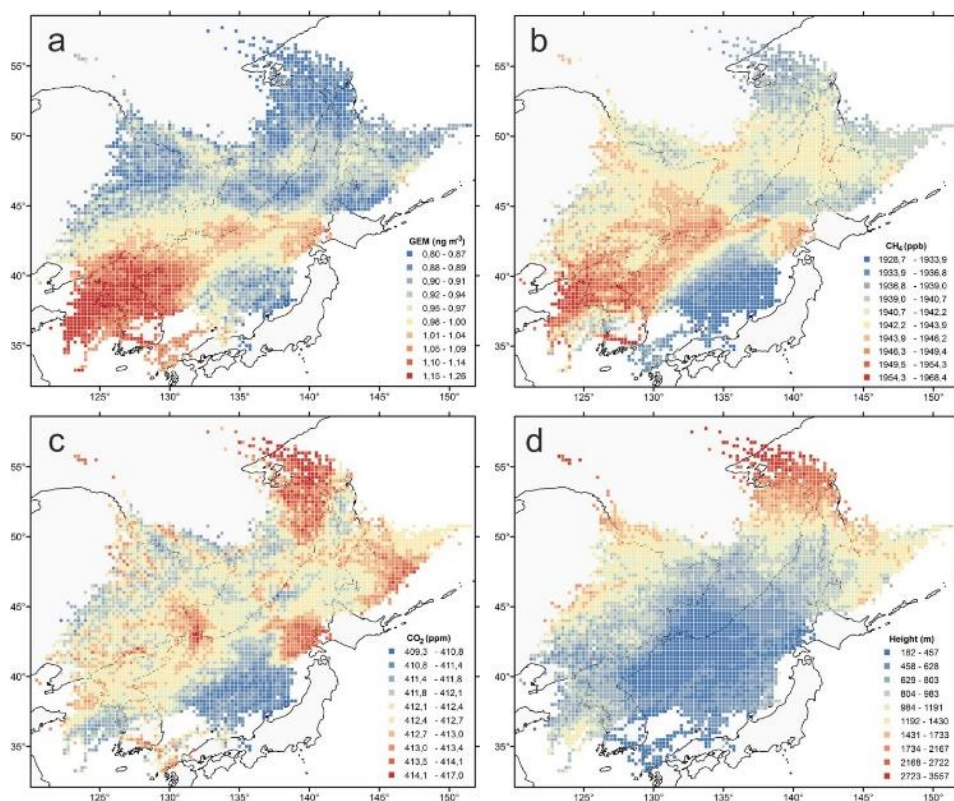


Рис. 9.1. Нанесенные на сетку (0,25°×0,25°) значения взвешенных по концентрации траекторий для: а) ртути (GEM), б) метана (CH₄), в) углекислого газа (CO₂) и значения взвешенной траектории (WT) для высоты (д)

9.2. Мониторинг содержания ртути в воздухе в рамках проекта Global Mercury Observation System (2011-2015 гг.) на станции Листвянка

к.г.н. В.В. Калинин

Представлены многолетние (2011-2021 гг.) данные мониторинга содержания ртути в воздухе в рамках проекта Global Mercury Observation System (GMOS) (2011-2015 гг.) на станции Листвянка, расположенной на берегу о. Байкал в Сибири. Мониторинг показывает очевидную сезонную изменчивость фоновой концентрации ртути в воздухе, которая увеличивается в холодное время года и уменьшается в теплое. Кратковременные аномалии связаны с ветровым переносом воздуха из промышленных районов, где расположено несколько крупных угольных электростанций (Иркутская и Ангарская). Положительная корреляция между концентрациями ртути, диоксидами серы и азота (SO_2 и NO_2) наблюдается как в краткосрочных вариациях, так и среднемесячных концентрациях. Анализ прямых и обратных траекторий, полученных с помощью модели HYSPLIT, демонстрирует возможные источники выбросов ртути. Концентрационно-взвешенный траекторный анализ позволил выявить потенциально удаленные районы ртутных выбросов, откуда возможен перенос ртути воздушными массами в район о. Байкал, включая территории Забайкалья и Монголии (Эрдэнэт). Во время рейса 2018 г. непрерывная ртутная съемка над о. Байкал охватила 1800 км. (Mashyanov N.R., Pogarev S.E., Sholupov S.E., Ryzho V.V., Obolkin V.A., Khodzher T.V., Potemkin V.L., Molozhnikova E.V., Kalinchuk V.V. Air mercury monitoring in the Baikal area (2011-2021) // *Limnology and Freshwater Biology*. 2022. No. 3. P. 1315-1318. DOI: 10.31951/2658-3518-2022-A-3-1315).

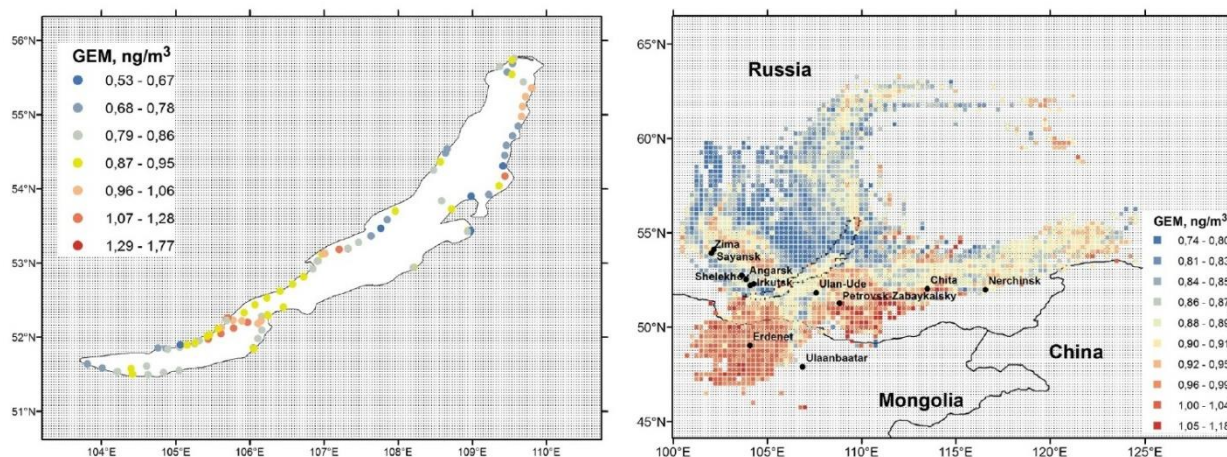


Рис. 9.2. Локальные ртутные аномалии в воздухе над о. Байкал (слева). Значения взвешенной по концентрации траектории для ртути (справа) с координатной сеткой ($0,25^\circ \times 0,25^\circ$). Рейс на НИС «Академик Коптюг», июль 2018 г.

9.3. Влияние режима седиментации на удельную активность естественных радионуклидов в донных осадках Восточно-Сибирского шельфа России

к.г.-м.н. А.Н. Чаркин, Е.И. Ярощук, д.г.-м.н. О.В. Дударев, А.Е. Леусов, к.т.н. В.А. Горячев, Т.А. Гуленко, к.г.н. И.И. Пупко, А.М. Старцев, д.г.н. И.П. Семилетов

Перенос и накопление радионуклидов в Арктике зависит от многих биогеохимических процессов, которые меняются ускоренными темпами из-за изменения климата и экономической деятельности человека. Мы представляем результаты изучения особенностей распределения некоторых естественных радионуклидов в морских отложениях Восточно-Сибирского арктического шельфа собранные в ходе нескольких экспедиций с 2008 по 2019 гг. Средняя удельная активность ^{232}Th , ^{226}Ra и ^{40}K под влиянием различных режимов осадконакопления увеличивается с 40,7, 418 и 30,8 Бк/кг до 41,6, 423 и 34,9 Бк/кг в донных отложениях прибрежного шельфа (<50% глины) и донных

отложениях внешнего шельфа (>50% глины) соответственно. Размер частиц донных осадков оказывает большее влияние на радионуклиды в прибрежном шельфе. Увеличение удельной активности обнаружено для ^{232}Th и ^{226}Ra по мере увеличения глинистых частиц. На внешнем шельфе с изменением режима седиментации влияние размерного состава уменьшалось, в тоже время обнаружена корреляция между концентрацией органического углерода и удельной активностью радионуклидов. Абсолютные максимумы концентрации активности естественных радионуклидов обнаружены в Чаунской губе ($^{232}\text{Th}=70.9$, $^{226}\text{Ra}=70.4$, $^{40}\text{K}=591$ Бк/кг). (Charkin A.N., Yaroshchuk E.I., Dudarev O.V., Leusov A.E., Goriachev V.A., Sobolev I.S., Gulenko T.A., Pipko I.I., Startsev A.M., Semiletov I.P. *The influence of sedimentation regime on natural radionuclide activity concentration in marine sediments of the East Siberian Arctic Shelf* // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2022. V. 253-254. Art. no. 106988. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2022.106988).

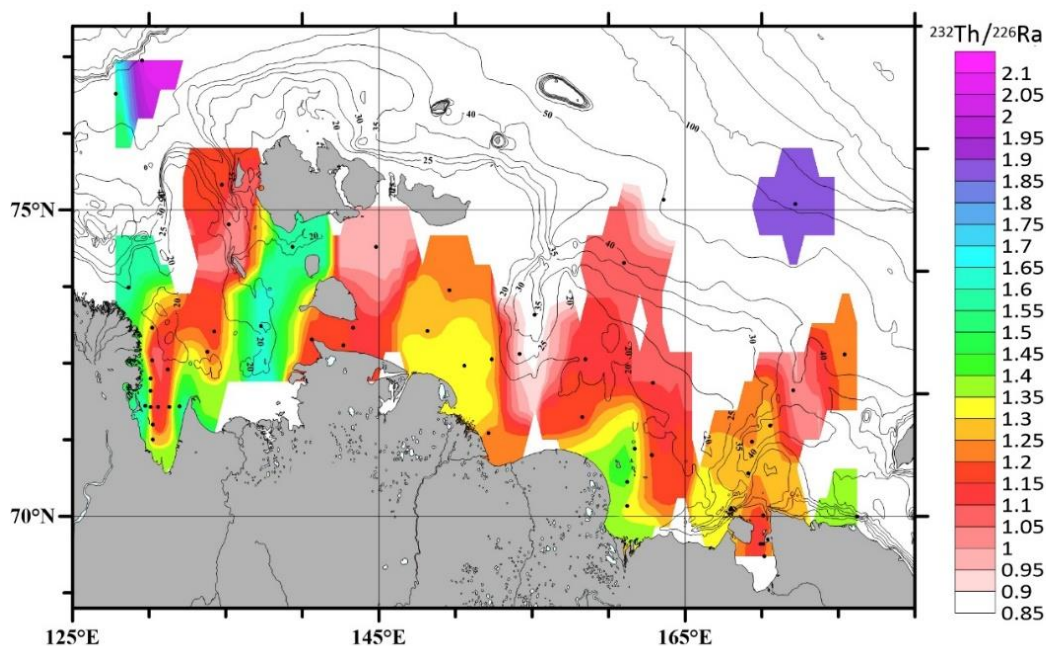


Рис. 9.3. $^{232}\text{Th}/^{226}\text{Ra}$ отношение удельной активности в донных осадках Восточно-Сибирского шельфа

9.4. Морские рыбы в Чаунской губе – мелководный эстуарий Восточно-Сибирского моря

к.б.н. В.Л. Семин, к.г.-м.н. А.Н. Чаркин

Чаунская губа – крупный арктический эстуарий площадью около девяти тысяч квадратных километров, мало изученный с точки зрения ихтиологии, в то время как на ее побережье находится транзитный узел Северного морского пути, морской порт Певек, а его юго-восточное побережье входит в состав государственного природного заказника «Чаунская губа». Ранее в заливе зарегистрировано всего 10 видов морских рыб. В работе представлены результаты изученных рыб (125 экземпляров с 20 станций), выловленных при съемке бентоса на глубинах 9-27 м осенью 2020 г. В сборах представлена донная молодь 11 видов из 7 семейств, 8 из них в Чаунской губе отмечены впервые: *Gymnocanthus tricuspis*, *Triglops pingelii*, *Aspidophoroides olrikii*, *Liparis tunicatus*, *Gymnelus barsukovi*, *Lycodes polaris*, *Lumpenus medius* и *Lumpenus fabricii*. Молодь сайки *Boreogadus saya*, *Artediellus scaber* и *Ammodytes hexapterus* тоже были пойманы. *L. fabricii* и *L. tunicatus* были наиболее распространенными видами в уловах, на их долю приходилось 65,6% всех особей и 66% всей биомассы. Наибольшее видовое разнообразие и максимальная численность рыб отмечены в вершине бухты напротив устья р. Чаун. Таким образом, 18 видов морских рыб (исключая проходных лососей, сигов и корюшек)

отмечены во всей Чаунской губе. (Chernova N.V., Syomin V.L., Kolbasova G.D., Kobayakov K.A., Charkin A.N. *Marine fish of the Chaunskaya Bay – A shallow estuary of the East-Siberian Arctic // Regional Studies in Marine Science*. 2022. V. 52. Art. no. 102344. DOI: 10.1016/j.rsma.2022.102344).



Рис. 9.4. Рыбы Чаунской губы: А – *Aspidophoroides olrikii* (TL 58 мм, ст. 58/27); В – *Arteidiellus scaber* (TL 57 мм, станция 68/81)

9.5. Применение нейронных сетей для классификации биологических объектов по подводным камерам МЭС «о. Попова»

к.г.н. Д.Д. Каплуненко, С.С. Зотов, А.Е. Суботэ, к.т.н. В.К. Фищенко

В результате экспериментов с применением вычислительного кластера ТОИ ДВО РАН, оснащенного графическим процессором GPU Tesla V100 32 GB, выполнено обучение модели YOLOv5, применяемой для быстрой классификации различных движущихся объектов живой и неживой природы. Основная цель эксперимента – изучение возможной применимости модели для классификации подводных живых объектов, которые динамически и самостоятельно перемещаются в поле зрения подводных видеокамер стационарной установки. Установлено, что при наличии соответствующего набора данных для обучения модели могут решаться задачи по статистической классификации подводных живых объектов, позволяющие выявлять количественные показатели биоресурсов. (Каплуненко Д.Д., Зотов С.С., Суботэ А.Е., Фищенко В.К. *Применение нейронных сетей для классификации биологических объектов по подводным камерам МЭС острова Попова // Подводные исследования и робототехника*. 2022. № 1 (39). С. 72-79. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_39_01_07).








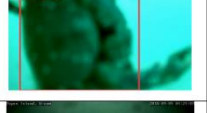








№ п/п	Класс	Исходный кадр	Детекция	Результат
1.	Рыбы			Истина, однако есть ложные срабатывания
2.	Рыбы			Истина, однако есть ложные срабатывания
3.	Малые рыбы			Истина
4.	Крабы			Истина
5.	Крабы			Ложь
6.	Крабы			Ложь, объект вне классификации
7.	Креветки			Ложь
8.	Медузы			Возможно истина, но при высокой мутности

Рис. 9.5. Результаты качественной детекции моделью YOLOv5s морских животных объектов по подводным камерам о-ва Попова

Тема «Исследование состояния и изменений природной среды на основе комплексного анализа и моделирования гидрометеорологических, биогеохимических, геологических процессов и ресурсов Дальнего Востока»

Научный руководитель к.г.-м.н. Сырбу Н.С.

Регистрационный номер АААА-А19-119122090009-2

10.1. Закономерности распределения газогеохимических полей и источники газов на о. Сахалин и прилегающем шельфе

к.г.-м.н. Н.С. Сырбу, А.О. Холмогоров

В результате многолетних наблюдений и экспедиционных исследований на примере о-ва Сахалин и прилегающего шельфа создана новая классификация природных типов дегазации литосферы. Проведено районирование острова и прилегающего шельфа на основе молярных соотношений газов (рис. 10.1) и в соответствии с температурами коллектора газов, которые также являются индикаторами геодинамических процессов вдоль региональных тектонических структур. Выявлена связь газогеохимических полей, тектоники, геодинамической обстановки и нефтегазоносности, определяющая характер газогеохимического режима и дающая новую информацию об углеводородном потенциале сахалинского сегмента Хоккайдо-Сахалинской складчатой системы. Проведенные исследования позволяют использовать новые изотопно-газогеохимические характеристики грязевого вулканизма, термальных и минеральных вод в аспекте происхождения и трансформации углеводородных газов, наличия признаков глубинного флюида, изменчивости газовой эмиссии систем газовой-флюидной разгрузки активной азиатско-тихоокеанской зоны перехода континент-океан. Результаты также актуальны для реализации научно-исследовательских программ в рамках «климатической повестки». (Syrbu N.S., Snyder G.T., Shakirov R.B., Kholmogorov A.O., Zharkov R.V., Tsunogai U. *Geochemical distribution of helium, hydrogen, carbon dioxide, and methane in Sakhalin Island mud volcanoes, hot springs, and cold seeps // Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 2022. V. 431. Art. no. 107667. DOI: 10.1016/j.jvolgeores.2022.107667; Холмогоров А.О., Сырбу Н.С., Шакиров Р.Б. *Исследование изменчивости концентраций метана в поверхностном слое вод Японского моря в контексте сейсмических событий (по результатам экспедиционных исследований 2017-2018 гг.) // Геодинамика и тектонофизика*. 2022. Т. 13, № 3. С. 0642. DOI: 10.5800/GT-2022-13-3-0642).

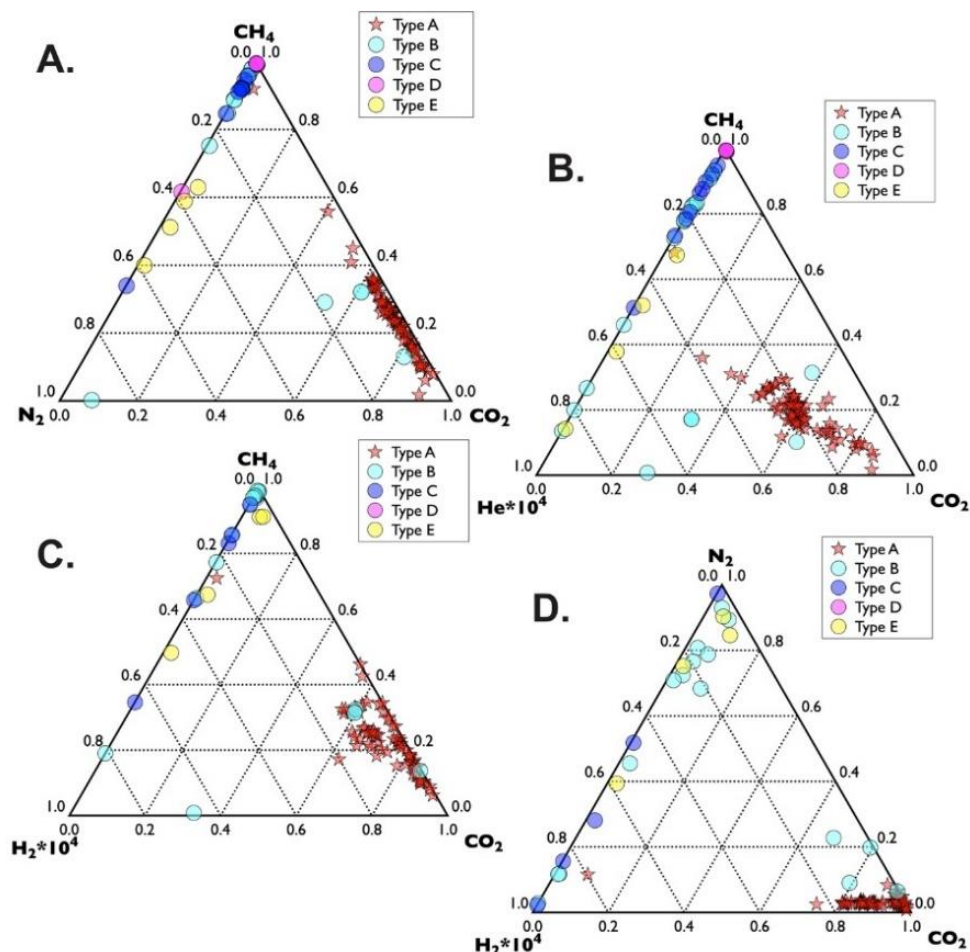


Рис. 10.1. Генезисные диаграммы состава газов для различных источников на о. Сахалин, прилегающем шельфе и склоне: Type A – грязевые вулканы, Type B – холодные водоминеральные источники, Type C – термальные воды, Type D – газовые гидраты, Type E – поровые воды осадочных морских отложений

10.2. Оценка способности психротрофных бактерий, выделенных из донных отложений залива Петра Великого Японского моря к окислению углеводородов нефти

к.б.н. А.Л. Пономарева, к.х.н. Н.С. Полоник

Растущая во всем мире антропогенная нагрузка делает поиск микроорганизмов-деструкторов углеводородов и создание на их основе препаратов для ликвидации нефтяного загрязнения морской среды актуальной научной задачей. Из донных осадков залива Петра Великого Японского моря выделены штаммы психротрофных углеводородоокисляющих бактерий, отнесенных к следующим видам или родам: *Rhodococcus erythropolis*, *Rhodococcus* sp., *Sphingomonas* sp., *Pseudomonas* sp. и *Alcanivorax* sp. Все исследуемые бактерии проявили высокую окислительную способность в отношении разложения н-алканов (C₉-C₂₇), фитана, пристана и полициклических ароматических углеводородов при температурах 5° и 22°C. При этом при 5°C разложение углеводородов происходило интенсивнее. Несмотря на разную таксономическую принадлежность полученных микроорганизмов, все штаммы в первую очередь утилизировали коротко- (C₉-C₁₃) и длинноцепочечные (C₂₁-C₂₇) алканы, а также полициклические ароматические углеводороды. Наибольшую углеводородоокисляющую активность продемонстрировал штамм *Rhodococcus erythropolis* AP_291, который за первую неделю эксперимента утилизировал более 50% всех углеводородов модельной смеси при 5°C. (Богатыренко Е.А., Ким А.В., Полоник Н.С., Дункай Т.И., Пономарева А.Л.,

Дашков Д.В. Психротрофные углеводородокисляющие бактерии, выделенные из донных осадков залива Петра Великого Японского моря // *Океанология*. 2022. Т. 62, № 3. С. 439-450; переводная версия: Bogatyrenko E.A., Kim A.V., Polonik N.S., Dunkai T.I., Ponomareva A.L., Dashkov D.V. Psychrotrophic hydrocarbon-oxidizing bacteria isolated from the bottom sediments of Peter the Great Bay, Sea of Japan // *Oceanology*. 2022. V. 62, No. 3. P. 379-389. DOI: 10.1134/S000143702203002X).

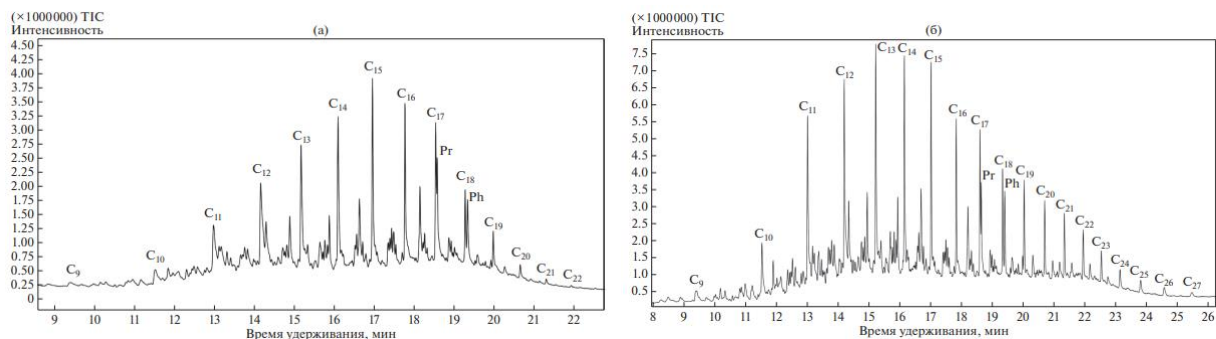


Рис. 10.2. Масс-фрагментограммы состава модельной смеси углеводорода на 7 сут эксперимента при 5°C: (а) штамм *Rhodococcus erythropolis* AP_291; (б) контроль. Условные обозначения: C₉-C₂₇ – n-алканы с соответствующей длиной углеродной цепи, Pr – пристан, Ph – фитан

10.3. Возможность горизонтальной передачи некоторых факторов патогенности морским сапротрофным бактериям, выделенным из акватории залива Петра Великого Японского моря

к.б.н. А.И. Еськова, к.б.н. А.Л. Пономарева

Изучена возможность горизонтального переноса генов, кодирующих некоторые факторы патогенности, от патогенных бактерий к морским сапротрофным бактериям, выделенным из акватории залива Петра Великого Японского моря. Впервые у морского сапротрофного штамма *Bacillus* sp. выявлены проявления гиалуронидазы, протеолитической и гемолитической активностей после культивирования в поликультурной биопленке с листериями. Сапротрофные морские бактерии, которые приобрели факторы вирулентности от патогенных энтеробактерий, включая гены устойчивости к антибиотикам, потенциально могут играть роль в изменении биологических свойств других членов морского микробного сообщества. Кроме того, учитывая возможный междоменный характер транслокации межклеточных генов, приобретенные факторы вирулентности могут передаваться морским одноклеточным и многоклеточным эукариотам. Полученные результаты способствуют формированию парадигмы эпидемиологической значимости и потенциальной опасности антропогенного загрязнения морских экосистем, что создает серьезные проблемы для здоровья населения и развития морской культуры как важного района хозяйственной деятельности в прибрежных районах. (Eskova A.I., Andryukov B.G., Yakovlev A.A., Obuhova V.S., Ponomareva A.L., Kim A.V. Horizontal Transfer of Virulence Factors by Pathogenic Enterobacteria to Marine Saprotrophic Bacteria During Co-Cultivation in Biofilm // *BioTech*. 2022. T. 11, No. 2. Art. no. 17. DOI: 10.3390/biotech11020017).

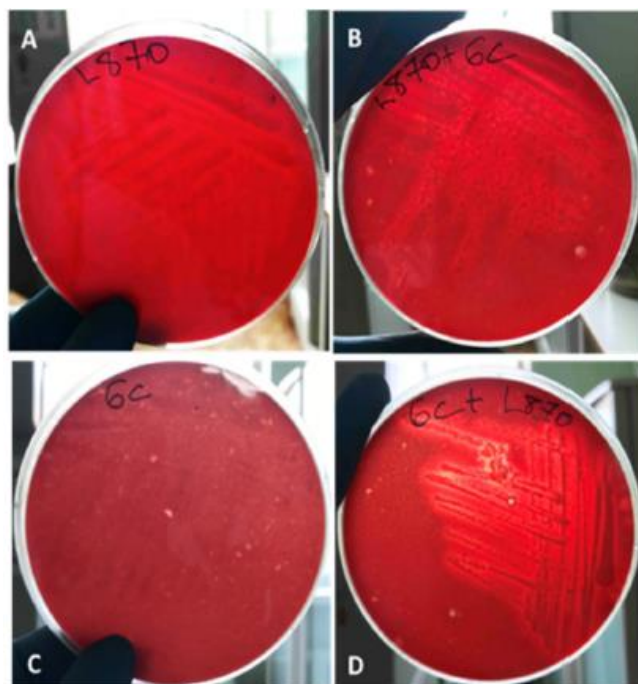


Рис. 10.3. Рост бактерий на кровяном агаре: (А) 48-72-ч биопленок *Bacillus* sp. после совместного выращивания с *L. monocytogenes*: отсутствие прозрачной зоны гемолиза вокруг колоний; (В) *L. monocytogenes* (монобиопленка); частичный лизис вокруг колоний *L. monocytogenes*, высеянных после совместного культивирования с *Bacillus* sp.; (С) отсутствие прозрачной зоны гемолиза вокруг колонии *Bacillus* sp. штамм (монобиопленка); (D) появление прозрачной зоны гемолиз вокруг колоний *Bacillus* sp. после сокультивирования с *L. Monocytogenes*

Тема «Эколого-биогеохимические процессы в морских экосистемах: роль природных и антропогенных факторов»

Научный руководитель д.б.н. Челомин В.П.

Регистрационный номер 121-21500052-9

11.1. Влияние синтетических полимеров на показатели окислительного стресса и уровень повреждения молекулы ДНК у морского двустворчатого моллюска *Mytilus trossulus*

д.б.н. В.П. Челомин, к.б.н. В.В. Слободскова, к.б.н. Н.В. Довженко, к.б.н. А.А. Истомина,
С.П. Кукла, А.А. Мазур

Проблема загрязнения морской среды синтетическими полимерами («микропластиком») вызывает все большую обеспокоенность среди экологов. Несмотря на химическую инертность, частицы микропластика, проникая в различные формы жизни, вызывают многочисленные неблагоприятные физиологические последствия, причины которых до сих пор не ясны. Проведена серия экотоксикологических экспериментов, моделирующих влияние полистирольных микросфер размером 0,9 мкм на развитие биохимических процессов окислительного стресса у морского моллюска-фильтратора *Mytilus trossulus* (рис. 11.1). На основе комплекса биохимических маркеров установлено, что в тканях подопытных моллюсков индуцировался окислительный стресс. Генотоксический анализ показал, что исследованные частицы способствовали окислительному повреждению генома клеток тканей мидии, особенно в клетках пищеварительной железы. В этих клетках наблюдалось в среднем двукратное увеличение уровня повреждения ядерной ДНК, кроме того, обнаружены клетки апоптотического характера. Результаты свидетельствуют о том, что инертные в химическом отношении синтетические полимеры проявляют выраженную биологическую активность на молекулярно-биохимическом уровне (окислительный стресс), приводящую к генотоксичности. (Chelomin V.P., Mazur A.A., Slobodskova V.V., Kukla S.P., Dovzhenko N.V. *Genotoxic Properties of Polystyrene (PS) Microspheres in the Filter-Feeder Mollusk Mytilus trossulus (Gould, 1850)* // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10 (2). Art. no. 273. DOI: 10.3390/jmse10020273; Dovzhenko N.V., Chelomin V.P., Mazur A.A., Kukla S.P., Slobodskova V.V., Istomina A.A., Zhukovskaya A.F. *Oxidative Stress in Far Eastern Mussel Mytilus trossulus (Gould, 1850) Exposed to Combined Polystyrene Microspheres (μ PSs) and CuO-Nanoparticles (CuO-NPs)* // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10 (5). Art. no. 707. DOI: 10.3390/jmse10050707).



Рис. 11.1. Общая схема проведения экспериментов и биохимические маркеры

11.2. Воздействие наноразмерных частиц оксидов металлов (CuO, ZnO) на целостность генома в гаметх морских ежей (*Scaphechinus mirabilis*)

д.б.н. В.П. Челомин, к.б.н. В.В. Слободскова, С.П. Кукла, А.А. Мазур

Увеличение количества продуктов, содержащих наночастицы, представляет реальную угрозу для окружающей среды, что широко подтверждено многочисленными экспериментами на различных организмах. Однако экотоксикологическое значение влияния наночастиц на репродуктивную систему и качество гамет водных организмов до сих пор остается относительно неясным. Проведены два вида экспериментов: хронические (10-дневные) эксперименты воздействия низких концентраций наночастиц оксида меди (CuO) на взрослых ежах в преднерестовый период и острые эксперименты воздействия различных концентраций наночастиц оксида цинка (ZnO) непосредственно на мужские гаметы (спермии). В обоих случаях результаты кометного анализа показали значительное увеличение повреждения ДНК в сперматозоидах морских ежей, подвергшихся воздействию наночастиц оксидов меди и цинка, которые, по нашему мнению, могут проявляться на более поздних стадиях в виде аномалий развития личинок или в последующих поколениях. (Kukla S.P., Slobodskova V.V., Zhuravel E.V., Mazur A.A., Chelomin V.P. Exposure of adult sand dollars (*Scaphechinus mirabilis*) (Agassiz, 1864) to copper oxide nanoparticles induces gamete DNA damage // *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. V. 29 (26). P. 39451-39460. DOI: 10.1007/s11356-021-18318-0; Kukla S.P., Chelomin V.P., Mazur A.A., Slobodskova V.V. Zinc Oxide Nanoparticles Induce DNA Damage in Sand Dollar *Scaphechinus mirabilis* Sperm // *Toxics* 2022. V. 10, No. 7. Art. no. 348. DOI: 10.3390/toxics10070348).

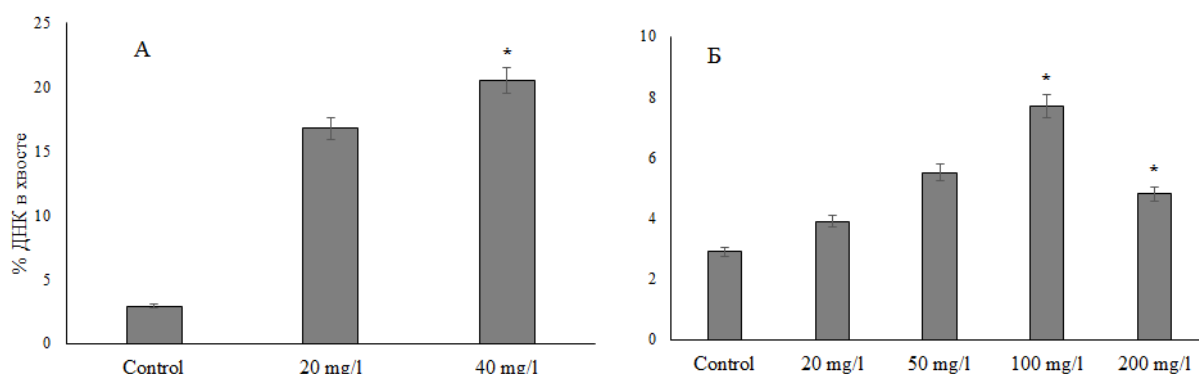


Рис. 11.2. Уровень повреждения генома сперматозоидов при воздействии наночастиц оксидов меди (слева) и цинка (справа)

11.3. Репарация повреждений ДНК, индуцированных медью, в клетках жабр *Mytilus trossulus*

к.б.н. В.В. Слободскова, д.б.н. В.П. Челомин, С.П. Кукла, А.А. Мазур

В условиях растущего загрязнения прибрежных акваторий особую актуальность приобретают исследования в гидробионтах состояния биохимических систем репарации у гидробионтов, позволяющих оценить не только устойчивость гидробионтов, но и вероятность развития отдаленных нежелательных последствий. Исследована целостность генома и способность репарации ДНК в жаберных клетках *Mytilus trossulus* в условиях накопления меди (Cu²⁺) и процессе очищения тканей от этого металла. Несмотря на функционирование системы биохимической детоксикации, отмечается развитие деструктивных процессов, в том числе накопление продуктов перекисного окисления липидов (МДА) и повреждение генома (ядерной ДНК). Показано, что в процессе очистки от меди (в течение 24 ч) во всех опытных группах моллюсков уровень повреждения ДНК и содержание МДА заметно снижались (рис. 11.3). Тем не менее, экспериментально

установлено, что при уровне аккумуляции меди около 25 мкг/г сырой ткани повреждения в ДНК полностью не восстанавливаются. Выдвигается гипотеза существования критического порогового уровня накопления металла, при котором возникает дисбаланс процессов повреждение/репарация в геноме, что приводит к развитию токсического процесса. (Slobodskova V.V., Chelomin V.P., Kukla S.P., Mazur A.A. *Copper Induced DNA Damage in Gill of Mussel Mytilus trossulus and Reversibility after Depuration*// *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10 (11). Art. no. 1570. DOI: 10.3390/jmse10111570).

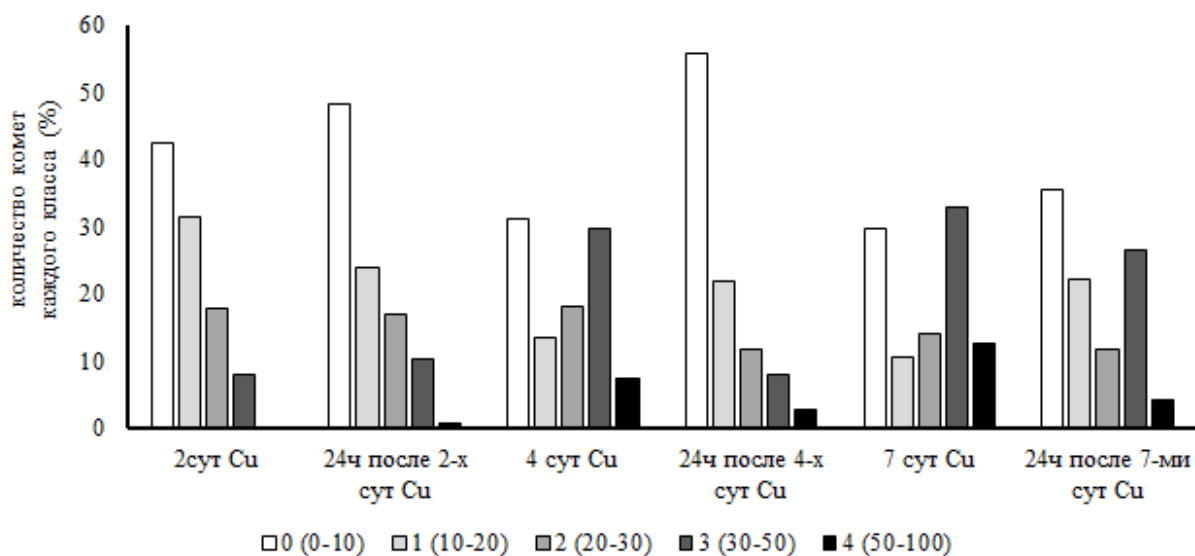


Рис. 11.3. Репарация ДНК в моллюсках при различном уровне аккумуляции меди

11.4. Ацидификация и деоксигенация вод Японского моря

д.х.н. П.Я. Тищенко, к.х.н. Г.Ю. Павлова, к.г.н. П.П. Тищенко,
С.Г. Сагалаев, М.Г. Швецова

Карбонатная система морской воды неотъемлемо связывает такие глобальные процессы как закисление Мирового океана и эвтрофикацию прибрежной его части. На основании данных морских экспедиций 1999 и 2010 гг. установлено, что оба глобальных процесса происходят в Японском море и играют важную роль в геохимии карбонатной системы. Сравнение глубин насыщения кальцитом, глубин лизоклина и компенсации кальцита, свидетельствует о том, что произошло закисление глубинных вод моря и донных осадков. Анаэробная деградация органического вещества, вероятно, является основной причиной увеличения общей щелочности в донных отложениях. Средние потоки общей щелочности и растворенного неорганического углерода из донных осадков в придонные воды, оцененные с помощью диффузии Фика, рассчитаны как 44 и 89 ммоль/(м² год) соответственно. (Tishchenko P.Ya., Zhang J., Pavlova G., Tishchenko P.P., Sagalaev S., Shvetsova M. *Revisiting the Carbonate Chemistry of the Sea of Japan (East Sea): From Water Column to Sediment* // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 3. DOI: 10.3390/jmse10030438).

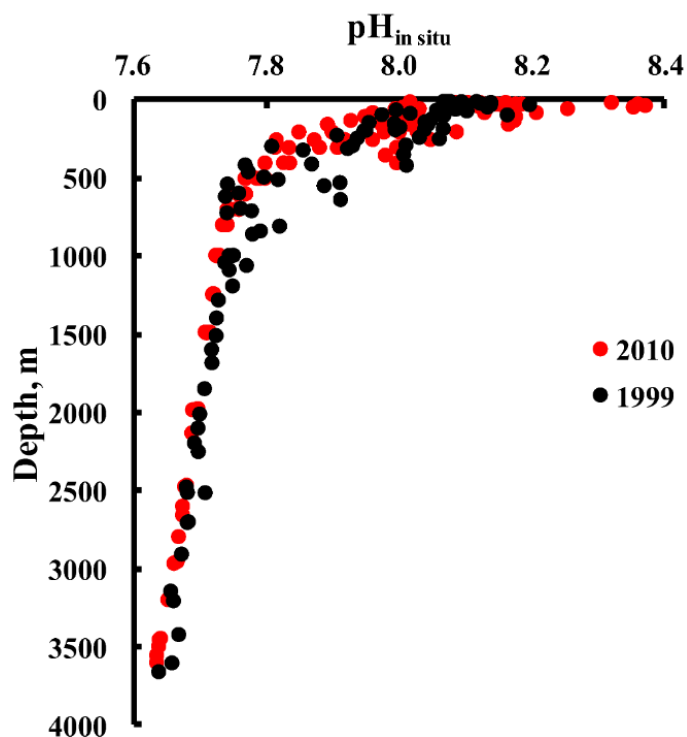


Рис. 11.4. Вертикальное распределение $pH_{in situ}$ в морской воде. Красные точки – данные, полученные в 2010 г., черные – в 1999 г.

11.5. Гидрохимические исследования залива Академии Охотского моря

д.х.н. П.Я. Тищенко, к.г.н. В.Б. Лобанов, к.г.н. П.П. Тищенко, к.г.н. П.Ю. Семкин, А.Ф. Сергеев, Ю.А. Барабанищikov, д.б.н. В.В. Мельников, А.А. Рюмина, С.Г. Сагалаев, к.б.н. О.А. Уланова, М.Г. Швецова, Е.М. Шкирникова

Гидролого-гидрохимические характеристики поверхностных и придонных вод залива Академии Охотского моря получены в двух экспедициях ТОИ ДВО РАН, проводившихся 11-14 июля 2016 г. и 15-19 сентября 2020 г. Исследования 2016 г. проводились во время летнего паводка после таяния льдов в заливе. В этот период по отношению к атмосфере обнаружен избыток концентрации растворенного кислорода придонных и поверхностных вод и дефицит по отношению к атмосферному углекислому газу, что указывает на доминирование продукционных процессов. Осенью 2020 г. в кутовой части Ульбанского залива содержание общего фосфора достигало 10-14 мкмоль/л, наблюдались высокие концентрации хлорофилла-а, особенно в поверхностном слое (более 10 мкг/л), придонные воды испытывали дефицит кислорода и избыток углекислого газа. Эти данные характеризуют воды залива как высоко эвтрофированные. Сделано предположение, что различия в гидрохимических характеристиках, полученных летом 2016 г. и осенью 2020 г., обусловлены эвтрофикацией залива Академии погибшим лососем, приходящим на нерест в конце июля – начале августа в реки, впадающие в залив. (Тищенко П.Я., Лобанов В.Б., Тищенко П.П., Семкин П.Ю., Сергеев А.Ф., Анисимова Е.В., Барабанищikov Ю.А., Мельников В.В., Рюмина А.А., Сагалаев С.Г., Уланова О.А., Швецова М.Г., Шкирникова Е.М. *Гидрохимические исследования залива Академии (Охотское море)* // *Океанология*. 2022. Т. 62, № 1. С. 98-111. DOI: 10.31857/S0030157422010166; переводная версия: Tishchenko P.Ya., Lobanov V.B., Tishchenko P.P., Semkin P.Yu, Sergeev A.F., Barabanshchikov Yu.A., Melnikov V.V., Ryumina A.A., Sagalaev S.G., Ulanova O.A., Shvetsova M.G., Shkirnikova E.M. *Hydrochemical Study of Academy Bay (Sea of Okhotsk)* // *Oceanology*. 2022. V. 62, No. 1. 80-92. DOI: 10.1134/S0001437022010155).

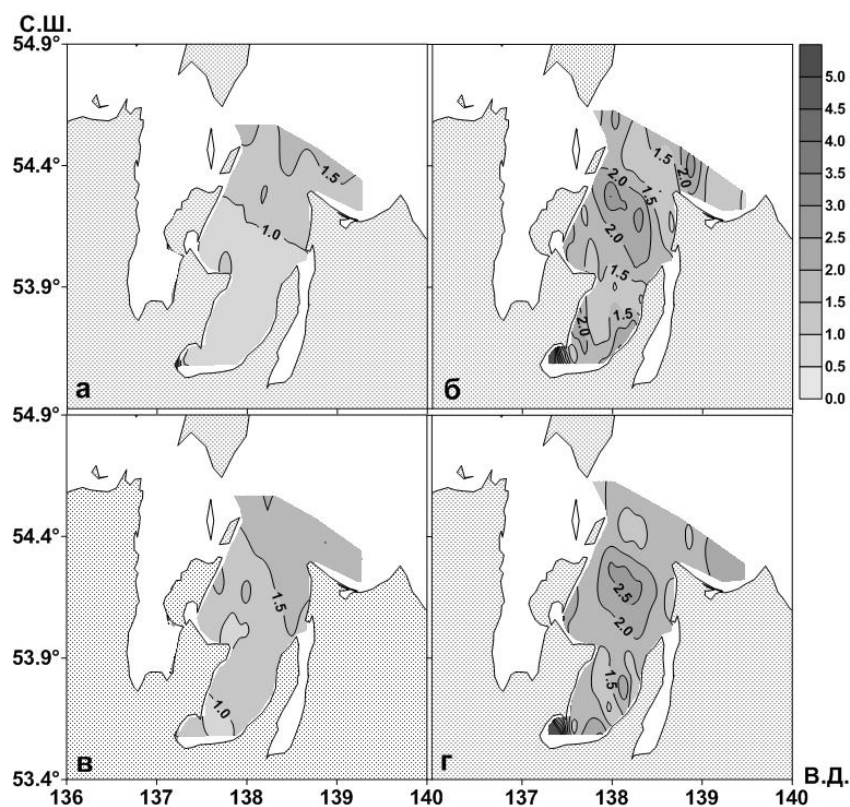


Рис. 11.5. Распределение концентрации общего фосфора (мкмоль/л) в заливе Академии (Охотское море) в июле 2016 г. (а, в) и сентябре 2020 г. (б, г). (а, б) – поверхностный слой, (в, г) – придонный

11.6. Депонированный органический углерод мелководных бухт залива Петра Великого Японского моря

д.х.н. П.Я. Тищенко, Е.М. Шкирникова, к.т.н. В.А. Горячев, А.А. Рюмина, С.Г. Сагалаев, к.г.н. П.П. Тищенко, к.б.н. О.А. Уланова, Е.Ю. Тибенко

В бухтах залива Петра Великого Японского моря рассчитан депонированный углерод в толще осадка 1 м. В отсутствие лугов zostеры морской для б. Воевода, Новгородская и зал. Угловой, депонированный углерод составил 140, 99 и 55 тС/га, соответственно. Присутствие трав существенно повышает эту величину: 180 и 126 тС/га для бухт Воевода и Новгородская соответственно. Используя измерения радиоактивности техногенного изотопа ^{137}Cs , оценена скорость накопления депонированного углерода в исследуемых бассейнах без лугов zostеры и в местах покрытых лугами zostеры. Используя результаты измерений концентрации хлорофилла-а в донных осадках исследуемых бассейнов в период 2018-2020 гг., оценены коэффициенты биотурбации (62,7-5,3 $\text{cm}^2/\text{сут}$) и кажущиеся константы деградации. Максимальные скорости деградации депонированного углерода соответствуют верхним горизонтам: 550, 115, 24 и 11 $\text{гC}/(\text{m}^2 \text{ год})$ б. Воевода с лугами zostеры, б. Воевода в отсутствие zostеры, зал. Угловой, б. Новгородская в отсутствие zostеры соответственно. Установлено, что луга zostеры обеспечивают максимальную концентрацию труднорастворимого органического вещества в донных осадках б. Воевода. (Тищенко П.Я., Шкирникова Е.М., Горячев В.А. Рюмина А.А., Сагалаев С.Г., Тищенко П.П., Уланова О.А., Тибенко Е.Ю. Депонированный органический углерод мелководных бухт залива Петра Великого (Японское море) // *Геохимия*. 2022. Т. 67, № 10. С. 1004-1012. DOI: 10.31857/S0016752522100119; переводная версия: Tishchenko P.Y., Shkirnikova E.M., Goryachev V.A., Sagalaev S.G., Tishchenko P.P., Ulanova O.A., Tibenko E.Y. Accumulated Organic Carbon in the Sediments of Shallow Bights of the Peter the Great Bay, Sea of Japan // *Geochemistry International*. 2022. V. 60. P. 1005-1013. DOI: 10.1134/S0016702922100111).

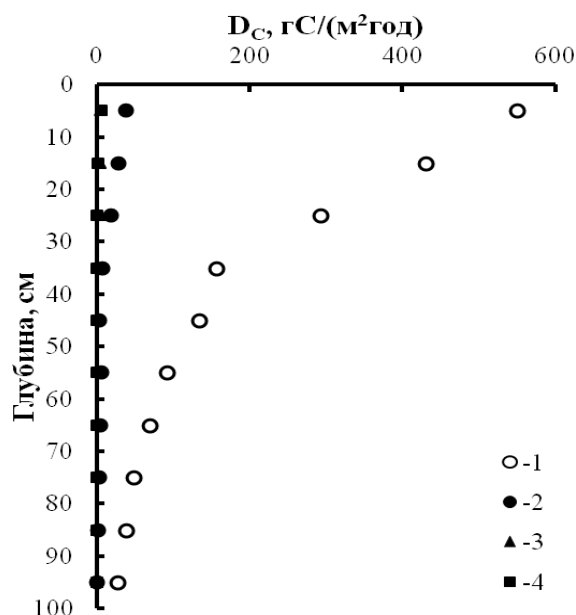


Рис. 11.6. Скорости кажущейся деградации органического вещества в б. Воевода (1, 2), Новгородской (3) и зал. Угловой (4). Профиль 1 соответствует донным осадкам, на которых присутствует zostera, профили 2-4 – донным осадкам, на которых отсутствует морская трава

11.7. Влияние динамики вод на распределение температуры, солености и pCO_2 в поверхностных водах Восточно-Камчатского течения

д.г.н. А.Г. Андреев, к.г.н. И.И. Пипко

Судовые наблюдения за температурой, соленостью, pCO_2 (1995-2020 гг.) и спутниковые данные по скоростям геострофических течений и концентрации хлорофилла-а использованы для выявления факторов, определяющих пространственно-временную изменчивость параметров морской воды на западной границе тихоокеанской субарктики. Зимой поверхностные воды восточной Камчатки были близки к газовому равновесию с атмосферой или перенасыщены CO_2 . Летом экстремально низкие значения pCO_2 в поверхностном слое вблизи восточной Камчатки и северных Курильских островов наблюдались в водах с пониженной соленостью (32,1-32,6). Распределение температуры, солености и pCO_2 в поверхностном слое в зоне центральных Курильских островов определялось положением и интенсивностью антициклональных вихрей и струй Восточно-Камчатского течения. Сравнение данных наблюдений за pCO_2 в зимний период показывает увеличение pCO_2 между 1998/2001 и 2018/2020 гг. на 50 мккатм в водах с соленостью 33,0-33,1, что согласуется с увеличением pCO_2 в атмосфере на 46 мккатм. (Andreev A.G., Pipko I.I. *Water circulation, temperature, salinity, and pCO_2 distribution in the surface layer of the East-Kamchatka Current // Journal of Marine Science and Engineering. 2022. V. 10 (11). Art. no. 1787. DOI: 10.3390/jmse10111787; Андреев А.Г. Исследование течения Соя в южной части Охотского моря по спутниковым данным // Исследование Земли из космоса. 2022. № 1. С. 19-29. DOI: 10.31857/S0205961422010031).*

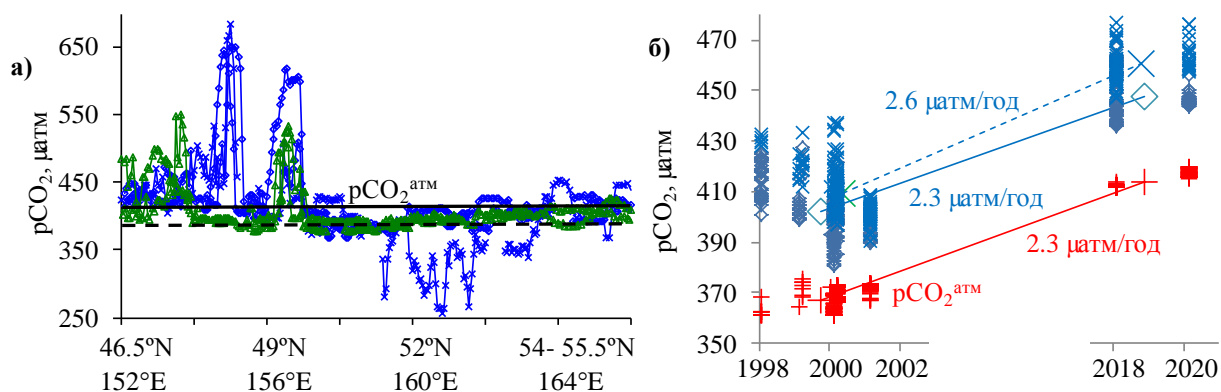


Рис. 11.7. а) Распределение $p\text{CO}_2$ в зоне зимой 2003 г. (треугольники) и зимой-весной 2013 г. (ромбы и крестики); б) изменения в $p\text{CO}_2$ морской воды (ромбы – воды с соленостью 33,00-33,05, крестики – воды с соленостью 33,05-33,10) и $p\text{CO}_2$ в атмосфере в зоне Восточно-Камчатского течения

11.8. Гидрохимические характеристики и цветение фитопланктона в эстуарии р. Раздольная в зимний сезон

к.г.н. П.Ю. Семкин, д.х.н. П.Я. Тищенко, к.х.н. Г.Ю. Павлова, Ю.А. Барабанчиков,
к.г.н. П.П. Тищенко, М.Г. Швецова, Е.М. Шкирникова, к.б.н. Ю.В. Федорец

Приведены результаты вспышки цветения фитопланктона, наблюдавшейся в эвтрофном эстуарии р. Раздольная с 22 января по 23 февраля 2022 г., когда эстуарий был покрыт льдом. Цветение распространилось на 21 км от устьевых бара реки по течению в придонном слое вод под галоклином. Концентрация хлорофилла-а в районе цветения увеличилась с 15 до 100 мкг/л, а концентрация растворенного кислорода с 350 до 567 мкмоль/кг, при этом $p\text{CO}_2$ понизилось до 108 мкатм в наиболее перенасыщенных кислородом водах. *Thalassiosira nordenskioldii* – морская диатомовая водоросль была доминирующим видом фитопланктона в зоне цветения. Основным эффектом цветения фитопланктона является формирование гипероксии/гипоксии в зависимости от условий освещения в период максимальной толщины льда и минимального речного стока. Таким образом, исследование демонстрирует, что эвтрофикация в будущем может привести к нестабильности экосистем и большим синоптическим колебаниям растворенного кислорода и парциального давления CO_2 в эстуариях. (Semkin P., Tishchenko P.Ya., Pavlova G., Barabanshchikov Y., Tishchenko P.P., Shvetsova M., Shkirnikova E., Fedorets Y. *O₂ and CO₂ responses of the synaptic period to under-ice phytoplankton bloom in the eutrophic Razdolnaya River estuary of Amur Bay, the Sea of Japan // Journal of Marine Science and Engineering. 2022. V. 10, No. 12. Art. no. 1798. DOI: 10.3390/jmse10121798*).

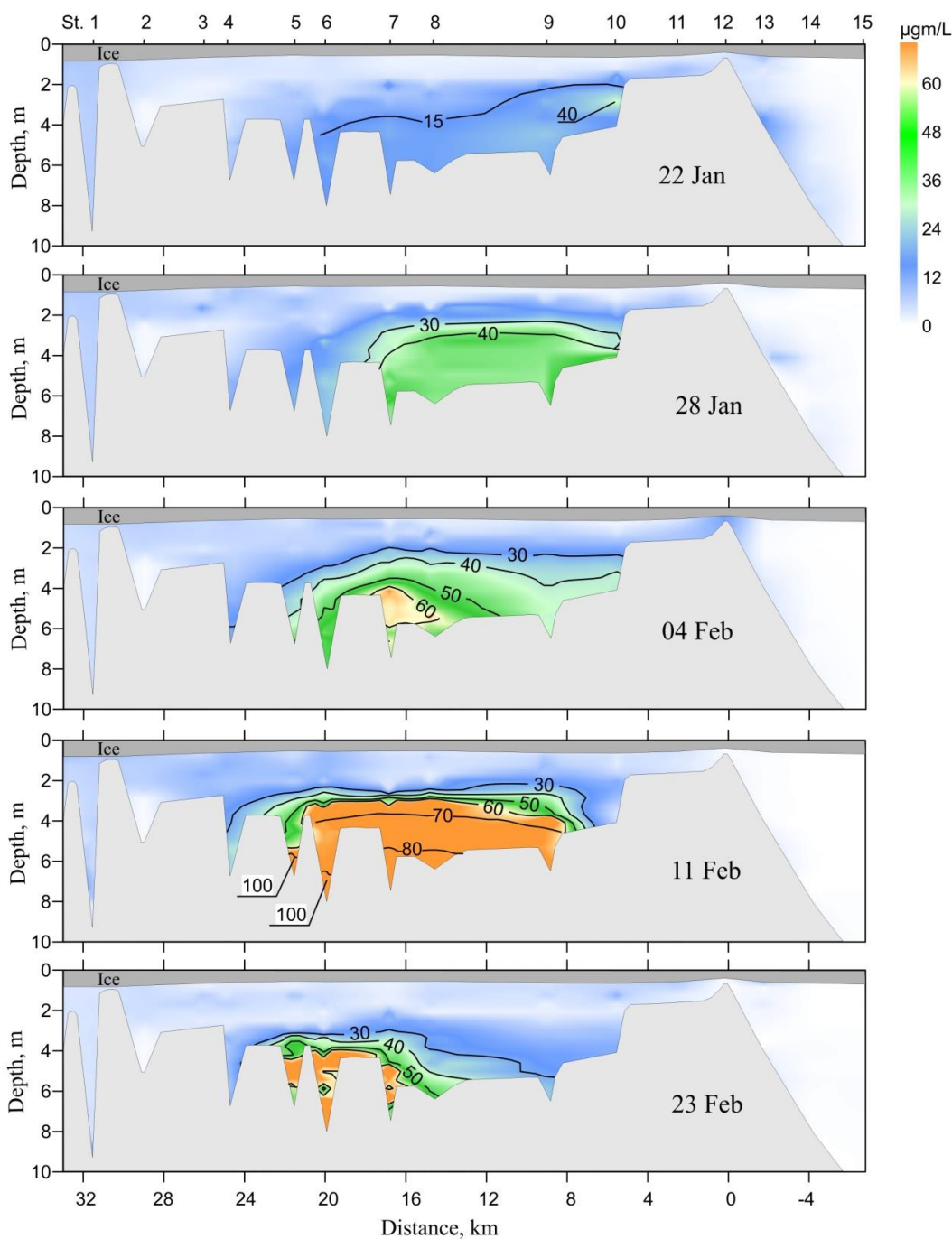


Рис. 11.8. Концентрация хлорофилла-а в период с 22 января по 23 февраля 2022 г. Пунктирными красными линиями показано положение станций. Положительные значения по оси абсцисс – расстояние от устьевого бара (ст. 12) вверх по течению, отрицательные значения – направление в море

11.9. Изотопы радия и биогенные вещества в эстуарии р. Раздольная (Амурский залив, Японское море) в период летнего паводка

к.г.н. П.Ю. Семкин, д.х.н. П.Я. Тищенко, к.г.н. П.П. Тищенко, к.х.н. Г.Ю. Павлова, Ю.А. Барабаничиков, Т.А. Михайлик, к.г.-м.н. А.Н. Чаркин, М.Г. Швецова

Изучена активность растворенных изотопов радия (^{223}Ra , ^{224}Ra , ^{228}Ra) и концентрация биогенных веществ (аммоний, нитраты, нитриты, фосфаты, силикаты, общий азот и общий фосфор) в эстуарии р. Раздольная при содержании взвеси в реке более 1000 мг/л. Основным процессом поступления ^{228}Ra в эстуарий является десорбция

из речной взвеси в начале зоны смешения, в районе устьевого бара, где его активность достигала $163 \pm 0.03 \text{ dpm } 100 \text{ л}^{-1}$, что в 139 раз выше, чем в речной воде. В районе устьевого бара наблюдалось увеличение активности ^{224}Ra и ^{223}Ra (соответственно в 4 и 17 раз выше, чем в речной воде) и повышение концентрации общего фосфора, NH_4^+ , DSi , NO_3^- и общего азота. Экстремум активности ^{224}Ra , а также повышение ^{223}Ra зафиксированы в придонных водах устьевого взморья, поэтому источником данных изотопов в основном являются донные осадки. Отмечена прямая корреляция в соотношениях « PO_4^{3-} - ^{224}Ra » и « NH_4^+ - ^{224}Ra » и зафиксирован одновременный экстремум ^{224}Ra , PO_4^{3-} и NH_4^+ в придонных водах устьевого взморья, который пространственно совпадает с районом наибольшей плотности поселений полихет – активных биоирригаторов поровых вод. (Семкин П.Ю., Тищенко П.Я., Тищенко П.П., Павлова Г.Ю., Анисимова Е.В., Барабанищikov Ю.А., Михайлик Т.А., Чаркин А.Н., Швецова М.Г. Изотопы радия и биогенные вещества в эстуарии реки Раздольной (Амурский залив, Японское море) в период летнего паводка // *Водные ресурсы*. 2022. Т. 49, № 3. С. 286-297. DOI: 10.31857/S0321059622030130; переводная версия: Semkin P.Yu., Tishchenko P.Ya., Tishchenko P.P., Pavlova G.Yu., Anisimova E.V., Barabanshchikov Yu.A., Mikhailik T.A., Charkin A.N., Shvetsova M.G. Radium isotopes and nutrients in Razdolnaya River Estuary (Amur Bay, the Sea of Japan) in the period of summer flood // *Water Resources*. 2022. V. 49, No. 3. P. 429-439. DOI: 10.1134/S0097807822030137).

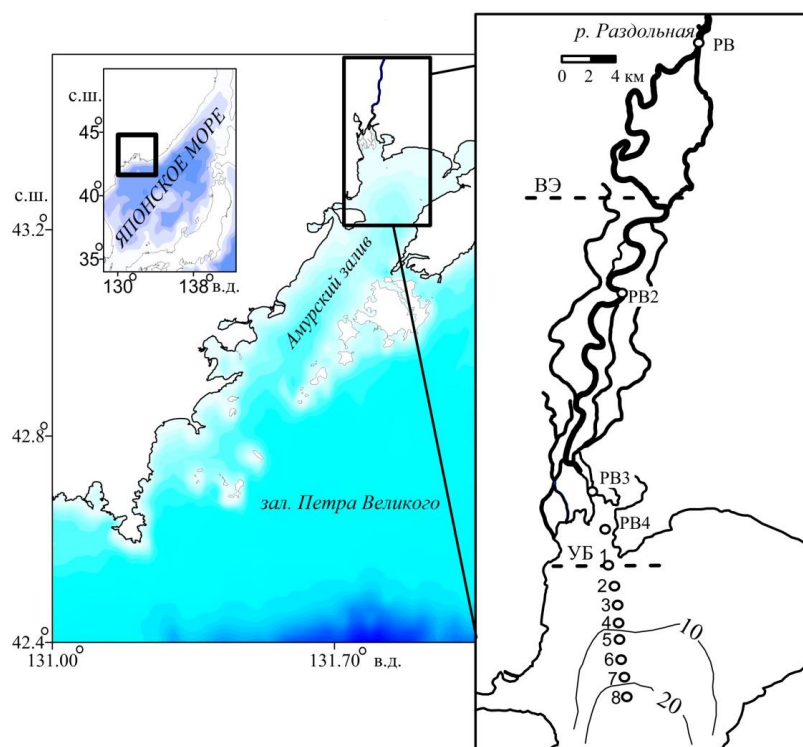


Рис. 11.9. Положение станций на устьевом взморье р. Раздольная в период летнего паводка

11.10. Карбонатная система эстуариев рек Сыран и Ульбан (Ульбанский залив Охотского моря) в летний сезон

к.г.н. П.Ю. Семкин, д.х.н. П.Я. Тищенко, к.х.н. Г.Ю. Павлова, к.г.н. П.П. Тищенко, С.Г. Сагалаев, Е.М. Шкурникова, М.Г. Швецова

В период летнего паводка 2016 г. исследован комплекс химических характеристик, связанных с циклом углерода в эстуариях р. Сыран и Ульбан района Шантарского архипелага с общим расходом воды $194,7 \text{ м}^3/\text{с}$. Зона смешения при солёности менее чем

20‰ – источник CO₂ для атмосферы с рассчитанным потоком CO₂ до 112,7 ммоль м⁻² сут⁻¹. При солености более чем 20‰ наблюдается резкое увеличение толщины фотического слоя, доминирование фотосинтеза, в результате чего формируется поток CO₂ из атмосферы в воду величиной до 30 ммоль м⁻² сут⁻¹. Представлен модельный поток CO₂ на границе вода/атмосфера при скорости ветра от 2 до 15 м/с для всей зоны смешения, воды которой в целом поглощают атмосферный CO₂. Особенность изученного бассейна, в сравнении с исследованными ранее эстуариями р. Уда и Усалгин района Шантарского архипелага – сочетание относительно низкого объема водного и твердого стока с относительно высоким потоком фосфора в минеральной и органической формах. (Семкин П.Ю., Тищенко П.А., Павлова Г.Ю., Тищенко П.П., Сагалаев С.Г., Шкирникова Е.М., Швецова М.Г. Карбонатная система эстуариев рек Сыран и Ульбан (Ульбанский залив Охотского моря) в период летнего наводка // Водные ресурсы. 2022. Т. 49, № 5. С. 650-661. DOI: 10.31857/S0321059622050145; переводная версия: Semkin P.Yu., Tishchenko P.Ya., Pavlova G.Yu., Tishchenko P.P., Sagalaev S.G., Shkirnikova E.M., Shvetsova M.G. The carbonate system of the estuaries of the Syran and Ul'ban Rivers (Ul'banskii Bay, the Sea of Okhotsk) during spring flood // Water resources. 2022. V. 49. P. 869-879. DOI: 10.1134/S0097807822050141).

Таблица 11.10. Модельный поток (F) CO₂ на границе вода-атмосфера: средний с единицы площади – 1 м² (ммоль м⁻² сут⁻¹) и суммарный для всей ЗС (моль сут⁻¹) в эстуариях рек Сыран и Ульбан при разной скорости ветра (м/с)

Скорость ветра	Средний FCO_2 в ЗС <20‰	Средний FCO_2 в ЗС > 20‰	Суммарный FCO_2 в атмосферу	Суммарный FCO_2 из атмосферы
3	64,5	-20,2	12,8×10 ⁶	-41×10 ⁶
5	332	-41,9	66×10 ⁶	-83×10 ⁶
7	652	-87,1	130 ×10 ⁶	-174×10 ⁶
10	1331	-177,8	266×10 ⁶	-355×10 ⁶
15	2995	-400	599×10 ⁶	-800×10 ⁶

11.11. Первичная продукция фитопланктона на северо-восточном шельфе о. Сахалин в летний период

к.г.н. П.П. Тищенко

В период с 7 по 9 июля 2016 г. проведены гидрохимические исследования северо-восточного шельфа о. Сахалин. На основании измерений кислорода с использованием датчиков в условиях *in situ* и набора био-гидрохимических характеристик определена первичная продукция фитопланктона в фотическом слое. Для расчета использовано представление световой кривой в модифицированной модели прямоугольной гиперболы. Синтез первичной продукции происходил наиболее интенсивно в зоне влияния р. Амур, а значения интегральной первичной продукции в фотическом слое вод изменялись от 1,57 до 11,17 г С·м⁻²·сут⁻¹. Область распространения модифицированных высокопродуктивных вод р. Амур достигала траверза южной границы залива Пильтун, где была ограничена холодными солеными водами, привнесенными вихревой структурой из глубинных горизонтов. Доля продукции, затрачиваемой на формирование кормовой базы охотско-корейской популяции серых китов, составила 1,9% от общей продукции рассматриваемой акватории. (Тищенко П.П. Первичная продукция фитопланктона на северо-восточном шельфе острова Сахалин в летний период // Морской биологический журнал. 2022. Т. 7, № 4. С. 81-97. DOI: 10.21072/mbj.2022.07.4.07).

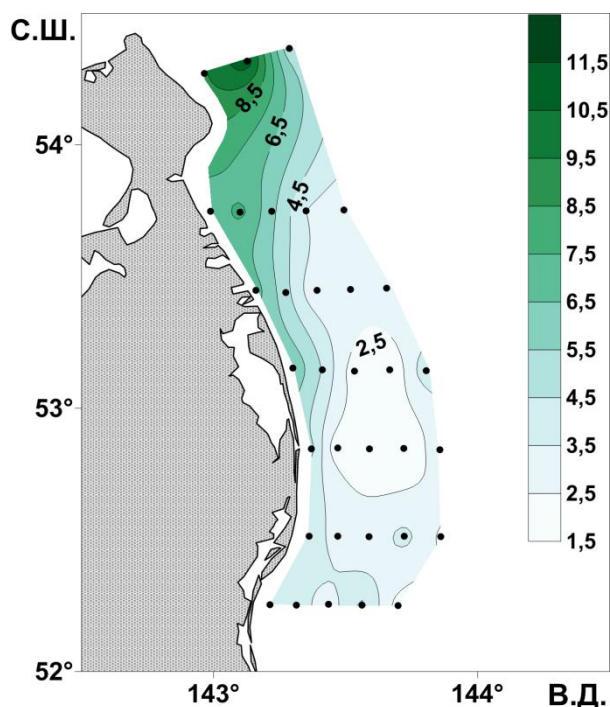


Рис. 11.11. Пространственное распределение первичной продукции фитопланктона ($\text{гС м}^{-2}\cdot\text{сут}^{-1}$), на северо-восточном шельфе о. Сахалин (7-9 июля 2016 г.)

11.12. Исследование снежного покрова в Арктике

О.В. Шевцова, к.х.н. А.П. Недашковский

Изучены особенности химического состава снежного покрова в период его накопления на о. Большевик (район научно-исследовательского стационара «Ледовая База «Мыс Баранова»). Зимой 2018/2019 г. в свежем и слежавшемся снеге измерены удельная электропроводность, плотность, общая кислотность, pH, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , Si и, дополнительно, в слежавшемся снеге Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- и SO_4^{2-} . Найдены закономерности изменения параметров свежего и слежавшегося снега. Сравняется состав снега о. Большевик и атмосферных осадков и снежного покрова в других фоновых районах Российской Федерации. Обсуждается влияние природных и антропогенных факторов на химический состав снега о. Большевик. Показано, что повышение общей кислотности снега до 0,001-0,014 мэкв/л в ноябре-июне во время образования молодого льда и затем ледостава могло быть обусловлено, примерно в равных долях, антропогенными окислами азота и серы. Однако по химическому составу исследованный снег соответствовал зоне экологической нормы. (Шевцова О.В., Добротина Е.Д., Гончарова А.Б., Недашковский А.П. Исследование снежного покрова в Арктике // Лед и снег. 2022. Т. 62, № 4. С. 564-578. DOI: 10.31857/S2076673422040152).

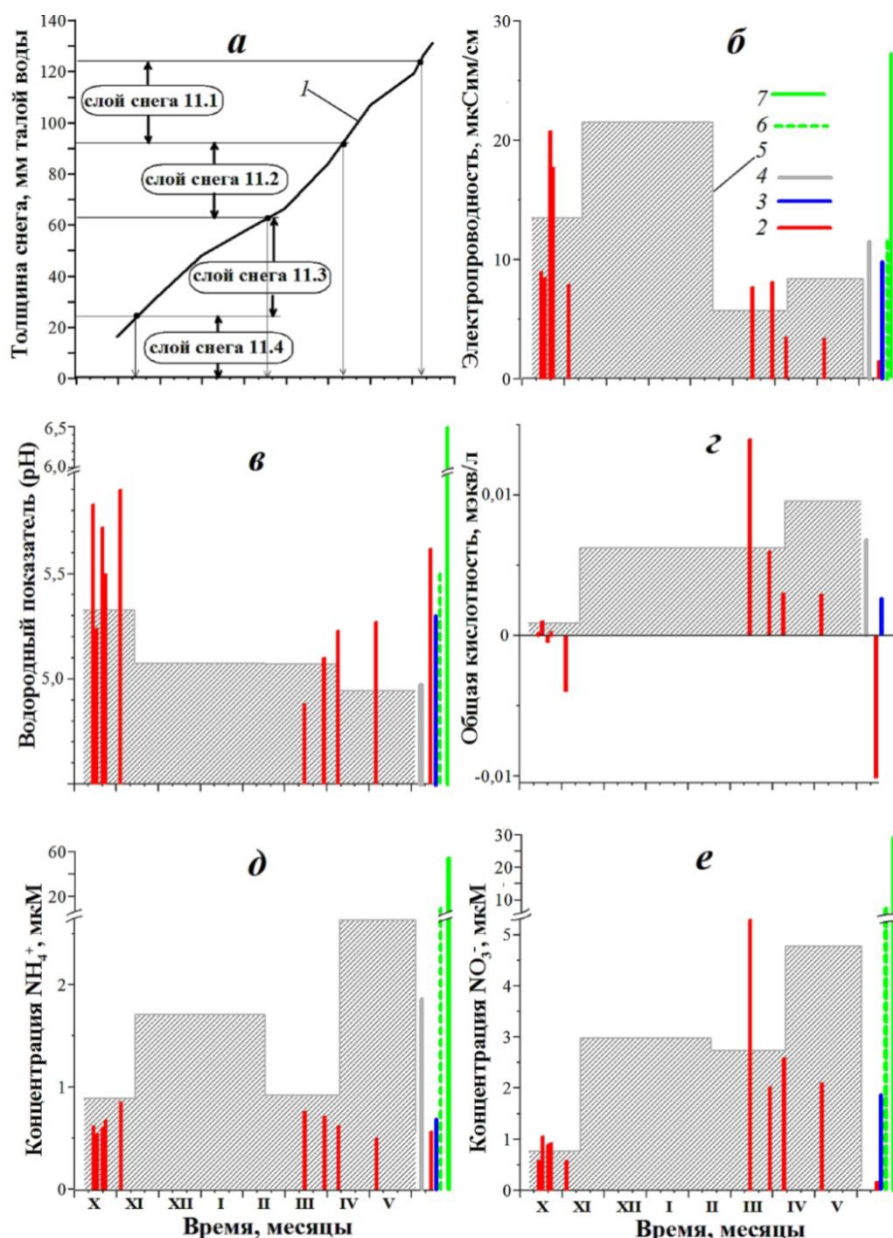


Рис. 11.12. Временная изменчивость объема выпавших осадков (а), удельной электропроводности (б), водородного показателя (в), общей кислотности (г), аммония (д), нитратов (е) и средние значения этих параметров (б-е) в снеге на м. Баранова зимой 2018/2019 г. Наименьшие и наибольшие средние за 2018 г. значения удельной электропроводности (б), водородного показателя (в), аммония (д) и нитрата (е) для осадков на российских станциях фонового мониторинга, входящих в систему Глобальной службы атмосферы Всемирной метеорологической организации

11.13. Оценки первичной продукции в северной части Японского моря в различные сезоны по судовым и спутниковым данным

д.б.н. В.И. Звалинский, д.х.н. П.Я. Тищенко, к.г.н. В.Б. Лобанов

Проанализированы данные десяти экспедиций, выполненных в северной части Японского моря (36-47° с.ш. и 130-141° в.д.), включая прибрежные воды России, в период с февраля по ноябрь в 2000-2015 гг., что позволило детально рассмотреть особенности первичного продуцирования в различные сезоны. Анализировались результаты судовых СТД-зондирований, концентрации биогенных веществ и хлорофилла-а, а также спутниковые данные цвета океана. В начале весеннего периода максимальные величины хлорофилла-а наблюдаются в поверхностном слое. В мае после установления летней

стратификации основная масса хлорофилла-а сосредоточена в слое 20-40 м. Осенью, в середине октября, начинается разрушение летней стратификации и происходит увеличение снабжения эвфотического слоя биогенных веществ, вследствие чего возрастает содержание хлорофилла-а. Величина суммарной первичной продукции в слое фотосинтеза по судовым оценкам оказалась примерно в два раза выше спутниковых оценок – 400 и 224 г С/м² год соответственно. Проанализированы причины таких различий. (Звалинский В.И., Лобанова П.В., Тищенко П.Я., Лобанов В.Б., Маховиков А.Д. Оценки первичной продукции в северной части Японского моря в различные сезоны по судовым и спутниковым данным // *Океанология*. Т. 62, № 5. С. 726-742. DOI: 10.31857/S0030157422050215; переводная версия: Zvalinsky V.I., Lobanova P.V., Tishchenko P.Ya., Lobanov V.B., Makhovikov A.D. Estimation of Primary Production in the Northern Part of the Sea of Japan in Various Seasons by Ship- and Satellite-Based Observations // *Oceanology*. 2022. V. 62. P. 630-645 DOI: 10.1134/S0001437022050216).

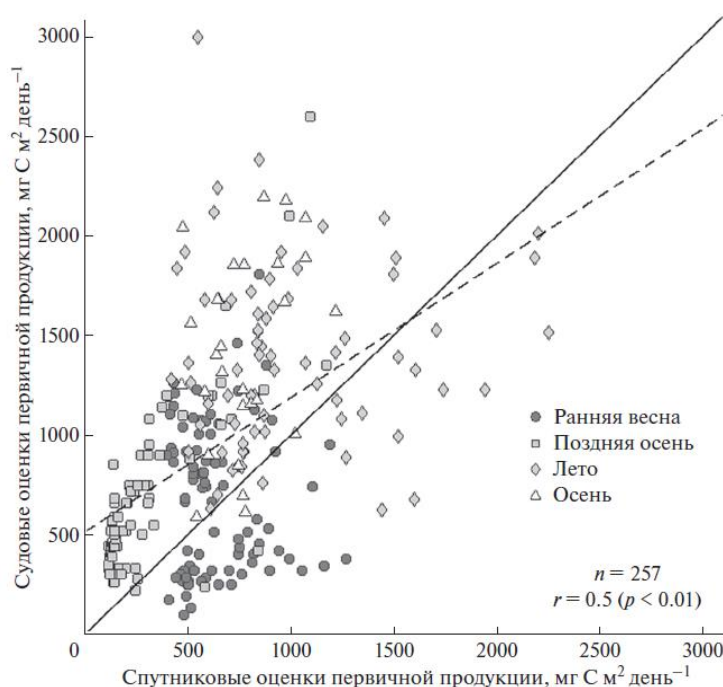


Рис. 11.13. Диаграмма рассеяния судовых и спутниковых оценок первичной продукции (г С/м² день) для всех исследуемых станций за период 2000-2015 гг. Сплошная линия – линия соответствия, пунктирная – линия линейной регрессии

11.14. Запутывание сивуча (*Eumetopias jubatus*) в предметах антропогенного происхождения на о. Тюлений (Охотское море)

к.б.н. А.М. Трухин

Анализируются данные о частоте запутывания сивуча (*Eumetopias jubatus*) в морском мусоре антропогенного происхождения на репродуктивном лежбище на о. Тюлений (Охотское море). Данный феномен рассматривается как одна из возможных причин угнетенного состояния, в котором в настоящее время пребывает мировая популяция сивуча. Зарегистрировано 133 сивуча запутавшегося в инородных предметах антропогенного происхождения. Относительный показатель запутывания по годам составил 1,48-1,97% от общей численности присутствующих на лежбище сивучей. Среди запутавшихся были разновозрастные животные обоего пола, но наибольшая доля запутавшихся среди молодых самцов. Происхождение большей части антропогенного мусора связано с рыболовством: обрывки сетей, веревки, леска, упаковочные ленты попадают в море случайно или бывают выброшены преднамеренно. На о. Тюлений

степень запутывания сивучей выше, чем в восточной части ареала вида. Высокий показатель травмирования сивучей на лежбище о. Тюлений позволяет рассматривать запутывание как одно из неблагоприятных экологических условий для существования данной репродуктивной группировки. (Kuzin A.E., Trukhin A.M. *Entanglement of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) in man-made marine debris on Tyulenyi Island, Sea of Okhotsk // Marine Pollution Bulletin. 2022. V. 177. Art. no. 113521. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2022.113521*).

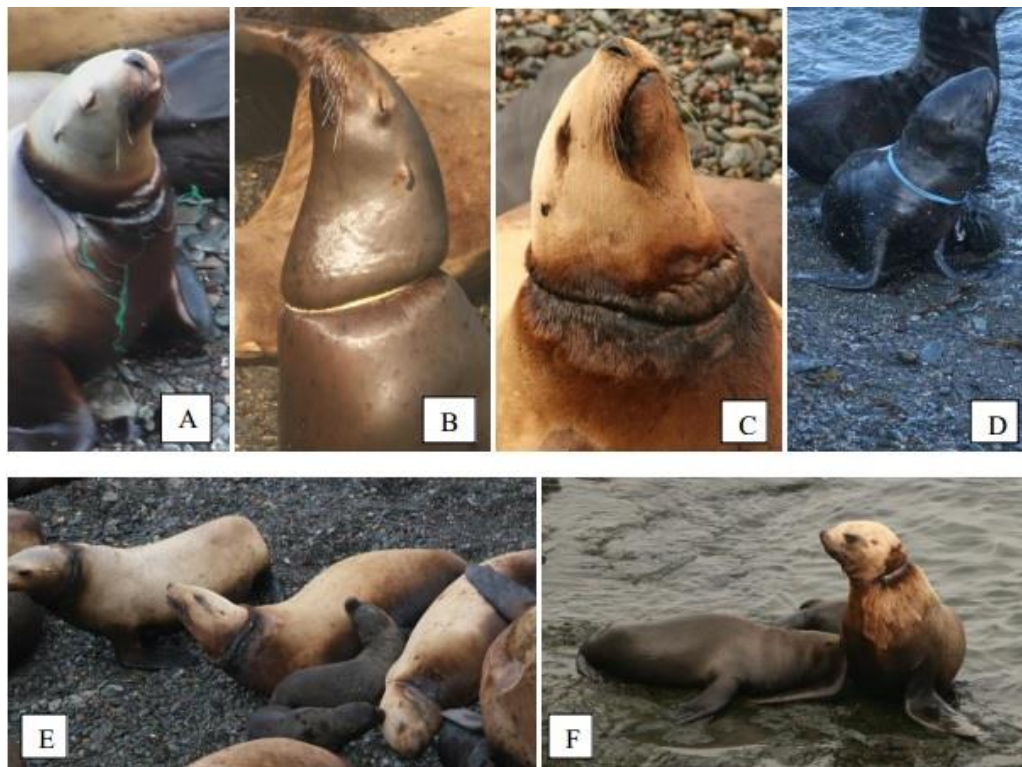


Рис. 11.14. Сивучи, травмированные различными предметами антропогенного происхождения. Типы морского мусора: А – сеть на шее; В – пластиковая лента на шее; С – ошейник на шее (материал не определен); D – упаковочная лента на шее детеныша; Репродуктивный статус травмированных: E – три самки с ошейниками, имеющие детенышей; F – травмированная самка, выкармливающая годовика

11.15. Изменение репродуктивного ареала ларги *Phoca largha* Pallas, 1811 (*Carnivora: Pinnipedia*) в западной части Японского моря: причины и следствие

к.б.н. А.М. Трухин

Рассмотрена динамика пространственной структуры репродуктивных залежек ларги *Phoca largha* Pallas, 1811 (*Carnivora: Pinnipedia*) в условиях происходящего роста численности популяции, населяющей залив Петра Великого Японского моря. Обнаружены различия в возрастной структуре репродуктивных агрегаций в пределах отдельных островов или групп островов (кластеров), входящих в состав архипелага Римского-Корсакова. Процесс деторождения у самок на островах западного и центрального кластеров проходит в более ранние сроки, чем на островах восточного кластера, недавно вошедшего в сферу репродукции популяции (рис. 11.17). Репродуктивные агрегации самок, размножающихся в границах восточного кластера, представлены тюленями младших возрастных классов; у молодых самок период деторождения сдвинут на более поздние сроки. Заселение ларгой новых островов залива, на которых возникли дополнительные очаги репродукции, происходит в результате миграции сюда молодых достигших фертильного возраста самок. Стимулом к расселению ларги по акватории залива Петра Великого явилось достижение локальной

репродуктивной группировкой в большинстве традиционных мест размножения биологического оптимума численности и той пороговой плотности, при которой дальнейшее ее увеличение затруднено. (Трухин А.М. Изменение репродуктивного ареала ларги *Phoca largha* Pallas, 1811 (Carnivora: Pinnipedia) в западной части Японского моря: причины и следствие // Биология моря. 2022. Т. 48, № 2. С. 111-117. DOI: 10.31857/S0134347522020103; переводная версия: Trukhin A.M. Changes in the Breeding Range of Spotted Seals, *Phoca largha* (Pallas, 1811) (Carnivora, Pinnipedia), in the Western Sea of Japan: Causes and Effects // Russian Journal of Marine Biology. 2022. V. 48, No. 2. P. 101-107. DOI: 10.1134/S1063074022020109).

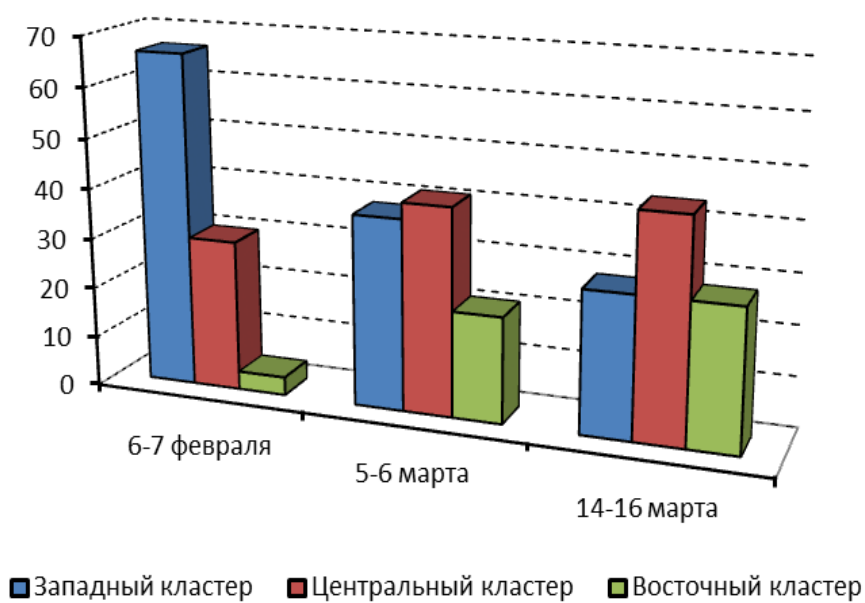


Рис. 11.15. Доля сеголеток из разных кластеров (%) в общем приплоде ларги на архипелаге Римского-Корсакова в течение репродуктивного периода 2015 г.

11.16. Исследования кольчатой нерпы (*Phoca hispida*) в прибрежных водах Чукотского полуострова

д.б.н. В.В. Мельников

Исследовано современное распространение и условия обитания кольчатой нерпы (*Phoca hispida*) в прибрежных водах Чукотского п-ова. В зимний период нерпы встречаются на дрейфующих льдах северной части Анадырского залива, на льду припая и его кромке в заливах восточной части Чукотского п-ова. Весной основные скопления нерпы расположены на припайном льду. Отмечена весенняя миграция неполовозрелых нерп в Чукотское море. В летний период животные распределяются в прибрежье всего Чукотского п-ова, однако их относительная численность заметно снижается. Осенняя миграция кольчатых нерп выражена слабо. Осенью основные скопления нерп наблюдались на новобразующемся льду залива Лаврентия в проливе Сенявина и бухте Ткачен. Припайный лед восточного побережья Чукотского п-ова является одним из основных районов воспроизводства кольчатой нерпы в Беринговом море. (Melnikov V.V. Observations of Ringed Seal (*Phoca hispida*) in the Nearshore Waters of the Chukotka Peninsula. // Arctic. 2022. V. 75, No. 4. P. 431-448. DOI: 10.14430/arctic76257).

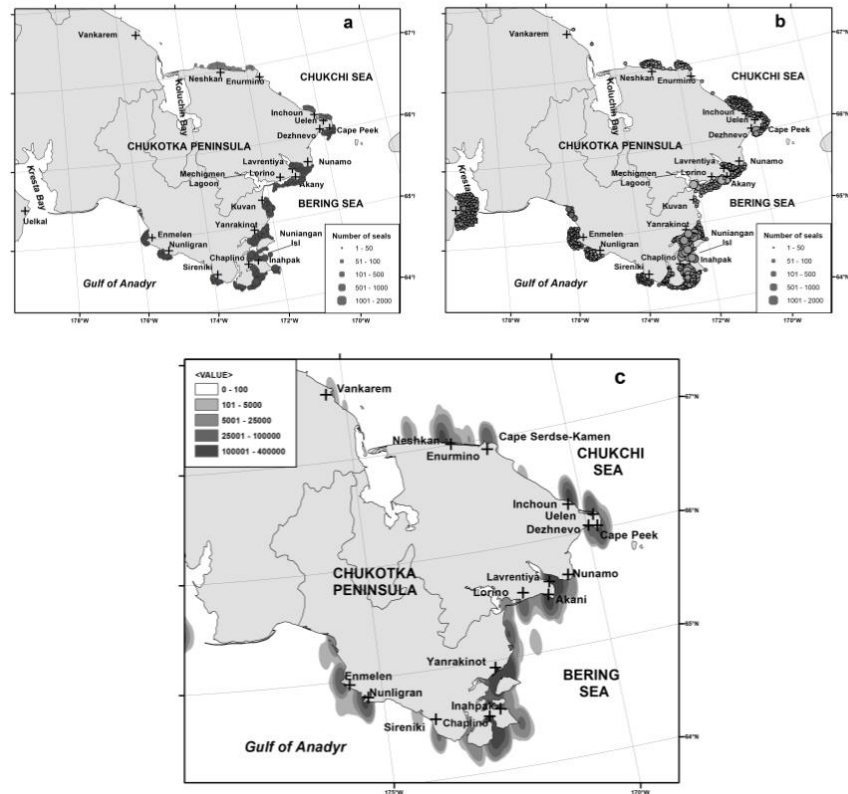


Рис. 11.16. Распределения кольчатой нерпы в прибрежье Чукотского п-ова. а) в апреле-июне 1996 г.; б) в апреле-июне 2002 г., когда зарегистрировано наибольшее количество нерп за весь период наблюдений; в) пространственный анализ распределения нерпы за весь период наблюдений (метод Кернела)

11.17. Связанные с аэрозольным веществом полициклические ароматические углеводороды и нитрополициклические ароматические углеводороды в приземном воздухе г. Владивосток: сезонные изменения, источники, угроза для здоровья и многолетняя изменчивость

к.х.н. В.Ф. Мишуков, А.С. Нерода

В 2022 г. международным коллективом ученых завершен этап многолетних исследований концентраций полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и нитрополициклических ароматических углеводородов (НПАУ) в атмосферных аэрозолях на территории Китая, Кореи, России и Японии. Во Владивостоке концентрации ПАУ и НПАУ были выше зимой, чем летом. Диагностические коэффициенты показали, что ПАУ и НПАУ в основном поступают с выбросами автотранспорта в оба сезона, тогда как зимой основным источником загрязнения атмосферного воздуха были отопительные системы. Коэффициенты эквивалентной токсичности свидетельствуют о значительном повышенном риске рака среди населения в целом зимой. Значения дополнительного риска развития рака в течение всей жизни (ILCR) указывают на потенциальный канцерогенный риск. Однако стоит отметить общую тенденцию к снижению концентраций ПАУ и НПАУ с 1999 по 2020 гг. Важной причиной этого является перевод ТЭЦ на газ во Владивостоке и значительное снижение выбросов летучей золы угля на ТЭЦ и в промышленности Китая. (Wang Y., Zhang H., Zhang X., Bai P., Neroda A., Mishukov V.F., Zhang L., Hayakawa K., Nagao S., Tang N. *PM-Bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Nitro-Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Ambient Air of Vladivostok: Seasonal Variation, Sources, Health Risk Assessment and Long-Term Variability // International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. V. 19, No. 5. Art. no. 2878. DOI 10.3390/ijerph19052878).

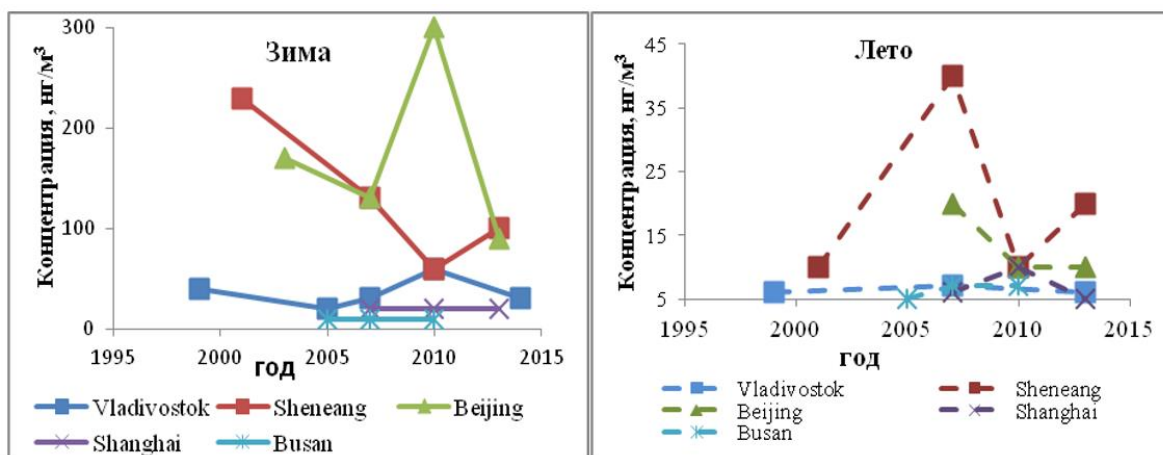


Рис. 11.17. Изменение суммарной атмосферной концентрации ПАУ в зимний (слева) и летний (справа) периоды с 1999 по 2014 г.

11.18. Репродуктивные адаптации морских ежей с планктотрофной личинкой

д.б.н. П.М. Жадан

Обобщены оригинальные данные авторов о роли факторов среды в запуске и синхронизации нереста в естественных популяциях двух видов морских ежей с планктотрофной личинкой. Показано, что для обоих видов характерны сходные репродуктивные адаптации, направленные на повышение репродуктивного успеха. Высокая чувствительность морских ежей, в первую очередь, самцов, к сигналу(ам) окружающей среды, скорее всего к фитопланктону, может рассматриваться как широкомасштабная адаптация, характерная для многих морских беспозвоночных с внешним оплодотворением и планктотрофной личинкой, и, видимо, является одной из предпосылок для развития массового нереста. Ночное время, а также фазы новолуния и полнолуния, являются модулирующими факторами, увеличивающими вероятность массового нереста. Более длительную продолжительность нереста у самцов по сравнению с самками, большую продолжительность выделения спермы во время массового нереста по сравнению с таковым вовремя одиночного нереста, большую продолжительность нереста у самцов, обитающих в среде с более высоким уровнем фитопланктона, и сближение самцов и самок во время массового нереста можно рассматривать как мелкомасштабные адаптации, повышающие вероятность оплодотворения. (Жадан П.М., Ващенко М.А., Репродуктивные адаптации морских ежей с планктотрофной личинкой // Тихоокеанский медицинский журнал. 2022. № 1. С. 26-35. DOI: 10.34215/1609-1175-2022-1-26-35).

11.19. Таксономический состав и определители *Eukrohnia tokioka*, 1965 (*Chaetognatha*) с описанием нового батипелагического вида *Eukrohnia helgae* sp. (море Лаптевых)

д.б.н. А.П. Касаткина

В батимальной зоне моря Лаптевых на глубине 1993 м к западу от хребта Ломоносова обнаружен новый вид *Chaetognatha*, относящийся к роду *Eukrohnia*. Приведены подробные описания нового вида *Eukrohnia helgae* sp. nov. и двух ранее обнаруженных арктических видов (*Eukrohnia borealis* Molchanov, 1907 и *E. molchanovi* Kasatkina, 1982) с дифференциальными диагнозами и рисунками-дешифраторами. Дается краткий таксономический обзор некоторых групп семейства *Eukrohniidae* и определителей для идентификации известных в настоящее время видов *Eukrohnia tokioka*, 1965. Подчеркивается, что факт отсутствия многочисленных, широко распространенных в

Мировом океане видов рода *Eukrohnia* в этой части моря Лаптевых заслуживает особого внимания. (Kasatkina A.P. *Taxonomic composition and keys for identification of Eukrohnia Tokioka 1965 (Chaetognatha) with description of the new bathypelagic species Eukrohnia helgae sp. nov. from the Laptev Sea to the west of the Lomonosov Ridge // Cahiers de Biologie Marine. 2022. V. 63, No. 2. P. 93-102. DOI: 10.21411/CBM.A.BCAF61EC*).

11.20. Морфологические изменения щетинкочелюстных (*Chaetognatha*) при различных повреждающих воздействиях

д.б.н. А.П. Касаткина, А.Ф. Сергеев

У щетинкочелюстных, подвергавшихся геофизическому воздействию, на поперечных срезах наблюдаются резкие деформации: дорсальные мышечные тяжи значительно смещены в горизонтальной плоскости относительно вентральных тяжей, тело животного сплющено в дорсо-вентральном направлении. Как на дорсальной, так и вентральной стороне под слоем мышц видны пространства, которые расширяются на уровне боковых полей. Можно заключить, что характер изменений, возникающих в тканях щетинкочелюстных при радиационном и геофизическом воздействиях, различается и является типичным для конкретного воздействующего фактора. (Касаткина А.П., Столярова М.В., Сергеев А.Ф. *Морфологические изменения щетинкочелюстных (chaetognatha) при различных повреждающих воздействиях // Цитология. 2022. Т. 64, № 3. С. 282-283*).

11.21. Влияние липидного комплекса из морской зеленой водоросли *Ulva lactuca* Linnaeus, 1753 на биохимические показатели плазмы крови и печени при экспериментальной дислипидемии

д.б.н. Н.Ф. Кушнерова, к.б.н. В.Г. Спрыгин, к.б.н. С.Е. Фоменко, к.б.н. Е.С. Другова, к.б.н. Л.Н. Лесникова, В.Ю. Мерзляков

Исследовано влияние липидного комплекса, выделенного из таллома морской зеленой водоросли *Ulva lactuca* и коммерческого препарата сравнения «Омега-3» на биохимические показатели плазмы крови и печени крыс при экспериментальной высокожировой диете (гиперхолестериновый рацион с жировой нагрузкой). Влияние диеты сопровождалось увеличением в плазме крови количества общих липидов, общего холестерина, липопротеинов низкой плотности, коэффициентов холестерина/фосфолипиды и атерогенности, снижением общих фосфолипидов, уровня холестерина липопротеинов высокой плотности, а также в изменении величин нейтральных классов липидов печени. Липидный комплекс *U. lactuca* показал более высокую биологическую активность в восстановлении липидного состава крови и печени при высокожировой диете по сравнению с препаратом «Омега-3». Морские водоросли могут использоваться как сырье для получения препаратов с гиподислипидемическими свойствами. (Кушнерова Н.Ф., Фоменко С.Е., Спрыгин В.Г., Другова Е.С., Момот Т.В., Лесникова Л.Н., Мерзляков В.Ю. *Влияние липидного комплекса из морской зеленой водоросли *Ulva lactuca* Linnaeus, 1753 на биохимические показатели плазмы крови и печени при экспериментальной дислипидемии // Биология моря. 2022. Т. 48, № 2. С. 123-132. DOI: 10.31857/S0134347522020073; переводная версия: Kushnerova N.F., Fomenko S.E., Sprygin V.G., Drugova E.S., Momot T.V., Lesnikova L.N., Merzlyakov V.Yu. *Effect of lipid complex from green seaweed *Ulva lactuca* Linnaeus, 1753 on the biochemical parameters of blood plasma and the liver in experimental dyslipidemia // Russian Journal of Marine Biology. 2022. V. 48, No. 2. P. 113-121. DOI: 10.1134/S1063074022020079*).*

Таблица 11.21. Химический состав липидного комплекса из таллома морской зеленой водоросли *Ulva lactuca*

Биохимические параметры	Показатели
Общие липиды, мг на 1 г сухой ткани	40,2±1,8
Общие фосфолипиды, мг на 1 г сухой ткани	4,1±0,3
Общие нейтральные липиды, мг на 1 г сухой ткани	15,3±0,8
Общие гликолипиды, мг на 1 г сухой ткани	16,9±0,9
Другие (бетаиновые липиды) мг на 1 г сухой ткани	3,9±0,2
Нейтральные липиды, % от суммы всех классов	
Диацилглицерины + моноацилглицерины	12,3±1,2
Свободные стеринны	15,1±0,9
Свободные жирные кислоты	9,3±1,1
Триацилглицерины	49,3±2,2
Эфиры стериннов	8,2±0,9
Остаточная фракция	5,9±0,7
Фосфолипиды, % от суммы всех классов	
Фосфатидилэтаноламин	20,5±1,2
Фосфатидилглицерин	26,5±1,5
Фосфатидилинозит	21,2±1,3
Фосфатидилсерин	17,3±1,1
Фосфатидная кислота	14,5±0,9
Жирные кислоты, % от суммы всех жирных кислот	
14:0 (миристиновая)	1,2±0,1
16:0 (пальмитиновая)	31,2±2,9
18:0 (стеариновая)	1,0±0,1
16:1 n-7 (пальмитолеиновая)	4,1±0,2
18:1 n-7 (<i>цис</i> -вакценовая)	9,8±0,4
18:1 n-9 (олеиновая)	2,3±0,2
18:2 n-6 (линолевая)	10,9±0,4
20:4 n-6 (арахидоновая)	1,7±0,1
16:4 n-3 (гексадекатетраеновая)	12,1±0,5
18:3 n-3 (α -линоленовая)	16,3±0,7
18:4 n-3 (стеаридоновая)	6,9±0,1
20:5 n-3 (эйкозапентаеновая)	1,9±0,2
22:6 n-3 (докозагексаеновая)	0,6±0,1

11.22. Влияние липидного комплекса из морской красной водоросли *Ahnfeltia tobuchiensis* на метаболические реакции печени при экспериментальном токсическом гепатите

к.б.н. В.Г. Спрыгин, д.б.н. Н.Ф. Кушнерова, к.б.н. С.Е. Фоменко

Исследовано влияние липидной фракции (ЛФА), выделенной из водно-этанольного экстракта таллома морской красной водоросли *Ahnfeltia tobuchiensis* на биохимические показатели крови и печени мышей при интоксикации четыреххлористым углеродом. Показано, что применение ЛФА оказывало выраженный антиоксидантный и гепатозащитный эффект, который проявлялся в достоверном снижении активности АлАТ в крови мышей на фоне повышения активности антиоксидантных ферментов и антирадикальной активности печени. Отмечали нормализацию фракционного состава фосфолипидов гепатоцитов, весовых характеристик и содержания общих липидов в печени. По терапевтической эффективности ЛФА превосходила препарат сравнения «Эссенциале®» по способности восстанавливать массу животных, удельную массу печени, активность АлАТ, показатели липидного обмена и процессов перекисного окисления.

Гепатозащитный эффект ЛФА обусловлен действием входящих в его состав фосфолипидов и гликолипидов морского происхождения, характеризующихся высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот семейства n-3. (Спрыгин В.Г., Кушнерова Н.Ф., Фоменко С.Е. Влияние липидного комплекса из морской красной водоросли *Ahnfeltia tobuahiensis* на метаболические реакции печени при экспериментальном токсическом гепатите // Известия РАН. Серия биологическая. 2022. № 1. С. 5-14. DOI: 10.31857/S1026347022010140).

Таблица 11.22. Жирнокислотный состав липидной фракции таллома *Ahnfeltia tobuchiensis* (Turner) С. Agardh (в % от суммы всех фракций)

Жирные кислоты	Показатели
14:0 (миристиновая)	2,00±0,17
16:0 (пальмитиновая)	19,53±0,65
18:0 (стеариновая)	4,97±0,14
16:1n-7 (пальмитолеиновая)	3,70±0,11
18:1 n-7 (<i>цис</i> -вакценовая)	1,50±0,03
18:1 n-9 (олеиновая)	19,66±1,68
18:2 n-6 (линолевая)	1,70±0,07
18:3 n-3 (α -линоленовая)	0,50±0,02
20:4 n-6 (арахидоновая)	26,24±0,68
20:5 n-3 (эйкозапентаеновая)	20,20±0,43
Σ НЖК	26,5
Σ МНЖК	24,85
Σ ПНЖК	48,64
Σ n-6 ПНЖК	27,94
Σ n-3 ПНЖК	20,70
n-6/ n-3	1,35
Примечание: НЖК – насыщенные жирные кислоты, МНЖК – моновенасыщенные жирные кислоты, ПНЖК – полиненасыщенные жирные кислоты.	

11.23. Морфофункциональные особенности двух типов фагоцитов голотурии *Eupentacta fraudatrix* (Djakonov et Baranova, 1958)

к.б.н. Л.С. Долматова

Различными методами, включая световую и флуоресцентную микроскопию, цитометрический анализ и визуализирующую цитометрию, биохимические и цитохимические методы, впервые выявлены морфологические и функциональные различия между двумя типами фагоцитов голотурии *Eupentacta fraudatrix*. Полученные результаты являются обоснованием ранее полученных данных о разной роли этих клеток в иммунном ответе у голотурий и будут использованы при разработке модели для скрининговых исследований новых препаратов. (Dolmatova L.S., Smolina T.P. Morphofunctional features of two types of phagocytes in the holothurian *Eupentacta fraudatrix* (Djakonov et Baranova, 1958) // Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. 2022. V. 58, No. 4. P. 955-970. DOI: 10.1134/S0022093022040020).

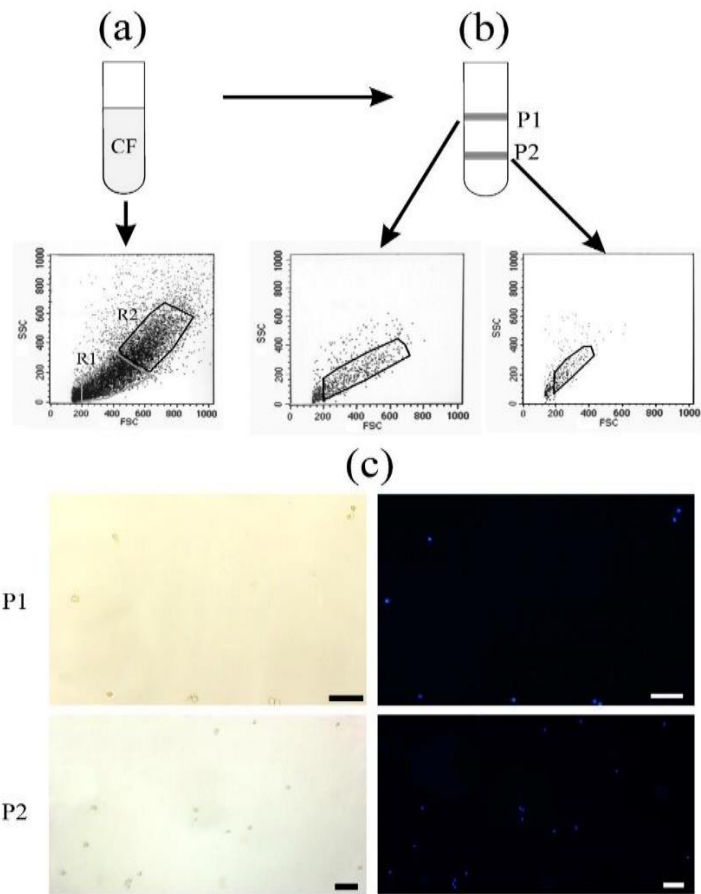


Рис. 11.23. Морфологическая идентификация фагоцитов голотурии *E. fraudatrix*. Результаты цитометрического анализа: (а) клетки целомической жидкости (CF); (б) фагоциты, полученные в результате центрифугирования в ступенчатом градиенте плотности фиколл-верографина. По оси абсцисс – интенсивность прямого светорассеяния (FSC), по оси ординат – интенсивность бокового светорассеяния (SSC). (с) макрофотографии фагоцитов Ф1 (P1) (верхняя панель) и Ф2 (P2) (нижняя панель). Левая панель – в проходящем свете, правая панель – окраска DAPI. Масштаб: 20 мкм

Тема «Изучение аномальных геофизических полей, как основы для исследования структуры, физических характеристик, геодинамики глубинных геосфер и прогнозирования сейсмогенных процессов в зоне дальневосточных морей и северо-западном секторе Тихого океана»

Научный руководитель д.г.-м.н. Кулинич Р.Г.

Регистрационный номер 121021500053-6

12.1. Мониторинг временных вариаций силы тяжести

к.г.-м.н. З.Н. Прошкина, к.г.-м.н. М.Г. Валитов

Завершен очередной годовой цикл мониторинга приливных изменений силы тяжести. Получен новый спектр основных приливных гармоник, включая длиннопериодный диапазон (рис. 12.1). Рассчитаны новые амплитудные и фазовые приливные параметры главных и второстепенных волн суточного, полусуточного, третьсуточного диапазонов на стационарном гравиметрическом пункте «м. Шульца». Полученные параметры лунно-солнечного приливного влияния свидетельствуют о достаточно уверенном выделении всех волн суточного, полусуточного и третьсуточного циклов. Результаты мониторинга создают основу для расчета упруго-вязких свойств твердых оболочек Земли. Это, в свою очередь, необходимо при изучении и прогнозе тектонических, в том числе сейсмогенных, процессов. (Валитов М.Г., Прошкина З.Н. Изменение амплитудных показателей в приливных вариациях силы тяжести в период подготовки близких землетрясений // Геосистемы переходных зон. 2021. Т. 5, № 3. С. 223-228. DOI: 10.30730/gtrz.2021.5.3.223-228).

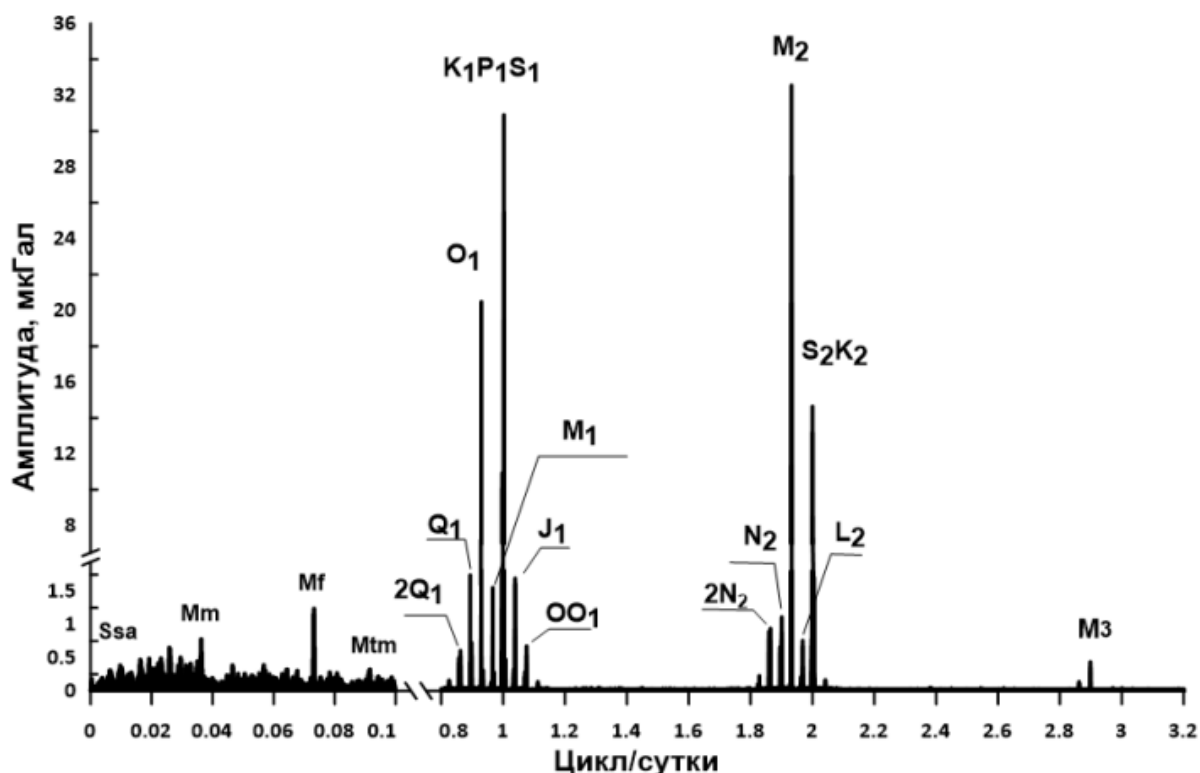


Рис. 12.1. Спектр приливных вариаций силы тяжести на гравиметрическом пункте «м. Шульца» за период 2012-2022 гг. Буквами обозначены стандартные обозначения приливных волн

12.2. Магнитовариационное зондирование литосферы юго-восточного Вьетнама и его шельфа

С.С. Старжинский

Получены первые сведения о глубинном геоэлектрическом разрезе прибрежной полосы и шельфа юго-восточного Вьетнама. В основе лежит анализ и 3Д-моделирование магнитовариационных данных, полученных на станции Далат (Вьетнам). Построены геоэлектрические разрезы для верхней и нижней земной коры (рис. 12.2А), а также до глубин 150 км (рис. 12.2Б). Выявлено распределение электропроводящих (низкоомных) и непроводящих (высокоомных) геологических комплексов во всем диапазоне исследованных глубин. Континентальная часть района исследований представлена высокоомными геологическими комплексами. Наиболее крупные низкоомные комплексы выявлены в низах земной коры в прибрежной зоне этого района. Природа проводящих комплексов может быть связана с зонами частичного плавления гранитоидных пород в присутствии воды. Это подтверждается широким распространением в районе исследований термальных источников. Под морем залегают более низкоомные породы примерно в том же глубинном диапазоне. Полученные данные необходимы при изучении глубинных источников современных геологических процессов, в том числе приводящих к опасным природным процессам и изменению окружающей среды. (Старжинский С.С., Йошикава А., Хомутов С.Ю. Особенности геоэлектрического разреза прибрежной области Чукотского моря вблизи обсерватории «Мыс Шмидта» // Геология и геофизика. 2022. Т. 63, № 12. С. 1754-1770. DOI: 10.15372/GiG2021139; переводная версия: Starzhinskii S.S., Yoshikawa A., Khomutov S.Yu. Goelectric Section of the Coastal Region of the Chukchi Sea near the Cape Schmidt observatory // Russian Geology and Geophysics. 2022. V. 63, No. 12. P. 1459-1473. DOI: 10.2113/RGG20214362).

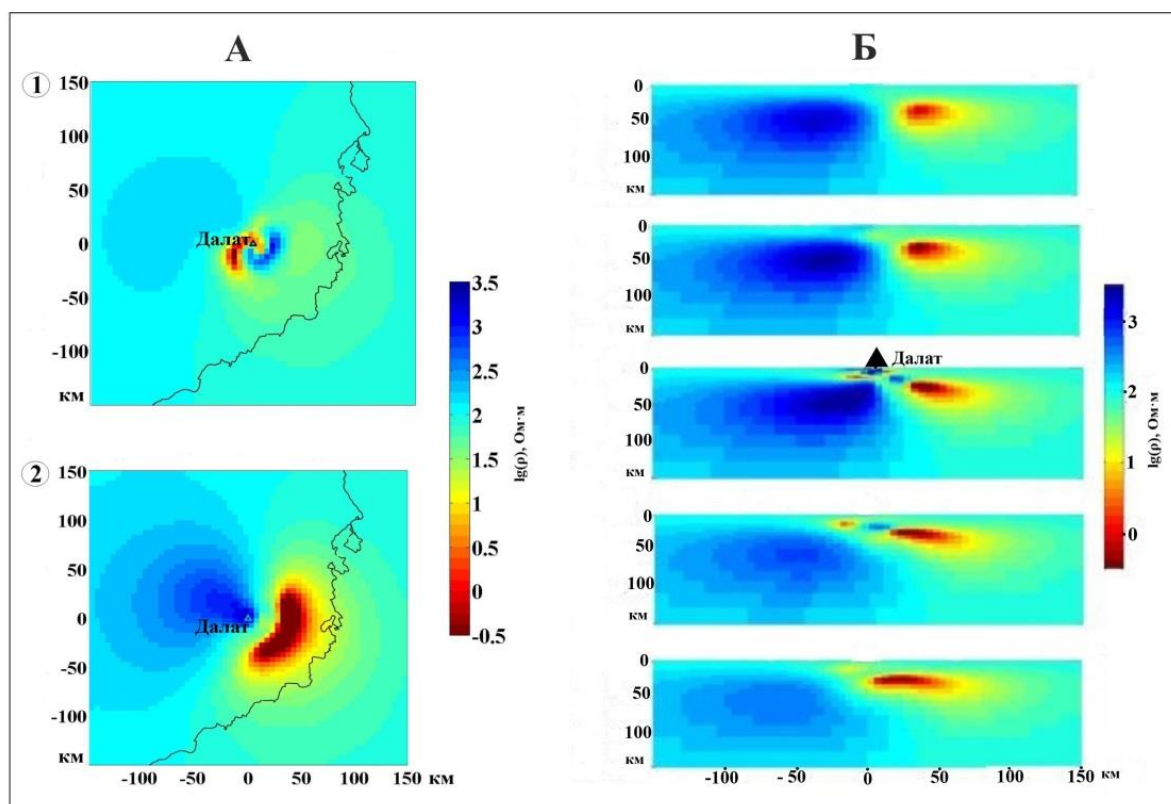


Рис. 12.2. А – схема распределения электрического сопротивления геологических комплексов в районе станции мониторинга магнитных вариаций Далат в верхней части земной коры (А1 – слой, ограниченный глубинами 12,2-14,5 км) и нижней (А2 – слой, ограниченный глубинами 24,0-28,3 км). Б – широтные глубинные геоэлектрические разрезы в районе станции Далат. Центральный разрез проходит через Далат, остальные севернее и южнее через 5 км

12.3. Петрофизика магматических комплексов островов залива Петра Великого (Японское море)

Т.А. Харченко, к.г.-м.н. М.Г. Валитов

Изучена возможность использования петрофизических характеристик для дифференциации интрузивных комплексов, развитых на о-вах Попова и Рейнеке в заливе Петра Великого Японского моря. В качестве тестовых параметров выбрана плотность и магнитная восприимчивость таких пород. Для решения указанной задачи использованы результаты петрофизических исследований, выполненные в прошлые годы и отчетном периоде. Построена обобщенная диаграмма соотношения плотности и магнитной восприимчивости магматических пород указанных островов (рис. 12.4). В результате анализа сделан вывод, что все типы выделенных пород дифференцируются по физическим параметрам. Полученный результат свидетельствует о необходимости включения петрофизических определений при геологическом картировании магматических пород. Помимо указанных исследований завершено изучение корреляции акустических характеристик и возраста кайнозойского осадочного чехла Японского моря, и создана база петрофизических данных для нескольких районов Охотоморского региона. (Терехов Е.П., Харченко Т.А., Ли Н.С. Корреляция акустических характеристик и возраста базальных горизонтов кайнозойского осадочного чехла Японского моря // Тихоокеанская геология. 2022. Т. 41, № 2, С. 44-58. DOI: 10.30911/0207-4028-2022-41-2-44-58; переводная версия: Terekhov E.P., Kharchenko T.A., Lee N.S. Correlation of the Acoustic Parameters and the Age of the Basal Horizons of the Cenozoic Sedimentary Cover, the Sea of Japan // Russian Journal of Pacific Geology. 2022. V. 16, No. 2. P. 101-115. DOI: 10.1134/S1819714022020099).

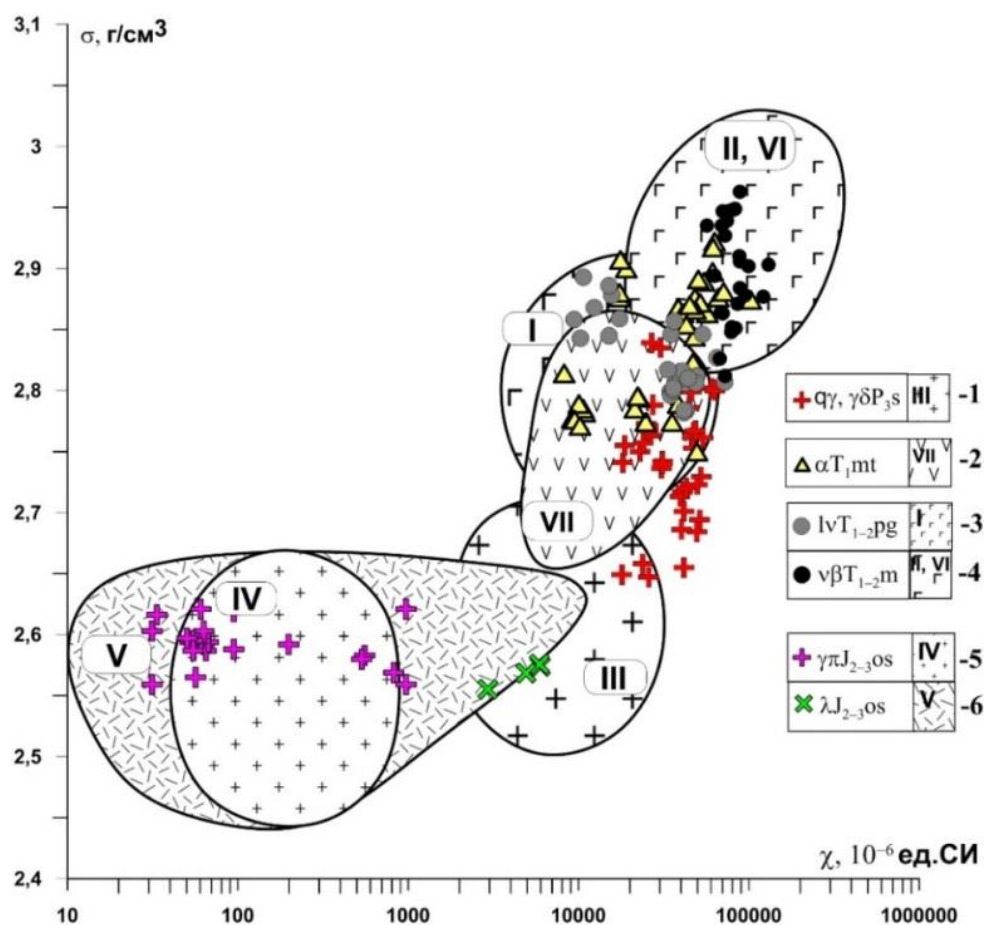


Рис. 12.3. Обобщенная диаграмма соотношения плотности и магнитной восприимчивости магматических пород о-вов Попова и Рейнеке

12.4. Новые данные о строении подводных возвышенностей Богорова, Тояма и прилегающих участков дна Японского моря

к.г.-м.н. А.А. Гаврилов

В северной части Японского моря выполнены геоморфологические и космогеологические исследования. На основе глобальной базы батиметрических данных и методик GEBCO 2014 с использованием 3D моделей цифрового рельефа получены новые данные о качественных и количественных характеристиках структурных элементов подводных возвышенностей Богорова, Тояма и прилегающих участков дна Центральной котловины Японского моря. Показано, что исследуемые возвышенности представляют собой комплексы палеовулканических построек центрального типа, образующих с разрывными нарушениями и узлами их пересечений единые тектономагматические системы. Определены параметры, морфологические характеристики, особенности внутреннего строения палеовулканических структур, иерархические системы разрывных нарушений и очаговых образований. Крупные концентрические группировки палеовулканов идентифицируются с проекциями мантийных диапиров. (Гаврилов А.А. Новые данные о строении подводных возвышенностей Богорова, Тояма и прилегающих участков дна Японского моря (по результатам геоморфологических и космогеологических исследований) // Исследование Земли из космоса. 2022. № 3. С. 17-29. DOI: 10.31857/S0205961422030058).

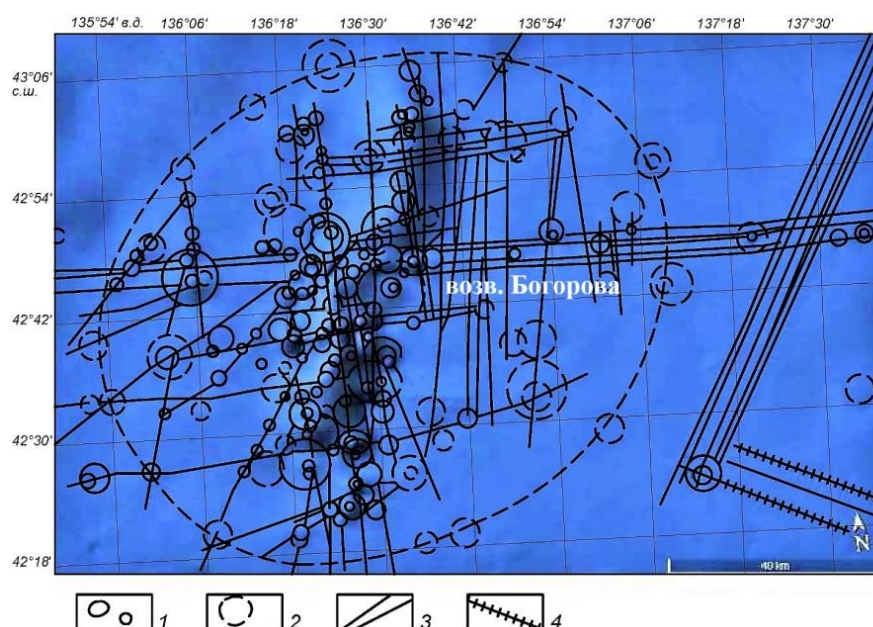


Рис. 12.4. Схема размещения кольцевых морфоструктур, относимых к палеовулканам, и систем линеаментов, связанных с разрывными нарушениями, в пределах возвышенности Богорова и прилегающих участков дна Центральной котловины Японского моря. 1-2 – кольцевые морфоструктуры, относимые к палеовулканам: выраженные отчетливо (1), проявленные менее контрастно (2); 3-4 – линеаменты, относимые к зонам разломов: характеризующиеся относительно простым строением (3), с наличием поперечных структурных элементов (4)

Тема «Оценка состояния и изменчивости морской среды у побережья Камчатского полуострова и на прилегающих акваториях Тихого океана под воздействием природных и антропогенных факторов, влияющих на состояние морских экосистем»

Научный руководитель к.г.н. Лобанов В.Б.
Регистрационный номер 122110100002-8

Проведены комплексные гидролого-гидрохимические исследования в Авачинском заливе п-ова Камчатка на НИС «Профессор Гагаринский» (рейс № 80) в июне-июле 2022 г. для оценки современных экологических рисков и, в частности, исследования возможных абиотических факторов, обусловивших массовую гибель морских организмов осенью 2020 г. Отмечено повышенное содержание биогенных элементов как в подповерхностных, так и промежуточных тихоокеанских водах в сравнении с данными 1990-2000-х гг. Интенсивное таяние снега на прилегающих горных склонах в период проведения съемки показало существенное влияние материкового стока на гидрохимические характеристики вод Авачинского залива, вызывающее значительное повышение концентрации биогенных элементов и хлорофилла-а в прибрежной зоне. Динамика синоптических вихрей обеспечивает перенос прибрежных вод в океан на расстояние более 100 миль. Полученные результаты позволяют предположить, что катастрофическое явление у берегов Камчатки, связанное с аномальным цветением водорослей, обусловлено сопряжением биогеохимических и гидрологических факторов – стока с суши и подъема глубинных вод в заливе, вызванного прибрежным ветровым и динамическим апвеллингом в период максимального прогрева и эвтрофикации вод, а также орографическими и топографическими особенностями Авачинского залива. (Лобанов В.Б., Сергеев А.Ф., Семкин П.Ю., Тищенко П.П., Тищенко П.Я. Возможные абиотические причины экологической катастрофы в Авачинском заливе Камчатки в 2020 году // Россия в Десятилетии ООН наук об океане. Первая всероссийская науч.-практич. конф. с междунар. участием: тез. докл., г. Москва, 24-28 окт. 2022 г. М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2022. С. 230-231).

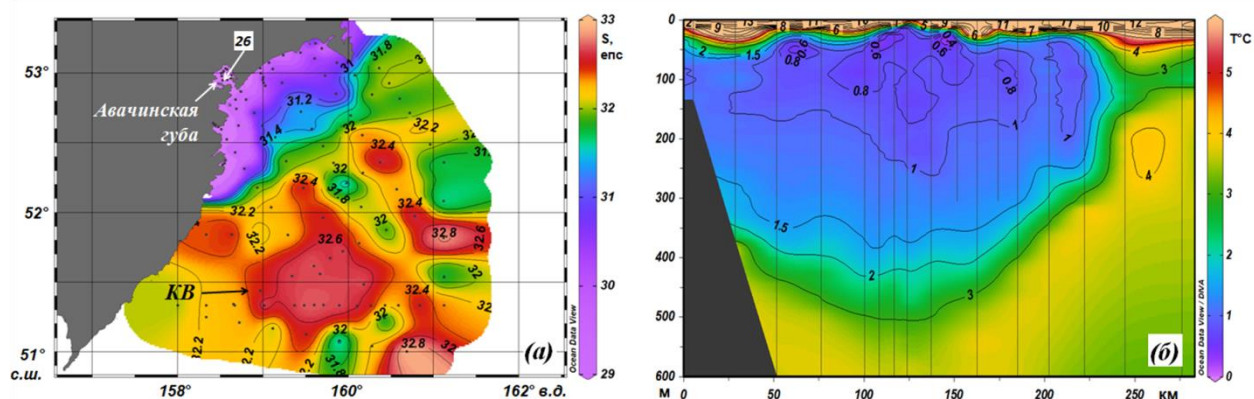


Рис. 13.1. Распределение солёности (епс) в поверхностном слое в районе юго-восточной Камчатки (а) и температуры воды (°С) на разрезе через Камчатский вихрь (КВ) (б) по результатам экспедиции ТОИ ДВО РАН на НИС «Профессор Гагаринский» (рейс № 80) в июне-июле 2022 г. Точками показано положение океанографических станций

Тема «Комплексные исследования окружающей среды и климата Южного океана»

Научный руководитель д.г.-м.н. Шакиров Р.Б.
Регистрационный номер 122103100004-4

14.1. Анализ гидрофизических, биооптических и газогеохимических характеристик при пересечении вихревого диполя в зоне взаимодействия субтропических и субантарктических вод в юго-западной Атлантике

к.ф.-м.н. П.А. Салюк, к.ф.-м.н. М.В. Будянский, к.ф.-м.н. В.И. Пономарев,
А.О. Холмогоров, к.г.н. Е.А. Штрайхерт

Исследовано происхождение вод, вертикальная термохалинная структура, распределение биооптических характеристик и концентрации метана в морской воде вдоль взаимодействующих циклонического и антициклонического меандров Южно-Атлантического течения. Показано, что различия двух типов циркуляций обусловлены как в разнице происхождения воды, так и в различных гидродинамических воздействиях, оказываемых на распределение изучаемых характеристик. Подобные междисциплинарные исследования проведены впервые и могут быть использованы для изучения механизмов переноса водных масс и функционирования экосистем. (Morozov E.G., Frey D.I., Krechik V.A., Latushkin A.A., Salyuk P.A., Seliverstova A.M., Mosharov S.A., Orlov A.M., Murzina S.A., Mishin, A.V., Chukmasov P.V., Kubryakov A.A., Budyansky M.V., Zuev O.A., Mekhova O.S., Ponomarev V.I., Chultsova A.L., Masevich A.V., Torgunova N.I., Kholmogorov A.O., Shtraikhert E.A., Mosharova I.V., Neretin N.Y., Kolbasova G.D., Syomin V.L., Tretiakov A.V., Tretiakova L.G., Chernetsky A.D. *Multidisciplinary Observations across an Eddy Dipole in the Interaction Zone between Subtropical and Subantarctic Waters in the Southwest Atlantic* // *Water*. 2022. V. 14(17). Art. no. 2701. DOI: 10.3390/w14172701).

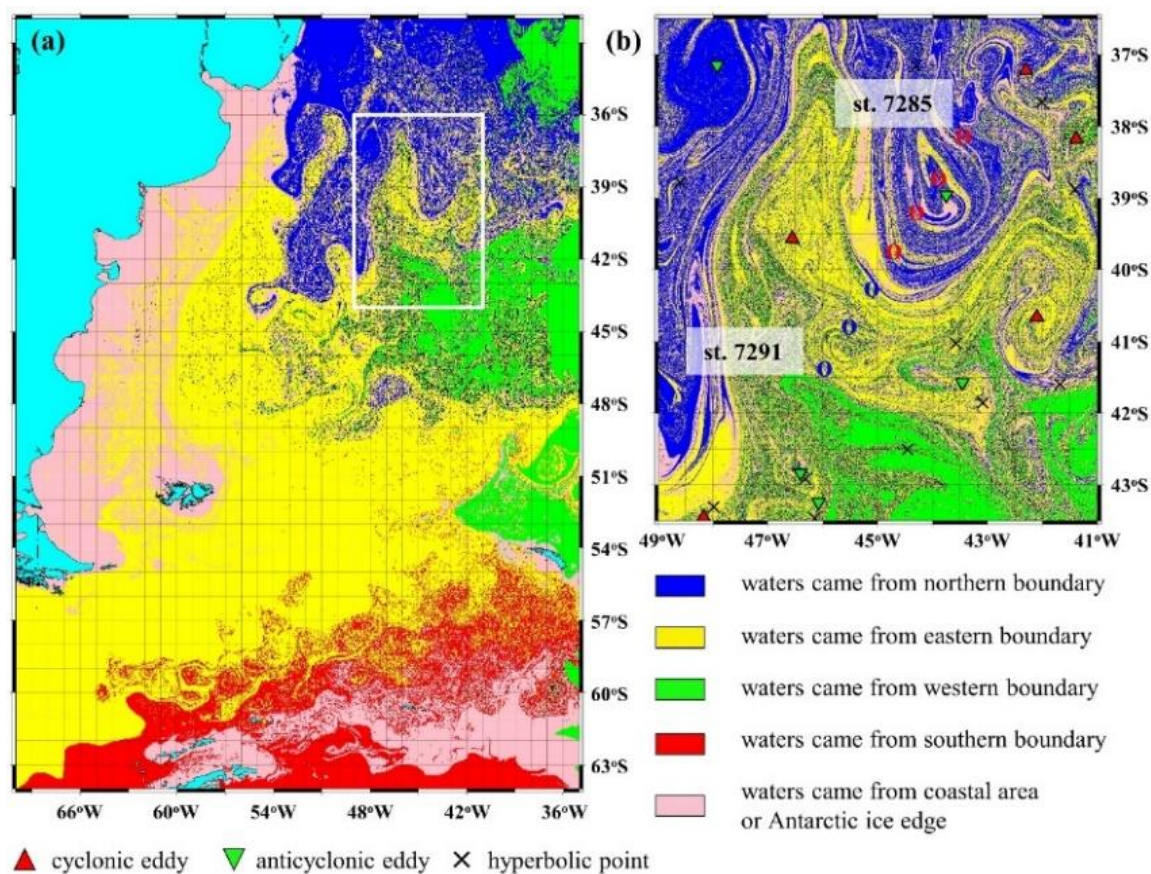


Рис. 14.1. Лагранжевы карты происхождения вод за 12 января 2022 г. с отмеченными местоположениями станций. Желтый цвет – субантарктические воды, синий – субтропические

14.2. Анализ пространственного распределения концентрации хлорофилла-а в зоне функционирования антарктического криля и сальп в атлантическом секторе Южного океана в летний сезон 2021-2022 гг.

к.ф.-м.н. П.А. Салюк

Исследовано пространственное распределение концентрации хлорофилла-а в акваториях, прилегающих к Антарктическому полуострову, для совместного анализа с распределением криля и сальп в летний сезон Южного полушария 2021-2022 гг. По значениям концентрации хлорофилла-а в районе исследований присутствуют как олиготрофные, так и мезотрофные воды. Мезотрофные воды с концентрациями хлорофилла-а более 2 мг/м^3 наблюдались в основном в шельфовых районах в северо-западной части моря Уэдделла и к западу от Южных Оркнейских островов, а также в отдельных зонах на кромке ледовых полей в море Уэдделла. Максимальные значения концентрации хлорофилла-а (более 5 мг/м^3) были измерены на шельфе в северо-западной части моря Уэдделла, где зафиксирован перенос айсбергов и битого льда. Воды с наименьшими концентрациями хлорофилла-а (менее $0,3 \text{ мг/м}^3$) обнаружены в центральной части бассейна Пауэлла, в районе к востоку от Южных Оркнейских островов и в проливе Брансфилд около Антарктического полуострова. Полученные результаты продолжают ряд многолетних аналогичных наблюдений и использованы для выявления особенностей распределения антарктического криля и сальп в этом же районе в летний сезон Южного полушария 2021-2022 гг. (*Bitiutskii D.G., Samyshev E.Z., Minkina N.I., Melnikov V.V., Chudinovskih E.S., Usachev S.I., Salyuk P.A., Serebrennikov A.N., Zuev O.A., Orlov A.M. Distribution and Demography of Antarctic Krill and Salps in the Atlantic Sector of the Southern Ocean during Austral Summer 2021-2022 // Water. 2022. V. 14(23). Art. no. 3812. DOI: 10.3390/w14233812*).

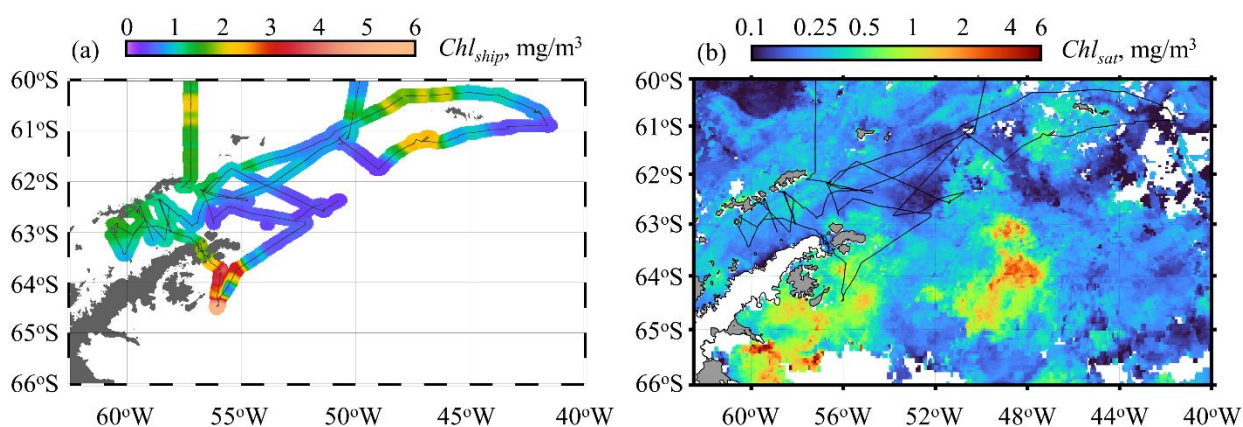


Рис. 14.2. Пространственное распределение концентрации хлорофилла-а (мг/м^3). а) проточные флуориметрические измерения на ходу судна с глубины 5 м; б) медианные значения объединенных спутниковых оценок с 15 января по 15 февраля 2022 г.

14.3. Анализ термохалинной структуры вод в проливе Брансфилд

к.ф.-м.н. В.И. Пономарев, к.ф.-м.н. П.А. Салюк

Исследованы термохалинные и кинематические характеристики в проливе Брансфилд в атлантическом секторе Южного океана, по которым выделены потоки из моря Беллинсгаузена и Уэдделла, а также установлен переток донных вод из центрального бассейна в восточный, и показано отсутствие значительного перетока донных вод между западным и центральным бассейном. Результаты вносят свой вклад в многолетние исследования структуры вод в проливе Брансфилд и могут быть использованы при анализе сезонной и межгодовой изменчивости, а также для анализа соответствующего

распределения биооптических и газогеохимических характеристик. (Frey D.I., Krechik V.A., Morozov E.G., Drozd I.D., Gordey A.S., Latushkin A.A., Mekhova O.S., Mukhametianov R.Z., Murzina S.A., Ostroumova S.A., Ponomarev V.I., Salyuk P.A., Smirnova D.A., Shutov S.A., Zuev O.A. Water Exchange between Deep Basins of the Bransfield Strait // Water. 2022. V. 14(20). Art. no. 3193. DOI: 10.3390/w14203193).

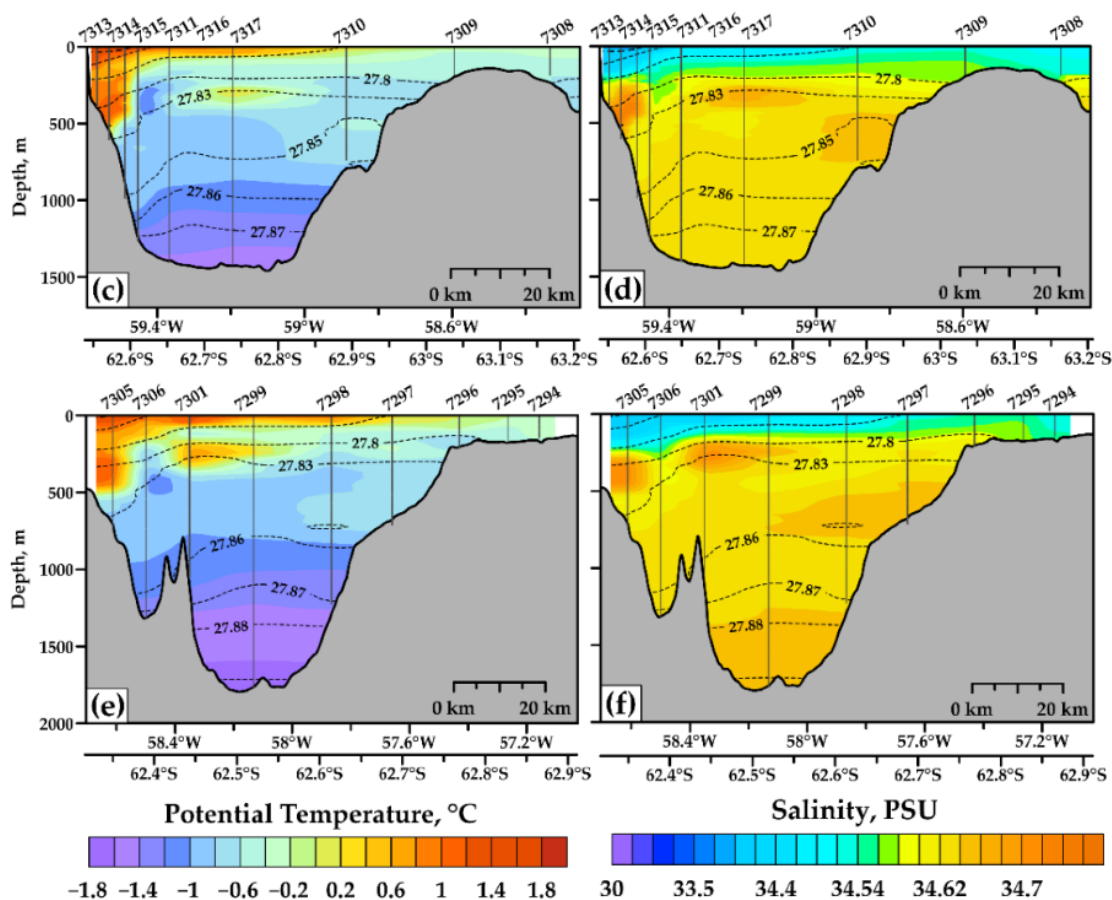


Рис. 14.3. Термохалинная структура на поперечных разрезах в центральных бассейнах пролива Брансфилд: потенциальная температура (а, в) и соленость (б, г). Пунктирными линиями показаны изопикны, сплошными – СТД-зондирования. Рельеф дна приведен в соответствии с базой данных GEBCO2021

14.4. Газогеохимические поля в толще вод пролива Брансфилд

А.О. Холмогоров, д.г.-м.н. Р.Б. Шакиров

По результатам экспедиционных исследований «Комплексные исследования морской экосистемы Антарктики в районах переноса и взаимодействия водных масс в атлантическом секторе Антарктиды, море Скотия и проливе Дрейка» (рейс № 87, НИС «Академик Мстислав Келдыш», с 07.12.2021 г. по 05.04.2022 г.) впервые детально изучено распределение газогеохимических полей метана в проливе Брансфилд. Выявлена связь распределения растворенного в воде метана с системой течений пролива Брансфилд. Установлено, что теплые воды моря Беллинсгаузена несут в пролив повышенные концентрации метана, а холодные воды моря Уэдделла – низкие концентрации метана в Атлантический океан. Отсутствие повышенных концентраций на дне изучаемого района указывает на высокую интенсивность «биологического фильтра» и нестабильность выделения метана из литосферы. (Kholmogorov A., Syrbu N., Shakirov R. Influence of Hydrological Factors on the Distribution of Methane Fields in the Water Column of the Bransfield Strait: Cruise 87 of the R/V «Academik Mstislav Keldysh», 7 December 2021–5 April 2022 // Water. 2022. V. 14(20). Art. no. 3311. DOI: 10.3390/w14203311).

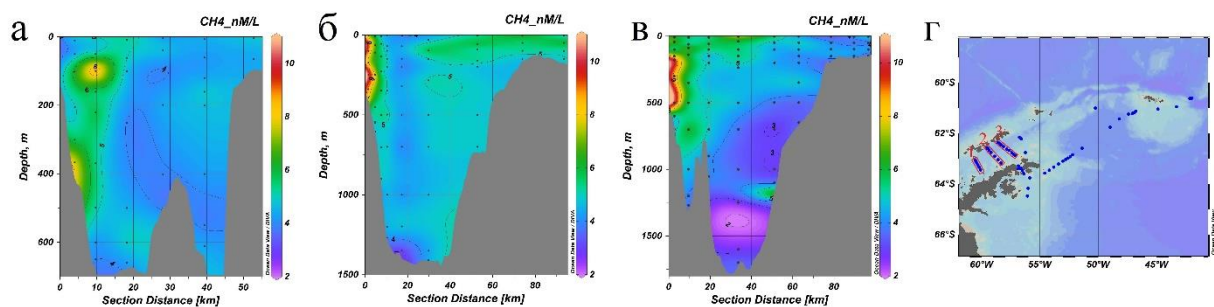


Рис.14.4. Распределение концентраций растворенного в морской воде метана на западном (а), центральном (б) и восточном (в) океанографических разрезах в проливе Брансфилд с указанием в районе работ месторасположений станций и разрезов (г)

14.5. Распределение метана в Южно-Атлантическом течении

А.О. Холмогоров

Получено распределение концентрации растворенного в морской воде метана в ряду расположенных антициклоническом и циклоническом рингах Южно-Атлантического течения на семи горизонтах от поверхности до глубины 500 м. Повышенные концентрации метана (7 нМ/л) обнаружены на внешних границах вихрей в слое 0-100 м, максимальные концентрации метана (12 нМ/л) – в циклоническом ринге на южной границе Южно-Атлантического течения на горизонте 100 м, минимальные (4 нМ/л) – в центрах вихрей. Ринги Южно-Атлантического течения вовлекают воды, характеризующиеся различным уровнем концентрации метана, в результате между ними образуется область повышенных концентраций. (Morozov E.G., Frey D.I., Krechik V.A., Latushkin A.A., Salyuk P.A., Seliverstova A.M., Mosharov S.A., Orlov A.M., Murzina S.A., Mishin, A.V., Chukmasov P.V., Kubryakov A.A., Budyansky M.V., Zuev O.A., Mekhova O.S., Ponomarev V.I., Chultsova A.L., Masevich A.V., Torgunova N.I., Kholmogorov A.O., Shtraikhert E.A., Mosharova I.V., Neretin N.Y., Kolbasova G.D., Syomin V.L., Tretiakov A.V., Tretiakova L.G., Chernetsky A.D. *Multidisciplinary Observations across an Eddy Dipole in the Interaction Zone between Subtropical and Subantarctic Waters in the Southwest Atlantic* // *Water*. 2022. V. 14(17). Art. no. 2701. DOI: 10.3390/w14172701).

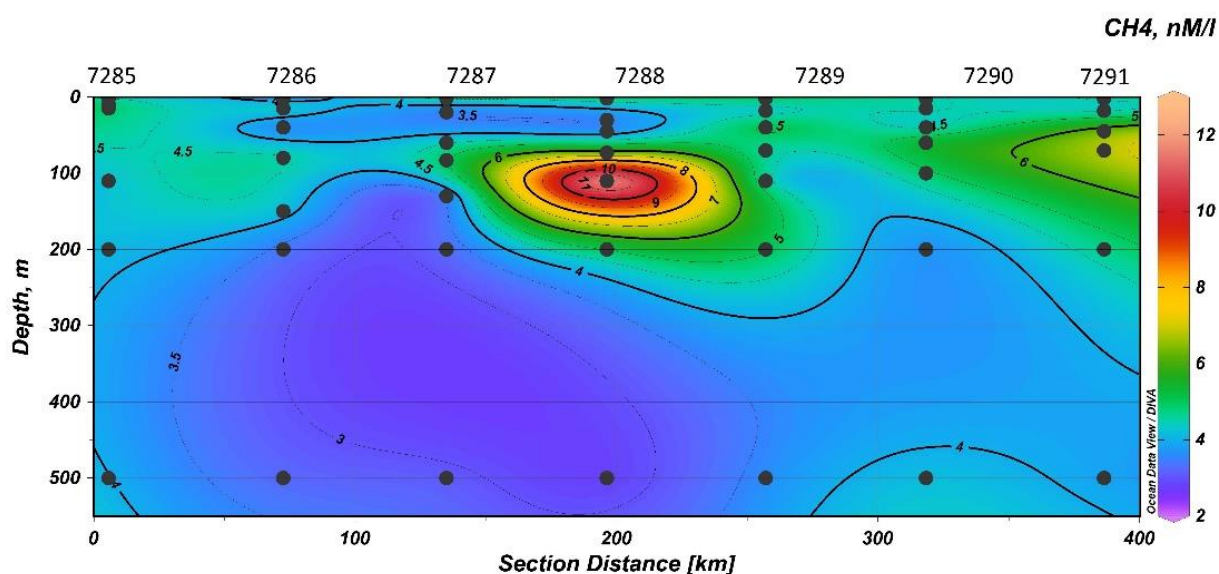


Рис. 15.5. Распределение метана на разрезе в Южно-Атлантическом течении

Тема «Исследование и мониторинг климатически активных веществ, явлений и процессов в дальневосточных морях и их прибрежных зонах»

Научный руководитель к.г.-м.н. Телегин Ю.А.

Регистрационный номер 122110700009-1

15.1. Исследование климатически активного газа (метана) в пределах Дагинских газогидротермальных источников на восточном побережье о. Сахалин

к.г.-м.н. Ю.А. Телегин

Миграция природных газонасыщенных потоков играет важную роль в формировании литосферно-атмосферных взаимосвязей. Обсуждается природа происхождения источников газообразных флюидов Дагинских газогидротермальных источников на о. Сахалин на основе данных газогеохимического и изотопного анализов и изучения геологических особенностей данной структуры. Показано, что источником выходов газа является смесь микробиального и биodeградированного термогенного метана. Дагинские газогидротермальные источники располагаются на морском побережье, в связи с чем мигрирующие газообразные флюиды попадают непосредственно в атмосферу, минуя растворение в морских водах и утилизацию микроорганизмами. (Соколова Н.Л., Телегин Ю.А., Веникова А.Л., Обжиров А.И. Газогеохимические исследования Дагинских газогидротермальных источников на восточном побережье о.Сахалин // Тихоокеанская геология. 2022. Т. 41, № 5. С. 82-89. DOI: 10.30911/0207-4028-2022-41-5-82-89; переводная версия: Sokolova N.L., Telegin Yu.A., Venikova A.L., Obzhirov A.I. Gas Geochemical Studies of the Dagi Gas-Hydrothermal Vents on the East Coast of Sakhalin Island // Russian Journal of Pacific Geology. 2022. V. 16, No. 5. P. 503-509. DOI: 10.1134/S1819714022050104).

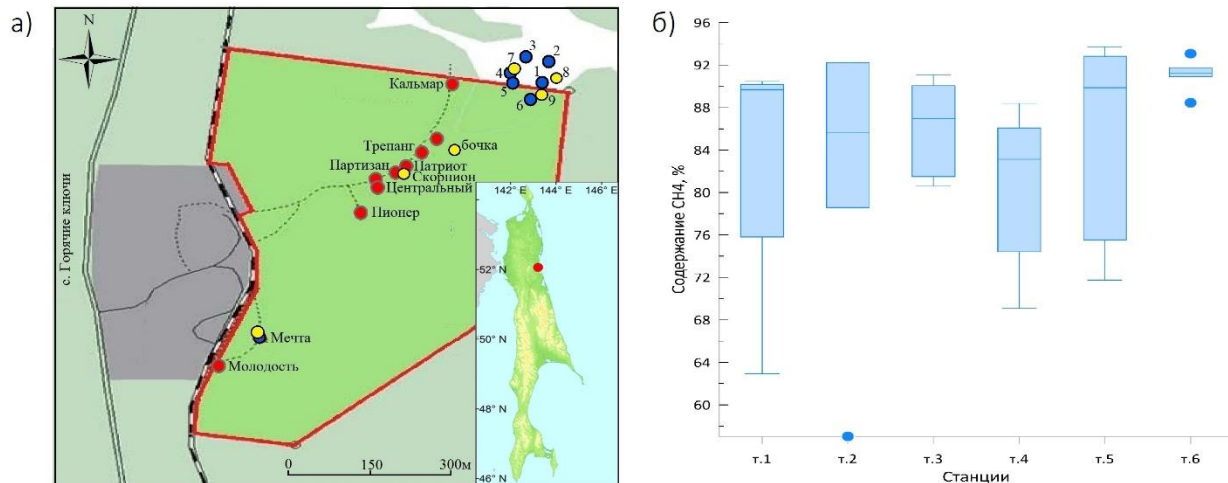


Рис. 15.1. Схема расположения Дагинских газогидротермальных источников и выходов природного газа (а) и диаграмма содержания метана по каждой точке (б)

15.2. Разработка и применение методов исследования природных газов на примере Охотского моря

к.г.-м.н. Ю.А. Телегин

Объясняется широкий круг использования газогеохимических методов в науке и практике для решения климатических, геологических, инженерных и других задач. С помощью газогеохимического метода картируются зоны наибольшей флюидной и газовой эмиссии из морского и океанского дна. Показано, что углеводородные газы и водород служат индикаторами возможного наличия залежей углеводородов, углекислый газ –

наличия интрузивной деятельности, гелий показывает подток газа из глубоких горизонтов и мантии. Показана возможность использования газов для выяснения стратификационных процессов в море. Отмечена важная роль комплексирования газогеохимического метода с другими методами для исследования эмиссии и стока климатически активных веществ природного и антропогенного происхождения. (Обжиров А.И., Телегин Ю.А., Шакиров Р.Б., Сырбу Н.С., Калгин В.Ю., Ли Н.С., Пономарева А.Л., Еськова А.И. Газогеохимические исследования как метод поиска газогидратов и выявления залежей углеводородов // География и природные ресурсы. 2022. Т. 43, № 1. С. 132-139. DOI: 10.15372/GIPR20220114).

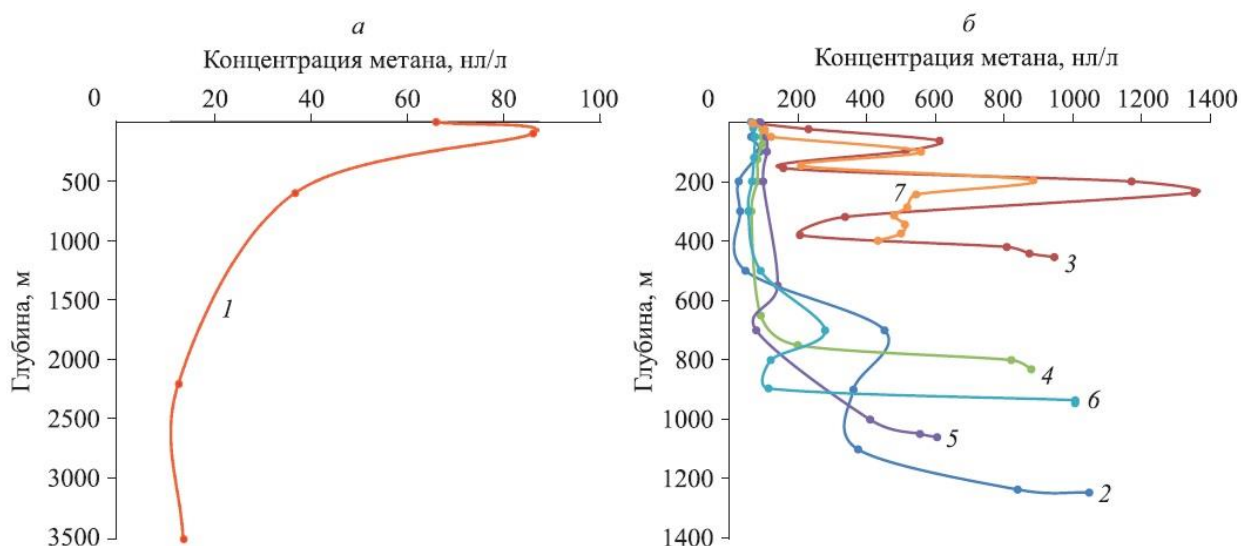


Рис. 15.2. Распределение метана в водной толще Охотского моря: а – фоновое, б – с аномалиями на различных горизонтах в ключевых районах моря

15.3. Получение новых данных по распространению газогеохимических полей метана и углекислого газа в восточной части Охотского моря

к.г.-м.н. Ю.А. Телегин, М.А. Бовсун

В работе приведены краткие результаты распределения газогеохимических полей в водной толще и донных отложениях в восточной части Охотского моря в районе о. Парамушир, а также получен большой массив данных по распределению концентраций метана, углекислого газа и паров воды в приводной атмосфере вдоль маршрута движения судна. Показаны аномальные концентрации газов в поверхностном слое воды и повышенные концентрации в приводном слое атмосферы. Подтверждено наличие долгоживущего газового факела из донных отложений в водную толщу в районе обнаружения газогидратов. (Валитов М.Г., Ли Н.С., Шакиров Р.Б., Пономарева А.Л., Телегин Ю.А., Буланов В.А., Прошкина З.Н., Окулов А.К., Иваненко А.Н., Калгин В.Ю., Рыжманова Я.В., Жуковин А.Ю., Бовсун М.А., Максеев Д.С. Геолого-геофизические и океанографические исследования восточной части Охотского моря в 92-м рейсе научно-исследовательского судна «Академик М.А. Лаврентьев» // Океанология. 2022. Т. 62, № 3. С. 502-504. DOI: 10.31857/S0030157422030169; переводная версия Valitov M.G., Lee N.S., Shakirov R.B., Ponomareva A.L., Telegin Yu.A., Bulanov V.A., Proshkina Z.N., Okulov A.K., Ivanenko A.N., Kalgin V.Yu., Ryzhmanova Ya.V., Zhukovin A.Yu., Bovsun M.A., Makseev D.S. Geological-Geophysical and Oceanographic Studies of the Eastern Part of the Sea of Okhotsk during Cruise 92 of the R/V Akademik M.A. Lavrentiev // Oceanology. 2022. V. 62, No. 3. P. 435-437. DOI: 10.1134/S000143702203016X).

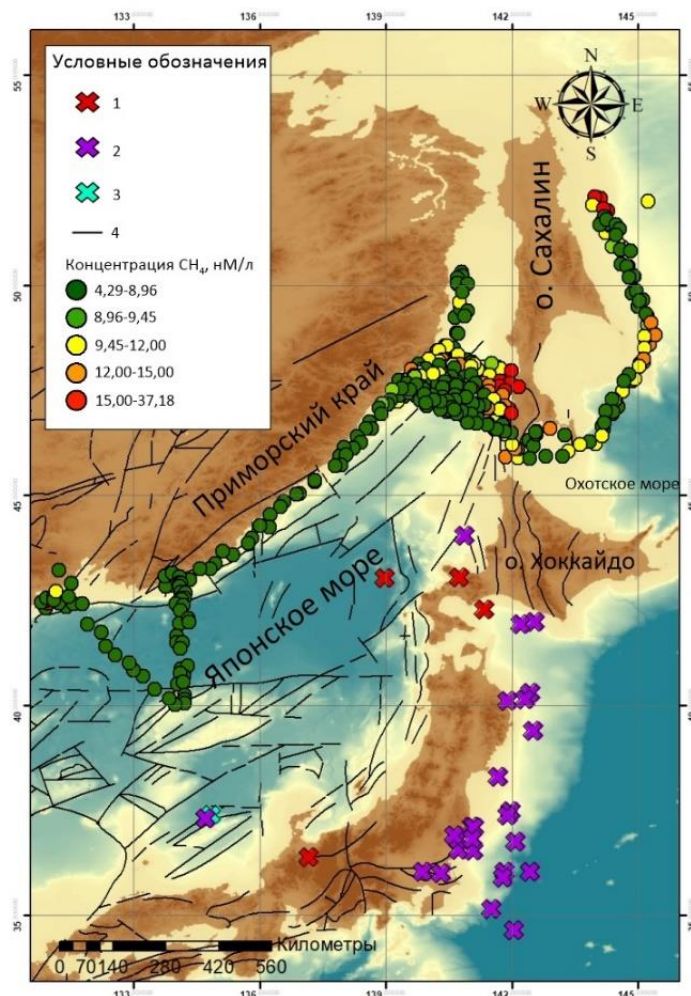


Рис. 15.4. Схема Япономорского региона, пространственное распределение эпицентров землетрясений и точек отбора проб в ходе рейса 54 на НИС «Академик Опарин», 2017 г. 1 – промежуточные землетрясения глубиной 70-300 км; 2 – поверхностные землетрясения глубиной до 70 км; 3 – глубокофокусные землетрясения глубиной более 300 км; 4 – основные разломы. Цветные кружки – концентрации метана в поверхностном слое морской воды (4 м)

15.5. Описание гидрофизических особенностей вод внешнего патагонского шельфа и Мальвинского (Фолклендского) течения

к.ф.-м.н. В.И. Пономарев

Выявлено чередование мезомасштабных зон апвеллинга и даунвеллинга в пикноклине океана между шельфовой и мористой ветвями Мальвинского (Фолклендского) течения в районе Патагонского шельфа и материкового склона Южной Атлантики. Этот эффект мезомасштабной вертикальной циркуляции хорошо проявляется на разрезах температуры, солености, плотности и глубины залегания нижней границы верхнего перемешанного слоя. Использовались СТД-наблюдения с высоким разрешением (расстояния между станциями 2,7-2,8 км) на зональном разрезе вдоль 48° ю.ш., пересекающем ветви Мальвинского (Фолклендского) течения, выполненного в 87 рейсе на НИС «Академик Мстислав Келдыш» в феврале 2022 г. Аналогичное чередование мезомасштабных меридиональных зон апвеллинга и даунвеллинга, соответствующих зонам дивергенции и конвергенции вектора скорости южного течения в пикноклине моря, происходит и над восточным склоном желоба Татарского пролива при ветре северного и северо-западного румбов, что получено в численном эксперименте с японской гидродинамической моделью РИАМ ОМ. Отмеченные мезомасштабные динамические

структуры могут быть обусловлены совместным эффектом бароклинности и рельефа дна над крутыми склонами. (Salyuk P.A., Mosharov S.A., Frey D.I., Kasyan V.V., Ponomarev V.I., Kalinina O.Yu., Morozov E.G., Latushkin A.A., Sapozhnikov P.V., Ostroumova S.A., Lipinskaya N.A., Budyansky M.V., Chukmasov P.V., Krechik V.A., Uleysky M.Yu., Fayman P.A, Mayor A.Yu, Mosharova I., Chernetsky A.D., Shkorba S.P., Shved N.A. Physical and biology features of the waters in the outer Patagonian shelf and the Malvinas Current // Water. 2022. V. 14(23). Art. no. 3879. DOI: 10.3390/w14233879).

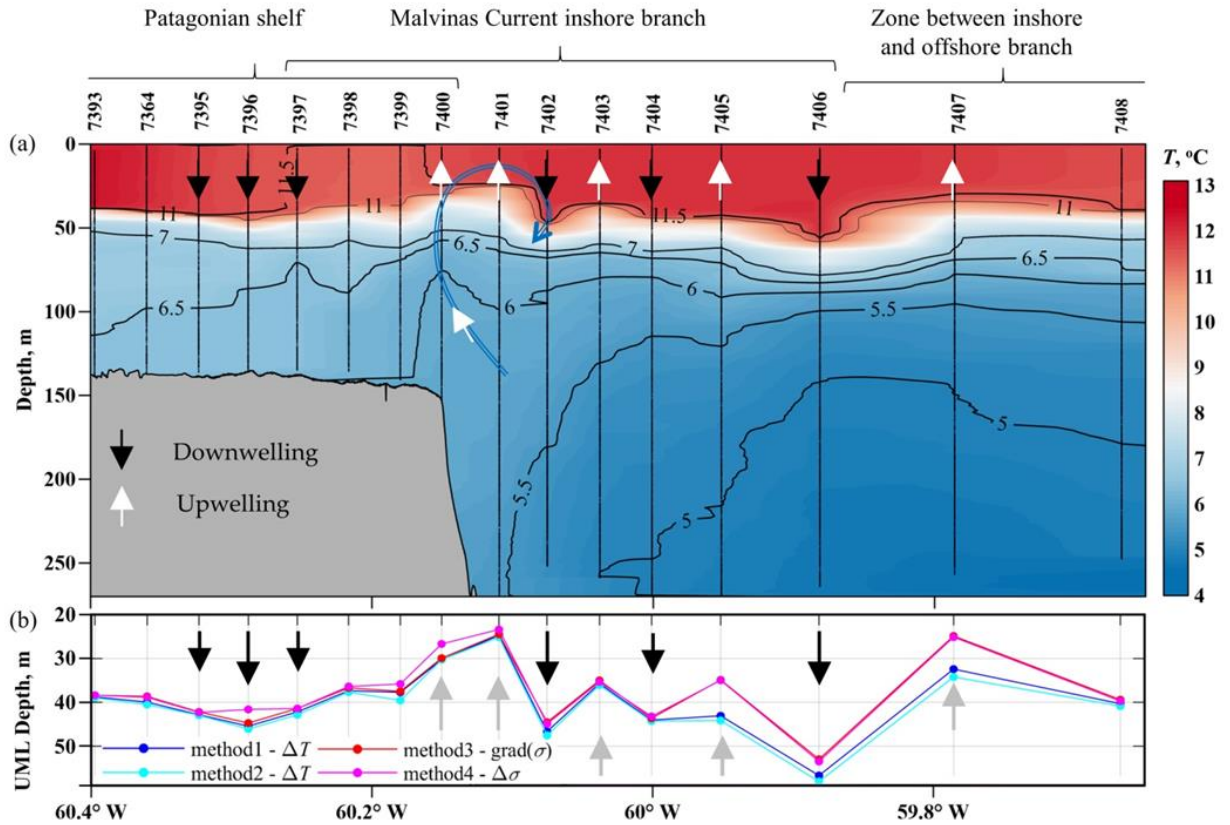


Рис. 15.5. Чередование мезомасштабных зон апвеллинга и даунвеллинга на разрезе температуры и соответствующих зон подъема и заглужения нижней границы верхнего перемешанного слоя на том же разрезе вдоль 48° ю.ш., пересекающем шельфовую и мористую ветви Мальвинского (Фолклендского) течения в районе Патагонского шельфа и материкового склона Южной Атлантики

Тема «Разработка методов комплексного газогеохимического мониторинга дальневосточных морей, обобщение газогеохимической изученности и современного уровня концентраций и источников парниковых газов в системе дно-океан-атмосфера»

Научный руководитель академик РАН, д.ф.-м.н. Долгих Г.И.

Регистрационный номер 122110200015-7

Разработана методика выполнения мониторинговых измерений потоков климатически активных газов, биогеохимических и гидрологических параметров на ходу судна с использованием проточной системы, стационарных и мобильных систем. Результаты проведенных исследований по акустической термометрии показывают чувствительность метода для регистрации крупномасштабных гидрофизических и гидрологических процессов, оказывающих влияние на климатическую изменчивость. Предложена схема низкочастотного акустического сканирования, позволяющая удаленно обнаруживать зоны газонасыщенных осадков. В ходе выполнения проекта создана база экспериментальных данных лазерно-интерференционного комплекса, установленного на геосферном полигоне ТОИ ДВО РАН «м. Шульца». Определен регламент отслеживания процессов возникновения, развития и трансформации геосферных процессов в системе дно-океан-атмосфера. Определен инструментальный состав системы мониторинга потоков климатически активных газов, предназначенный для изучения их динамики с учетом региональных особенностей дальневосточных морей России. Создана уникальная единая комплексная междисциплинарная система мониторинга дальневосточных морей, которая определяется технической эффективностью, обеспечивает высокую точность измерений. (Долгих Г.И., Безответных В.В., Буланов А.В., Буренин А.В., Голов А.А., Долгих С.Г., Калинин В.В., Моргунов Ю.Н., Овчаренко В.В., Салюк П.А., Степанов Д.В., Фищенко В.К., Файман П.А., Чупин В.А., Шакиров Р.Б., Швец В.А., Яцук А.В. Система мониторинга потоков климатически активных газов // *Экологические системы и приборы*. 2022. № 12. С. 12-21. DOI: 10.25791/esip.12.2022.1335).

Тема «Обоснование системы климатического мониторинга дальневосточных морей и разработка методов мониторинга экстремальных погодноклиматических явлений, связанных с океаном, на основе стационарных и мобильных измерительных комплексов, а также мультисенсорного спутникового зондирования»

Научный руководитель академик РАН, д.ф.-м.н. Долгих Г.И.

Регистрационный номер 122122300025-8

Создана база экспериментальных данных, полученных со всех измерительных комплексов геосферного полигона ТОИ ДВО РАН «м. Шульца». Изучены возможности дистанционного определения энергетических характеристиках тайфунов, их пеленга. Разработан набор региональных биооптических алгоритмов для оценки концентрации хлорофилла-а и содержания окрашенных растворенных органических веществ в верхнем перемешанном слое Берингова моря. Результаты исследования демонстрируют высокую эффективность совместного использования реанализов нового поколения и спутниковых измерений с высоким временным разрешением. На основе данных ретроспективного численного моделирования проведен анализ пространственно-временной изменчивости теплосодержания приповерхностного слоя Японского моря в условиях современных климатических изменений. Установлено, что сигнал климатических изменений проникает в бассейн Японского моря не только благодаря взаимодействию с северо-западной частью Тихого океана, но также атмосферной циркуляции. Разработан прототип цифрового двойника циркуляции в северо-западной части Японского моря. С помощью разработанного цифрового двойника проведен сквозной расчет циркуляции с 1958 по 2020 гг. (*Salyuk P.A., Stepankin I.E., Sokolova E.B., Pugach S.P., Kachur V.A., Pipko I.I. Developing and Using Empirical Bio-Optical Algorithms in the Western Part of the Bering Sea in the Late Summer Season // Remote Sensing. 2022. V. 14. Art. no. 5797. DOI: 10.3390/rs14225797.*)

Публикации
Статьи, опубликованные в зарубежных журналах

1. Alliluev A.D., Makarov D.V., Asriyan N.A., Elistratov A.A., Lozovik Yu.E. Formation of exciton-polaritonic BEC in the non-Markovian regime // *Physics Letters A*. 2022. V. 453. Art. no. 128492. DOI: 10.1016/j.physleta.2022.128492.
2. Andreev A.G., Pipko I.I. Water Circulation, Temperature, Salinity, and pCO₂ Distribution in the Surface Layer of the East Kamchatka Current // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 11. Art. no. 1787. DOI: 10.3390/jmse10111787.
3. Astakhov A.S., Aksentov K.I., Babich V.V., Darin A.V., Kalugin I.A., Melgunov M.S., Hu Limin, Shi Xuefa, Sattarova V.V. Ice Coverage of the Laptev Sea and Air Temperature Variation during Recent Centuries: Observed Data and Reconstructions Using a Geochemical Proxy // *Current Chinese Science*. 2022. V. 2, No. 3. P. 198-212. DOI: 10.2174/2210298102666220317102007.
4. Bitiutskii D.G., Samyshev E.Z., Minkina N.I., Melnikov V.V., Chudinovskii E.S., Usachev S.I., Salyuk P.A., Serebrennikov A.N., Zuev O.A., Orlov A.M. Distribution and Demography of Antarctic Krill and Salps in the Atlantic Sector of the Southern Ocean during Austral Summer 2021–2022 // *Water*. 2022. V. 14, No. 23. Art. no. 3812. DOI: 10.3390/W14233812.
5. Budrin S., Dolgikh G., Chupin V., Dolgikh S. Some Peculiarities of Low-Frequency Hydroacoustic Signals Behavior in Tomographic Studies of «Sea-Land-Sea» System // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 10. Art. no. 1550. DOI: 10.3390/jmse10101550.
6. Budyansky M.V., Fayman P.A., Uleysky M.Yu., Prants S.V. The impact of circulation features on the dispersion of radionuclides after the nuclear submarine accident in Chazhma Bay (Japan Sea) in 1985: A retrospective Lagrangian simulation // *Marine Pollution Bulletin*. 2022. V. 177. Art. no. 113483. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2022.113483.
7. Budyansky M.V., Prants S.V., Uleysky M.Yu. Odyssey of Aleutian eddies // *Ocean Dynamics*. 2022. V. 72, No. 6. P. 455-476. DOI: 10.1007/s10236-022-01508-w.
8. Bulanov V.A., Bugaeva L.K., Storozhenko A.V. On Sound Scattering and Acoustic Properties of the Upper Layer of the Sea with Bubble Clouds // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 7. Art. no. 872. DOI: 10.3390/jmse10070872.
9. Charkin A.N., Yaroshchuk E.I., Dudarev O.V., Leusov A.E., Goriachev V.A., Sobolev I.S., Gulenko T.A., Pipko I.I., Startsev A.M., Semiletov I.P. The influence of sedimentation regime on natural radionuclide activity concentration in marine sediments of the East Siberian Arctic Shelf // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2022. V. 253-254. Art. no. 106988. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2022.106988.
10. Chelomin V.P., Mazur A.A., Slobodskova V.V., Kukla S.P., Dovzhenko N.V. Genotoxic Properties of Polystyrene (PS) Microspheres in the Filter-Feeder Mollusk *Mytilus trossulus* (Gould, 1850) // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 2. Art. no. 273. DOI: 10.3390/jmse10020273.
11. Cheng T., Zou J., Shi X., Gorbarenko S.A., Vasilenko Yu.P., Bosin A.A., Liu Y., Chen B. Climate-Driven Changes in High-Intensity Wildfire on Orbital Timescales in Eurasia since 320 ka // *Lithosphere*. 2022. V. 9. Art. no. 7562666. DOI: 10.2113/2022/7562666.
12. Chernova N.V., Syomin V.L., Kolbasova G.D., Kobayakov K.A., Charkin A.N. Marine fish of the Chaunskaya Bay – A shallow estuary of the East-Siberian Arctic // *Regional Studies in Marine Science*. 2022. V. 52. Art. no. 102344. DOI: 10.1016/j.rsma.2022.102344.
13. Chubarenko I., Lazaryuk A., Orlova T., Lobchuk O., Raguso C., Zyubin A., Lasagni M., Saliu F. Microplastics in the first-year sea ice of the Novik Bay, Sea of Japan // *Marine Pollution Bulletin*. 2022. V. 185, Part A. Art. no. 114236. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2022.114236.

14. Chupin V., Dolgikh G., Dolgikh S., Smirnov S. Study of Free Oscillations of Bays in the Northwestern Part of Posyet Bay // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 8. Art. no. 1005. DOI: 10.3390/jmse10081005.
15. Chupin V., Dolgikh G., Gusev E., Timoshina G. Remote sensing of Infrasound Signals of the «Voice of the Sea» during the Evolution of Typhoons // *Remote sensing*. 2022. V. 14, No. 24. Art. no. 6289. DOI: 10.3390/rs14246289.
16. Chuvilin E., Bukhanov B., Yurchenko A., Davletshina D., Shakhova N.E., Spivak E.A., Rusakov V., Dudarev O.V., Khaustova N., Tikhonova A., Gustafsson O., Tesi T., Martens J., Jakobsson M., Spasennykh M., Semiletov I.P. In-situ temperatures and thermal properties of the East Siberian Arctic shelf sediments: Key input for understanding the dynamics of subsea permafrost // *Marine and Petroleum Geology*. 2022. V. 138. Art. no. 105550. DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2022.105550.
17. Demina L.L., Galkin S.V., Krylova E.M., Polonik N.S., Budko D.F., Solomatin A.S. Trace metal biogeochemistry in methane seeps on the Koryak slope of the Bering Sea // *Deep Sea Research*. 2022. V. 206. Art. no. 105219. DOI: 10.1016/j.dsr2.2022.105219.
18. Dolgikh G., Chupin V., Gusev E. Research of the Area of Generation of High Frequency Infrasound Oscillations in the Sea of Japan, Caused by Typhoons // *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*. 2022. V. 19. Art. no. 1000605. DOI: 10.1109/LGRS.2020.3034612.
19. Dolgikh G., Dolgikh S., Chupin V., Ovcharenko V., Shvets V., Yakovenko S. Registration of Nonlinear Hydrophysical Disturbances – Rogue Waves in Full-Scale Conditions // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 12. Art. no. 1997. DOI: 10.3390/jmse10121997.
20. Dolgikh G., Dolgikh S., Ovcharenko V. Initiation of Infrasonic Geosphere Waves Caused by Explosive Eruption of Hunga Tonga-Hunga Ha‘apai Volcano // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 8. Art. no. 1061. DOI: 10.3390/jmse10081061.
21. Dolgikh G.I. Sea Level Fluctuations // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 3. Art. no. 330. DOI: 10.3390/jmse10030330.
22. Dolgikh G.I., Dolgikh S.G., Plotnikov A.A. Ocean-Bottom Laser Seismograph // *Sensors*. 2022. V. 22, No. 7. Art. no. 2527. DOI: 10.3390/s22072527.
23. Dong J., Shi X., Gong X., Astakhov A.S., Hu L., Liu X., Yang G., Wang Y., Vasilenko Y., Qiao S., Bosin A., Lohmann G. Enhanced Arctic sea ice melting controlled by larger heat discharge of mid-Holocene rivers // *Nature Communications*. 2022. V. 13, No. 1. Art. no. 5368. DOI: 10.1038/s41467-022-33106-1.
24. Dovzhenko N.V., Chelomin V.P., Mazur A.A., Kukla S.P., Slobodskova V.V., Istomina A.A., Zhukovskaya A.F. Oxidative Stress in Far Eastern Mussel *Mytilus trossulus* (Gould, 1850) Exposed to Combined Polystyrene Microspheres (μ PSs) and CuO-Nanoparticles (CuO-NPs) // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 5. Art. no. 707. DOI: 10.3390/jmse10050707.
25. Dudarev O.V., Charkin A.N., Shakhova N.E., Ruban A.S., Chernykh D.V., Vonk J., Tesi T., Martens J., Pipko I.I., Pugach S.P., Gershelis E.V., Leusov A.E., Grinko A.A., Gustafsson O., Semiletov I.P. East Siberian Sea: Interannual heterogeneity of the suspended particulate matter and its biogeochemical signature // *Progress in Oceanography*. 2022. V. 208. Art. no. 102903. DOI: 10.1016/j.pocean.2022.102903.
26. Dyomin V., Semiletov I., Chernykh D., Chertoprud E., Davydova A., Kirillov N., Konovalova O., Olshukov A., Osadchikov A., Polovtsev I. Study of Marine Particles Using Submersible Digital Holographic Camera during the Arctic Expedition // *Applied Sciences*. 2022. V. 12, No. 21. Art. no. 11266. DOI: 10.3390/app122111266.
27. Eskova A.I., Andryukov B.G., Yakovlev A.A., Obuhova V.S., Ponomareva A.L., Kim A.V. Horizontal transfer of virulence factors by pathogenic enterobacteria to marine saprotrophic bacteria during co-cultivation in biofilm // *BioTech*. 2022. V. 11, No. 2. Art. no. 17. DOI: 10.3390/biotech11020017.

28. Frey D.I., Krechik V.A., Morozov E.G., Drozd I.D., Gordey A.S., Latushkin A.A., Mekhova O.S., Mukhametianov R.Z., Murzina S.A., Ostroumova S.A., Ponomarev V.I., Salyuk P.A., Smirnova D.A., Shutov S.A., Zuev O.A. Water Exchange between Deep Basins of the Bransfield Strait // *Water*. 2022. V. 14, No. 20. Art. no. 3193. DOI: 10.3390/w14203193.
29. Gailey G., Sychenko O., Zykov M., Rutenko A., Blanchard A., Melton Rodger H. Western gray whale behavioral response to seismic surveys during their foraging season // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2022. V. 194. Art. no. 740. DOI: 10.1007/s10661-022-10023-w.
30. Gailey G., Zykov M., Sychenko O., Rutenko A., Blanchard A., Aerts L., Melton Rodger H. Gray whale density during seismic surveys near their Sakhalin feeding ground // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2022. V. 194. Art. no. 739. DOI: 10.1007/s10661-022-10025-8.
31. Glukhovets D., Sheberstov S., Vazyulya S., Yushmanova A., Salyuk P., Sahling I., Aglova E. Influence of the Accuracy of Chlorophyll-Retrieval Algorithms on the Estimation of Solar Radiation Absorbed in the Barents Sea // *Journal Remote sensing*. 2022. V. 14, No. 19. Art. no. 4995. DOI: 10.3390/RS14194995.
32. Gorbarenko S.A., Shi X., Bosin A.A., Liu Y., Artemova A.V., Zou J., Yanchenko E.A., Vasilenko Yu.P., Wu Y., Vladimirov A.S. Relative sea level changes during the Last Glacial Maximum and deglaciation (33–15 ka) inferred from the $\delta^{18}O$ records of planktic foraminifera from the Sea of Japan // *Quaternary Science Reviews*. 2022. V. 279. Art. no. 107386. DOI: 10.1016/j.quascirev.2022.107386.
33. Gorbarenko S.A., Shi X., Liu Y., Vasilenko Y.P., Yanchenko E.A., Derkachev A.N., Bosin A.A., Velivetskaya T.A., Malakhova G.Yu., Zou J., Kirichenko I.S., Artemova A.V., Psheneva O.Y. Iceberg discharge events in the northwest Pacific and related sequence of Kamchatka glaciations over the last 190 kyr // *Quaternary Science Reviews*. 2022. V. 278. Art. no. 107349. DOI: 10.1016/j.quascirev.2021.107349.
34. Gulin O.E., Yaroshchuk I.O. On Average Losses of Low-Frequency Sound in a Two-Dimensional Shallow-Water Random Waveguide // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 6. Art. no. 822. DOI: 10.3390/jmse10121798.
35. Kalinchuk V., Yatsuk A., Belevi Marchesini L., Lopatnikov E., Nesterova O., Valentini R., Aksentov K. The first simultaneous and continuous underway measurements of atmospheric gaseous elemental mercury, carbon dioxide and methane in the marine boundary layer: Results of cruise study in the Sea of Japan in May 2018 // *Atmospheric Pollution Research*. 2022. V. 13, No. 7. Art. no. 101458. DOI: 10.1016/j.apr.2022.101458.
36. Karpenko A.A., Odintsov V.S., Istomina A.A. Micro-nano-sized polytetrafluoroethylene (teflon) particles as a model of plastic pollution detection in living organisms // *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. V. 29, No. 8. P. 11281-11290. DOI: 10.1007/s11356-021-16487-6.
37. Kasatkina A.P. Taxonomic composition and keys for identification of Eukrohnia Tokioka 1965 (Chaetognatha) with description of the new bathypelagic species Eukrohnia helgae sp. nov. from the Laptev Sea to the west of the Lomonosov Ridge // *Cahiers de Biologie Marine (Обзоры по морской биологии)*. 2022. V. 63, No. 2. P. 93-102.
38. Kholmogorov A., Syrbu N., Shakirov R. Influence of Hydrological Factors on the Distribution of Methane Fields in the Water Column of the Bransfield Strait: Cruise 87 of the R/V «Academik Mstislav Keldysh», 7 December 2021-5 April 2022 // *Water*. 2022. V. 14, No. 20. Art. no. 3311. DOI: 10.3390/w14203311.
39. Koudryashova Yu., Chizhova T., Inoue M., Hayakawa K., Nagao S., Marina E., Mundo R. Deep Water PAH Cycling in the Japan Basin (the Sea of Japan) // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 12. Art. no. 2015. DOI: 10.3390/jmse10122015.
40. Kozitskiy S.B. Coupled-Mode Parabolic Equations for the Modeling of Sound Propagation in a Shallow-Water Waveguide with Weak Elastic Bottom // *Journal of Marine Science and*

- Engineering. 2022. V. 10, No. 10. Art. no. 1355. DOI: 10.3390/jmse10101355.
41. Kozitskiy S.B., Trofimov M.Yu., Petrov P.S. On the numerical solution of the iterative parabolic equations by ETDRK pseudospectral methods in linear and nonlinear media // *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*. 2022. V. 108. Art. no. 106228. DOI: 10.1016/j.cnsns.2021.106228.
 42. Krylov A.A., Kovachev S.A., Radiuk E.A., Roginskiy K.A., Novikov M.A., Samylina O.S., Lobkovsky L.I., Semiletov I.P. MatNERApor A Matlab Package for Numerical Modeling of Nonlinear Response of Porous Saturated Soil Deposits to Pand SH-Waves Propagation // *Applied Sciences*. 2022. V. 12. Art. no. 4614. DOI: 10.3390/app12094614.
 43. Krylov A.A., Kulikov M.E., Kovachev S.A., Medvedev I.P., Lobkovsky L.I., Semiletov I.P. Peculiarities of the HVSR Method Application to Seismic Records Obtained by Ocean-Bottom Seismographs in the Arctic // *Applied Sciences*. 2022. V. 12. Art. no. 9576. DOI: 10.3390/app12199576.
 44. Kukla S.P., Chelomin V.P., Mazur A.A., Slobodskova V.V. Zinc Oxide Nanoparticles Induce DNA Damage in Sand Dollar *Scaphechinus mirabilis* Sperm // *Toxics*. 2022. V. 10, No. 7. Art. no. 348. DOI: 10.3390/toxics10070348.
 45. Kukla S.P., Slobodskova V.V., Zhuravel E.V., Mazur A.A., Chelomin V.P. Exposure of adult sand dollars (*Scaphechinus mirabilis*) (Agassiz, 1864) to copper oxide nanoparticles induces gamete DNA damage // *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. V. 29, No. 26. P. 39451-39460. DOI: 10.1007/s11356-021-18318-0.
 46. Kulik V.V., Prants S.V., Uleysky M.Yu., Budyansky M.V. Lagrangian characteristics in the western North Pacific help to explain variability in Pacific saury fishery // *Fisheries Research*. 2022. V. 252. Art. no. 106361. DOI: 10.1016/j.fishres.2022.106361.
 47. Kuzin A.E., Trukhin A.M. Entanglement of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) in man-made marine debris on Tyuleniy Island, Sea of Okhotsk // *Marine Pollution Bulletin*. 2022. V. 177. Art. no. 113521. DOI: 10.106/j.marpolbul.2022.113521.
 48. Lakhmanov D.E., Kozhevnikov A.Y., Pokryshkin S.A., Semiletov I.P., Kosyakov D.S. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the Siberian Arctic seas sediments // *Marine Pollution Bulletin*. 2022. V. 180. Art. no. 113741. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2022.113741.
 49. Le Duc Luong, Nguyen Hoang, Obzhirov A.I., Ryuichi Shinjo, Shakirov R.B. The geochemical gas field in surface sediments in the Southwest sub-basin of East Vietnam Sea: distribution, origin, and comparative features with other regions of Western East Vietnam Sea // *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*. 2022. V. 22, No. 4. P. 337-362. DOI: 10.15625/1859-3097/17398.
 50. Lobkovsky L.I., Baranov A., Ramazanov M., Vladimirova I., Gabstratov Y., Semiletov I.P., Alekseev D. Trigger mechanisms of gas hydrate decomposition, methane emissions and glacier breakup in polar regions as the result of deformation tectonic waves // *Geosciences*. 2022. V. 12, No. 10. Art. no. 372. DOI: 10.3390/geosciences12100372.
 51. Lobkovsky L.I., Ramazanov M.M., Semiletov I.P., Alekseev D.A. Mathematical Model of the Decomposition of Unstable Gas Hydrate Accumulations in the Cryolithozone // *Geosciences*. 2022. V. 12, No. 9. Art. no. 345. DOI: 10.3390/geosciences12090345.
 52. Luchsheva L.N., Konovalov Yu.I., Obzhirov A.I. Geocological studies of mercury on the shelf of Northeastern Sakhalin during the period of seismotectonic activation // *Deutsche Internationale Zeitschrift für Zeitgenössische Wissenschaft*. 2022. No. 44. P. 8-19. DOI: 10.5281/zenodo.7327236.
 53. Makarov D.V., Petrov P.S. Full reconstruction of acoustic wavefields by means of pointwise measurements // *Wave Motion*. 2022. V. 115. Art. no. 103084. DOI: 10.1016/j.wavemoti.2022.103084.
 54. Maksimov A. Radiation force on a bubble located near an interface // *Journal of the Acoustical Society of America*. 2022. V. 151, No. 3. P. 1464-1475. DOI: 10.1121/10.0009673.

55. Maksimov A.O. Near Field of the Half-Space Green's function // *Journal of Theoretical and Computational Acoustics*. 2022. V. 30, No. 4. Art. no. 2150019. DOI: 10.1142/S2591728521500195.
56. Manul'chev D.S., Tyshchenko A.G., Fershalov M.Yu., Petrov P.S. Estimating Sound Exposure Levels Due to a Broadband Source over Large Areas of Shallow Sea // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 1. Art. no. 82. DOI: 10.3390/jmse10010082.
57. Martens J., Wild B., Semiletov I.P., Dudarev O.V., Gustafsson O. Circum-Arctic release of terrestrial carbon varies between regions and sources // *Nature Communications*. 2022. V. 13. Art. no. 5858. DOI: 10.1038/s41467-022-33541-0.
58. Matskovskiy A., Zavorokhin G., Petrov P.S. A Method for Reducing Transcendental Dispersion Relations to Nonlinear Ordinary Differential Equations in a Wide Class of Wave Propagation Problems // *Mathematics*. 2022. V. 10, No. 20. Art. no. 3866. DOI: 10.3390/math10203866.
59. Matsubara F., Wild B., Martens J., Andersson A., Wennstrom L., Broder L., Dudarev O.V., Semiletov I.P., Gustafsson O. Molecular-Multiproxy Assessment of Land-Derived Organic Matter Degradation Over Extensive Scales of the East Siberian Arctic Shelf Seas // *Global Biogeochemical Cycles*. 2022. V. 36, No. 12. Art. no. e2022GB007428. DOI: 10.1029/2022GB007428.
60. Melnikov V.V. Observations of Ringed Seal (*Phoca hispida*) in the Nearshore Waters of the Chukotka Peninsula // *Arctic*. 2022. V. 75, No. 4. P. 431-448. DOI: 10.14430/arctic1361.
61. Morozov E.G., Frey D.I., Krechik V.A., Latushkin A.A., Salyuk P.A., Seliverstova A.M., Mosharov S.A., Orlov A.M., Murzina S.A., Mishin A.V., Chukmasov P.V., Kubryakov A.A., Budyansky M.V., Zuev O.A., Mekhova O.S., Ponomarev V.I., Chultsova A.L., Masevich A.V., Torgunova N.I., Kholmogorov A.O., Shtraikhert E.A., Mosharova I.V., Neretin N.Yu., Kolbasova G.D., Syomin V.L., Tretiakov A.V., Tretiakova L.G., Chernetsky A.D. Multidisciplinary Observations across an Eddy Dipole in the Interaction Zone between Subtropical and Subantarctic Waters in the Southwest Atlantic // *Water*. 2022. V. 14, No. 17. Art. no. 2701. DOI: 10.3390/w14172701.
62. Mozherovskiy A.V. Clay Mineral Assemblages in the Cretaceous Volcanogenic–Sedimentary Rocks of the North-Western Part of the Transition Zone from the Asian Continent to the Pacific Ocean // *Minerals*. 2022. V. 12, No. 7. Art. no. 909. DOI: 10.3390/min12070909.
63. Osadchiev A.A., Viting K., Frey D., Demeshko D., Dzhamalova A., Nurlibaeva A., Gordey A., Krechik V., Spivak E.A., Semiletov I.P., Stepanova N. Structure and circulation of Atlantic water masses in the St. Anna Trough in the Kara Sea // *Frontiers in Marine Science*. 2022. V. 9. Art. no. 915674. DOI: 10.3389/fmars.2022.915674.
64. Oskin D.A., Gromasheva O.S., Gorkhov A. Analyzing Efficiency of Using a Set of Metering Equipment to Solve Heading Problems // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022. V. 988, No. 3. Art. no. 032012. DOI: 10.1088/1755-1315/988/3/032012.
65. Panov A., Prokushkin A., Semiletov I.P., Kubler K., Korets M., Putilin I., Urban A., Bondar M., Heimann M. Atmospheric CO₂ and CH₄ Fluctuations over the Continent-Sea Interface in the Yenisei River Sector of the Kara Sea // *Atmosphere. Feature Papers in Atmosphere Science*. 2022. V. 13, No. 9. Art. no. 1402. DOI: 10.3390/atmos13091402.
66. Petrov P.S., Ehrhardt M., Trofimov M.Yu. On decomposition of the fundamental solution of the Helmholtz equation over solutions of iterative parabolic equations // *Asymptotic Analysis*. 2022. V. 126, No. 3-4. P. 215-228. DOI: 10.3233/ASY-211679.
67. Petrov P.S., Katsnelson B.G., Li Z. Modeling Techniques for Underwater Acoustic Scattering and Propagation (Including 3D Effects) // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 9. Art. no. 1192. DOI: 10.3390/jmse10091192.
68. Petrov P.S., Kazak M.S., Petrova T.N. A generalization of WKBJ method for solving a system describing propagation of coupled modes in underwater acoustics // *Physics Letters*

- A. 2022. V. 450. Art. no. 128383. DOI: 10.1016/j.physleta.2022.128383.
69. Ponomareva A.L., Eskova A.I., Shakirov R.B., Syrbu N.S., Legkodimov A.A., Grigorov R.A. Groups of Geomicrobiological Indicators Are Spread across Gas-Hydrate and Non-Gas-Hydrate Areas in the North-eastern Part of the Sea of Japan // *Biology*. 2022. V. 11, No. 12. Art. no. 1802. DOI: 10.3390/biology11121802.
 70. Prants S.V. Marine life at Lagrangian fronts // *Progress in Oceanography*. 2022. V. 204. Art. no. 102790. DOI: 10.1016/j.pocean.2022.102790.
 71. Prants S.V., Fayman P.A., Budyansky M.V., Uleysky M.Yu. Simulation of Winter Deep Slope Convection in Peter the Great Bay (Japan Sea) // *Fluids*. 2022. V. 7, No. 4. Art. no. 134. DOI: 10.3390/fluids7040134.
 72. Razjigaeva N., Ganzey L., Grebennikova T., Ponomarev V., Mokhova L., Chakov V., Klimin M. Bioaerosols as Evidence of Atmospheric Circulation Anomalies over the Okhotsk Sea and Shantar Islands in the Late Glacial–Holocene // *Climate*. 2022. V. 10, No. 2. Art. no. 24. DOI: 10.3390/cli10020024.
 73. Rogachev K.A., Pomerleau C., Shlyk N.V., Carmack E.C. Joint effects of sea ice melt, freshwater discharge and tidal currents on zooplankton abundance in the Sea of Okhotsk: 2004 and 2013 // *Polar Science*. 2022. V. 31. Art. no. 100781. DOI: 10.1016/j.polar.2021.100781.
 74. Ruban A., Rudmin M., Mazurov A., Chernykh D.V., Dudarev O.V., Semiletov I.P. Cold-seep carbonates of the Laptev Sea continental slope: Constraints from fluid sources and environment of formation // *Chemical Geology*. 2022. V. 610. Art. no. 121103. DOI: 10.1016/j.chemgeo.2022.121103.
 75. Rutenko A.N., Zykov M.M., Gritsenko V.A., Fershalov M.Yu., Jenkerson M.R., Manulchev D.S., Racca R., Nechayuk V.E. Acoustic monitoring and analyses of air gun, pile driving, vessel, and ambient sounds during the 2015 seismic surveys on the Sakhalin shelf // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2022. V. 194. Art. no. 744. DOI: 10.1007/s10661-022-10021-y.
 76. Rutenko A.N., Zykov M.M., Gritsenko V.A., Fershalov M.Yu., Jenkerson M.R., Racca R., Nechayuk V.E. Real-time acoustic monitoring with telemetry to mitigate potential effects of seismic survey sounds on marine mammals: a case study offshore Sakhalin Island // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2022. V. 194. Art. no. 745. DOI: 10.1007/s10661-022-10019-6.
 77. Ryzhov E., Berloff P. On transport tensor of dynamically unresolved oceanic mesoscale eddies // *Journal of Fluid Mechanics*. 2022. V. 939. Art. no. A7. DOI: 10.1017/jfm.2022.169.
 78. Salyuk P.A., Mosharov S.A., Frey D.I., Kasyan V.V., Ponomarev V.I., Kalinina O.Yu., Morozov E.G., Latushkin A.A., Sapozhnikov P.V., Ostroumova S.A., Lipinskaya N.A., Budyansky M.V., Chukmasov P.V., Krechik V.A., Uleysky M.Yu., Fayman P.A., Mayor A.Yu., Mosharova I., Chernetsky A.D., Shkorba S.P., Shved N.A. Physical and biological features of the waters in the outer Patagonian shelf and the Malvinas Current // *Water*. 2022. V. 14, No. 23. Art. no. 3879. DOI: 10.3390/w14233879.
 79. Salyuk P.A., Stepochkin I.E., Sokolova E.B., Pugach S.P., Kachur V.A., Pipko I.I. Developing and Using Empirical Bio-Optical Algorithms in the Western Part of the Bering Sea in the Late Summer Season // *Remote sensing*. 2022. V. 14, No. 22. Art. no. 5797. DOI: 10.3390/rs14225797.
 80. Sattarova V.V., Aksentov K.I., Ivanov M.V., Alatortsev A.V., Kim D.V., Obrezkova M.S. Distribution and assessment of trace metals in modern bottom sediments in the southwestern Chukchi Sea // *Marine Pollution Bulletin*. 2022. V. 180. Art. no. 113797. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2022.113797.
 81. Semkin P., Tishchenko P.Ya., Pavlova G., Barabanshchikov Y., Tishchenko P.P., Shvetsova M., Shkirnikova E., Fedorets Y. O₂ and CO₂ responses of the synaptic period to under-ice phytoplankton bloom in the eutrophic Razdolnaya River estuary of Amur Bay, the Sea of

- Japan // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 12. Art. no. 1798. DOI: 10.3390/jmse10121798.
82. Simonenko S.V. The Confirmed Validity of the Explanatory Aspect of the Thermohydrodynamic Theory Concerning the Evaluated Maximal Magnitude of the Strongest Earthquake of the Earth near the Predicted Date 2021.1 AD during the Range from October 27, 2020 to May 17, 2021 AD // *Journal of Geoscience and Environment Protection*. 2022. V. 10. P. 319-330. DOI: 10.4236/gep.2022.107019.
 83. Slobodskova V.V., Chelomin V.P., Kukla S.P., Mazur A.A. Copper Induced DNA Damage in the Gills of the Mussel *Mytilus trossulus* and Reversibility after Depuration // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10. Art. no. 1570. DOI: 10.3390/jmse10111570.
 84. Snyder G.T., Yatsuk A.V., Takahata N., Shakirov R.B., Tomaru H., Tanaka K., Obzhirov A.I., Salomatin A.S., Aoki Sh., Khazanova E.S., Maryina E., Sano Yu., Matsumoto R. Ocean Dynamics and Methane Plume Activity in Tatar Strait, Far Eastern Federal District, Russia as Revealed by Seawater Chemistry, Hydroacoustics, and Noble Gas Isotopes // *Frontiers in Earth Science*. 2022. V. 10. Art. no. 825679. DOI: 10.3389/feart.2022.825679.
 85. Stepanov D.V., Fomin V.V., Gusev A.V., Diansky N.A. Mesoscale Dynamics and Eddy Heat Transport in the Japan/East Sea from 1990 to 2010: A Model-Based Analysis // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 1. Art. no. 33. DOI: 10.3390/jmse10010033.
 86. Su L., Ren J., M-A Sicre, Bai Y., Jalali B., Li Z., Jin H., Astakhov A.S., Shi X, Chen J. HBIs and Sterols in Surface Sediments Across the East Siberian Sea: Implications for Palaeo Sea-Ice Reconstructions // *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 2022. V. 23, No. 2. Art. no. e2021GC009940. DOI: 10.1029/2021GC009940.
 87. Syrbu N.S., Nguyen Hoang, Shakirov R.B., Kholmogorov A.O., Venikova A.L., Le Duc Anh, Legkodimov A.A. Gasgeochemical features in the western part of the East Vietnam Sea (Bien Dong Sea) // *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*. 2022. V. 22, No. 3. P. 231-256. DOI: 10.15625/1859-3097/17229.
 88. Syrbu N.S., Snyder G.T., Shakirov R.B., Kholmogorov A.O., Zharkov R.V., Tsunogai U. Geochemical distribution of helium, hydrogen, carbon dioxide, and methane in Sakhalin Island mud volcanoes, hot springs, and cold seeps // *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 2022. V. 431. Art. no. 107667. DOI: 10.1016/j.jvolgeores.2022.107667.
 89. Thom Thi Dang, Thu Anh Vo, Manh Tuan Duong, Tuan Minh Pham, Quan Van Nguyen, Trung Quang Nguyen, Minh Quang Bui, Syrbu N.S., Manh Van Do. Heavy metals in cultured oysters (*Saccostrea glomerata*) and clams (*Meretrix lyrata*) from the northern coastal area of Vietnam // *Marine Pollution Bulletin*. 2022. V. 184. Art. no. 114140. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2022.114140.
 90. Tishchenko P.Ya., Zhang J., Pavlova G., Tishchenko P.P., Sagalaev S.G., Shvetsova M.G. Revisiting the Carbonate Chemistry of the Sea of Japan (East Sea): From Water Column to Sediment // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. V. 10, No. 3. Art. no. 438. DOI: 10.3390/jmse10030438.
 91. Tran Nghi, Do Tien Hung, Trinh Hoai Thu, Shakirov R., Syrbu N., Ngo Quang Toan, Hoang Anh Khien, Tran Thi Thuy Huong, Lee N., Dinh Xuan Thanh, Tran Thi Thanh Nhan, Nguyen Thi Huyen Trang, Nguyen Thi Phuong Thao, Tran Thi Dung, Tran Ngoc Dien. The Relationship between Sequence Stratigraphy and Groundwater of Quaternary Sediments in Relation to Global Sea-level Change in the Downstream Red River Delta Area // *Lithology and Mineral Resources*. 2022. V. 57, No. 5. P. 449-472. DOI: 10.1134/S002449022205008X.
 92. Travkin V.S., Belonenko T.V., Budyansky M.V., Prants S.V., Uleysky M.Yu., Gnevyshev V.G., Raj R.P. Quasi-Permanent Mushroom-like Dipole in the Lofoten Basin // *Pure and Applied Geophysics*. 2022. V. 179, No. 1. P. 465-482. DOI: 10.1007/s00024-021-02922-9.
 93. Trong C.D., Hoang N., Bach M.X., Luc N.M., Dung L.V., Trieu C.D., Syrbu N.S., Hai

- D.Th., Tuan Th.A., Toan N.Q., Thanh D.V. Using Geomorphological Indicators to Predict Earthquake Magnitude (MO_b–Max): A Case Study from Cao Bang Province and Adjacent Areas (Vietnam) // *Geotectonics*. 2022. V. 56, No. 3. P. 321-338. DOI: 10.1134/S0016852122030104.
94. Trusenkova O., Kaplunenko D. Intra-Annual Sea Level Fluctuations and Variability of Mesoscale Processes in the Northern Japan/East Sea From Satellite Altimetry Data // *Frontiers in Marine Science*. 2022. V. 9. Art. no. 866328. DOI: 10.3389/fmars.2022.866328.
 95. Vasilenko L.N. Radiolarian data from the submarine Vityaz Ridge, Northwest Pacific, for biostratigraphic and paleoceanographic reconstructions // *Data in Brief*. 2022. V. 42. Art. no. 108092. DOI: 10.1016/j.dib.2022.108092.
 96. Wang Y., Zhang H., Zhang X., Bai P., Neroda A., Mishukov V.F., Zhang L., Hayakawa K., Nagao S., Tang N. PM-Bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Nitro-Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Ambient Air of Vladivostok: Seasonal Variation, Sources, Health Risk Assessment and Long-Term Variability // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. V. 19, No. 5. Art. no. 2878. DOI: 10.3390/ijerph19052878.
 97. Wild B., Shakhova N.E., Dudarev O.V., Ruban A.S., Kosmach D.A., Tumskey V.E., Tesi T., Grimm H., Nybom I., Matsubara F., Alexanderson H., Jakobsson M., Mazurov A., Semiletov I.P., Gustafsson O. Organic matter composition and greenhouse gas production of thawing subsea permafrost in the Laptev Sea // *Nature Communications*. 2022. V. 13. Art. no. 5057. DOI: 10.1038/s41467-022-32696-0.
 98. Yanguang Liu, Yue Qiu, Dongling Li, Artemova A.V., Yuying Zhang, Bosin A.A., Gorbarenko S.A., Qingsong Liu, Debo Zhao, Longbin Sha, Yi Zhong. Abrupt fluctuations in North Pacific Intermediate Water modulated changes in deglacial atmospheric CO₂ // *Frontiers in Marine Science*. Section Marine Biogeochemistry. 2022. V. 9. DOI: 10.3389/fmars.2022.945110.
 99. Yanguang Liu, Yi Zhong, Gorbarenko S.A., Bosin A.A., Xun Gong, Zhonghui Liu, Xuefa Shi, Ting Chen, Derkachev A.N., Artemova A.V., Qingsong Liu. High- and low-latitude forcing on the subarctic Pacific environment and productivity over the past 230 kyr // *Marine Geology*. 2022. V. 451. Art. no. 106876. DOI: 10.1016/j.margeo.2022.106875.
 100. Yao Z., Liu Y., Shi X., Gong X., Gorbarenko S.A., Bosin A.A., Gao JJ, Bai Y., Zhang H., Wang A. Paleoproductivity variations and implications in the subarctic northwestern Pacific since MIS 7: Geochemical evidence // *Global and Planetary*. 2022. V. 209. Art. no. 103730. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2021.103730.
 101. Yatsuk A, Gresov A, Snyder G.T. Hydrocarbon Gases in Seafloor Sediments of the Edge Shelf Zone of the East Siberian Sea and Adjacent Part of the Arctic Ocean // *Frontiers in Earth Science*. 2022. V. 10. Art. no. 856496. DOI: 10.3389/feart.2022.856496.
 102. Yu Wenxiu, Hu Limin, Shi Xuefa, Zhang Yuying, Ye Jun, Bai Yazhi, Xia Yi, Yang Gang, Astakhov A. Geochemical characteristics of black carbon in surface sediments of the East Siberian Arctic Shelf and their environmental implications // *Marine Geology and Quaternary Geology*. 2022. V. 42, No. 4. P. 50-60. DOI: 10.16562/j.cnki.0256-1492.2022022001.
 103. Yusupov V., Salomatina A.S., Shakhova N.E., Chernykh D.V., Domaniuk A.V., Semiletov I.P. Echo Sounding for Remote Estimation of Seabed Temperatures on the Arctic Shelf // *Geosciences*. 2022. V. 12. Art. no. 315. DOI: 10.3390/geosciences12090315.
 104. Zatserkovnyy A.V., Nurminski E.A. Identification of Location and Camera Parameters for Public Live Streaming Web Cameras // *Mathematics*. 2022. V. 10, No. 19. Art. no. 3601. DOI: 10.3390/math10193601.
 105. Zhang C., Shi T., Liu J., He Z., Thomas H., Dong H, Rinkevich B., Wang Y., Hyun J.-H., Weinbauer M., López-Abbate C., Tu Q., Xie S., Yamashita Y., Tishchenko P.Ya., Chen Q., Zhang R., Jiao N. Eco-engineering approaches for ocean negative carbon emission // *Science Bulletin*. 2022. V. 67. P. 2564-2573. DOI: 10.1016/j.scib.2022.11.016.

Статьи, опубликованные в российских журналах

106. Ананьев Р.А., Дмитриевский В.В., Росляков А.Г., Черных Д.В., Мороз Е.А., Зарайская Ю.А., Семилетов И.П. Использование комплексных акустических методов для мониторинга процессов эмиссии газов на шельфе Арктических морей // *Океанология*. 2022. Т. 62, С. 151-157. DOI: 10.31857/S0030157422010014.
107. Андреев А.Г. Исследование течения Соя в южной части Охотского моря по спутниковым данным // *Исследование Земли из космоса*. 2022. № 1. С. 19-29. DOI: 10.31857/S0205961422010031.
108. Андреев А.Г., Пипко И.И. Изменение уровня моря и геострофических течений в Восточно-Сибирском море и море Лаптевых под влиянием ветра и стока реки Лены // *Исследование Земли из космоса*. 2022. № 2. С. 28-37. DOI: 10.31857/S0205961422020026.
109. Баранюк А.В., Кулешов В.П., Митник Л.М., Митник М.Л., Панфилова М.А. Мониторинг гидрометеорологических процессов в Арктическом регионе со спутников Арктика-1М, GCOM-W1, GPM, Метеор-М № 2-2, MetOp и Aqua // *Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского*. 2022. № 685. С. 11-18.
110. Бессонова Е.А., Емельянова Т.А., Зверев С.А., Изосов Л.А. Структурные неоднородности геологической среды центральной части залива Петра Великого, Японское море (по данным детальных геомагнитных исследований) // *Тихоокеанская геология*. 2022. Т. 41, № 1. С. 32-45. DOI: 10.30911/0207-4028-2022-41-1-32-45.
111. Богатыренко Е.А., Ким А.В., Полоник Н.С., Дункай Т.И., Пономарева А.Л., Дашков Д.В. Психротрофные углеводородокисляющие бактерии, выделенные из донных осадков залива Петра Великого. Японского моря // *Океанология*. 2022. Т. 62, № 3. С. 439-450. DOI: 10.31857/S0030157422030029.
112. Будрин С.С., Долгих Г.И., Пивоваров А.А., Самченко А.Н., Чупин В.А., Швырев А.Н., Ярошук И.О. Экспериментальные томографические исследования особенностей распространения сигналов низкочастотных гидроакустических систем в верхнем слое морского дна и в толще воды // *исследования и робототехника*. 2022. № 3 (41). С. 45-53. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_41_03_04.
113. Будянский М.В., Кулик В.В., Кивва К.К., Улейский М.Ю., Пранц С.В. Лагранжев анализ тихоокеанских вод в Охотском море на основе спутниковых данных в приложении к промыслу минтая // *Исследование Земли из космоса*. 2022. Т. 5. С. 47-59. DOI: 10.31857/S0205961422050050.
114. Буланов В.А., Валитов М.Г., Корсков И.В., Шакиров Р.Б. О глубоководных акустических неоднородностях в придонных слоях в Охотском и Японском море // *Подводные исследования и робототехника*. 2022. № 3 (41). С. 67-78. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_41_03_06.
115. Буланов В.А., Соседко Е.В. Особенности нестационарного и нелинейного рассеяния звука на пузырьках и возможности их спектроскопии // *Акустический журнал*. 2022. Т. 68, № 4. С. 373-384. DOI: 10.31857/S0320791922040025.
116. Буренин А.В., Шкрамада С.С., Моргунов Ю.Н. Особенности формирования эффекта акустического «оползня» для дальнего распространения звука из шельфа в глубокое море // *Подводные исследования и робототехника*. 2022. № 1 (39). DOI: 10.37102/1992-4429_2022_39_01_05.
117. Бухарова М.Г., Василевская Л.Н., Лисина И.А., Поталова Е.Ю. Индекс патогенности как индикатор муссонности климата в Приморском крае // *Естественные и технические науки*. 2022. № 6 (169). С. 197-199.
118. Валитов М.Г., Ли Н.С., Шакиров Р.Б., Пономарева А.Л., Телегин Ю.А., Буланов В.А., Прошкина З.Н., Окулов А.К., Иваненко А.Н., Калгин В.Ю., Рыжманова Я.В., Жуковин А.Ю., Бовсун М.А., Максеев Д.С. Геолого-геофизические и океанографические исследования восточной части Охотского моря в 92-м рейсе

- научно-исследовательского судна «Академик М.А. Лаврентьев» // Океанология. 2022. Т. 62, № 3. С. 502-504. DOI: 10.31857/S0030157422030169.
119. Валитов М.Г., Шакиров Р.Б., Ли Н.С., Легкодимов А.А., Якимов Т.С., Пономарева А.Л., Калинин В.В., Бовсун М.А., Буланов В.А., Прошкина З.Н., Сырбу Н.С., Корсков И.В., Калгин В.Ю., Балданова К.О., Окулов А.К., Максеев Д.С. Геолого-геофизические и океанографические исследования в Японском море, Татарском проливе в 61-м рейсе научно-исследовательского судна «Академик Опарин» // Океанология. 2022. Т. 62, № 1. С. 165-167. DOI: 10.31857/S003015742201018X.
 120. Власова Г.А., Марченко С.С., Рудых Н.И. Весенний гидродинамический режим в Камчатском проливе за 1950-2017 гг. // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2022. № 4. С. 79-87.
 121. Власова Г.А., Нгуен Ба Суан, Ле Динх Мау, Марченко С.С. Влияние тропических циклонов Южно-Китайского моря на изменчивость структуры Вьетнамского течения // Океанология. 2022. Т. 62, № 1. С. 20-31. DOI: 10.31857/S0030157422010191.
 122. Гаврилов А.А. Новые данные о строении подводных возвышенностей Богорова, Тояма и прилегающих участков дна Японского моря (по результатам геоморфологических и космогеологических исследований) // Исследование Земли из космоса. 2022. № 3. С. 17-29. DOI: 10.31857/S0205961422030058.
 123. Гайко Л.А. Изменчивость температуры воды и воздуха вдоль побережья Восточного Приморья и Хабаровского края по данным наблюдений на гидрометеорологических станциях // Морской гидрофизический журнал. 2022. Т. 38, № 4. С. 389-404. DOI: 10.22449/0233-7584-2022-4-389-404.
 124. Гончаров А.А., Алексеев Д.А., Кошурников А.В., Гунар А.Ю., Семилетов И.П., Пушкарев П.Ю. Применение псевдослучайных кодовых последовательностей для повышения эффективности зондирования становлением поля в ближней зоне на Арктическом шельфе // Физика Земли. 2022. № 5. С. 158-170. DOI: 10.31857/S0002333722050167.
 125. Гресов А.И., Яцук А.В., Аксентов К.И., Саттарова В.В., Швалов Д.А., Зарубина Н.В. Геохимические исследования плейстоценовых отложений окраинно-шельфовой зоны Восточно-Сибирского моря и Северного Ледовитого океана // Геохимия. 2022. Т. 67, № 10. С. 961-977. DOI: 10.31857/S001675252210003X.
 126. Деркачев С.Н., Федотов Ю.Н., Фигуркина М.А., Воробьев С.Л., Гузев М.А., Юсупов В.И., Чудновский В.М. Лазерная облитерация варикозно трансформированных притоков магистральных вен (скьюер-облитерация) // Флебология. 2022. Т. 16, № 3. С. 195-202. DOI: 10.17116/flebo202216031195.
 127. Долгих Г.И., Безответных В.В., Буланов А.В., Буренин А.В., Голов А.А., Долгих С.Г., Калинин В.В., Моргунов Ю.Н., Овчаренко В.В., Салюк П.А., Степанов Д.В., Фищенко В.К., Файман П.А., Чупин В.А., Шакиров Р.Б., Швец В.А., Яцук А.В. Система мониторинга потоков климатически активных газов // Экологические системы и приборы. 2022. № 12. С. 12-21. DOI: 10.25791/esip.12.2022.1335.
 128. Долгих Г.И., Будрин С.С., Давыдов А.В., Долгих С.Г., Мишаков А.В., Чупин В.А., Швец В.А. Изучение межгеосферного взаимодействия микросейсмического диапазона лазерно-интерференционным комплексом // Фотоника. 2022. Т. 16, № 7. С. 540-551. DOI: 10.22184/1993-7296.FRos.2022.16.7.540.550.
 129. Долгих Г.И., Давыдов А.В., Долгих С.Г., Чупин В.А., Швец В.А. Особенности возбуждения «прибойного шума» морскими ветровыми волнами // Экологические системы и приборы. 2022. № 12. С. 22-29. DOI: 10.25791/esip.12.2022.1336.
 130. Долгих Г.И., Долгих С.Г. Деформационные аномалии как индикатор генерации цунами // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2022. Т. 502, № 2. С. 77-82. DOI: 10.31857/S2686739722020050.

131. Долгих Г.И., Долгих С.Г. Морские экстремальные поверхностные возмущения // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2021. Т. 3, № 4. С. 322-332. DOI: 10.34753/HS.2021.3.4.322.
132. Долгих Г.И., Долгих С.Г., Овчаренко В.В. Атмосферно-деформационные возмущения, вызванные вулканом Хунга-Тонга-Хунга-Хаапай // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2022. Т. 505, № 2. С. 196-198. DOI: 10.31857/S2686739722600564.
133. Долгих Г.И., Долгих С.Г., Овчаренко В.В., Чупин В.А., Швец В.А., Яковенко С.В. Регистрация нелинейных волн типа «две сестры», «три сестры» // Экологические системы и приборы. 2022. № 12. С. 31-37. DOI: 10.25791/esip.12.2022.1337.
134. Долгих Г.И., Яковенко С.В., Степочкин И.Е. Особенности влияния метеоусловий на деформационные процессы верхнего слоя земной коры // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2022. Т. 507, № 1. С. 80-84. DOI: 10.31857/S2686739722601338.
135. Долгих С.Г. Применение деформационного метода при анализе цунамигенных землетрясений // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2022. Т. 4, № 1. С. 8-22. DOI: 10.34753/HS.2022.4.1.8.
136. Долматова Л.С., Смолина Т.П. Морфофункциональные особенности двух типов фагоцитов голотурии *Eupentacta fraudatrix* (Djakonov et Baranova, 1958) // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2022. Т. 58, № 4. С. 269-283. DOI: 10.31857/S0044452922040040.
137. Жабин И.А., Дмитриева Е.В., Дубина В.А., Лучин В.А. Изменчивость летнего ветрового апвеллинга у корякского побережья в северо-западной части Берингова моря по данным спутниковых наблюдений // Исследование Земли из космоса. 2022. № 5. С. 60-73. DOI: 10.31857/S0205961422050104.
138. Жабин И.А., Лукьянова Н.Б. Влияние ветрового апвеллинга и стокового течения реки Амур на термохалинную структуру вод у северо-восточного побережья о. Сахалин // Метеорология и гидрология. 2022. № 9. С. 32-41. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-9-32-41.
139. Жадан П.М., Ващенко М.А. Репродуктивные адаптации морских ежей с планктотрофной личинкой // Тихоокеанский медицинский журнал. 2022. № 1. С. 26-35. DOI: 10.34215/1609-1175-2022-1-26-35.
140. Зайцев А.И., Пелиновский Е.Н., Долгих Г.И., Долгих С.Г. Регистрация возмущений в Японском море, вызванных извержением вулкана Хунга-Тонга-Хаапай в архипелаге Тонга 15.01.2022 // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2022. Т. 506, № 2. С. 259-264. DOI: 10.31857/S2686739722600564.
141. Захаренко А.Д., Петров П.С. Возмущения модальных коэффициентов затухания и групповых скоростей, вызванные вариациями глубины вдоль акустической трассы в мелком море // Акустический журнал. 2022. Т. 68, № 6. С. 618-624. DOI: 10.31857/S0320791922060144.
142. Зацерковный А.В., Нурминский Е.А. Оценка и использование параметров публичных видеокамер для наблюдения за автомобильным движением // Информатика и системы управления. 2022. № 3 (73). С. 93-105. DOI: 10.22250/18142400_2022_73_3_93.
143. Звалинский В.И., Лобанова П.В., Тищенко П.Я., Лобанов В.Б., Маховиков А.Д. Оценки первичной продукции в северной части Японского моря в различные сезоны по судовым и спутниковым данным // Океанология. 2022. Т. 62, № 5. С. 726-742. DOI: 10.31857/S0030157422050215.
144. Изосов Л.А., Емельянова Т.А., Ли Н.С., Мельниченко Ю.И. Вопросы глобальной тектоники // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2022. № 4. С. 4-19. DOI: 10.17308/geology/1609-0691/2022/4/4-19.
145. Калгин В.Ю., Еськова А.А.И., Легкодимов А.А. Особенности распространения и генезиса аутигенной сульфидной минерализации в донных отложениях

- привьетнамского шельфа и склона Южно-Китайского моря // Литология и полезные ископаемые. 2022. № 5. С. 452-464. DOI: 10.31857/S0024497X22040024.
146. Каплуненко Д.Д., Зотов С.С., Суботэ А.Е., Фищенко В.К. Применение нейронных сетей для классификации биологических объектов по подводным камерам МЭС острова Попова // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 1 (39). С. 72-79. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_39_01_07.
147. Карнаух В.Н., Суховеев Е.Н., Зверев С.А., Апарина К.А., Матюхов В.П., Маликов А.С. Геофизические исследования северо-западной части Японского моря в 78-м рейсе научно-исследовательского судна «Профессор Гагаринский» // Океанология. 2022. Т. 62, № 5. С. 834-837. DOI: 10.31857/S0030157422050057.
148. Касаткина А.П., Столярова М.В., Сергеев А.Ф. Морфологические изменения щетинкочелюстных (chaetognatha) при различных повреждающих воздействиях // Цитология. 2022. Т. 64, № 3. С. 58-60.
149. Колесник О.Н., Карабцов А.А., Съедин В.Т., Колесник А.Н. Первая находка гётитовых корок в Японском море // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2022. Т. 505, № 2. С. 159-164. DOI: 10.31857/S2686739722080102.
150. Коротченко Р.А., Кошелева А.В. Метод восстановления гидрологических временных рядов с применением нейросетевых технологий // Информационные технологии. 2022. Т. 28, № 10. С. 546-551. DOI: 10.17587/it.28.546-551.
151. Крылов А.А., Лобковский Л.И., Рукавишников Д.Д., Баранов Б.В., Ковачев С.А., Дозорова К.А., Цуканов Н.В., Семилетов И.П. Новые данные о сейсмоструктуре моря Лаптевых по наблюдениям донных сейсмостанций // Доклады Российской Академии наук. Науки о Земле. 2022. Т. 507, № 1, С. 98-103. DOI: 10.31857/S2686739722601582.
152. Кулешов В.П., Митник Л.М., Митник М.Л. Оценка поглощения радиоволн на трассе земля-космос по данным спутниковых радиометрических микроволновых измерений // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2021. Т. 680. С. 158-161.
153. Курносова А.С., Зуенко Ю.И., Швецова М.Г. Локализация продукционно-деструкционных процессов по распределению фосфатов в эстуариях рек Уда и Усалгин (Охотское море) // Известия ТИНРО. 2022. Т. 202, № 4. С. 917-932. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-917-932.
154. Кушнерова Н.Ф., Рахманин Ю.А., Момот Т.В., Михайлова Р.И., Рыжова И.Н., Фоменко С.Е., Спрыгин В.Г., Другова Е.С., Мерзляков В.Ю., Лесникова Л.Н., Корякина Ю.П. Жирнокислотный состав плазмы крови и мембран эритроцитов операторов центра управления движением судов // Гигиена и санитария. 2022. Т. 101, № 4. С. 382-388. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-4-382-388.
155. Кушнерова Н.Ф., Фоменко С.Е., Спрыгин В.Г., Другова Е.С., Момот Т.В., Лесникова Л.Н., Мерзляков В.Ю. Влияние липидного комплекса из морской зеленой водоросли *Ulva lactuca* Linnaeus, 1753 на биохимические показатели плазмы крови и печени при экспериментальной дислипидемии // Биология моря. 2022. Т. 48, № 2. С. 123-132. DOI: 10.31857/S013437522020073.
156. Лебедева Л.С., Шамов В.В., Горячев В.А., Павлова Н.А. Тритий в природных водах бассейна реки Лены // География и природные ресурсы. 2022. Т. 43, № 1. С. 40-49. DOI: 10.15372/GIPR20220105.
157. Легкодимов А.А., Сорочинская А.В., Шакиров Р.Б. Некоторые особенности распределения редкоземельных элементов в поверхностных осадках залива Тонкин (Южно-Китайское море) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2022. Т. 54, № 2. С. 93-103. DOI: 10.31431/1816-5524-2022-2-54-93-103.
158. Либанов В.В., Капустина А.А., Шапкин Н.П., Рюмина А.А. Взаимодействие полифенилсилсесквиоксана с бис(ацетилацетонатом) дихлорида олова в условиях механохимической активации // Журнал общей химии. 2022. Т. 92, № 2. С. 287-293. DOI: 10.31857/S0044460X22020147.

159. Лобанов В.Б., Сергеев А.Ф., Трусенкова О.О., Ладыченко С.Ю., Марьина Е.Н., Щербинин П.Е. Инструментальные наблюдения и статистический анализ течений у побережья юго-восточного Приморья в осенне-зимний период // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 3 (41). С. 54-66. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_41_03_05.
160. Ляпидевский В.Ю., Храпченков Ф.Ф., Чесноков А.А., Ярощук И.О. Моделирование нестационарных гидрофизических процессов на шельфе Японского моря // Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. 2022. № 1. С. 57-68. DOI: 10.31857/S0568528122010066.
161. Макаров Д.В., Комиссаров А.А. Хаос и обращение волнового фронта при дальнем распространении звука в океане // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2022. Т. 507, № 2. С. 316-322. DOI: 10.31857/S2686739722601740.
162. Маркевич А.И., Зимин П.С., Суботэ А.Е., Фищенко В.К. Новые данные о видовом составе рыб бухты Алексева (залив Петра Великого, Японское/Восточное море) // Известия ТИНРО. 2022. Т. 202, № 4. С. 828-835. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-828-835.
163. Матвиенко Ю.В., Хворостов Ю.А., Кулешов В.П. Особенности применения скалярно-векторных приемников звука в системах контроля подводной обстановки локальных районов // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 4 (42). С. 4-15. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_42_04_01.
164. Мельниченко Н.А., Тювеев А.В., Лазарюк А.Ю., Кустова Е.В., Харламов П.О. Взаимосвязь проницаемости, пористости и микроструктуры морского льда Амурского залива по данным натурных измерений и магнитно-резонансной томографии // Океанология. 2022. Т. 62, № 4. С. 538-545. DOI: 10.31857/S0030157422040165.
165. Митник Л.М., Хазанова Е.С. Формирующийся ледяной покров на изображениях спутниковых радиолокаторов с синтезированной апертурой, работающих в сантиметровом и дециметровом диапазонах // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2021. № 680. С. 257-262.
166. Мишуков В.Ф., Мишукова Г.И., Шакиров Р.Б. Сравнительный анализ процессов обмена метана на границе раздела вода–атмосфера на акватории окраинных морей // Вестник ДВО РАН. 2022. № 1. С. 75-82. DOI: 10.37102/0869-7698_2021_221_01_07.
167. Мокрин С.Н., Гузев М.А., Терешко Д.А., Кулик А.В., Минаев С.С., Абушкин И.А., Чудновский В.М. Селективный лазерный нагрев оболочек замкнутых полостей, заполненных жидкостью // Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2022. Т. 507, С. 68-72. DOI: 10.31857/S2686740022060128.
168. Мордухович В.В., Крылова Е.М., Рыбакова Е.И., Калинин В.В., Майорова А.С., Камешков Д.А., Сауленко А.А., Скрипова Е.Р. Исследования современного состояния и динамики донных сообществ Японского и Берингова морей (93-й рейс НИС «Академик М.А. Лаврентьев») // Океанология. 2022. Т. 62, № 5. С. 831-833. DOI: 10.31857/S0030157422050148.
169. Мороз В.В., Шатилина Т.А. Особенности формирования экстремальных состояний термического режима вод в районе Курильской островной гряды в летний период под воздействием атмосферных процессов // Морской гидрофизический журнал. 2022. Т. 38, № 5. С. 451-465. DOI: 10.22449/0233-7584-2022-5-451-465.
170. Морозов Е.Г., Флинт М.В., Орлов А.М., Фрей Д.И., Молодцова Т.Н., Кречик В.А., Латушкин А.А., Салюк П.А., Мурзина С.А., Минин К.В., Мишин А.В., Мошаров С.А., Селиверстова А.М., Борзых О.Г., Мельник А.В., Михайлов Д.Н., Чукмасов П.В., Замшин В.В., Битютский Д.Г. Гидрофизические и экосистемные исследования в Атлантическом секторе Антарктики (87-й рейс научно-исследовательского судна «Академик Мстислав Келдыш») // Океанология. 2022. Т. 62, № 5. С. 825-827. DOI: 10.31857/S003015742205015X.

171. Новотрясов В.В., Дубина В.А., Митник Л.М. Восстановление параметров внутренних приливных боров в море Банда по данным спутникового дистанционного зондирования // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2022. Т. 15, № 4. С. 8-22. DOI: 10.48612/fpg/bvve-b2up-ru85.
172. Обжиров А.И. Ледовая экспедиция в Охотское море // *Природа*. 2022. № 4 (1280). С. 60-63. DOI: 10.7868/S0032874X2204007X.
173. Обжиров А.И., Телегин Ю.А., Шакиров Р.Б., Сырбу Н.С., Калгин В.Ю., Ли Н.С., Пономарева А.Л., Еськова А.И. Газогеохимические исследования как метод поиска газогидратов и выявления залежей углеводородов // *География и природные ресурсы*. 2022. № 1. С. 132-139. DOI: 10.15372/GIPR20220114.
174. Пак В.В. Комплексная численная модель медленного течения многофазной жидкости // *Журнал прикладной механики и технической физики*. 2022. Т. 63, № 7. С. 77-87. DOI: 10.1134/S0021894422070094.
175. Пермяков М.С., Клещёва Т.И., Поталова Е.Ю. Молниевая активность в тайфуне Лекима (2019) по данным глобальной сети локализации молний // *Гидросфера. Опасные процессы и явления*. 2021. Т. 3, Вып.4. С. 391-403. DOI: 10.34753/HS.2021.3.4.391.
176. Пермяков М.С., Клещёва Т.И., Поталова Е.Ю., Капач С.С., Журавлев П.В. Локальные особенности грозовой активности на юге Дальнего Востока России // *Метеорология и гидрология*. 2022. № 8. С. 101-111. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-8-101-111.
177. Пипко И.И., Пугач С.П., Семилетов И.П. Динамика карбонатных характеристик вод Карского моря в позднеосенний сезон 2021 г. // *Доклады Российской академии наук. Науки о Земле*. 2022. Т. 506, № 1. С. 86-91. DOI: 10.31857/S2686739722600606.
178. Пичугин М.К., Гурвич И.А., Баранюк А.В. Анализ экстремального ветра в интенсивных внетропических циклонах над северной частью Тихого океана на основе измерений со спутника SMAP // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2022. Т. 19, № 5. С. 287-299. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-5-287-299.
179. Разжигаева Н.Г., Гребенникова Т.А., Ганзей Л.А., Пономарев В.И., Харламов А.А. Отклик озерной экосистемы Малой Курильской гряды на палеоклиматические и сейсмические события // *Геофизические процессы и биосфера*. 2022. Т. 21, № 4. С. 53-73. DOI: 10.21455/GPB2022.4-4.
180. Ростов И.Д., Дмитриева Е.В., Рудых Н.И. Межгодовая изменчивость термических условий энергоактивной зоны Куроисио и сопредельных районов Филиппинского моря // *Метеорология и гидрология*. 2022. № 4. С. 59-78. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-4-59-78.
181. Ростов И.Д., Дмитриева Е.В., Рудых Н.И. Межгодовая изменчивость термических характеристик Индийского океана в условиях глобального потепления // *Морской гидрофизический журнал*. 2022. Т. 38, № 1. С. 53-72. DOI: 10.22449/0233-7584-2022-1-53-72.
182. Рубан А.С., Милевский Я.В., Черных Д.В., Гершелис Е.В., Дударев О.В., Доманюк А.В., Семилетов И.П. Влияние метановых сипов на морфологию аутигенного пирита в донных осадках континентального склона моря Лаптевых // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2022. Т. 333, № 12. С. 88-98. DOI: 10.18799/24131830/2022/12/3848.
183. Самченко А.Н., Пивоваров А.А., Швырев А.Н., Ярощук И.О. Экспериментальные исследования сейсмоакустических процессов на границе "гидросфера-литосфера" в заливе Петра Великого Японского моря // *Подводные исследования и робототехника*. 2022. № 2 (40). С. 74-80. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_40_02_08.
184. Самченко А.Н., Ярощук И.О., Кошелева А.В., Пивоваров А.А., Швырев А.Н. Особенности формирования поля скорости звука под влиянием тайфунов на шельфе

- Японского моря (залив Петра Великого) // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2022. Т. 4, № 1. С. 23-37. DOI: 10.34753/HS.2022.4.1.23.
185. Семкин П.Ю., Тищенко П.Я., Павлова Г.Ю., Тищенко П.П., Сагалаев С.Г., Шкирникова Е.М., Швецова М.Г. Карбонатная система эстуариев рек Сыран и Ульбан (Ульбанский залив Охотского моря) в период летнего паводка // Водные ресурсы. 2022. Т. 49, № 5. С. 650-661. DOI: 10.31857/S0321059622050145.
186. Семкин П.Ю., Тищенко П.Я., Тищенко П.П., Павлова Г.Ю., Анисимова Е.В., Барабанщиков Ю.А., Михайлик Т.А., Чаркин А.Н., Швецова М.Г. Изотопы радия и биогенные вещества в эстуарии реки Раздольной (Амурский залив, Японское море) в период летнего паводка // Водные ресурсы. 2022. Т. 49, № 3. С. 286-297. DOI: 10.31857/S0321059622030130.
187. Соколова Н.Л., Телегин Ю.А., Веникова А.Л., Обжиров А.И. Газогеохимические исследования Дагинских газогидротермальных источников на восточном побережье о. Сахалин // Тихоокеанская геология. 2022. Т. 41, № 5. С. 82-89. DOI: 10.30911/0207-4028-2022-41-5-82-89.
188. Сорокин М.А., Петров П.С., Каплуненко Д.Д., Голов А.А., Моргунов Ю.Н. К вопросу о теоретических и экспериментальных оценках групповых скоростей модальных компонент импульсных акустических сигналов на протяженных трассах с использованием моделей циркуляции океана // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 2 (40). С. 54-65. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_40_02_06.
189. Спрыгин В.Г., Кушнерова Н.Ф., Фоменко С.Е. Влияние липидного комплекса из морской красной водоросли *Ahnfeltia tobuahiensis* на метаболические реакции печени при экспериментальном токсическом гепатите // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2022. № 1. С. 5-11. DOI: 10.31857/S1026347022010140.
190. Степочкин И.Е. Автоматический пробоотборник морской воды с заданной глубины // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 1 (39). С. 80-85. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_39_01_08.
191. Съедин В.Т., Плетнев С.П., Седышева Т.Е. Вулканические комплексы и тектономагматические этапы эволюции Магеллановых гор (Тихий океан). Сообщение 1: вулканические комплексы // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2022. Т. 56, № 4. С. 90-116. DOI: 10.31431/1816-5524-2022-4-56-90-116.
192. Тагильцев А.А., Черанев М.Ю., Гончаров Р.А. Автономный гидроакустический регистратор // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 4 (42). С. 89-94. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_42_04_09.
193. Терехов Е.П., Харченко Т.А., Ли Н.С. Корреляция акустических характеристик и возраста базальных горизонтов кайнозойского осадочного чехла Японского моря // Тихоокеанская геология. 2022. Т. 41, № 2. С. 44-58. DOI: 10.30911/0207-4028-2022-41-2-44-58.
194. Тимофеев В.Ю., Ардюков Д.Г., Тимофеев А.В., Валитов М.Г., Сизиков И.С., Носов Д.А., Стусь Ю.Ф. Гравиметрические исследования на научном полигоне «Мыс Шульца» // Вестник СГУГиТ. 2022. Т. 27, № 4. С. 31-44. DOI: 10.33764/2411-1759-2022-27-4-31-44.
195. Тищенко П.П. Первичная продукция фитопланктона на северо-восточном шельфе острова Сахалин в летний период // Морской биологический журнал. 2022. Т. 7, № 4. С. 81-97. DOI: 10.21072/mbj.2022.07.4.07.
196. Тищенко П.Я., Борисенко Г.В., Барабанщиков Ю.А., Павлова Г.Ю., Рюмина А.А., Сагалаев С.Г., Семкин П.Ю., Тищенко П.П., Уланова О.А., Швецова М.Г., Шкирникова Е.М. Оценка потоков биогенных веществ на границе раздела вода-дно в мелководных бассейнах залива Петра Великого (Японское море) // Геохимия. 2022. Т. 67, № 9. С. 881-895. DOI: 10.31857/S0016752522090084.
197. Тищенко П.Я., Лобанов В.Б., Тищенко П.П., Семкин П.Ю., Сергеев А.Ф., Анисимова Е.В., Барабанщиков Ю.А., Мельников В.В., Рюмина А.А., Сагалаев С.Г., Уланова

- О.А., Швецова М.Г., Шкирникова Е.М. Гидрохимические исследования залива Академии (Охотское море) // *Океанология*. 2022. Т. 62, № 1. С. 98-111. DOI: 10.31857/S0030157422010166.
198. Тищенко П.Я., Шкирникова Е.М., Горячев В.А., Рюмина А.А., Сагалаев С.Г., Тищенко П.П., Уланова О.А., Тибенко Е.Ю. Депонированный органический углерод мелководных бухт залива Петра Великого (Японское море) // *Геохимия*. 2022. Т. 67, № 10. С. 1004-1012. DOI: 10.31857/S0016752522100119.
199. Трусенкова О.О., Лобанов В.Б., Лазарюк А.Ю. Течения в юго-западной части залива Петра Великого, Японское море (по данным стационарного буя WaveScan, 2016 г.) // *Океанология*. 2022. Т. 62, № 3. С. 365-379. DOI: 10.31857/S0030157422030145.
200. Трухин А.М. Изменение репродуктивного ареала ларги *Phoca largha* Pallas, 1811 (Carnivora, Pinnipedia) в западной части Японского моря: причины и следствие // *Биология моря*. 2022. Т. 48, № 2. С. 111-117. DOI: 10.31857/S0134347522020103.
201. Фершалов М.Ю., Петров П.С., Макаров Д.В. О фокусировке акустического поля вблизи наклонного дна в мелководном волноводе // *Подводные исследования и робототехника*. 2022. № 2 (40). С. 65-71. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_40_02_07.
202. Фершалов М.Ю., Степанов Д.В., Штрайхерт Е.А., Фомин В.В., Нечаюк В.Е., Дианский Н.А. Влияние термохалинной стратификации на развитие прибрежного апвеллинга на северо-восточном шельфе о. Сахалин // *Метеорология и гидрология*. 2022. № 9. С. 20-31. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-9-20-31.
203. Холмогоров А.О., Сырбу Н.С., Шакиров Р.Б. Исследование изменчивости концентраций метана в поверхностном слое вод Японского моря в контексте сейсмических событий (по результатам экспедиционных исследований 2017-2018 гг.) // *Геодинамика и тектонофизика*. 2022. Т. 13, № 3. С. 1-16. DOI: 10.5800/GT-2022-13-3-0642.
204. Чудновский В.М., Гузев М.А. Оценка массовой доли вскипевшей воды при её нагреве на лазерном нагревательном элементе // *Дальневосточный математический журнал*. 2022. Т. 22, № 2. С. 164-166. DOI: 10.47910/FEMJ2022XX.
205. Чупин В.А., Гусев Е.С. Инфразвуковые колебания, вызываемые внетропическими циклонами в Японском море // *Гидросфера. Опасные процессы и явления*. 2021. Т. 3, № 4. С. 346-354. DOI: 10.34753/HS.2021.3.4.346.
206. Чупин В.А., Долгих Г.И., Долгих С.Г., Овчаренко В.В., Пивоваров А.А., Самченко А.Н., Швец В.А., Швырев А.Н., Яковенко С.В., Ярощук И.О. Регистрация источников гидроакустического излучения системой пространственно-разнесенных лазерных деформографов // *Подводные исследования и робототехника*. 2022. № 4 (42). С. 62-68. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_42_04_06.
207. Шевцова О.В., Добротина Е.Д., Гончарова А.Б., Недашковский А.П. Химические характеристики снежного покрова в высокоширотной Арктике (мыс Баранова, остров Большевик, архипелаг Северная Земля) // *Лед и снег*. 2022. Т. 62, № 4. С. 564-578. DOI: 10.31857/S2076673422040152.
208. Штрайхерт Е.А., Захарков С.П., Салюк П.А., Пономарев В.И., Артемьев В.А., Глуховец Д.И., Латушкин А.А. Распределение содержания хлорофилла-а в Атлантическом океане в декабре 2019 г. — январе 2020 г. по данным судовых измерений при различных гидрометеорологических условиях // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2022. Т. 15, № 3. С. 97-113. DOI: 10.48612/fpg/9rxr-badt-2vde.
209. Щуров В.А. Фазовый механизм устойчивости вихря вектора акустической интенсивности в мелком море // *Подводные исследования и робототехника*. 2022. № 3 (41). С. 79-91. DOI: 10.37102/1992-4429_2022_41_03_07.
210. Юсупов В.И., Семилетов И.П., Черных Д.В., Саломатин А.С. Активная высокочастотная акустическая термометрия мерзлых водонасыщенных сред // *Акустический журнал*. 2022. Т. 68, № 5. С. 501-509. DOI: 10.31857/S0320791922050136.

211. Якимов Т.С., Ахмедов Д.А. Результаты петрографических исследований раннемеловых гранитоидов Японского моря // Вестник ДВО РАН. 2022. № 2. С. 86-97. DOI: 10.37102/0869-7698_2022_222_02_7.
212. Яковенко С.В., Швец В.А., Будрин С.С. Региональные особенности инфрагравитационных морских волн в диапазоне от 20 до 300 с // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2021. Т. 3, № 4. С. 355-372. DOI: 10.34753/HS.2021.3.4.355.
213. Alliluev A.D., Makarov D.V. Dynamics of a nonlinear quantum oscillator under non-Markovian pumping // Journal of Russian Laser Research. 2022. V. 43, No. 1. P. 71-81. DOI: 10.1007/s10946-022-10024-7.
214. Ivanov M.V., Aksentov K.I., Astakhov A.S. Mercury concentrations in the surface bottom sediments and cores of the East Siberian and Laptev seas and the adjacent area of the Arctic Ocean // Limnology and Freshwater Biology. 2022. V. 5, No. 3. P. 1352-1354. DOI: 10.31951/2658-3518-2022-A-3-1352.
215. Kalinchuk V.V., Lopatnikov E.A., Ivanov M.V. Atmospheric gaseous elemental mercury and its sea-air evasion fluxes from the Sea of Okhotsk to the South China Sea: results of cruise studies in 2019 // Limnology and Freshwater Biology. 2022. V. 5, No. 3. P. 1319-1322. DOI: 10.31951/2658-3518-2022-A-3-1319.
216. Kalugin I.A., Gaskova O.L., Meydan A.F., Babich V.V., Markovich T.I., Astakhov A.S. Lithochemical parameters in equilibrium systems of modern sedimentation in lakes and on the sea shelf // Limnology and Freshwater Biology. 2022. V. 5, No. 4. P. 1429-1431. DOI: 10.31951/2658-3518-2022-A-4-1429.
217. Mashyanov N.R., Pogarev S.E., Sholupov S.E., Ryzhov V.V., Obolkin V.A., Khodzher T.V., Potemkin V.L., Molozhnikova E.V., Kalinchuk V.V. Air mercury monitoring in the Baikal area (2011-2021) // Limnology and Freshwater Biology. 2022. V. 3. P. 1315-1318. DOI: 10.31951/2658-3518-2022-A-3-1315.
218. Mau Dinh Le, Vlasova G.A., Dung Thi Thuy Nguyen, Hoan Sy Pham, Tuan Van Nguyen. Distribution features of the weather conditions in Nha Trang Bay (The South China Sea) // Russian Journal of Earth Sciences. 2022. V. 22, No. 6. Art. no. 14. DOI: 10.2205/2022ES000791.
219. Nguyen Van Hoang, Trinh Hoai Thu, Shakirov R., Tran Thi Thuy Huong, Syrbu N. Estimation of Groundwater Recharge from Rainfall for Arid Coastal Plain of Ninh Thuan Province, Vietnam // Russian Journal of Earth Sciences. 2022. V. 22, No. 1. Art. no. ES1001. DOI: 10.2205/2022ES000775.
220. Osipova E.B. Gravity Stresses and Block-Layer Structures in the Earth's Crust // Physical Mesomechanics. 2022. V. 25, No. 2. P. 187-194. DOI: 10.1134/S1029959922020102.
221. Prants S.V. Motion of Cold Atoms in a Labyrinth Created by a Three-Dimensional Optical Lattice // Journal of Russian Laser Research. 2022. V. 43, No. 1. P. 18-27. DOI: 10.1007/s10946-022-10019-4.
222. Zhabin I.A., Dmitrieva E.V. Seasonal and Inter-Annual Variability of Wind-Driven Upwelling near the East Coast of Sakhalin Island Based on QuikSCAT/SeaWinds Scatterometer Data // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2021. V. 57, No. 12. P. 1680-1689. DOI: 10.1134/S000143382112029X.

Книги

1. Виктор Иванович Ильичев. Наследие Академика / Гл. ред. акад. Г.И. Долгих; отв. ред. Н.И. Савельева. Владивосток: Дальнаука, 2022. 76 с.
2. Гаврилов А.А. Актуальные теоретические вопросы геоморфологических и морфотектонических исследований / Отв. ред. д.г.-м.н. Р.Г. Кулинич. Рецензенты: д.г.н. В.В. Шамов, д.г.-м.н. Р.Б. Шакиров. Владивосток: Дальнаука, 2022. 324 с.
3. Основные результаты научно-исследовательских работ ТОИ ДВО РАН за 2021 г. / Гл. ред. к.г.н. Н.И. Савельева. Владивосток: Дальнаука, 2022. 152 с.
4. Sea Level Fluctuations / Ed. G.I. Dolgikh. St. Alban-Anlage 66. 4052 Basel, Switzerland, 2022. 222 p. [Эл. ресурс]. https://www.mdpi.com/journal/jmse/special_issues/Grigory_sea_level_fluctuations.
5. Shchurov V.A. Movement of Acoustic Energy in the Ocean. Singapore: Springer Nature Singapore. Pte Ltd., 2022. 188 p.

Патенты

1. Измеритель вариаций солености морской воды: Пат. № 2764403 С1 / Ковалев С.Н., Лазарюк А.Ю. – з. № 2021110703, заявл. 15.04.2021, зарег. и опубл. 17.01.2022, Бюл. № 23.
2. Липидкорректирующее средство из морских водорослей: Пат. № 2767908 С1 / Спрыгин В.Г., Кушнерова Н.Ф., Фоменко С.Е. – з. № 2021112852, заявл. 22.04.2021, зарег. и опубл. 22.03.2022, Бюл. № 9.
3. Переносное устройство для системы автономных регистраторов гидрофизических параметров: Пат. № 2766830 С1 / Ковалев С.Н. – з. № 2021117262, заявл. 11.06.2021, зарег. и опубл. 16.03.2022, Бюл. № 8.
4. Амфибийное транспортное средство: Пат. № 2778403 С1 / Ковалев С.Н. – з. № 2022108380, заявл. 29.03.2022, зарег. и опубл. 18.08.2022, Бюл. № 23.
5. Система для отбора проб из водосборного устройства: Пат. № 2786650 С1 / Холмогоров А.О., Сырбу Н.С. – з. № 2022109973, заявл. 14.04.2022, зарег. и опубл. 23.12.2022, Бюл. № 36.

Программы ЭВМ

1. Программа ЭВМ «Линейная диагностическая модель океана»: Свидетельство о рег. № 2022660798 / Файман П.А. – з. № 2022619512, заявл. 24.05.2022, зарег. и опубл. 09.06.2022, Бюл. № 6.
2. Программа ЭВМ «Нелинейное стохастическое немарковское уравнение Шрёдингера»: Свидетельство о рег. № 2022683391 / Аллилуев А.Д., Макаров Д.В., Куркин А.А. – з. № 2022682944, заявл. 29.11.2022, зарег. и опубл. 05.12.2022, Бюл. № 12.

Базы данных

1. База данных «Нефтеокисляющие бактерии донных отложений северной части Японского моря»: Свидетельство о рег. № 2022621781 / Балданова К.О., Григоров Р.А., Еськова А.И., Калгин В.Ю., Максеев Д.С., Обжиров А.И., Окулов А.К., Полоник Н.С., Пономарева А.Л., Сырбу Н.С., Шакиров Р.Б., Легкодимов А.А. – з. № 2022621633, заявл. 04.07.2022, зарег. и опубл. 20.07.2022, Бюл. № 7.
2. База данных «Степень деструкции и индексов биодеградации углеводов штаммами, выделенными из Северной части Японского моря в аэробных и анаэробных условиях: Свидетельство о рег. № 2022623218 / Пономарева А.Л., Полоник Н.С., Еськова А.И., Григоров Р.А., Хокканен С.Н., Сырбу Н.С., Обжиров

- А.И., Шакиров Р.Б., Легкодимов А.А. – з. № 2022623064, заявл. 17.11.2022, зарег. и опубл. 05.12.2022, Бюл. № 12.
3. База данных «Цифровая модель аномального магнитного поля Чаунской губы (Восточно-Сибирское море)»: Свидетельство о рег. № 2022621912 / Бессонова Е.А., Зверев С.А., Апарина К.А., Червинская И.В. – з. № 2022621783, заявл. 20.07.2022, зарег. и опубл. 02.08.2022, Бюл. № 8.
 4. База данных «Цифровая модель аномального магнитного поля юго-восточной части акватории Татарского пролива, Японское море»: Свидетельство о рег. № 2022621992 / Бессонова Е.А., Зверев С.А., Червинская И.В. – з. № 2022621992, заявл. 20.07.2022, зарег. и опубл. 09.08.2022, Бюл. № 8.
 5. База данных «Каталог данных высокочастотного сейсмического профилирования залива Петра Великого (Японское море)»: Свидетельство о рег. № 2022622181 / Карнаух В.Н., Суховеев Е.Н., Червинская И.В. – з. № 2022622059, заявл. 18.08.2022, зарег. и опубл. 05.09.2022, Бюл. № 9.
 6. База данных «Физические свойства горных пород Курильской островодужной системы острова Сахалин и некоторых морфоструктур Охотского моря»: Свидетельство о рег. № 2022622201 / Харченко Т.А., Терехов Е.П., Валитов М.Г. – з. № 2022622210, заявл. 26.08.2022, зарег. и опубл. 06.09.2022, Бюл. № 9.
 7. База данных «База данных измерений гидрофизических полей в заливе Посъета Японского моря (весна – лето 2022 года)»: Свидетельство о рег. № 2022623424 / Ярошук И.О., Самченко А.Н., Швырев А.Н., Кошелева А.В., Пивоваров А.А., Куркин А.А., Куркина О.Е., Санников Н.А. – з. № 2022623467, заявл. 07.12.2022, зарег. и опубл. 13.12.2022, Бюл. № 12.
 8. База данных «Характеристики внутренних волн в полях концентрации хлорофилла в Японском море, зарегистрированных с помощью спутникового сканера цвета моря GOCT-COMS-1»: Свидетельство о рег. № 2022620146 / Салюк П.А., Липинская Н.А. – з. № 2021623353, заявл. 28.12.2021, зарег. и опубл. 18.01.2022, Бюл. № 1.

Научное издание

**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ
ЗА 2022 ГОД**

Издательское оформление
ИП Миromanова И.В.
2023 г.

