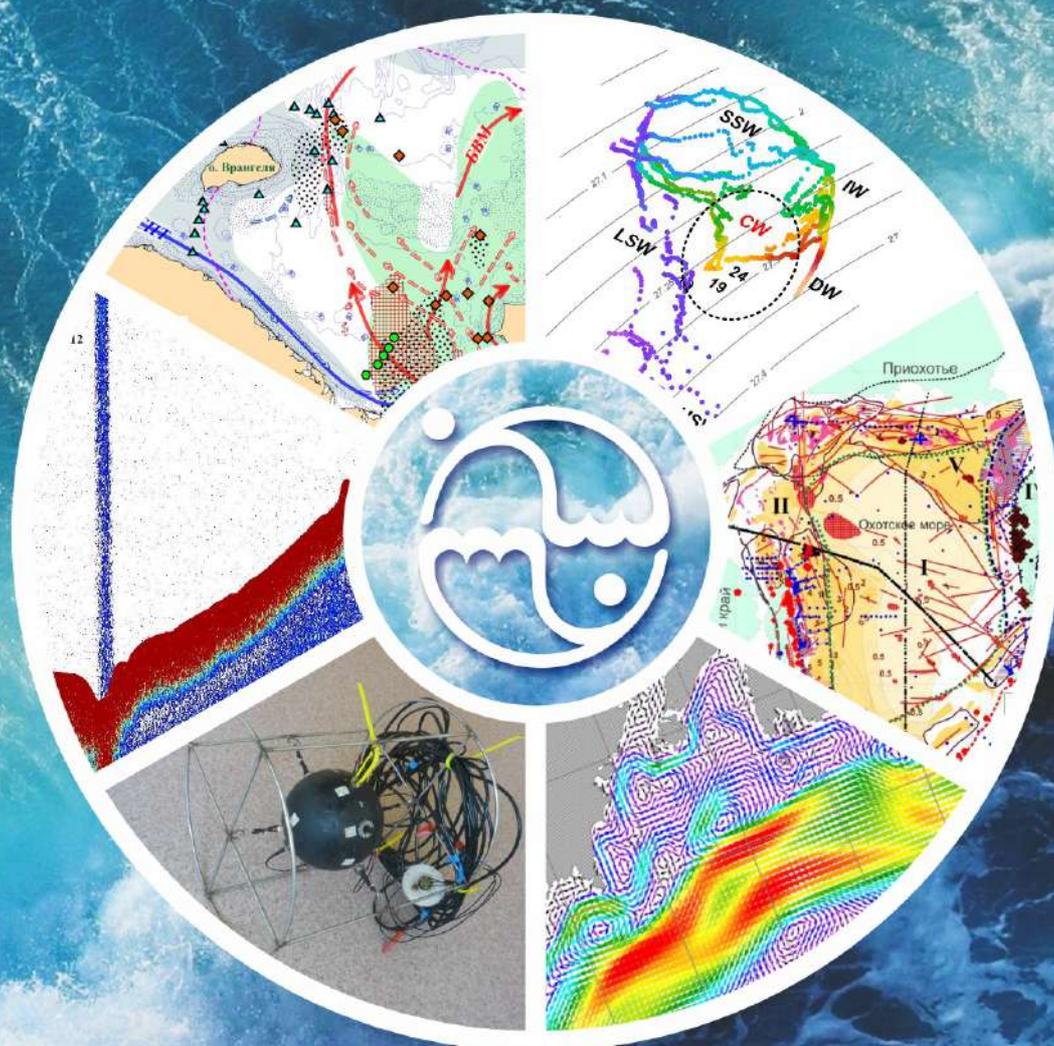


Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева
Дальневосточного отделения Российской академии наук.



Основные результаты научно-исследовательских работ за 2015 г.

Владивосток
2016

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева
Дальневосточного отделения Российской академии наук

**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
РАБОТ ЗА 2015 г.**

Владивосток
2016

УДК 551.46

Основные результаты научно-исследовательских работ за 2015 г. Владивосток: Дальнаука, 2016.
80 с., 68 ил., 248 источников.

Главный редактор акад. РАН В.А. Акуличев

Редколлегия:

директор к.г.н. *В.Б. Лобанов*
ученый секретарь к.г.н. *Н.И. Савельева*
зам. директора д.г.-м.н. *А.С. Астахов*
зам. директора д.б.н. *В.П. Челомин*

Утверждено к печати Ученым советом ТОИ ДВО РАН

ISBN 978-5-8044-1601-1

© ТОИ ДВО РАН, 2016

ВВЕДЕНИЕ

В 2015 г. научно-исследовательские работы в ТОИ ДВО РАН проводились в соответствии с Основными направлениями фундаментальных исследований РАН (утверждены 22 января 2007 года № 10103-30), Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 декабря 2012 г. № 2237-р и в рамках государственного задания на 2015 г., утвержденного Федеральным агентством научных организаций (ФАНО) России 24 декабря 2014 г. и, с учетом дополнений к плану НИР на 2015 г., государственным заданием, утвержденным ФАНО России 5 октября 2015 г.

В отчетном 2015 году Институт выполнял работы по 105 темам, 31 из которых были закончены в отчетном году. Работы выполнялись по 9 темам в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 гг., по 32 темам по Программам фундаментальных исследований Президиума РАН, включая программу фундаментальных исследований Дальневосточного отделения РАН «Дальний Восток», по 38 темам по грантам РФФИ, РФФИ, РФФИ, грантам Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ РФ и молодых ученых –кандидатов наук, по 8 темам по международным грантам, соглашениям, договорам с зарубежными партнерами, по 18 темам в рамках договоров, контрактов с российскими заказчиками.

В отчетном году сотрудниками Института были защищены 3 диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по специальности «океанология».

На 1 декабря 2015 г. в очной аспирантуре Института обучались 11 человек. В 2015 г. в аспирантуру поступили два человека за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета в рамках контрольных цифр приема граждан. Закончили обучение три аспиранта, с представлением диссертационных работ – 2. Все аспиранты-выпускники остались работать в Институте. Дальнейшее развитие получили базовые кафедры ТОИ в Дальневосточном Федеральном Университете – океанологии и гидрометеорологии, гидрофизики, геофизики и геоэкологии, геологии и геохимии нефти и газа; в МГУ им. адмирала Г.И. Невельского – лазерной физики и оптоэлектроники.

Продолжили свою работу два научно-образовательных центра:

- НОЦ «Природные ресурсы и охрана океана» (совместно с МГУ им. адмирала Г.И. Невельского, Дальрыбвтузом), основной целью которого является развитие и координация НИР по изучению, использованию и охране морских ресурсов дальневосточных и восточно-арктических морей, организации учебного процесса по ряду специальностей, подготовки молодых специалистов по специальностям: «морские нефтегазовые сооружения», «кораблестроение и океанотехника», «геология и разведка полезных ископаемых», «нефтегазовое дело», «экология и природопользование», «защита окружающей среды», «биоэкология», «водные биоресурсы и аквакультура».

- НОЦ «Физика Земли» (совместно с ДВГИ ДВО РАН, ТИГ ДВО РАН) создан для подготовки молодых специалистов в области наук о Земле: «геология», «геофизика», «гидрофизика», «океанология», «физическая география».

Создана совместно с Инженерной школой ДВФУ научно-исследовательская лаборатория прикладной гидрофизики и связи для совместного решения научных и образовательных задач.

Численность штатных работников Института составляла 574 человека, среди них 263 научных сотрудника, в том числе 1 академик РАН, 1 член-корреспондент РАН, 42 доктора наук, 137 кандидатов наук.

В 2015 г. директором Института избран к.г.н. В.Б. Лобанов. Академик В.А. Акуличев стал научным руководителем ТОИ ДВО РАН.

Структура научных подразделений Института включает 9 отделов, 34 лаборатории и 4 вспомогательных сектора.

Отдел общей океанологии (отдел № 1) – к.г.н. Лобанов В.Б.

- 1/1 Лаборатория физической океанологии – к.г.н. Лобанов В.Б.
- 1/2 Лаборатория гидрологических процессов и климата – к.г.н. Юрасов Г.И.
- 1/4 Лаборатория ядерной океанологии – к.т.н. Горячев В.А.
- 1/5 Лаборатория информатики и мониторинга океана – к.г.н. Ростов И.Д.
- 1/6 Лаборатория ледовых исследований – д.г.н. Плотников В.В.
- 1/7 Сектор гидрологических измерений – Воронин А.А.

Отдел акустики океана (отдел № 2) – чл.-корр. РАН Долгих Г.И.

- 2/1 Лаборатория физики геосфер – чл.-корр. РАН Долгих Г.И.
- 2/2 Лаборатория статистической гидроакустики – д.ф.-м.н. Ярошук И.О.
- 2/3 Лаборатория акустической океанографии – к.ф.-м.н. Саломатин А.С.
- 2/4 Лаборатория акустического зондирования океана – д.ф.-м.н. Рутенко А.Н.

Отдел физики океана и атмосферы (отдел № 3) – д.ф.-м.н. Пранц С.В.

- 3/1 Лаборатория нелинейных динамических систем – д.ф.-м.н. Пранц С.В.
- 3/2 Лаборатория геофизической гидродинамики – д.ф.-м.н. Кошель К.В.
- 3/3 Лаборатория гидрофизики – д.ф.-м.н. Буланов В.А.

Отдел биохимических технологий (отдел № 4) – д.б.н. Кушнерова Н.Ф.

- 4/1 Лаборатория биофизики – д.б.н. Чудновский В.М.
- 4/2 Лаборатория биохимии – д.б.н. Кушнерова Н.Ф.

Отдел геохимии и экологии океана (отдел № 5) – д.б.н. Челомин В.П.

- 5/1 Лаборатория морской экотоксикологии – д.б.н. Челомин В.П.
- 5/2 Лаборатория арктических исследований – д.г.н. Семилетов И.П.
- 5/3 Лаборатория исследования загрязнения и экологии – д.б.н. Жадан П.М.
- 5/4 Лаборатория гидрохимии – д.х.н. Тищенко П.Я.
- 5/5 Сектор физико-химического анализа – к.г.-м.н. Можеровский А.В.

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

- 6/1 Лаборатория океанотехники – к.т.н. Тагильцев А.А.
- 6/2 Лаборатория акустической томографии – д.т.н. Моргунов Ю.Н.
- 6/3 Лаборатория акустических шумов – д.ф.-м.н. Щуров В.А.
- 6/4 Сектор разработки экспериментальных систем – Македонский А.С.

-
- Отдел геологии и геофизики океана** (отдел № 7) – д.г.-м.н. Обжиров А.И.
- 7/1 Лаборатория электрических и магнитных полей – к.г.-м.н. Никифоров В.М.
 - 7/2 Лаборатория сейсмических исследований – к.г.-м.н. Карнаух В.Н.
 - 7/3 Сектор геолого-гефизического обеспечения – Крайниников Г.А.
 - 7/4 Лаборатория геологических формаций – д.г.-м.н. Цой И.Б.
 - 7/5 Лаборатория седиментологии и стратиграфии – д.г.-м.н. Деркачев А.Н.
 - 7/6 Лаборатория газогеохимии – д.г.-м.н. Обжиров А.И.
 - 7/7 Лаборатория морского рудообразования – д.г.-м.н. Астахов А.С.
 - 7/8 Лаборатория гравиметрии – г.г.-м.н. Валитов М.Г.
 - 7/9 Лаборатория палеоокеанологии – д.г.-м.н. Горбаренко С.А.

- Отдел информационных технологий** (отдел № 8) – к.т.н. Фищенко В.К.
- 8/1 Лаборатория анализа океанологической информации – к.т.н. Фищенко В.К.
 - 8/2 Лаборатория научно-технической информации – к.х.н. Набиуллин А.А.
 - 8/3 Сектор электронных коммуникаций – Волков А.П.

- Отдел спутниковой океанологии** (отдел № 9) – д.ф.-м.н. Митник Л.М.
- 9/1 Лаборатория спутниковой океанологии – д.ф.-м.н. Митник Л.М.
 - 9/2 Лаборатория взаимодействия океана и атмосферы – д.ф.-м.н. Пермяков М.С.
 - 9/4 Лаборатория лазерной оптики и спектроскопии – к.ф.-м.н. Салюк П.А.

Результаты научных исследований опубликованы сотрудниками Института в центральной, зарубежной и местной печати, а также в материалах симпозиумов, съездов, конференций. Всего статей в журналах – 227, из них: в российских журналах – 152, в зарубежных – 75; в сборниках научных статей – 4, глав в монографиях – 6. В международных базах данных содержатся сведения по статьям: в Scopus – 107, в WOS – 86 (JCR – 85, SCIE – 1); в Google Scholar – 79; в списке ВАК – 192, в РИНЦ – 150, в эл. журн. – 23. Опубликовано 388 докладов и тезисов докладов, из них на российских конференциях – 315, на зарубежных – 73.

В настоящем сборнике представлены основные результаты научно-исследовательских работ, выполненных в ТОИ ДВО РАН в 2015 г. Представленные результаты характеризуют современное состояние исследований по основным направлениям деятельности Института.

Тема 1
«НЕЛИНЕЙНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ОКЕАНЕ И АТМОСФЕРЕ»

Науч. руководитель д.ф.-м.н. С.В. Праниц

1.1. Трехмерный лагранжев анализ вертикальной структуры глубоководных вихрей в Японской котловине Японского моря

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

В рамках вихреразрешающей многослойной региональной численной модели циркуляции океана проведен трехмерный лагранжев анализ вертикальной структуры глубоководных вихрей в Японской котловине Японского моря. Показано, что вертикальная структура типичных топографически обусловленных антициклонических вихрей модели эволюционирует в течение года. В теплое время года такой вихрь проявляется в глубинных слоях, но не на поверхности, тогда как осенью он достигает поверхности. Это объясняется нелинейностью вихря, характеристиками пикноклина в зависимости от сезона и особенностями топографии дна. Этот результат подтверждается также расчетом деформаций модельных слоев вдоль зональных и меридиональных разрезов и их сравнением с соответствующими температурными разрезами реального вихря в указанном регионе. Данные гидрофизических разрезов таких вихрей в море и натурных измерений на заякоренных станциях хорошо согласуются с результатами численного моделирования (*Prants S.V., Budyansky M.V., Ponomarev V.I., Uleysky M.Yu., Fayman P.A. // Ocean Modelling. 2015. V. 86. P. 128-140.*)

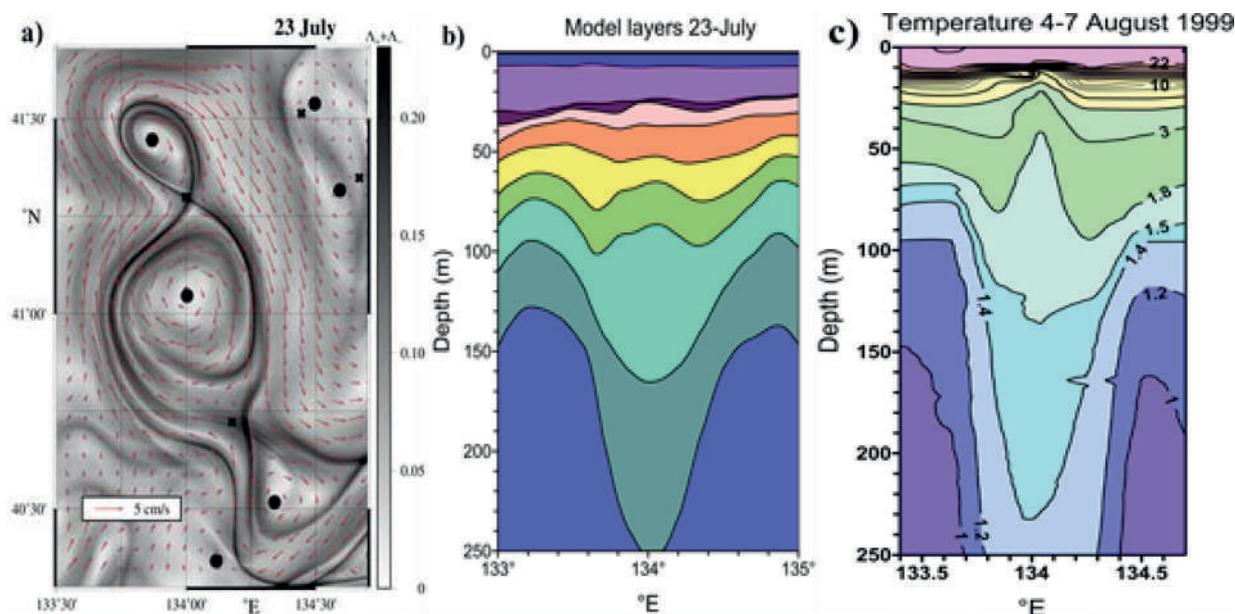


Рис. 1.1. а) Модельные антициклонические вихри в нижнем слое главного пикноклина на карте Лянунова. б) Зональный разрез модельных слоев. в) Зональный температурный разрез типичного антициклонического вихря в том же районе, что и в модели (съемка Talley et al в августе 1999 г.)

1.2. Хаотизация пассивных маркеров в поле скоростей, индуцированном вихрем в двухслойной модели, взаимодействующим с деформационным потоком

к.ф.-м.н. Е.А Рыжов, д.ф.-м.н. К.В. Кошель

Построена модель движения пары вихрей в двухслойном квазигеострофическом приближении при наличии сдвигового потока. Вихри расположены в нижнем слое, что позволяет исследовать хаотический транспорт и перемешивание в регулярном поле скоростей, индуцированном в верхнем слое. При расположении вихрей в разных эллиптических стационарных точках, в верхнем слое индуцируются поля скоростей разных конфигураций. Показано, что небольшие отклонения вихрей от стационарных точек приводят к периодическому возмущению индуцированного поля скоростей. В последнем случае траектории жидких частиц становятся хаотическими (Ryzhov E.A., Koshel K. V. // Chaos. 2015. V. 25. P. 103-108.).

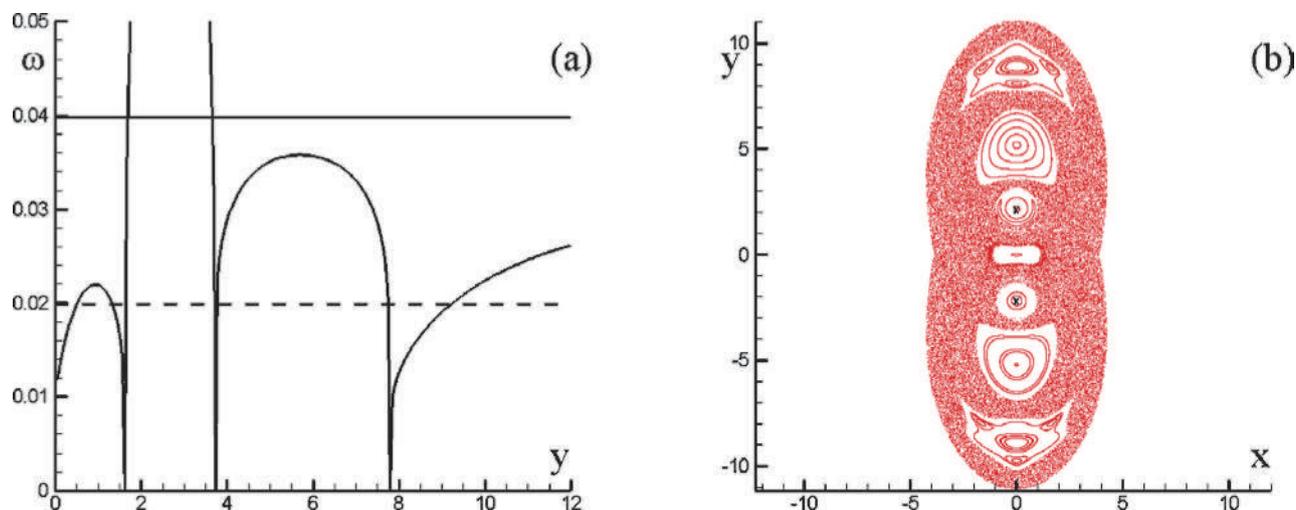


Рис. 1.2. а) Пример зависимости частоты оборота жидких частиц вокруг эллиптических точек. Сплошная и пунктирная прямые показывают частоту возмущения (частоту оборота вихря вокруг эллиптических точек) и ее половину. б) Соответствующее сечение Пуанкаре, показывающее области хаотизации траекторий жидких частиц в верхнем слое

1.3. Методы регистрации утечек газа с помощью активных и пассивных акустических методов

д.ф.-м.н. А.О. Максимов, к.ф.-м.н. Ю.А. Половинка

Выполнена разработка и совершенствование методов регистрации утечек газа с помощью активных и пассивных акустических методов. Пространственные и временные фокусирующие свойства антенн, использующих обращенные во времени сигналы, исследовались для диагностики утечек подводных трубопроводов в условиях шельфа о-ва Сахалин. Получено интегральное представление для обращенных во времени сигналов в районе источников утечки в терминах функций Грина волновода Пекериса. Форма акустических сигналов позволяет в явном виде представить результат в виде ряда различных траекторий распространения сигнала в волноводе. Для слабых утечек временное «окно» регистрации, в течение которого произво-

дится запись сигналов на антенне, сопоставимо с длительностью импульса, что оказывается достаточным для диагностики утечки (Maksimov A.O., Polovinka Y.A. // J. Acoust. Soc. Am. 2015. V. 137. No 4. P. 2168–2179.).

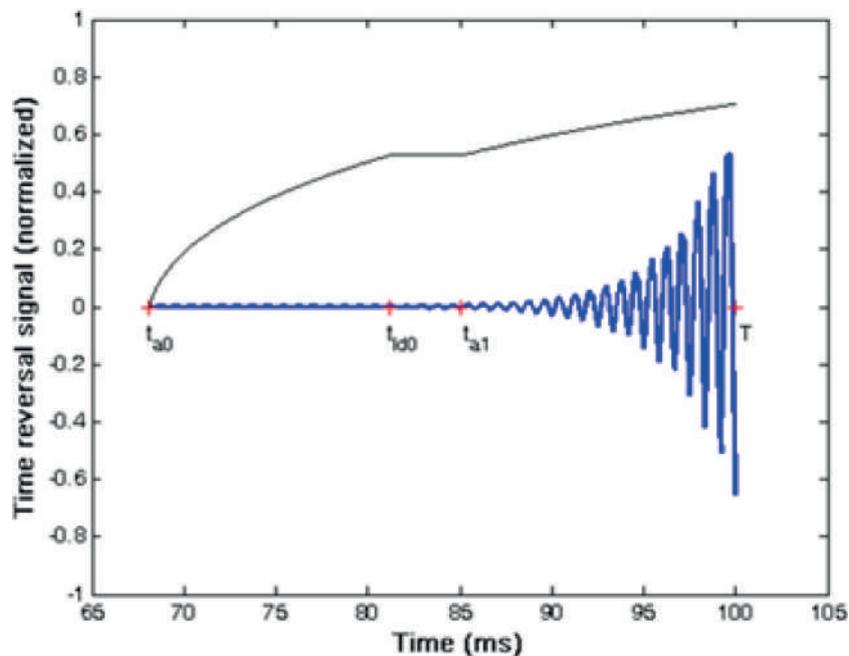


Рис. 1.3. Форма обращенного во времени сигнала и его огибающей в волноводе в месте расположения источника в районе месторождения Аркутун-Даги. Кривые отвечают нормированным значениям и рассчитаны для следующих значений определяющих параметров: вертикальный размер антенны $D = 30$ м, скорость звука в жидкости $c_w = 1470$ м/с, расстояние между источником и антенной $L = 100$ м, толщина жидкого слоя $H_l = 35$ м, собственная частота пузырька 1200 Гц, добротность пузырька $Q = 15$, величина временного окна $T = 100$ мс (характерные временные масштабы помечены красными крестиками)

1.4. Роль ветрового и термического воздействий в формировании изменчивости циркуляции вод в Центральной котловине Японского моря с 1958 по 2006 г.

к.ф.-м.н. Д.В. Степанов, д.ф.-м.н. В.В. Новотрясов

На основе численного моделирования циркуляции вод Японского моря (ЯМ) проведен анализ ее климатической изменчивости в Центральной котловине (ЦК) в период с 1958 по 2006 г. Анализ вихревой составляющей циркуляции на промежуточных горизонтах в ЦК ЯМ показал, что спектр ее межгодовой изменчивости формируется колебаниями с периодами ~ 2 , ~ 4 и ~ 5 лет, а в декадном диапазоне вариациями с периодами ~ 10 и ~ 14 лет. Выявлена высокая степень связи между вихревой составляющей и ветровой нагрузкой на масштабах 4–5 лет, а в декадном диапазоне значимый уровень связи обеспечивается как ветровой нагрузкой, так и перепадом температур на границе воздух–вода, обусловленным зимним выхолаживанием (Дианский Н.А., Степанов Д.В., Гусев А.В. // Труды ГОИН. 2015. № 216. С. 104-122.).

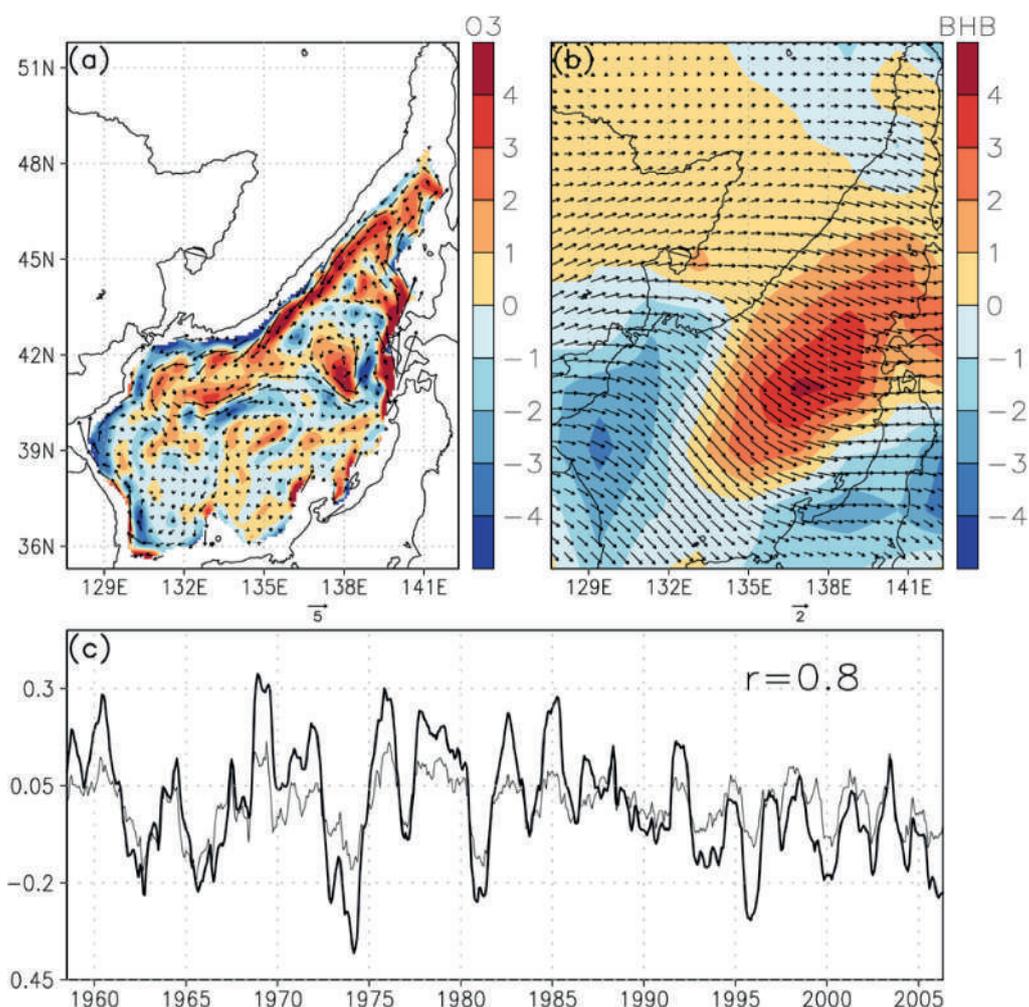


Рис. 1.4. Средние (с 1958 по 2008 г) поля: а) воспроизведенных моделью скорости течений (см/с) и вертикальной составляющей вектора относительной завихренности (выделена цветом) по отношению к параметру Кориолиса, соответствующего широте $43^{\circ}5'$ с.ш., на горизонте 500 м и б) поля скорости ветра (м/с) и вихря напряжения ветра (выделено цветом, масштаб 10^{-7} Н/м³) на высоте 10 м по данным эксперимента CORE фаза I. в) Изменчивость циркуляции (циклонического круговорота) в северной части Японского моря (сплошная черная линия), вихря напряжения ветра (тонкая черная линия) и степень связи между ними (коэффициент корреляции 0.8)

1.5. Лучевые модовые параболические уравнения и примеры их применения в акустике мелкого моря

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

Методом многомасштабных разложений выведено лучевое модовое адиабатическое параболическое уравнение, из которого было получено одномодовое уравнение Гельмгольца. Из последнего, в свою очередь, методом Бабича было получено итоговое модовое параболическое уравнение в центрированных относительно луча (ray-centered) координатах. Это уравнение было использовано для вычисления акустических полей в важных для акустики мелкого моря тестовых примерах. В частности, метод модовых Гауссовых пучков был использован для численного решения полученного уравнения в случае распространения акустических волн поперек клина с углом 2.86° (бенчмарка Американского акустического общества). Результаты вы-

числений оказываются в очень хорошем согласии с точным решением, полученным методом изображений источников. При этом скорость вычислений значительно (более чем в 2000 раз) превосходит скорость вычислений методом трехмерного параболического уравнения. Предложенный метод поддается эффективному распараллеливанию и будет использован в экспериментальных работах института.

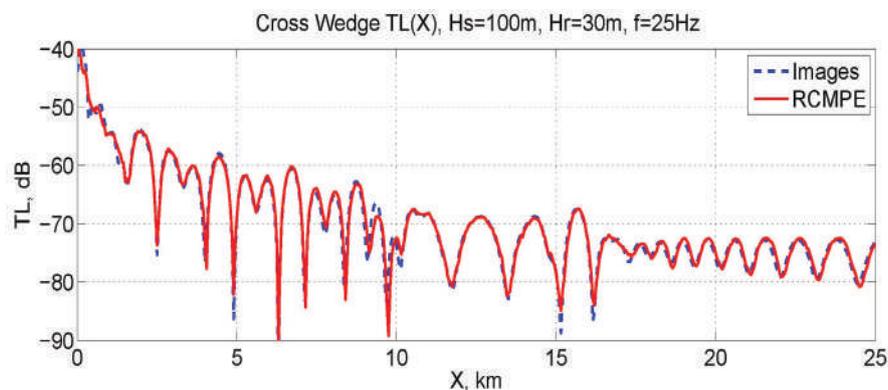


Рис. 1.5. Потери на распространение для акустических волн от монохроматического источника частотой 25 Гц в случае распространения поперек клина (бенчмарка Американского акустического общества). Приведено сравнение метода модового лучевого параболического уравнения (7 мод) с методом изображений источников (среднеквадратичная разница двух решений – 1дБ)

1.6. Моделирование структур многокомпонентной конвекции

к.ф.-м.н. С.Б. Козицкий

Рассмотрена трехмерная термохалинная конвекция в бесконечном по горизонтали слое несжимаемой жидкости, медленно вращающейся вокруг вертикальной оси. Для рассматриваемой системы в окрестности точек бифуркации Хопфа методом многомасштабных разложений получено семейство амплитудных уравнений типа Гинзбурга-Ландау (CGLE), описывающее поведение системы в слабо-надкритическом режиме и учитывающее взаимодействие с полем горизонтальной завихренности. Проведено численное моделирование трехмодовой (в горизонтальной плоскости) конвекции на основе полученных уравнений в случае больших чисел Рэлея, который представляет интерес для геофизической гидродинамики. Показано, что конвекция приобретает форму гексагональных структур для локализованных начальных условий. Вращение системы как целого препятствует распространению конвекции на всю область. Развита общий подход к моделированию структур во вращающихся системах с многокомпонентной конвекцией (Kozitskiy S.B. // *Discontinuity, Nonlinearity, and Complexity*. 2015. V. 4, No. 3. P. 323–331.).

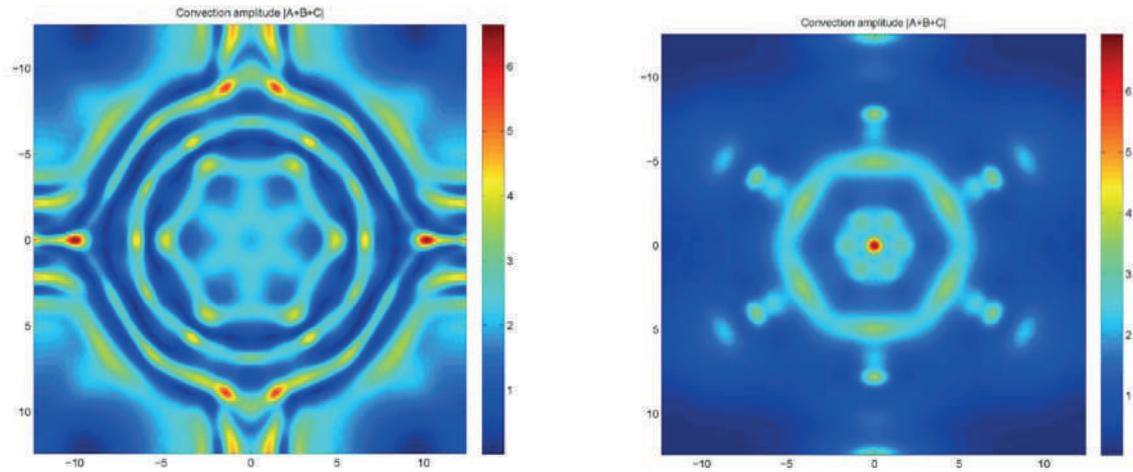


Рис. 1.6. Численное решение для трех конвективных мод в области 25×25 , время $T=7.5$, частота Хопфа $\omega=20000$. Начальное условие: $A=B=C=2\exp(-2(X^2+Y^2))$ На рисунке – модуль суммы амплитуд конвективных мод $|A+B+C|$ без учета вращения (слева) и с учетом вращения (справа)

1.7. Новые аналитические решения трехмерных задач акустики мелкого моря

к.ф.-м.н. П.С. Петров

Получены новые решения некоторых задач распространения гармонических звуковых сигналов в открытых волноводах мелкого моря с трехмерными неоднородностями дна различных типов. Приближенные решения уравнения Гельмгольца в этих задачах получены с использованием модового разложения акустического поля в адиабатическом приближении (в предположении об отсутствии межмодового взаимодействия). В этом предположении уравнения для модовых амплитуд в горизонтальной плоскости разделяются, для каждой модовой амплитуды мы получаем двумерное уравнение Гельмгольца. В случае, когда неоднородности дна обладают некоторыми симметриями, данные уравнения могут быть решены методом разделения переменных, а также с использованием параболического приближения. Нами получены решения для случая проницаемого наклонного дна (с малым углом наклона), а также для случая расширяющегося подводного каньона. Решения имеют вид явных аналитических выражений для поля звукового давления, формируемого точечным гармоническим источником звука/

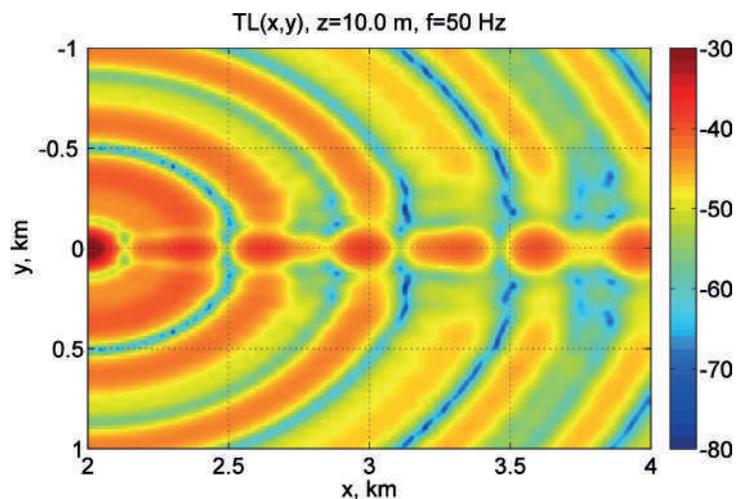


Рис. 1.7. Контурный график потерь на распространение для звукового поля, сформированного точечным источником в волноводе мелкого моря с расширяющимся подводным каньоном

1.8. Комплексное численное моделирование поля скоростей в литосфере зоны перехода континент-океан

к.ф.-м.н. В.В Пак

Для изучения возможного влияния земной коры на глубинные движения в литосфере зоны перехода континент-океан разработаны двух- и трехмерная комплексные численные модели для описания медленного течения в расчетной области, состоящей из толстого вязкого слоя, покрытого тонким многослойным вязким пластом. Модель объединяет в себе уравнения Стокса, описывающие течение в слое, с уравнениями Рейнольдса в пласте. С помощью асимптотического исследования эволюции течения на больших временах было получено обыкновенное дифференциальное уравнение относительно смещения границ пласта и скоростей на границе раздела между пластом и слоем, которое используется как внутреннее граничное условие, связывающее разнотипные уравнения. Численная реализация осуществлялась модифицированным методом конечных элементов. Представленная модель дает возможность соединить разнотипные уравнения гидродинамики без использования какого-либо итерационного уточнения. Численные расчеты эволюции поля скоростей в мантии зоны перехода континент-океан вызываемые неравномерной мощностью коры представлены на рис. 1.8

(Пак В.В. // Вычислительная механика сплошных сред. 2015. Т. 8, № 1. С. 71-80.).

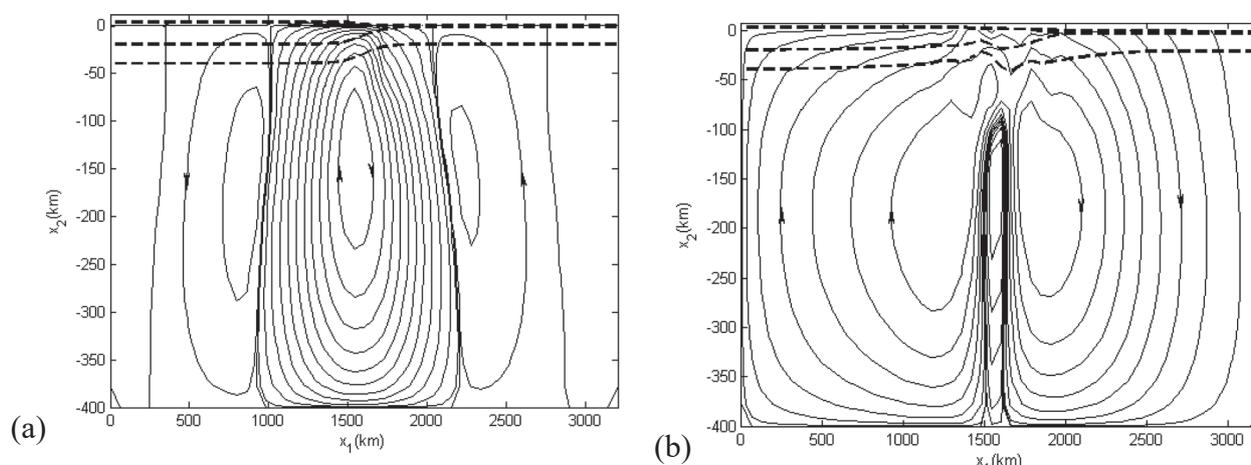


Рис. 1.8. Модельное поле скоростей в литосфере зоны перехода континент-океан в начальный момент а) и через 40 млн. лет б). Тонкими сплошными линиями со стрелками показаны линии тока, толстыми пунктирными линиями - границы земной коры

1.9. Экспериментальная поддержка гипотезы о различных механизмах излучения узкой и широкой компоненты линий металлов в спектрах солюминесценции растворов металлосодержащих соединений

к.ф.-м.н. Т.В. Гордейчук, к.х.н. М.В. Казачек

В результате лабораторного эксперимента по выяснению природы особенной формы линий щелочных металлов в спектрах солюминесценции растворов, содержащих их ионы, выявлена закономерность. В условиях, в которых кавитационные пузырьки имеют меньший размер с более устойчивой поверхностью (высокая частота ультразвука, и/или добавление ПАВ, и/или увеличение длины углеродной цепи ПАВ), широкая компонента линий, излучаемая

из высокоплотной среды изнутри пузырька при коллапсе, подавлялась с выделением узкой компоненты, природа которой неясна. Анализ динамики пузырька, его химического окружения, позволил сделать вывод о принципиально отличном (электрический разряд) механизме излучения узкой компоненты, условия для которого возникают на фазе расширения пузырька.

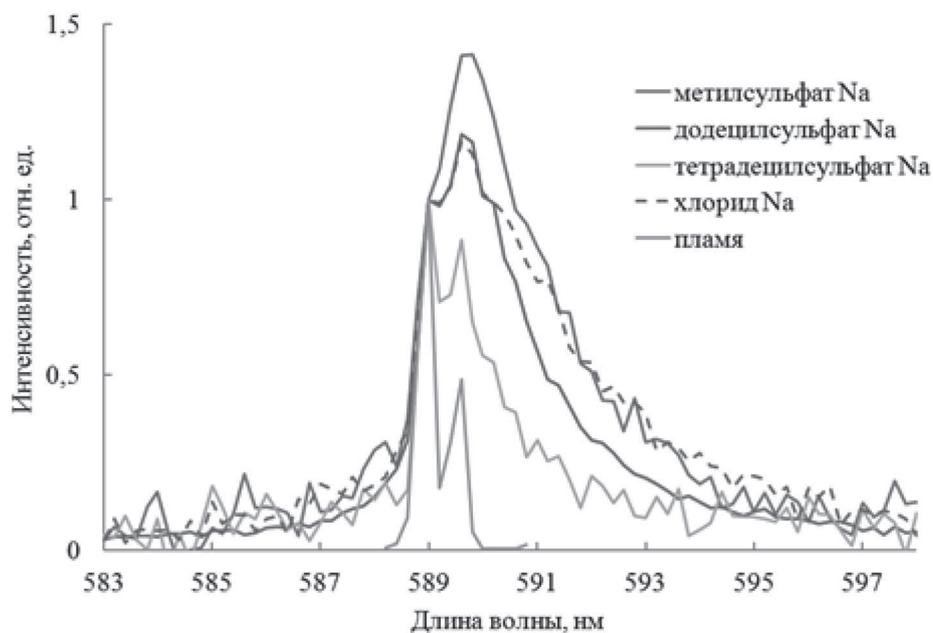


Рис.1.9. Форма линии Na в спектрах сонолюминесценции растворов ПАВ с различной длиной углеводородной цепи (сверху вниз $n=1,12,14$) в сравнении со спектрами в растворе хлорида Na и в пламени

Тема 2

«ИЗУЧЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОСНОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, РАЗВИТИЯ, ТРАНСФОРМАЦИИ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ, ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ГЛУБОКОГО И МЕЛКОГО МОРЯ, А ТАКЖЕ РАЗВИТИЕ АКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ СВЯЗИ, ЛОКАЦИИ И ДИАГНОСТИКИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ»

Науч. руководители: *акад. В.А. Акуличев, д.т.н. Ю.Н. Моргунов, чл.-корр. Г.И. Долгих*

2.1. Геоакустическая модель. Экспериментальные и теоретические исследования нелинейных внутренних волн в прибрежной зоне залива Петра Великого (Японское море)

д.ф.-м.н. Г.И. Долгих, д.ф.-м.н. В.В. Новотрясов, д.ф.-м.н. И.О. Ярощук, к.ф.-м.н. А.Н. Швырев, к.г.н. А.Н. Самченко, А.А. Пивоваров, А.П. Леонтьев, Кошелева А.В.

2.1.1. В заливе Петра Великого на глубинах от 50 до 100 метров зафиксированы осадочные волны (ОВ) с пространственными масштабами из диапазона от 500 до 1000 метров и высотами от 2 до 8 метров (рис. 2.1.1). В зоне расположения ОВ в осенний период параметр квадратичной нелинейности ВГВ, определяемый плотностной стратификацией, меняет знак. Зафиксирован значительный рост энергии внутреннего волнения на границе ОВ с масштабами $\sim (600 - 900)$ м, совпадающий с диапазоном пространственных масштабов ОВ. В зоне расположения ОВ зафиксировано возбуждение внутреннего пульсирующего бора, вызванного распадом уединённой внутренней волны заглупления длительностью ~ 40 мин в пакет из четырёх импульсных волн возвышения (рис.2.1.3.). Вышеизложенное позволяет сделать вывод об участии нелинейных внутренних гравитационных волн в формировании осадочных волн рельефа в шельфовой зоне Японского моря (Долгих Г.И., Новотрясов В.В., Самченко А.Н., Ярощук И.О. // ДАН. 2015. Т. 465, № 5. С. 593–597.).



Рис. 2.1.1. Карта района океанологического эксперимента. Треугольниками отмечены точки постановки буйковых станций, круглые маркеры соответствуют точкам зондирования зондом СТД. На врезке и на основном рисунке отрезком X_1 отмечен пример осадочных волн

2.1.2. На основе обработки экспериментальных данных проанализирована пространственно-временная изменчивость внутренних гравитационных волн в шельфовой зоне Японского моря в заливе Петра Великого. Показано, что для осенней структуры вод приливные внутренние волны при движении к берегу трансформируются за счет нелинейных эффектов и могут достигать значительных амплитуд (порядка десяти метров). Такие волны обычно называют сильно нелинейными. Оценены основные характеристики таких интенсивных волн (рис. 2.1.2). Приведен пример распада уединенной температурной депрессии в пакет короткопериодных интенсивных внутренних волн (рис. 2.1.3). (Долгих Г.И., Новотрясов В.В., Самченко А.Н., Яроцук И.О. // ДАН. 2015. Т. 465. № 5. С. 593–597.).

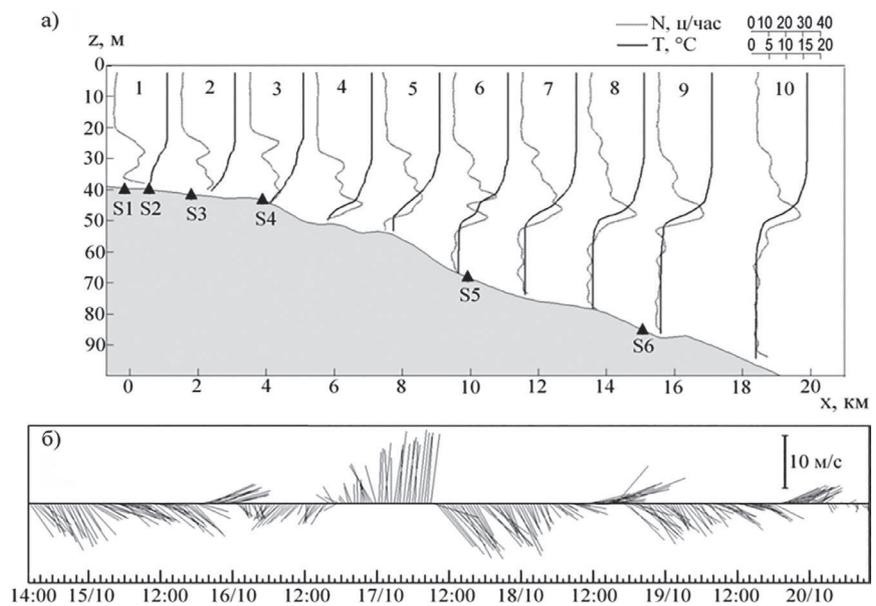


Рис. 2.1.2. Характеристики внутренних волн в прибрежной зоне залива Петра Великого а) температура воды и а) температура воды и частота плавучести, б) направление и скорости ветра (S1, S2,..... Sn- номера станций)

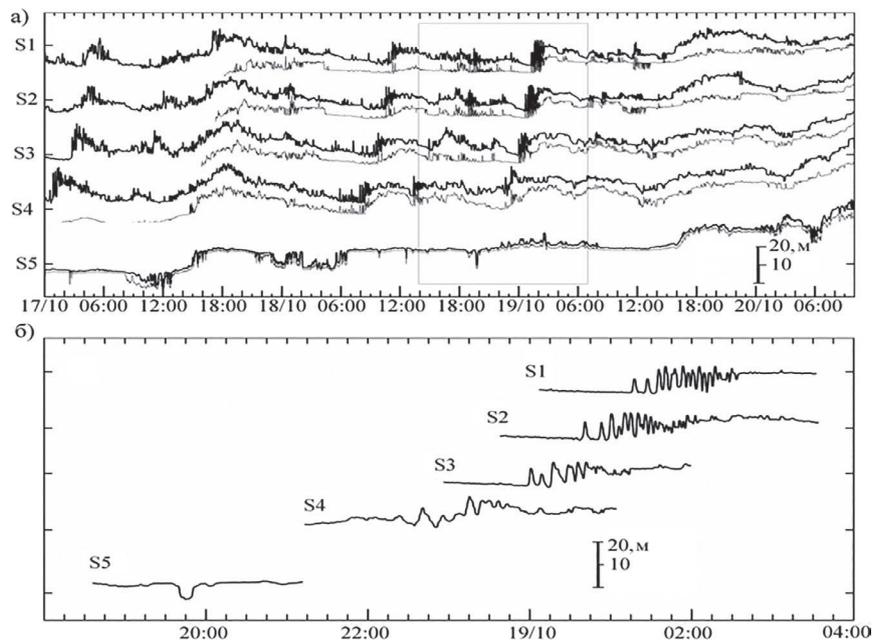


Рис. 2.1.3. Эволюция волнового возмущения. а) динамика во времени некоторых изотерм на станциях S1-S5, б) пример распада уединенной температурной депрессии

2.2. Экспериментальное исследование закономерностей трансформации гидроакустических сигналов

д.ф.-м.н. Г.И. Долгих, к.ф.-м.н. В.А. Чупин

Выполнены экспериментальные исследования закономерностей трансформации гидроакустических сигналов, создаваемых в воде низкочастотными гидроакустическими излучателями с рабочими частотами 245, 33 и 22 Гц. Показано, что с понижением частоты излучаемых сигналов доля гидроакустической энергии, трансформированной в сейсмоакустическую энергию, растет нелинейно (Чупин В.А., Бородин А.Е., Долгих Г.И. // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2015. Т. 8, № 4. С. 7-13.).

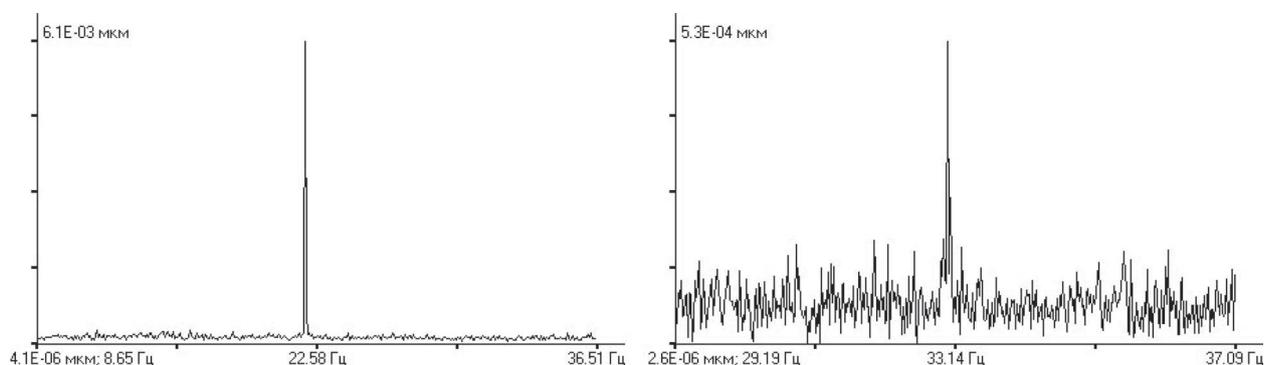


Рис. 2.2. Спектры принятых лазерным деформографом излученных на одной станции сигналов 22 Гц (слева) и 33 Гц (справа)

2.3. Исследования акустической нелинейности и кавитации в морской воде и изучение параметрического взаимодействия при формировании направленных низкочастотных акустических пучков

д.ф.-м.н. В.А. Буланов, к.ф.-м.н. И.В. Корсков, к.ф.-м.н. П.Н. Попов, А.В. Стороженко

Выявлены взаимосвязи акустической нелинейности, кавитационной прочности и распределения пузырьков в морской воде. Показано, что наличие «пузырьковых облаков» под поверхностью моря существенно увеличивают параметр акустической нелинейности морской воды и понижают кавитационную прочность морской воды. Развита модель эффективных параметров жидкости с резонансными и нерезонансными включениями, позволяющая получать результаты, согласующиеся с данными экспериментальных исследований. Проведены испытания мощных параметрических акустических излучателей с высокочастотной накачкой в море и выявлены их потенциальные возможности для направленного излучения низкочастотных импульсов звука (Bulanov V.A., Korskov I.V., Popov P.N., Storozhenko A.V. // *Proc. of Meetings on Acoustics*. Vol. 24. (5th PRUAC - Acoustical Society of America, 2015, 070013. 6 p. <http://dx.doi.org/10.1121/2.0000140>).

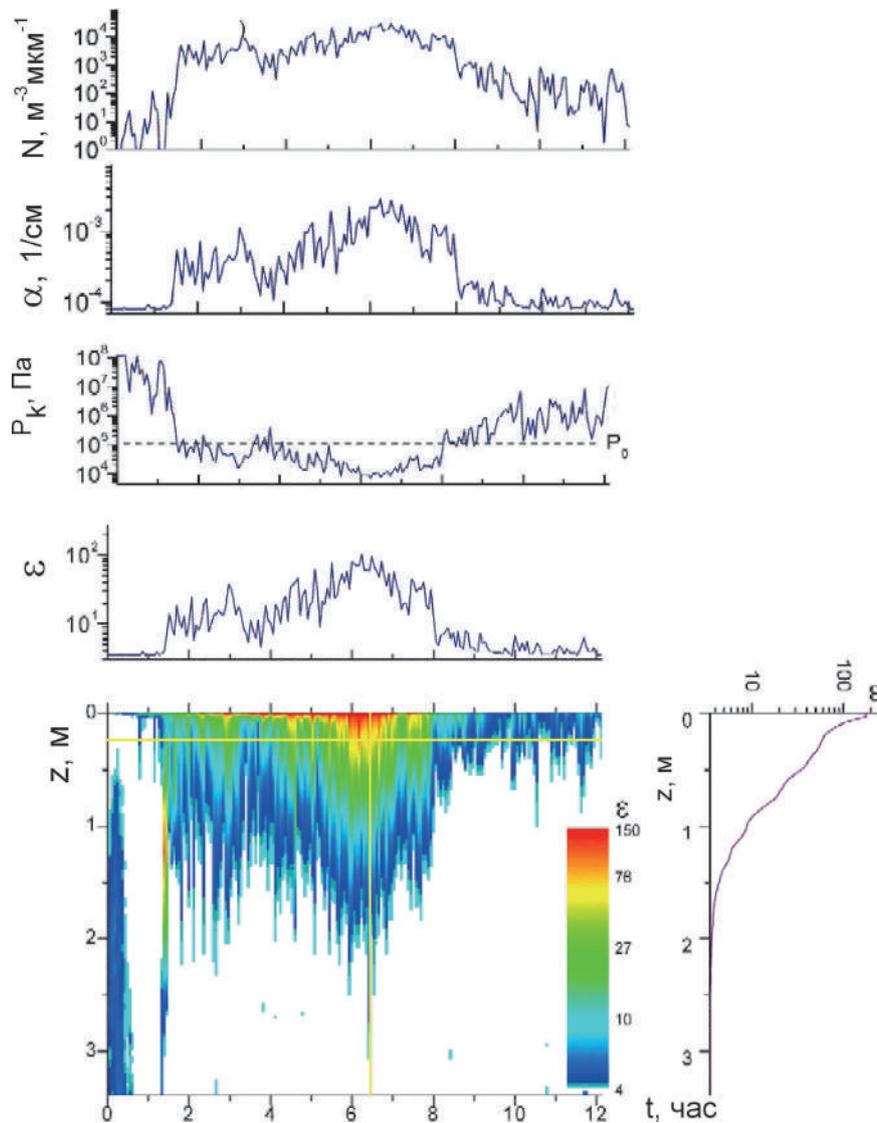


Рис. 2.3. Изменение во времени распределения по глубине z акустической нелинейности ε в приповерхностном слое моря при резком изменении силы ветра, рисунки сверху иллюстрируют проявление взаимосвязи акустической нелинейности ε , кавитационной прочности P_k , поглощения звука α и распределения пузырьков в приповерхностном слое моря (в $\text{м}^3\text{мкм}^{-1}$) на глубине z , отмеченной горизонтальной линией на нижнем рисунке

2.4. Развитие акустических методов связи, локации и диагностики сложных систем

д.т.н. Ю.Н. Моргунов

По результатам экспериментальных и теоретических исследований сформирована база данных по распространению сложных сигналов в морской среде с учетом влияния сезонной и суточной изменчивости гидрофизических параметров Разработана методика диагностики и учета влияния среды на технические характеристики гидроакустических средств и эффективность функционирования аппаратно-программных комплексов навигации и связи. Созданы алгоритмы обработки многоканальной векторной акустической информации в реальном времени, проведены натурные экспериментальные исследования в мелком море с помощью многоканальных векторных систем (рис. 2.4.1). Разработаны новые гидроакустические излу-

чающие и приемные системы для навигации и связи (рис. 2.4.2) (Моргунов Ю.Н., Буренин А.В. и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 2. С. 409-410.).

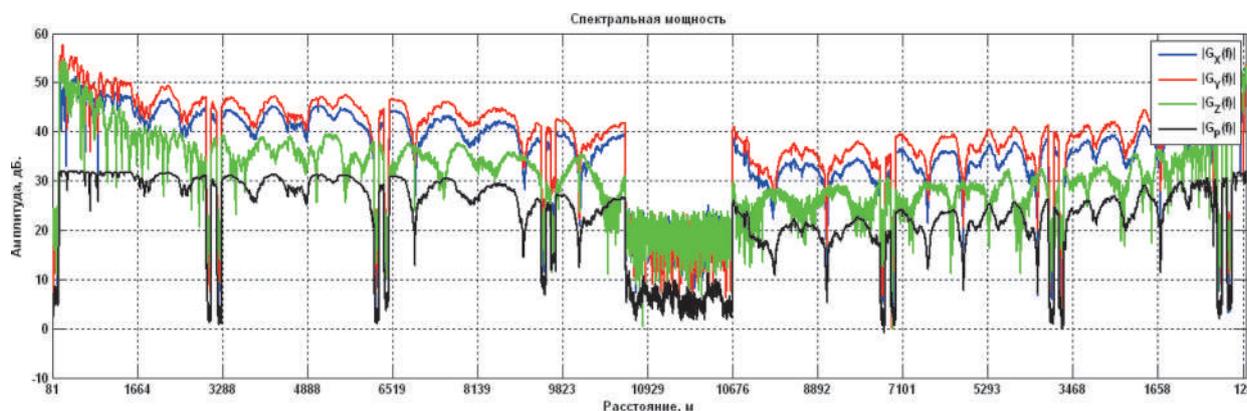


Рис. 2.4.1. Пример многоканальной обработки в реальном масштабе времени сигналов движущегося источника, принятых векторным приемником (каналы ортогональных компонент x , y , z колебательной скорости U и давления P)

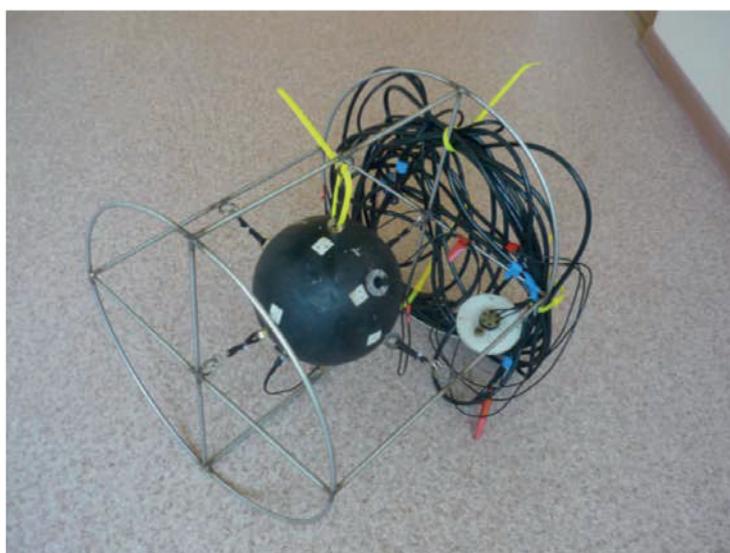


Рис. 2.4.2. Макет векторного приемника

2.5. Радиогидроакустическая станция для мониторинга параметров антропогенных импульсных и шумовых сигналов на шельфе

д.ф.-м.н. А. Н. Рутенко, С. В. Борисов, к.т.н. Д. Г. Ковзель, В. А. Гриценко

На основе современной элементной базы создан автономный донный акустический регистратор АР-2013, который при потреблении от источника питания 0.3 Вт обеспечивает измерение вариаций акустического давления в частотном диапазоне 2–15000 Гц с динамическим диапазоном 150 дБ и записью данных на SD-картах для корректных измерений антропогенных акустических шумов и оценки параметров импульсных сейсморазведочных сигналов в районах шельфа, используемых морскими животными и людьми в их производственной деятельности, связанной, например, с разведкой и разработкой углеводородных месторождений. Оснащение

АР-2013 разработанным в ТОИ ДВО РАН акустическим модемом позволяет контролировать его работу в море, что особенно важно при проведении на заданном интервале времени ответственных измерений. В акустической станции “Шельф-14” цифрового УКВ–ЧМ радиотелеметрического канала в реальном времени точно контролируется уровень антропогенных шумов и параметры импульсных сейсморазведочных сигналов, измеренных в частотном диапазоне 2–2000 Гц (динамический диапазон не менее 96 дБ) на границах данного района. Оснащение станции “Шельф-14” спутниковым телеметрическим каналом “Иридиум” (рис. 2.5.) позволяет существенно экономить автономный энергоресурс станции благодаря дистанционной возможности управления УКВ–ЧМ передатчиком (Рутенко А.Н., Борисов С.В., Ковзель Д.Г., Гриценко В.А. // Акустический журнал. 2015. Т. 61, № 4. С. 500-511; Рутенко А.Н., Борисов С.В., Ковзель Д.Г., Гриценко В.А. // Акустический журнал. 2015. Т. 61, № 5. С. 605-613; Рутенко А.Н., Козицкий С.Б., Манульчев Д.С. // Акустический журнал. 2015. Т. 61, № 1. С. 76-89.).

Авторы выражают благодарность компаниям “Эксон Нефтегаз Лимитед” и “Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.” за поддержку данной работы.

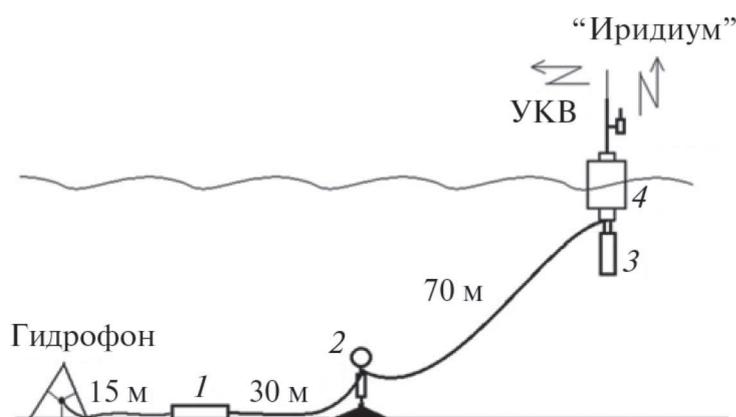


Рис. 2.5. Схема постановки радиогидроакустической станции “Шельф-14” в море. Обозначение: 1 – контейнер с автономным подводным акустическим регистратором и двумя блоками питания, 2 – акустический размыкатель, 3 – контейнер с двумя блоками питания, 4 – радиобуй с одним блоком питания

2.6. Экспериментальная оценка возможностей контроля водолазов по дыхательным шумам

д.т.н. В.И. Коренбаум, С.В. Горовой, к.т.н. А.Е. Бородин А.Е., к.т.н. А.А. Тагильцев, к.т.н. А.Е. Костив, А.Д. Ширяев, А.М. Василюков, д.м.н. И.А. Почекутова

В подводных шумах водолаза, экипированного дыхательным аппаратом замкнутого цикла (ребризером) F.R.O.G.S. (Aqua Lung), с помощью одиночного гидрофона впервые обнаружены высокоамплитудные квазипериодические составляющие дыхательных шумов, вызванные хлопками резиновой мембраны дыхательного мешка аппарата о стенки камеры регенеративного патрона. Обнаруженные сигналы могут быть использованы для контроля физиологического состояния водолаза и его местоположения, в том числе в антитеррористических целях (Коренбаум В.И., Горовой С.В., Бородин А.Е. и др. // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2015. Т. 8, № 4. С. 67-71.).

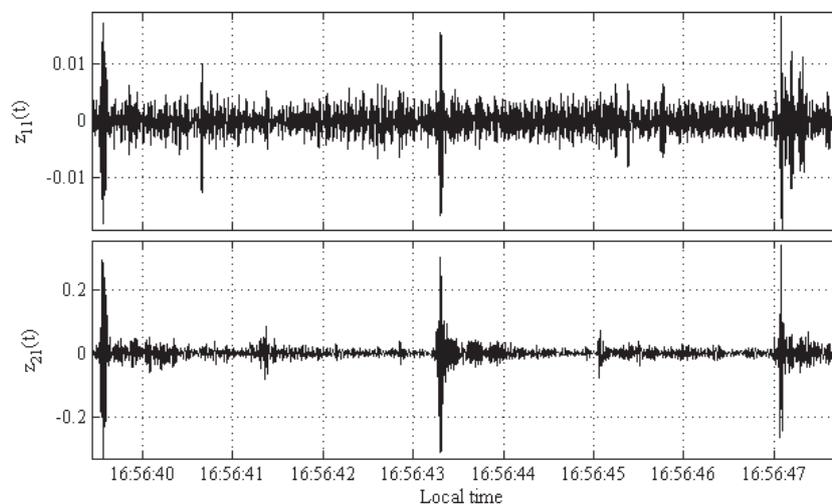


Рис. 2.6. Осциллограмма дыхательных шумов водолаза с двух гидрофонов: нижний график – вплотную к комбинезону, верхний график – на удалении 3 м

2.7. Уточнение механизмов формирования шумов форсированного выдоха

д.т.н. В.И. Коренбаум, д.м.н. И.А. Почкутова, к.м.н. В.В. Малаева,
к.т.н. А.Е. Костив, М.А. Сафронова, С.Н. Шин

Выявлены основные акустико-физиологические механизмы формирования широкополосных и узкополосных составляющих дыхательных шумов форсированного выдоха человека и их взаимосвязи с показателями вентиляционной функции легких. Разработаны акустические параметры трахеальных шумов форсированного выдоха, пригодные для разграничения нормы и бронхиальной обструкции, оценены их пороговые значения. Полученные результаты перспективны для эффективной медицинской диагностики и мониторинга обструктивных заболеваний легких, а также контроля состояния лиц, находящихся в условиях экстремальных воздействий: водолазные погружения, космические полеты (Коренбаум В.И., Почкутова И.А. // *Фундаментальные науки – медицине: Биофизические медицинские технологии: моногр.*: в 2-х т.: Т. 2. М.: МАКС Пресс, 2015. С. 216-249; Малаева В.В., Почкутова И.А., Коренбаум В.И. // *Физиология человека*. 2015. Т. 41, № 2. С. 105–108.).

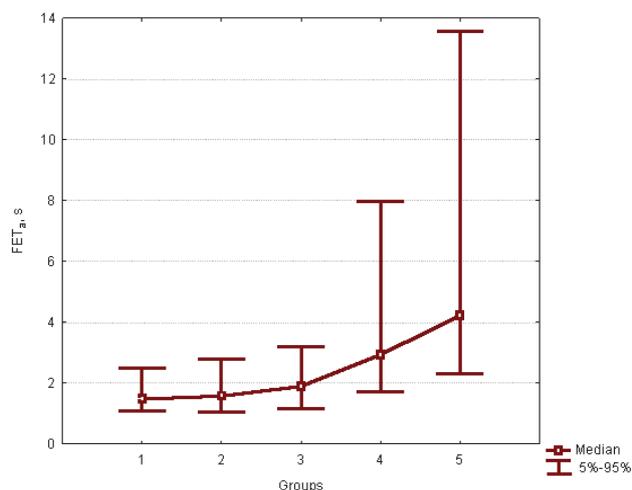


Рис. 2.7. Продолжительности трахеальных шумов форсированного выдоха (FET_d) в: группе здоровых (1), группе риска (2), группе больных со спирометрически негативной бронхиальной астмой (3), группе больных со спирометрически подтвержденной бронхиальной астмой (4), группе больных хронической обструктивной болезнью легких (5)

2.8. Поиск и исследование зон пузырьковой разгрузки метана в Татарском проливе

к.ф.-м.н. А.С. Саломатин, к.т.н. Б.Я. Ли, к.т.н. Д.В. Черных

Проведен поиск и исследование зон пузырьковой разгрузки метана в Татарском проливе Японского моря (рейс № 70 НИС «Академик М.А. Лаврентьев») с помощью гидроакустических методов. Выполнено 103 регистрации 74 газовых факелов (ГФ), 25 из которых, были обнаружены впервые, в том числе четыре новых глубоководных ГФ в диапазоне глубин 710 – 755 метров. Один из факелов (ГФ F12) расположен в центре покмарка с поперечными размерами около 500 метров и глубиной около 20 метров. Всего было выполнено четыре регистрации этого ГФ на курсах судна – 90°, 23°, 195° и 140°, соответственно. На рис. 2.8 приведен пример регистрации ГФ в Татарском проливе, приуроченных к покмаркам. По углу наклона оси глубоководных ГФ оценена средняя скорость течения в диапазоне глубин 200 - 750 метров: среднее течение здесь направлено на север и примерно равно 8 см/сек.

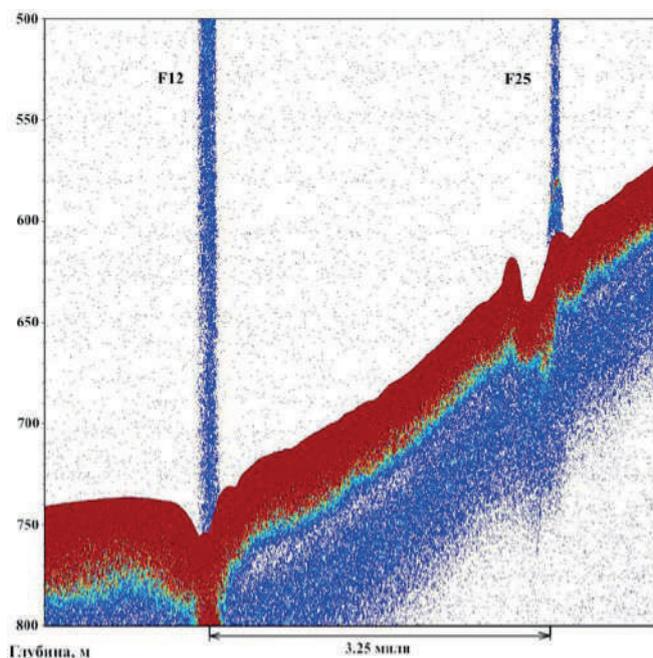


Рис. 2.8. Эхограмма глубоководных ГФ, приуроченных к покмаркам в Татарском проливе

2.9. Поиск и исследование зон пузырьковой разгрузки метана в заливе Петра Великого

к.ф.-м.н. А.С. Саломатин, В.А. Юхновский

В заливе Петра Великого Японского моря на НИС «Импульс» с помощью мобильного комплекса проведены дистанционные акустические наблюдения. Исследована недавно обнаруженная зона пузырьковой разгрузки метана на бровке шельфа южнее мыса Гамова на свале глубин. В интервале глубин 110 – 243 метра зарегистрированы 56 слабых газовых факелов (ГФ) с поперечными размерами меньше 10 метров. Проведена оценка количества ГФ на одном квадратном километре морского дна в данном районе – $S = 70$ ед./км² и ожидаемое количество ГФ в этом районе – $N = 700$ ед. Ожидаемый поток газа выходящий из морского дна в виде всплывающих пузырьков составил 30 ммоль/с или 13 тонн метана в год.



Рис. 2.9. Район проведения дистанционных акустических исследований в 80 и 83 рейсах НИС «Импульс» (черный прямоугольник). Красными точками отмечено положение обнаруженных ГФ

2.10. Лабораторные исследования выхода пузырьков метана из осадочных пород в воду в области стабильности газогидрата метана и вне ее

к.ф.-м.н. В.И. Юсупов

На стенде выполнены модельные эксперименты по изучению выхода пузырьков метана через осадочную породу в воду. Показано, что в зоне стабильности газогидрата метана пузырьки метана, вышедшие на поверхность среда/вода, могут не покрываться газогидратной коркой в течение нескольких часов. Установлено, что процесс образования газогидратной корки на поверхности пузырька в этом случае инициируется контактом поверхности пузырька с газогидратом метана. В случае предварительной заморозки воды в ячейке высокого давления и в условиях стабильности газогидрата метана выходящие из верхнего осадочного слоя пузырьки во всех используемых модельных средах могут быстро за несколько секунд покрываться газогидратной коркой. Показано, что при температуре порядка 0°C в областях пузырьковой разгрузки может происходить выброс струй осадков и пузырьков со скоростями, превышающими 1 м/с (рис. 2.10).

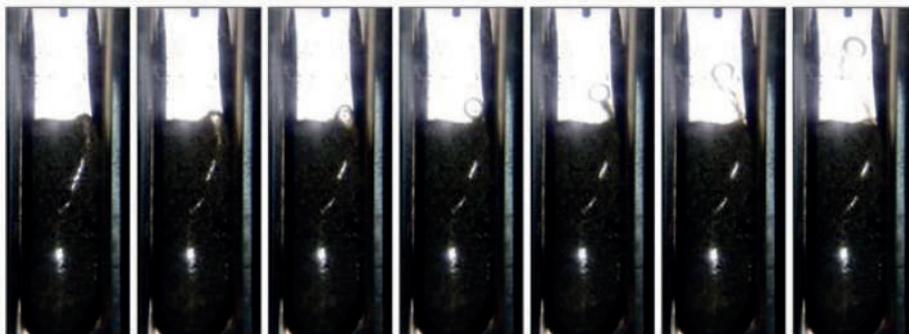


Рис. 2.10. Выход пузырька метана из слоя осадков в зоне стабильности газогидрата (температура 0.2°C , давление 75 атм) в модельном эксперименте

2.11. Компенсация потоков энергии и аномальный выигрыш в помехоустойчивости акустического комбинированного приемника

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

Рассмотрена возможность использовать явление компенсации встречных потоков энергии в задачах выделения слабого сигнала на фоне помех в анизотропном акустическом поле мелкого моря. В случае, если превышение сигнал/помеха по акустическому каналу давления не более 3 дБ, происходит компенсация («подавление») вектора плотности потока энергии слабого сигнала встречной суммой векторов плотности потока энергии помехи. Таким образом, если в поле акустического давления превышение сигнала не более 3 дБ, или он не наблюдается вообще в векторном поле (модуль спектра когерентной мощности, функции когерентности, флуктуации разности фаз и т.д.), его «образу» соответствует «энергетический провал» интенсивности до -40 дБ. Данный результат является основным и чрезвычайно важным достижением наших исследований. Дальнейшие исследования должны выработать на основе компенсации встречных потоков энергии алгоритм обнаружения слабых сигналов в сложном акустическом поле мелкого моря. Следует отметить, что подобные результаты в научной литературе ранее не обсуждались (*Shchurov V.A. // Proc. of Meetings on Acoustics. 2016. Vol. 24 070012. Acoustical Society of America. DOI: 10.1121/2.0000139.*).

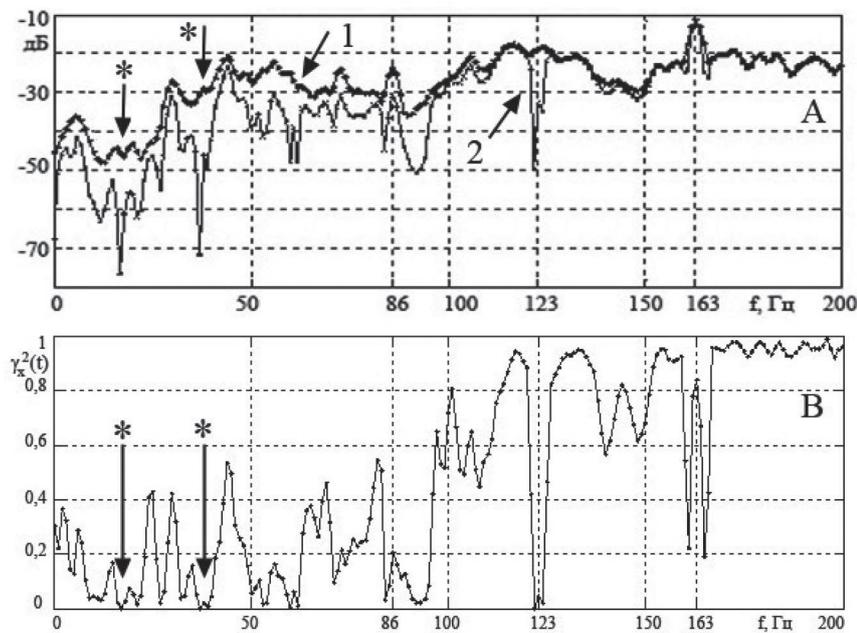


Рис. 2.11. А: спектры $S_{p^2}(f)S_{p^2}(f) - 1$ и $S_{pV_x}(f)S_{pV_x}(f) - 2$. В – спектр x -компоненты функции одноточечной когерентности $\gamma_{pV_x}^2(f)\gamma_{pV_x}^2(f)$. Время усреднения – 3 с

Тема 3
**«ИЗУЧЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ, ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК,
ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И СТРУКТУРЫ ГЕОСФЕР
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ, ИХ СВЯЗИ С СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ И РАЗМЕЩЕНИЕМ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»**

Науч. руководители: д.г.-м.н. Р.Г. Кулинич к.г.-м.н. В.М. Никифоров

3.1. Мониторинг приливных и нерегулярных вариаций силы тяжести в условиях пограничной зоны «континент-окраинное море»

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

Завершен очередной годичный цикл мониторинга приливных и нерегулярных изменений силы тяжести в пограничной зоне континент – Японское море (залив Петра Великого, мыс Шульца, МЭС ТОИ ДВО РАН). С высокой точностью определены новые значения основных характеристик (амплитудного фактора – δ и фазовой задержки – α) главных приливных суточных и полусуточных волн (O_1 , M_1 , P_1S_1 , K_1 , M_2 , S_2 , K_2). Сделана численная оценка длиннопериодных (месячных и полумесячных) волн – M_f и M_m . Полученные данные являются единственным источником новой информации об особенностях приливных деформаций литосферы в зоне контакта континента с котловиной Японского моря, что имеет как фундаментальное, так и практическое значение (рис. 3.1).

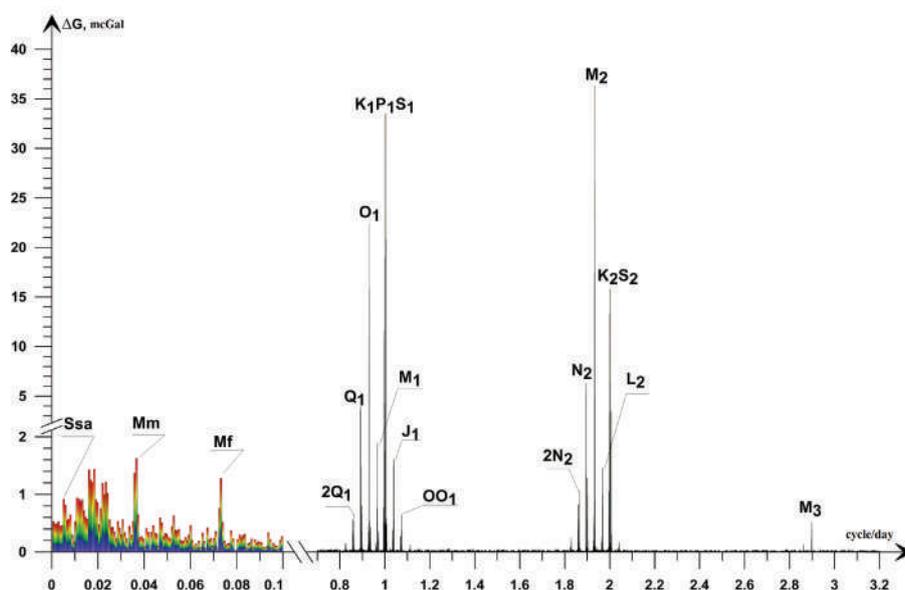


Рис. 3.1. Спектр вариаций силы тяжести за период наблюдений с 2012 по 2015 г.

3.2. Проявление глубинных разломов геосфер в электромагнитном поле Земли

к.г.-м.н. В.М. Никифоров, к.т.н. Г.Н. Шкабарня

На основе полевых измерений в регионе Дальнего Востока и Вьетнама, а также численного моделирования прогнозируется существование в тектоносфере сверхглубинной флюидо-

разломной системы. С этой позиции выполнена вновь интерпретация данных магнитотеллурического зондирования, полученных в предшествующие годы. Это позволило построить новую геоэлектрическую модель япономорского и охотоморского региона по профилю Комсомольск-на-Амуре – о. Сахалин – Охотское море и показать пространственную связь рудоносных районов Сихотэ-Алиня и нефтегазовых месторождений Сахалина с региональной флюидоразломной системой (рис. 3.2).

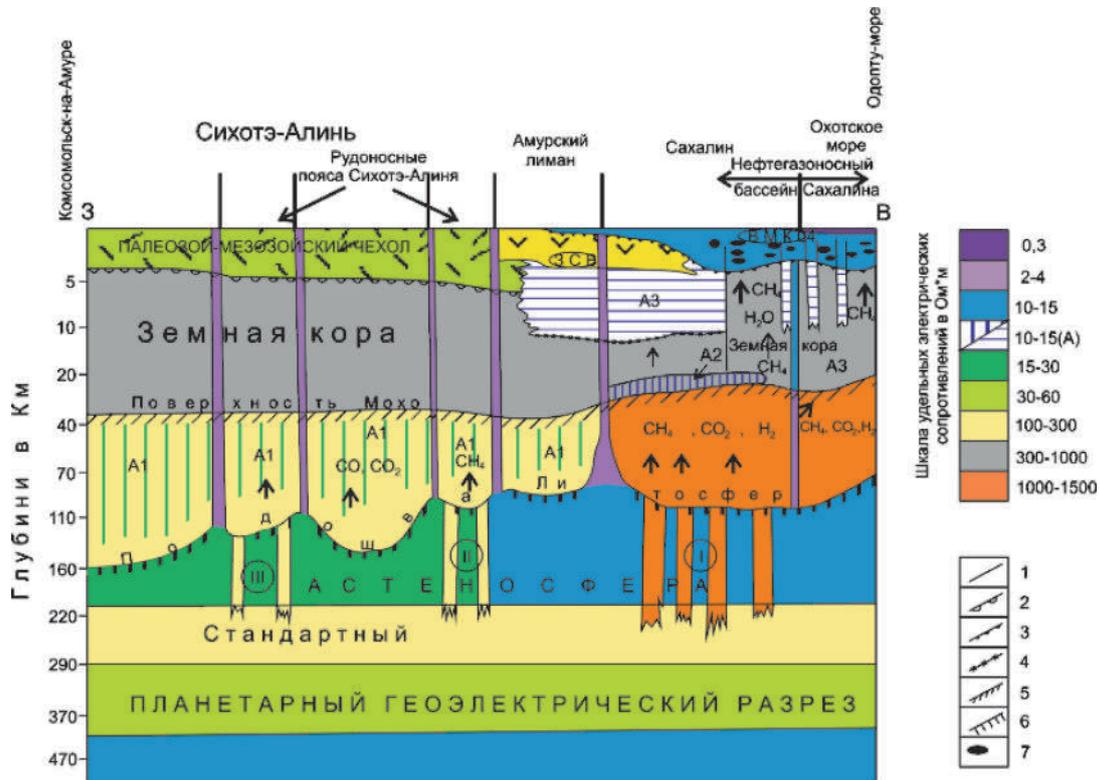


Рис.3.2. Геоэлектрический разрез тектоносферы по профилю Комсомольск-на-Амуре -Охотское море. 1-6 – геоэлектрические границы: 1 – электрических зон; 2 – подошвы палеозой-мезозойского чехла; 3 – кайнозойского осадочного чехла о.Сахалин; 4 – анизотропных образований земной коры о.Сахалин; 5 – поверхности Мохо; 6 – подошвы литосферы; 7 – залежи углеводородов. Буквенные обозначения на рисунке: ЗСВ – Западно-Сахалинский вулканоген; ВМК04 – верхнемеловой-кайнозойский осадочный чехол Сахалина; А1 – анизотропный комплекс пород под поверхностью Мохо, сформированный в результате реакции $2CO \rightarrow C + CO_2$; А2 – анизотропно-проводящий комплекс пород вблизи поверхности Мохо, сформированный в результате реакции $CO_2 + 2H_2 \rightarrow C + 2H_2O$. А3 – анизотропно-проводящий комплекс в средней части земной коры о.Сахалин, сформированный в результате реакции $CH_4 + CO_2 \rightarrow 2C + 2H_2O$. ① ② ③ - зоны высокоомных образований в астеносфере

3.3. Сейсмоплотностная модель земной коры района Центральных Курил

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

На основе сейсмоплотностного моделирования проведено согласование представлений о глубинном строении земной коры центрального района Курильской островной дуги, полученных в разное время и на основе разных методов. В основу анализа положены сейсмические профили глубинного сейсмического зондирования и результаты морской и спутниковой гравиметрии, выполненной в районе профилей зондирования. Результаты моделирования по каждо-

му профилю показали различную степень согласованности сейсмических и гравиметрических данных. Плотностное моделирование позволило получить более организованную структурную картину как океанского островодужного склона, так и охотоморского сегмента, и воссоздать один из возможных вариантов полного профиля границы Мохо, которая в сейсмической модели была представлена фрагментарно (рис. 3.3) (Кулинич Р.Г., Валитов М.Г., Прошкина З.Н. // Тихоокеанская геология. 2015. Т. 34, № 6. С. 45-56.).

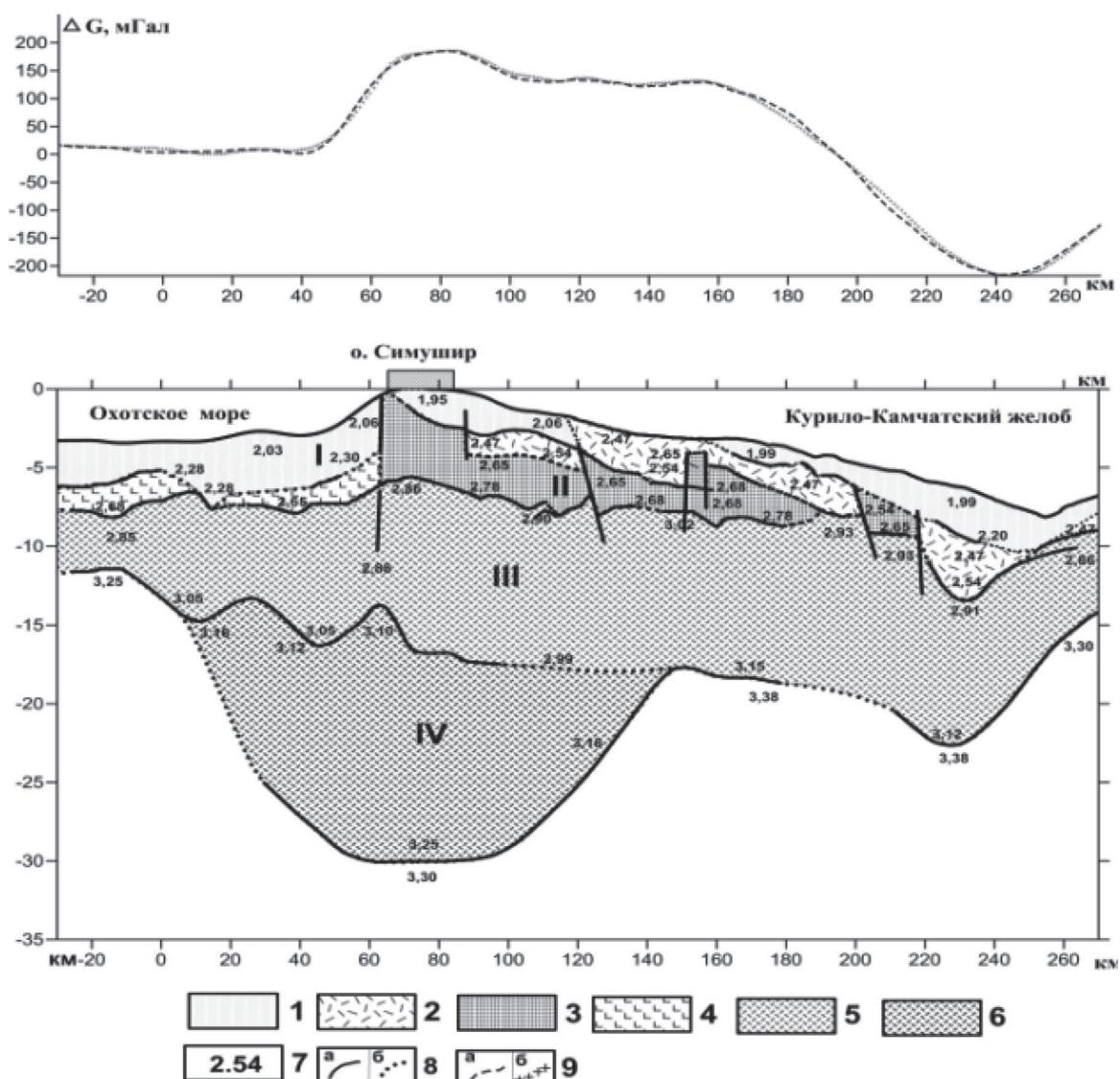


Рис. 3.3. Плотностная модель сейсмического профиля Охотское море - о. Симушир - Курило-Камчатский желоб. 1-5: плотностные слои и блоки и их геологическая интерпретация: 1- рыхлые и слаболитифицированные осадочные отложения; 2 – вулканогенно-осадочные комплексы; 3- верхняя консолидированная кора в пределах океанского островного склона: литифицированные и метаморфизованные осадочно-вулканогенные и интрузивные комплексы от кислого до основного состава; 4 – фундамент осадочных отложений неопределенного состава в Курильской котловине; 5 – нижняя кора («базальтовый» слой); 6 – нижняя кора, уплотненная; 7 - плотности (g/cm^3); 8 – а) сейсмические границы, трансформированные в границы плотностных блоков, б) границы плотностных блоков, внесенные в модель на участках, где отсутствовали сейсмические данные; 9 – аномальное гравитационное поле в свободном воздухе: а) по данным наблюдений, б) расчетное

3.4. Моделирование напряженно-деформированного состояния литосферы в зоне перехода «континент-океан»

к.ф.-м.н. Е.Б. Осипова

Рассмотрено аномальное гравитационное поле Земли, как один из источников возникновения напряженно-деформированного состояния геосфер в условиях неоднородного структурно-плотностного распределения геологических масс при отсутствии каких-либо внешних тектонических воздействий. В общей трехмерной постановке линеаризованной теории устойчивости использован аналитический алгоритм исследования в переменных Лагранжа состояния устойчивого равновесия полого шара для произвольной формы упругого потенциала. Рассмотрен класс изотропных гиперупругих сред, которые деформируются без разрушения, допускают большие деформации и характеризуются сохранением упругих свойств и потенциальной энергии внутренних сил. Численно-графический анализ выполнен для трехслойного шара и применен к анализу тектонических последствий сил гравитации и внутреннего следящего давления на границе геосфер, включающих литосферу, астеносферу и подастеносферную мантию мощностью 420 км. Полученные результаты применены к оценке напряженно-деформированного состояния литосферы центрального района Курильской островодужной системы (*Осипова Е.Б. // Прикладная механика и техническая физика. 2015. Т. 56, № 4. С. 160-169; Осипова Е.Б. // Вычислительные технологии. 2015. Т. 20, № 6. С. 57-69.*).

Тема 4
«СОСТОЯНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ
ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ
И СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА
В СВЯЗИ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ
И АНТРОПОГЕННЫМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ»

Науч. руководители: академик *В.А. Акуличев*, к.г.н. *В.Б. Лобанов*.

4.1. Изменение климатического режима в северной части Азиатско-Тихоокеанского региона

к.ф.-м.н. В.И. Пономарев, к.т.н. Е.В. Дмитриева, С.П. Шкорба

На основе статистического анализа временных рядов данных метеорологических и гидрологических наблюдений выявлено изменение многолетнего климатического режима в северной части Азиатско-Тихоокеанского региона, сопутствующее изменению климата в Арктике, южных районах АТР, в Индийском и Южном океанах. Выделены характерные особенности климатических условий в последние десятилетия (1996–2015 гг.), существенно отличающиеся от условий предшествующих 20-25 лет. Основные отличия включают увеличение приземного атмосферного давления в центральных внетропических областях Тихого океана, наиболее выраженное в зимний сезон, а также рост давления в континентальных районах Азии, максимально проявляющийся в летний сезон на юге Сибири и в Монголии (рис. 4.1). В этих районах наблюдается дефицит атмосферных осадков, достигший максимума в бассейне водосбора озера Байкал и Ангарского каскада ГЭС летом 2015 г., в результате чего произошло экстремальное падение уровня оз. Байкал. Противоположная по знаку многолетняя аномалия - падение атмосферного давления, усиление циклонической активности и осадков наблюдается в пограничных зонах океан – суша, в том числе в Восточной Арктике, на Дальнем Востоке, в Юго-Восточной Азии и Южном океане (Пономарев В.И., Дмитриева Е.В., Шкорба С.П. // Системы контроля окружающей среды. Севастополь. 2015. Вып. 1 (21). С. 67-72.).

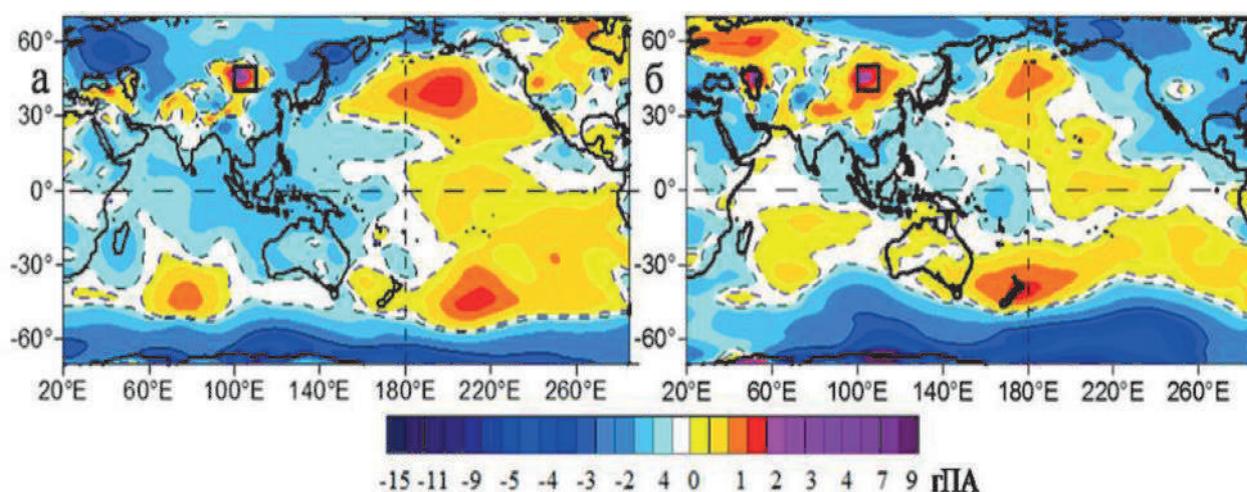


Рис. 4.1. Разность между средними полями приземного атмосферного давления (гПА) в современный (1996-2014 гг.) и предшествующий (1971-1991 гг.) климатические режимы для гидрологического (январь - март) зимнего (а) и календарного летнего (б) сезонов

4.2. Вероятностная модель эволюции ледяного покрова дальневосточных морей

д.г.н. В.В. Плотников

На основе рассчитанных матриц условных вероятностей появления определенной фазы ледовых условий по каждому из предикторов (формы циркуляции А.А. Гирса, О.К. Ильинского) отдельно для Японского, Охотского и Берингова морей с заблаговременностью от одного до шести месяцев, была сформирована и реализована вероятностная модель эволюции ледяного покрова, представлены результаты прогноза со сдвигами от 1 до 6 месяцев на вторую декаду января для 10 случайно выбранных лет и рассчитаны оценки их оправдываемости по формуле Брайера (табл. 4.2). Сравнительный анализ оценок прогноза позволил провести ранжирование используемого на данном этапе архива предикторов (формы циркуляции А.А. Гирса, О.К. Ильинского) по степени информативности в задаче вероятностного прогнозирования ледовитостей Японского, Охотского и Берингова морей. Максимальная информативность при апробации моделей прогноза по Охотскому и Японскому морям отмечалась для индексов О.К. Ильинского. Оптимальная заблаговременность составила один месяц (Плотников В.В., Мезенцева Л.И., Дубина В.А. // Владивосток: Дальнаука, 2015. 164 с.).

Таблица 4.2

Средние оценки успешности (критерий Брайера) прогнозов ледовитостей дальневосточных морей по результатам авторских испытаний

Заблаг.(τ) (месяцы)	Японское море				Охотское море				Берингово море			
	1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6
Декабрь	0.89	0.85	0.78	0.67	0.81	0.80	0.73	0.67	0.78	0.81	0.70	0.64
Январь	0.93	0.90	0.80	0.71	0.84	0.79	0.81	0.75	0.81	0.84	0.76	0.71
Февраль	0.92	0.86	0.81	0.70	0.89	0.89	0.86	0.78	0.87	0.87	0.79	0.73
Март	0.89	0.91	0.81	0.74	0.92	0.87	0.84	0.78	0.89	0.86	0.80	0.72
Апрель	0.97	0.93	0.86	0.80	0.91	0.83	0.86	0.80	0.90	0.83	0.81	0.75
Май	-	-	-	-	0.92	0.90	0.89	0.81	0.91	0.89	0.87	0.75
Средние	0.92	0.89	0.81	0.72	0.91	0.84	0.83	0.76	0.86	0.85	0.81	0.72

4.3. Оценка тенденций изменчивости уровня Японского моря по данным спутниковой альтиметрии

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

По данным спутниковой альтиметрии за 1993–2013 гг. в синфазных на всей акватории колебаниях уровня Японского моря выявлен, на основе преобразования Хуанга, нелинейный тренд. В 1993–1998 гг. уровень моря поднимался со скоростью около 6 мм/год, в 1999–2008 гг. однонаправленная тенденция отсутствовала, а с 2009 г. уровень снова растет со скоростью около 4 мм/год (рис. 4.3). Средний темп роста составляет около 2,5 мм/год, однако существенной является его неоднородность в период спутниковых наблюдений (21 год), что можно объяснить несогласованными изменениями расходов воды в проливах. Выявлен изменяющийся-

ся характер взаимосвязи между уровнем Японского моря и Северотихоокеанским колебанием (PDO). Режимы противофазной взаимосвязи, когда уровень моря опускается в положительную фазу PDO и поднимается в отрицательную фазу, наблюдались в 1993-1999, 2002-2005 гг. и после 2011 г., а в 2000-2001 и 2006-2010 гг. уровень Японского моря и PDO изменялись синфазно (Митник Л.М, Трусенкова О.О., Лобанов В.Б. // Вестник ДВО РАН. 2015. № 6. С. 5-20.).

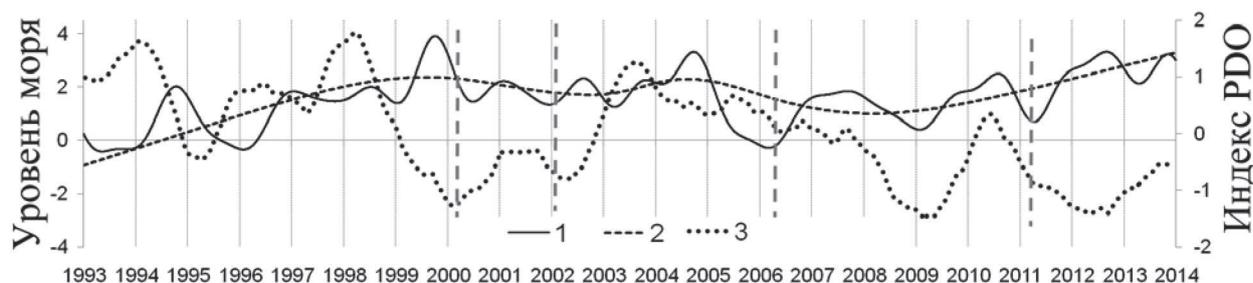


Рис. 4.3. Временная изменчивость нормализованных аномалий уровня Японского моря (1; левая ось ординат) и их нелинейный тренд (2; левая ось ординат), а также нормализованный индекс PDO, сглаженный с 11-месячным скользящим окном (3; правая ось ординат). Вертикальными линиями показана смена режимов взаимосвязи уровня моря и PDO

4.4. Пространственно-временная структура каскадинга на склоне залива Петра Великого

к.г.н. В.Б. Лобанов, А.Ф.Сергеев

Склоновая конвекция (каскадинг) происходит при стекании вод повышенной плотности, формирующихся на шельфе зимой в результате термохалинной конвекции. Каскадинг в заливе Петра Великого является важнейшим механизмом не только очистки вод залива, но и обновления глубинных вод всего Японского моря; изучение этого процесса важно для понимания механизмов вентиляции и оценки реакции Японского моря на глобальные климатические изменения и антропогенные воздействия. Именно здесь нами была зарегистрирована глубокая конвекция, обусловившая обновление вод Центральной котловины моря (2500-3600 м) аномально холодной зимой 2001 г. (Lobanov et al., 2002; Talley et al., 2003). На основе данных донных автономных буйковых станций, установленных нами на кромке шельфа залива на глубинах около 100 м и на континентальном склоне на глубинах 1140 и 2945 м зимой 2014-2015 гг. были проведены прямые наблюдения процесса склоновой конвекции. При этом было зарегистрировано несколько эпизодов каскадинга. В частности, установлено, что каскадинг может наблюдаться уже в начале зимы и проникать до глубин 350-550 м (рис. 4.4). Однако вследствие более мягкой зимы глубокого проникновения вод каскадинга не зарегистрировано, как это было в 2000-2001 гг. Сравнение с результатами измерений 2012-2014 гг. указывает на существенную межгодовую изменчивость процесса формирования вод повышенной плотности на шельфе залива Петра Великого и характеристики склоновой конвекции.

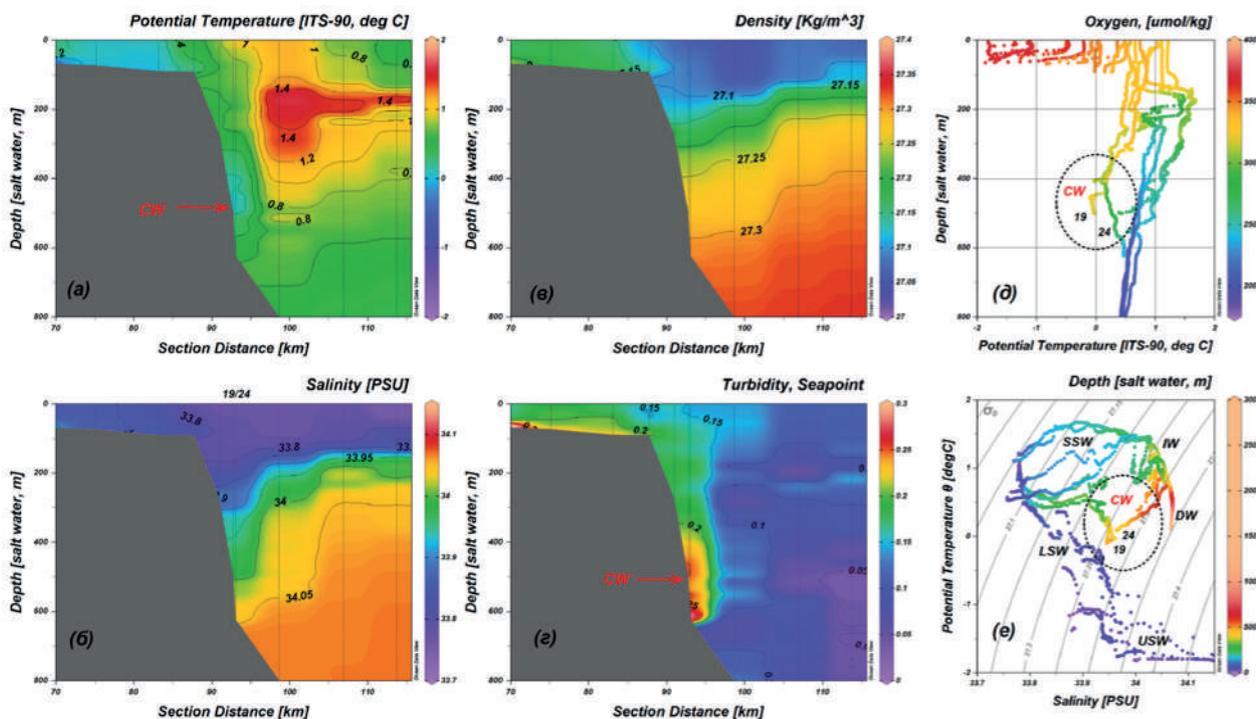


Рис. 4.4. Эпизод каскадинга на склоне зал. Петра Великого в диапазоне глубин 350-550 м по СТД-измерениям экспедиции на НИС «Профессор Гагаринский» (рейс № 64-2) 12-13 января 2015 г. Распределение температуры воды (а), солёности (б), условной плотности (в) и мутности (г) вдоль квази-меридионального разреза из вершины Уссурийского залива (слева) поперек склона и подножья котловины в районе $131^{\circ} 48'$ в.д.; вертикальные профили температуры воды и содержание кислорода на станциях разреза (д) и T,S - диаграмма (е). CW – воды каскадинга; USW – воды верхнего шельфа; LSW – воды нижнего шельфа; SSW – поверхностные воды моря; IW – промежуточные воды; DW – глубинные воды; 19 и 24 – номера океанографических станций

4.5. Моделирование циркуляции вод в северо-западной части Японского моря

к.ф.-м.н. В.И. Пономарев., П.А. Файман., И.В. Машкина., к.г.н. В.А. Дубина

На основе численного моделирования циркуляции с помощью прогностической многослойной гидродинамической модели воспроизведена разномасштабная изменчивость системы течений и вертикальной структуры циклонических и антициклонических вихрей в Центральной котловине Японского моря и на шельфе Приморья. Основные результаты моделирования согласуются с данными, как спутникового мониторинга поверхности моря, так и океанографических измерений, в том числе полученных с помощью дрейфующих на глубине около 800 м буев Арго. Определены особенности формирования и эволюции вихрей синоптического и субсиноптического масштабов в заливе Петра Великого в теплый период года и начале холодного сезона (рис. 4.5). Антициклонические вихри, образующиеся над континентальным склоном Приморья, летом перемещаются с Приморским течением до западной границы залива Петра Великого. Осенью при заглублении сезонного пикноклина и смене летнего муссона на зимний здесь формируется устойчивое юго-западное струйное течение, а антициклон перемещается на восток к центральной части залива. В этом течении и на периферии синоптического антициклона образуются короткоживущие циклонические вихри субсиноптического масштаба, которые перемещаются по часовой стрелке вдоль контура антициклона. При увеличении тол-

щины верхнего перемешанного слоя и ослаблении сезонного пикноклина субсиноптические циклоны наиболее выражены, охватывают всю толщу стратифицированных шельфовых вод и увеличивают свои горизонтальные размеры с глубиной (Пономарев В.И., Файман П.А., Машкина И.В., Дубина В.А. // Системы контроля окружающей среды. Севастополь: ИПТС. 2015. Вып. 2 (22). С. 65–73; Prants S.V., Ponomarev V.I., Budyansky M.V. et al. // Ocean Modeling. 2015. V. 86. P. 128-140.).

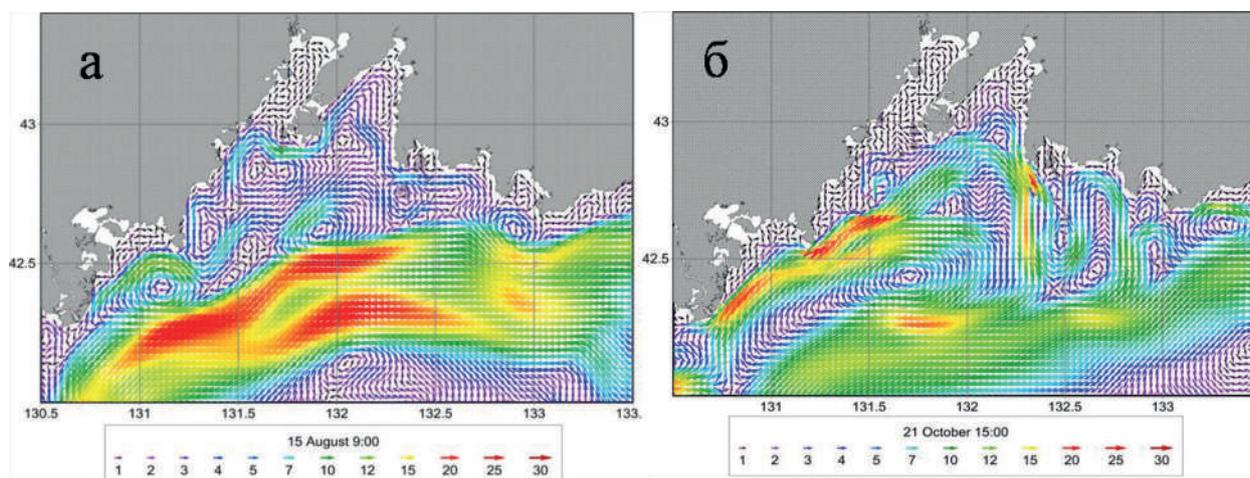


Рис. 4.5. Скорость течения в верхнем перемешанном слое моря 15 августа (а) и 21 октября (б) модельного года в численном эксперименте с горизонтальным разрешением 1.25 км

4.6. Современные изменения термического режима у российского побережья Японского моря

к.г.н. Л.А. Гайко

Проведён сравнительный анализ материалов наблюдений над температурой воды и воздуха последнего десятилетия 20 в. и первого десятилетия 21 в. по данным прибрежных гидрометеостанций (ГМС) Приморского края. Выявлено, что по сумме отклонений температур в целом в юго-западной и юго-восточной частях залива Петра Великого более тёплыми были 2000-е гг., а в центре залива – 1990-е гг. (рис. 4.6). На восточном побережье картина иная – температура воды выше в 1990-е г., а температура воздуха – в 2000-е. Возможно, на температурный режим оказывают влияние зависящая от орографии местная атмосферная циркуляция, а также прибрежные течения. При сравнении годового хода температуры воды и воздуха в 2011, 2012, 2013 и 2014 г. был отмечен значительный разброс температур на станциях. Наибольшее повышение температуры воздуха произошло на севере восточного побережья Приморья (ГМС Сосуново) в 2013-2014 гг. Можно также отметить, что зимние температуры в последние годы стали ниже, т.е. зимы стали холоднее (Гайко Л.А. // Естественные и технические науки. 2015. № 10. С. 234-239.).

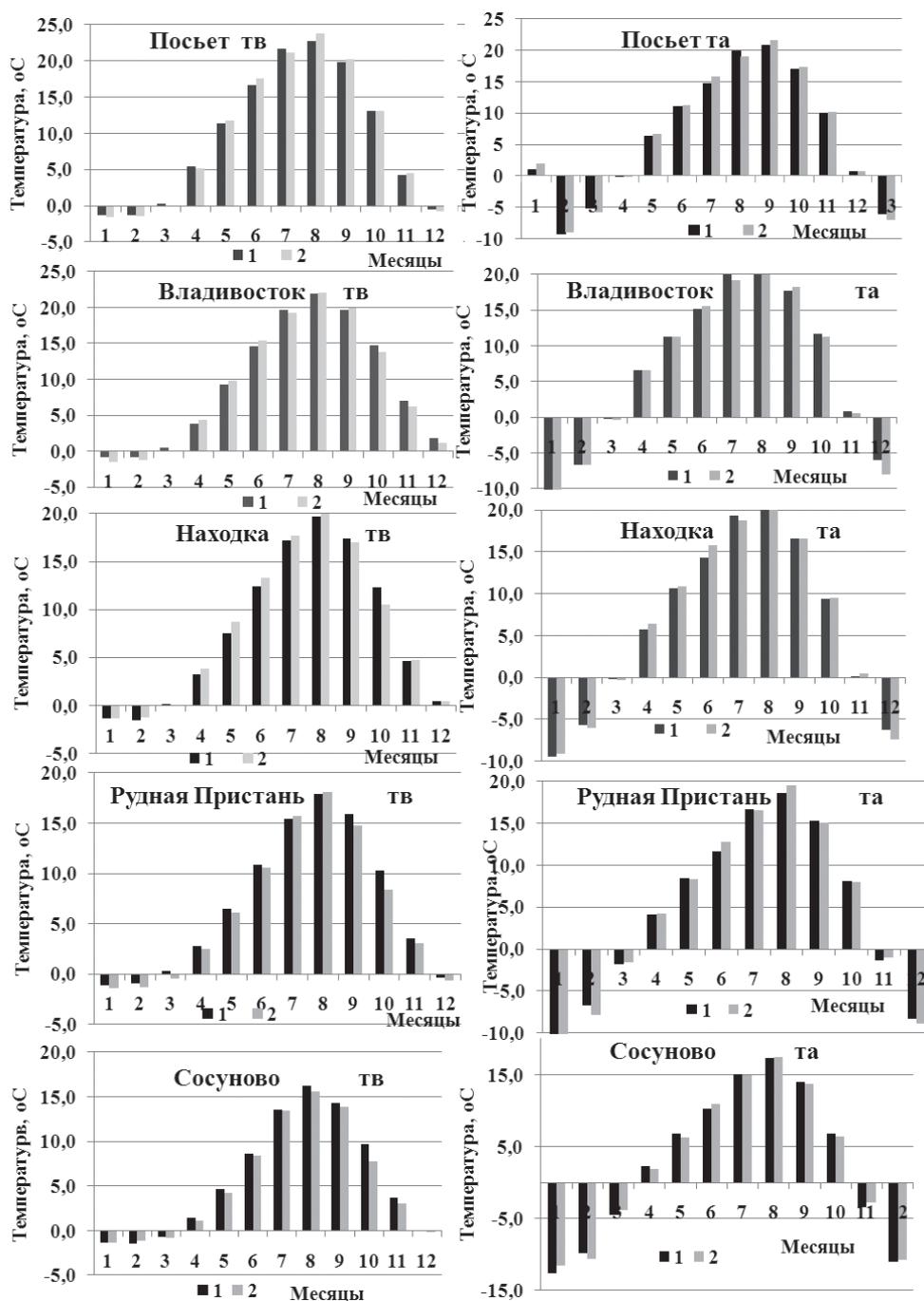


Рис. 4.6. Годовой ход температуры воды (справа) и воздуха (слева) на ГМС Приморья, осредненный за 1991-2000 гг.(1) и за 2001-2010 гг. (2)

4.7. Мезомасштабная изменчивость ледовых процессов в дальневосточных морях

к.г.н. В.А. Дубина, д.г.н. В.В. Плотников, Н.М. Вакульская

Исследована мезомасштабная изменчивость ледовых процессов в дальневосточных морях, в том числе в районах шельфа, где планируется строительство объектов нефтегазовой промышленности. На основе анализа спутниковых данных выявлены особенности эволюции и

уточнены климатические характеристики ледяного покрова в Амурском заливе в районе п-ова Ломоносова, исследована пространственная неоднородность дрейфа льда на северо-восточном шельфе о. Сахалин в районе Венинского и Киринского углеводородных месторождений (рис. 4.7) (Дубина В.А., Плотников В.В., Лазарюк А.Ю. // Вестник ДВО РАН. 2015. № 2. С. 93-100; Дубина В.А., Плотников В.В., Вакульская Н.М. // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 183. С. 227-235.).

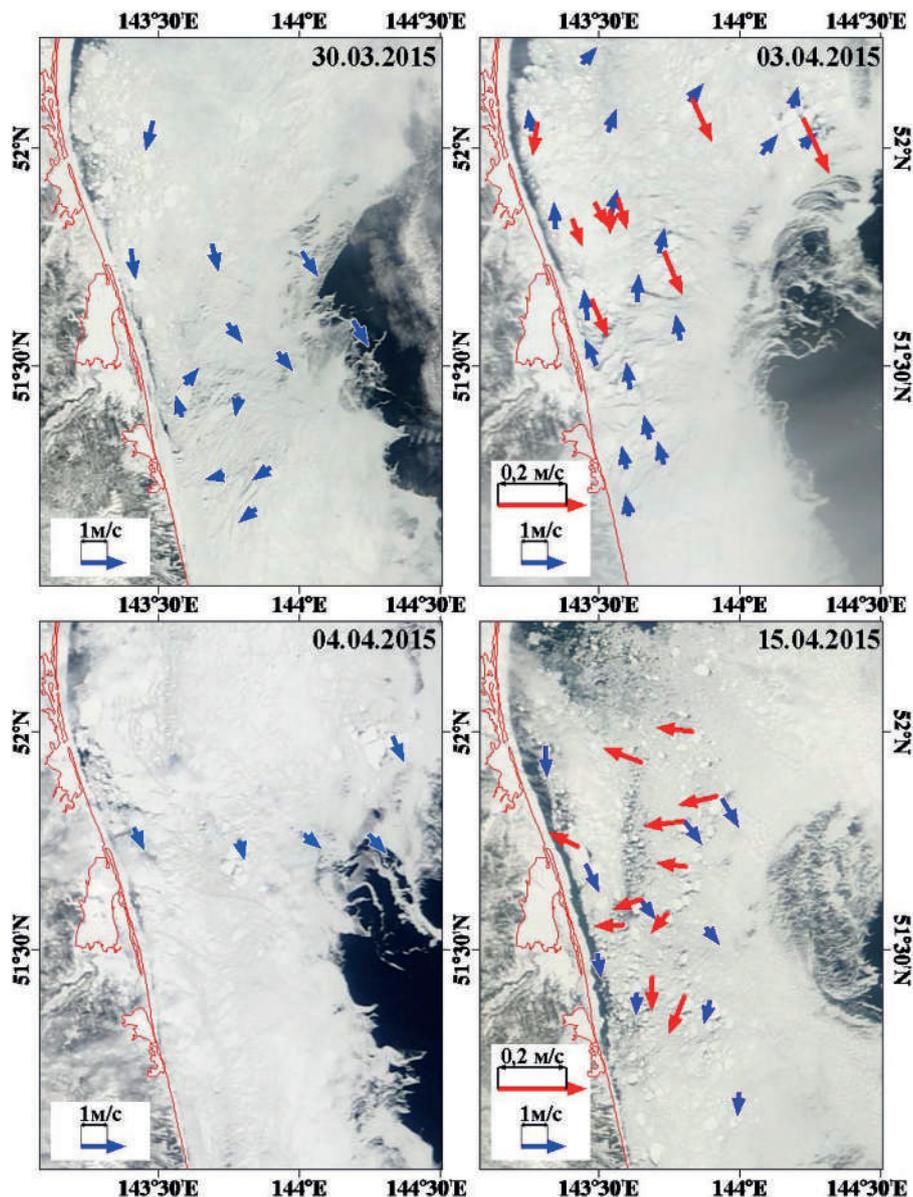


Рис. 4.7. Ледяной покров на северо-восточном шельфе о. Сахалин на видимых изображениях, полученных спектро-радиометром MODIS со спутника Terra. Синие стрелки – дрейф льда на дату снимка за 105 минут. Красные стрелки – дрейф, рассчитанный за следующие за датой снимка сутки

4.8 Усовершенствование методики классификации молодых льдов на основе анализа спутниковых измерений в микроволновом, ИК и видимом диапазонах длин волн

д.ф.-м.н. Л.М. Митник, Е.С. Хазанова

На основе анализа спутниковых активных и пассивных микроволновых измерений показано быстрое изменение ледовой обстановки в районе Новосибирских о-вов. Сочетание ши-

рокой полосы обзора РСА, высокого пространственного разрешения и зондирование на двух поляризациях обеспечивает, независимо от облачности, обнаружение областей сильных ветров и формирования льда (ледяного сала, блинчатого льда и др., зон циркуляции Ленгмюра), границ лед-вода, полыней и разводий, определяющих условия навигации в морях Арктики и в дальневосточных морях России. (Митник Л.М., Хазанова Е.С. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. № 2. С. 100-113.).

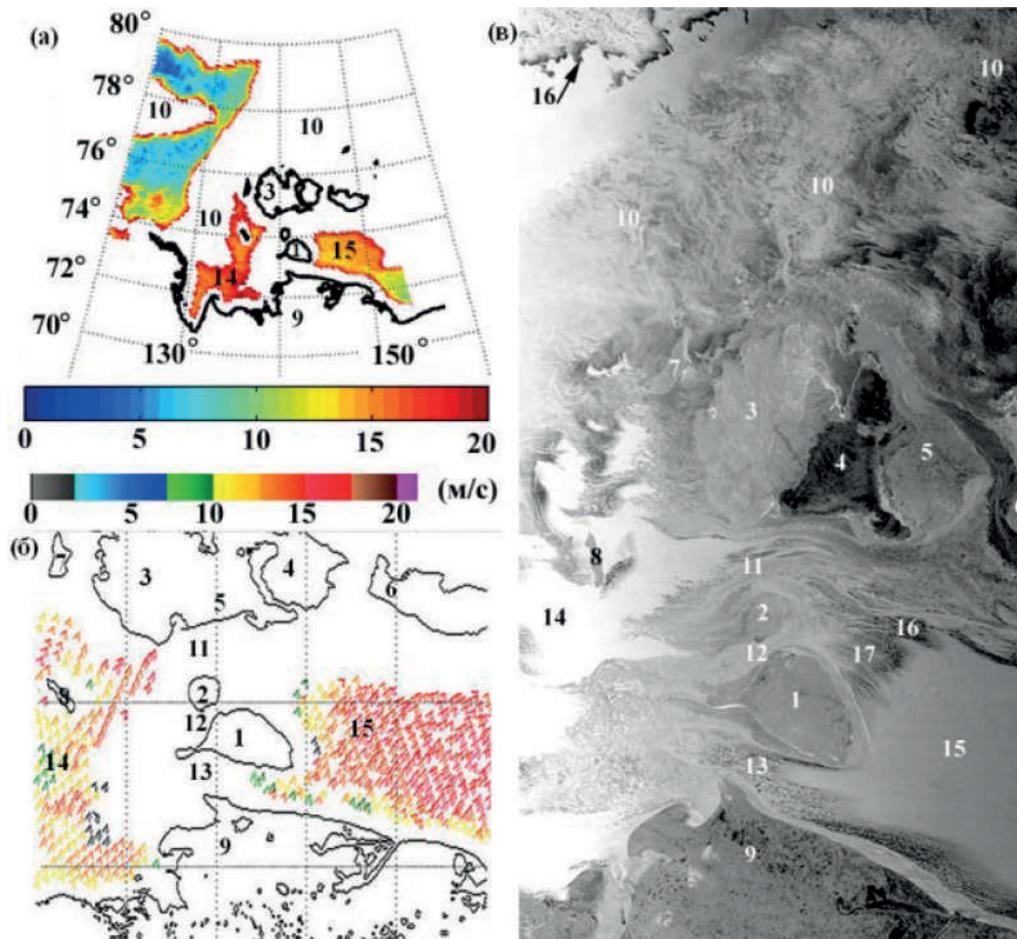


Рис. 4.8. Ледяной покров в районе Новосибирских о-вов 23 октября 2014 г. по микроволновым измерениям из космоса: (а) приводный ветер по данным радиометра AMSR2 (спутник GCOM-W1) и (б) скаттерометра ASCAT (спутник MetOp-A) и (в) изображение РСА со спутника Sentinel-1A. Цифрами показаны: 1 - о. Большой Ляховский, 2 - о. Малый Ляховский, 3 - о. Котельный, 4 - о. Фадеевский, 5 - Земля Бунге, 6 - о. Новая Сибирь (западная часть), 7 - о. Бельковский, 8 - о. Столбовой, 9 - материк, 10 - лед, 11 - прол. Санникова, 12 - прол. Этерикан, 13 - прол. Дмитрия Лаптева, 14-15 - сильный ветер, 16 - ледяное сало, 17 - зона циркуляции Ленгмюра

4.9. Механизмы формирования неоднородностей и вторичных минимумов температуры в Курильских проливах

к.г.н. Мороз В.В.

На основе материалов банка данных ТОИ ДВО РАН, включающих экспедиционные наблюдения ТОИ ДВО РАН в 1970–2005 гг. в районе Курильских островов, исследованы особенности термохалинной структуры вод в проливах. Установлено, что формирование разномасштабных неоднородностей вертикальной структуры вод в Курильских проливах обусловлено сдвиговой неустойчивостью течений при контакте приливо-отливных потоков (рис. 4.9). В

областях вихрей, а также в области стрежней течений, переносящих водные массы и сохраняющих их характеристики, выявлены однородные ядра минимальной температуры холодного промежуточного слоя на глубинах около 100 м. Показано, что формирование вторичных минимумов температуры в Курильских проливах на глубинах 200-400 м является следствием скачкообразной трансформации вертикальной структуры охотоморских вод при контакте с тихоокеанскими водами в приливном цикле, сопровождающемся вихреобразованием, фронтогенезом и интрузивным переслоением. Установлено, что локальные особенности термохалинной структуры вод определяют формирование особенностей поля скорости звука (Мороз В.В. // Актуальные проблемы современной науки. 2015. № 6. С. 214-217.).

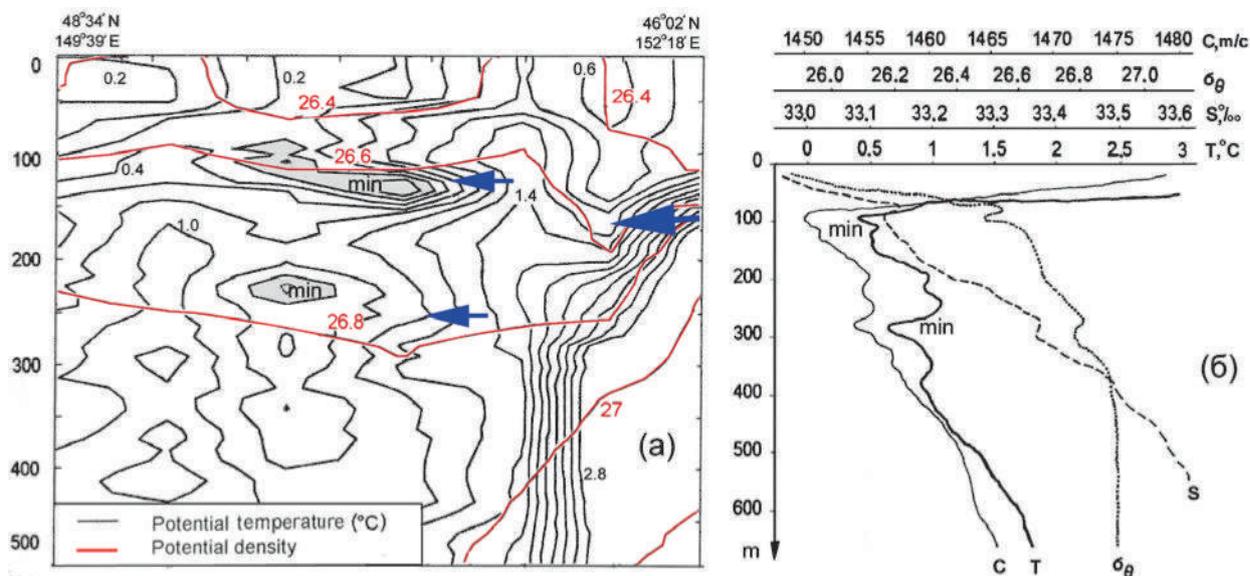


Рис. 4.9. Формирование вторичных минимумов температуры в приливном цикле (а); профили температуры (Т), солености (S), плотности (σ_θ), скорости звука (С) в проливе Буссоль (б) по данным экспедиционных наблюдений ТОИ в весенне-летний период

4.10. Первичная продукция Охотского моря в годы с различными термическими условиями

к.г.н. Е.А. Тихомирова

По материалам океанографических наблюдений 1932–2014 гг. оценена величина «новой» первичной продукции Охотского моря, основанная на убыли содержания кремния в эвфотическом слое. Средние многолетние расчеты выполнены для весенне-летнего периода (май–июль) после «холодных» и «теплых» гидрологических зим. Показано, что на преобладающей части исследуемой акватории после «теплых» зим весенне-летняя продукция фитопланктона в 1.5–2.0 раза выше, чем после «холодных» (Матвеев В.И., Тихомирова Е.А., Лучин В.А. // Биология моря. 2015. Т. 41, № 3. С. 179-187.).

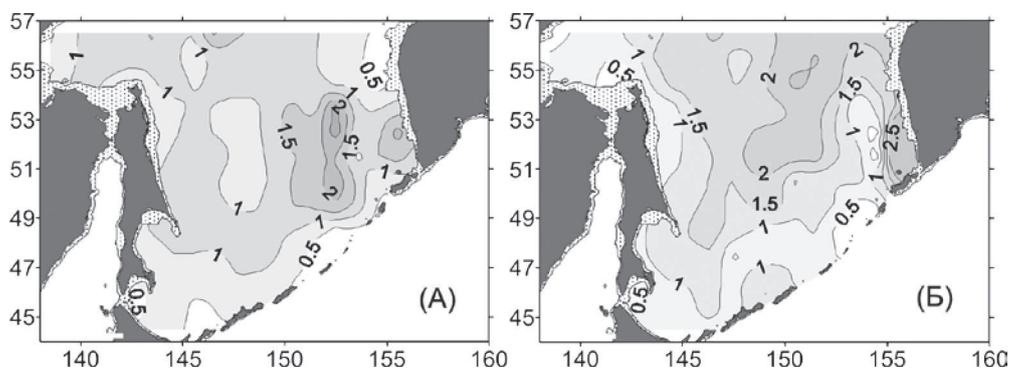


Рис. 4.10. Пространственное распределение первичной продукции, $gC/(m^2 \text{ сут})$, в «холодные» (А) и «теплые» (Б) годы

4.11. Детектирование эмульсий и растворенных фракций нефти в Беринговом море по данным пассивного дистанционного зондирования цвета морской поверхности

к.ф.-м.н. П.А. Салюк, И.Е. Стёпочкин

С помощью гиперспектральных измерений цвета морской поверхности обнаружены эмульсии и растворенные фракции нефти в фотическом слое Берингового моря. Разработан алгоритм определения спектральных характеристик поглощения нефти из данных о цвете моря. Полученные результаты расширят существующие возможности спутникового зондирования по определению нефтяных разливов, дадут возможность регистрировать растворенные фракции нефти, находящиеся в верхнем десятиметровом слое морской толщи, а также позволят более избирательно идентифицировать нефтяные слики, определяемые из данных радиолокационного спутникового зондирования и при зондировании в области солнечных бликов (Salyuk P.A., Stepochkin I.E., Sokolova E.B. et al. // Proc. of SPIE. 2015. V. 9680, № 9680-274.).

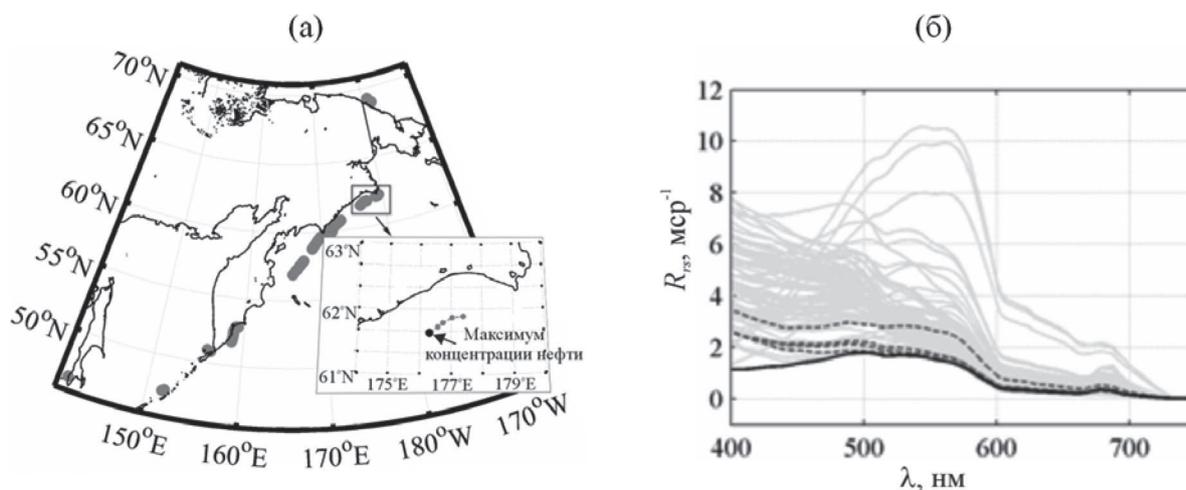


Рис. 4.11. (а) Карта измерений спектров яркости моря, выполненных с борта судна. (б) Спектры яркости моря $R_{rs}(\lambda)$, полученные над чистой водой (серые линии), над разливом нефти в виде эмульсий (сплошная черная линия), и в радиусе 150 км около нефтяного разлива (пунктирные черные линии)

4.12. Метод разделения вкладов растворенных органических веществ и клеток фитопланктона в формирование цвета морской поверхности

И.Е. Стёпочкин, к.ф.-м.н. П.А. Салюк, к.ф.-м.н. И.А. Голик

Проанализирована проблема всегда существующего, значимого и непостоянного, вклада окрашенного растворенного органического вещества (ОРОВ) и хлорофилла-*a* (хл-*a*) в формирование спектров яркости морской поверхности в видимом диапазоне. Это ведет к существенным ошибкам определения данных величин из спутниковых измерений по цвету океана в районах, подверженных речному стоку, и при различных стадиях развития фитопланктонных сообществ. Разработан новый метод определения концентрации хл-*a* (C) и ОРОВ (D), учитывающий изменения их вкладов в цвет моря. Метод позволяет разрабатывать более устойчивые региональные биооптические эмпирические алгоритмы и может быть использован для анализа изменений соотношений между концентрациями хл-*a* и ОРОВ, что позволит судить о состоянии фитопланктонных сообществ и о глубине залегания основных оптически-активных компонентов морской воды (*Stepochkin I.E., Salyuk P.A., Golik I.A., et al. // Proc. of SPIE. 2015. V. 9680, № 9680-270.*).

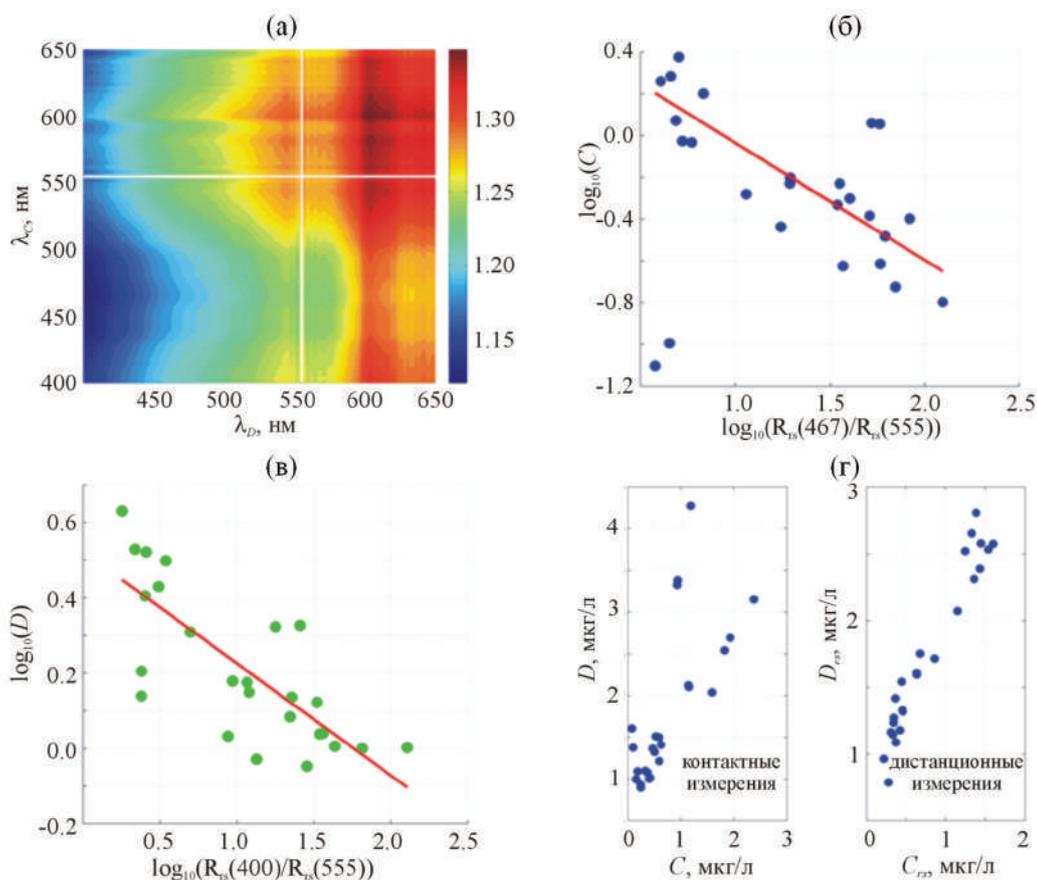


Рис. 4.12. (а) Распределение величины отклонения истинной диаграммы рассеяния «ОРОВ–хл-а», построенной по контактными измерениями, от диаграммы рассеяния «ОРОВ–хл-а», восстановленной из дистанционных измерений спектров коэффициента яркости морской воды $R_{rs}(\lambda)$ в диапазоне 400-650 нм для длин волн λ_D и λ_C используемых для оценки концентрации ОРОВ (D) и хл- a (C), соответственно; (б) Региональный эмпирический алгоритм восстановления концентрации хл- a ; (в) Региональный эмпирический алгоритм восстановления концентрации ОРОВ; (г) Диаграмма рассеяния «РОВ–хл-а» для контактных и дистанционных данных, восстановленная согласно полученным алгоритмам

4.13. Мультиспектральные флуориметры для проведения подспутниковых наблюдений содержания растворенных органических веществ и хлорофилла-а в морской воде

к.ф.-м.н. В.А. Крикун, к.ф.-м.н. П.А. Салюк

Разработаны принципы работы проточных флуориметров, которые могут быть использованы для автоматических измерений на необорудованных судах и с берега характеристик морской воды: концентрация хлорофилла-а, содержание растворенных органических веществ (РОВ), определение типа флуоресцирующих РОВ и состояния фотосинтетического аппарата клеток фитопланктона. Новизна полученных результатов состоит в комплексном подходе: одновременном мультиспектральном определении широкого перечня параметров, характеризующих состояние фитопланктонных сообществ и процессов воспроизводства РОВ клетками фитопланктона *in-situ*, к которым относятся интенсивность флуоресценции хлорофилла-а при открытых и закрытых реакционных центрах клеток фитопланктона, флуоресценция гуминовых и белковых соединений, растворенных в морской воде, при различных длинах волн, интенсивностях и длительностях возбуждающего излучения (Krikun V.A., Salyuk P.A. // Proc. of SPIE. 2015. V. 9680, № 9680-254; Nagorniy I.G., Mayor A.Y., Salyuk P.A., Krikun V.A. // Proc. of SPIE. 2015. V. 9680, № 9680-255.).

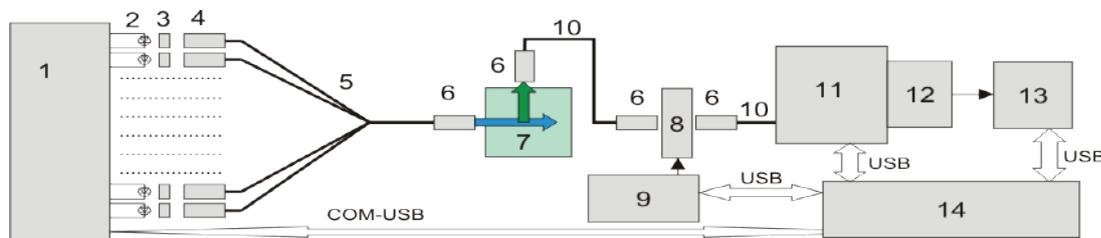


Рис. 4.13.1. Блок-схема мультиспектрального флуориметра: 1 – контроллер излучателей, 2 – светодиоды, 3 – высокочастотные оптические фильтры, 4 – собирающие объективы, 5 – волоконный разветвитель, 6 – коллиматор, 7 – кювета с образцом, 8 – управляемая турель с низкочастотными оптическими фильтрами, 9 – контроллер турели, 10 – световод, 11 – спектрограф, 12 – 32-канальный ФЭУ, 13 – АЦП, 14 – компьютер

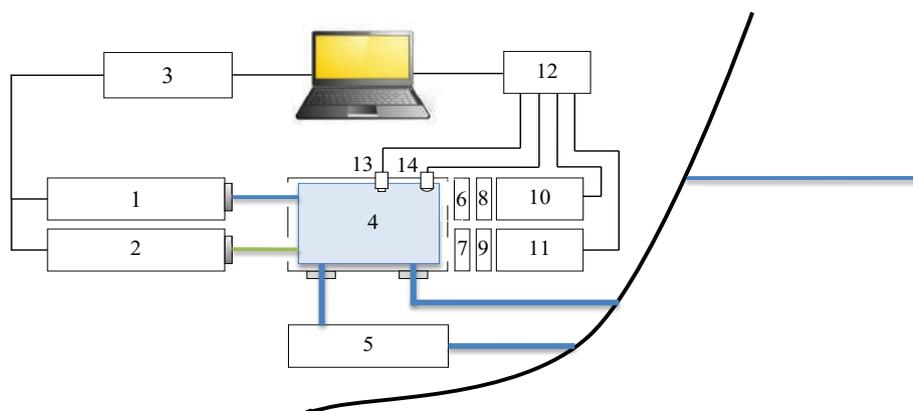


Рис. 4.13.2. Блок-схема двухканального автономного флуориметра: 1, 2 – полупроводниковые лазеры, 3 – программируемый генератор сигналов произвольной формы, 4 – проточная оптическая кювета, 5 – насос, 6, 7 – коллиматоры, 8, 9 – интерференционные оптические фильтры, 10, 11 – фотоэлектронные умножители, 12 – АЦП, 13 – датчик температуры и солености, 14 – фотодиод

4.14. Структура тропических циклонов по данным всемирной сети локализации молниевых разрядов

д.ф.-м.н. М.С. Пермяков, к.г.н. Е.Ю. Поталова

Синоптические и мезомасштабные погодные системы над океаном и морями часто сопровождаются грозовой активностью, интенсивность и пространственное распределение которой модулируется динамической структурой этих погодных систем. Грозовые разряды являются источниками электромагнитного излучения в диапазоне очень низких частот (ОНЧ) и регистрируются ОНЧ-пеленгаторами. С использованием данных всемирной сети локализации молний (World Wide Lightning Location Network, WWLLN) на примере тропических циклонов (ТЦ) изучены связи характеристик полей регистрируемых грозовых разрядов в северо-западной части Тихого океана с характеристиками полей метеоэлементов погодных образований, оцениваемых по данным дистанционного спутникового зондирования. Разработана методика, позволяющая связывать параметры грозовой активности (частоту и интенсивность, пространственное распределение грозовых разрядов) со структурой погодных систем над океаном и морями, интенсивностью и формами мезомасштабных образований в этих системах, выделяемых по полям вихря приводного ветра скаттерометров и по спутниковым изображениям в видимом и инфракрасном диапазоне. На примере отдельных ТЦ 2012 -2013 гг. демонстрируются связи частоты и плотности молниевых разрядов в области влияния ТЦ и пространственным распределением вихря приводного ветра. Прослеживается эволюция структуры ТЦ в полях облачности, вихря приводного ветра и по распределению грозовых разрядов (Пермяков М.С., Поталова Е.Ю., Шевцов Б.М. и др. // Оптика атмосферы и океана. 2015. Т. 28, № 7. С. 638-643.).

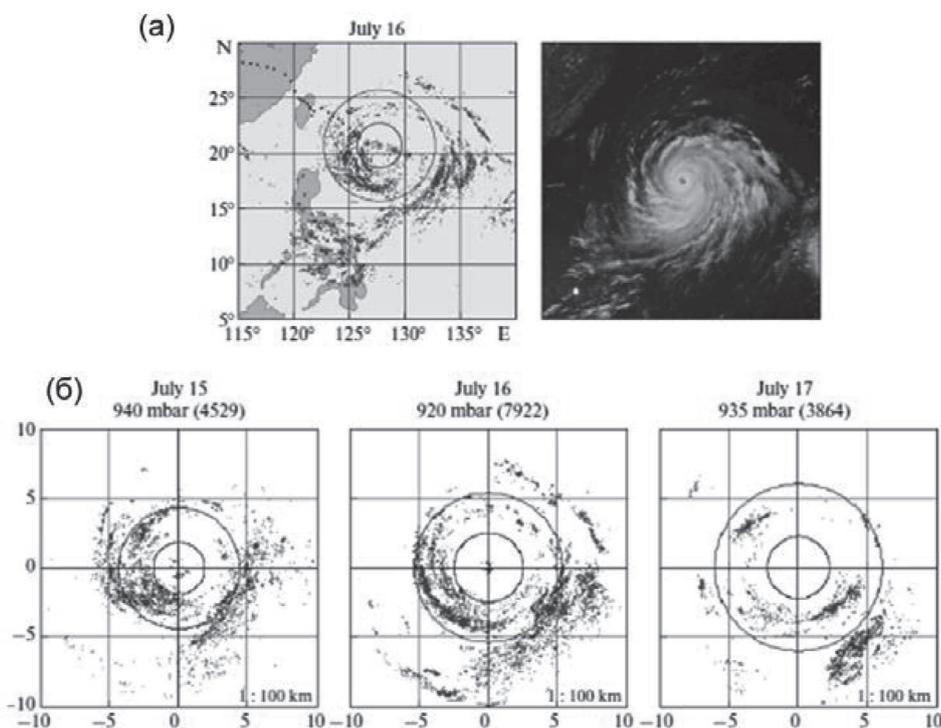


Рис. 4.14. Изображение ТЦ Naitang и распределение молний в районе его влияния в день максимального развития 16 июля 2005 г. (а). Внизу (б) композиции положения молниевых разрядов относительно центра ТЦ в день, до (слева) и после (справа) максимального развития 16 июля (в центре), сверху – давление в центре ТЦ и число молний за сутки

4.15. Восстановление полей океана и атмосферы в морских погодных системах со штормовыми и ураганными ветрами

к.г.н. И.А. Гурвич

На основе многосенсорных измерений с нескольких спутников изучена структура и получены количественные характеристики атмосферы и океана в опасных морских погодных системах (полярных и внетропических циклонах и холодных вторжениях) над северо-западной частью Тихого океана и восточной Арктикой. Продолжено пополнение баз данных погодных систем со штормовыми и ураганными ветрами в 2013-2015 гг. Выявлено, что мезоциклоны (МЦ) над морями восточной Арктики образуются у кромки льда, в центральной части старых окклюдированных циклонов и под высотными холодными депрессиями. Паросодержание атмосферы в МЦ составляет $\approx 6-9$ кг/м³, водозапас облаков – 0,1-0,2 кг/м³. В МЦ, связанных с фронтом окклюзии, максимальная скорость ветра $W_{\text{макс}} \approx 13-18$ м/с, в МЦ у кромки льда $W_{\text{макс}} \approx 12-13$ м/с (Zabolotskikh E.V., Gurvich I.A. // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2015. V. 51, No. 9. P. 1021–1033.).

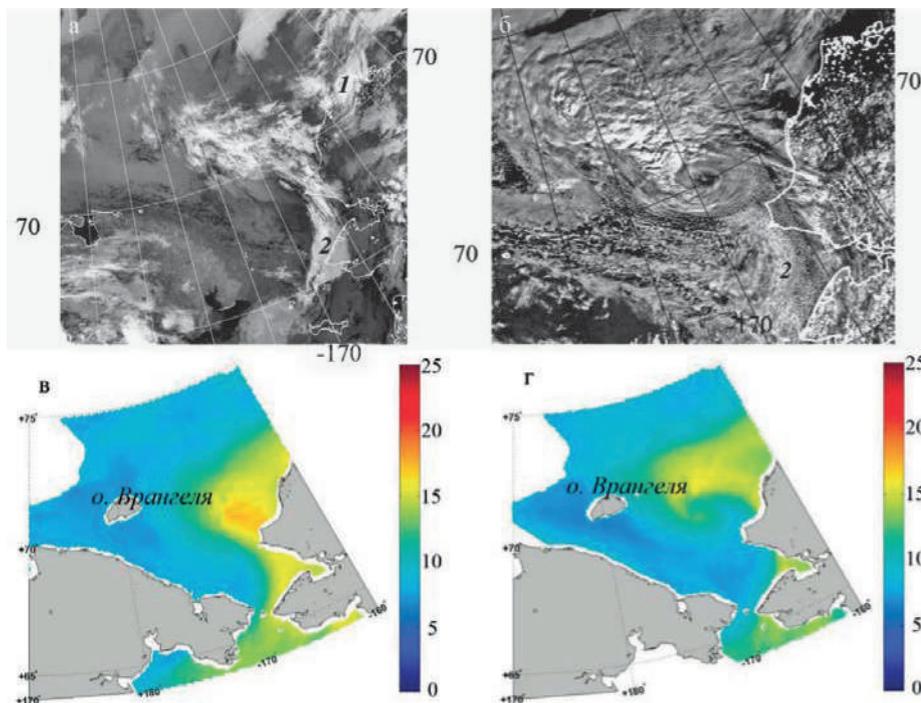


Рис. 4.15. Мезоциклон над Чукотским морем 6 сентября 2013 г.: инфракрасное за 14:30 Гр. (а) и видимое за 22:35 Гр. (б) изображения, полученные спектрометрией MODIS со спутника Aqua; поля паросодержания атмосферы за 14:26 Гр. (в) и за 22:32 Гр. (г) по данным радиометра AMSR2 со спутника GCOM-W1. Шкалы на (в, г) в кг/м³. 1 – участок стационарного атмосферного фронта; 2 – облачная полоса, соответствующая вторичному холодному фронту

Тема 5
«ГЕОЛОГИЯ, ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ, МАГМАТИЗМ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ, МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ОКРАИННЫХ МОРЕЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ И ПРИМЫКАЮЩИХ КОТЛОВИН ТИХОГО И СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНОВ, ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПАЛЕООКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, СОВРЕМЕННЫЙ КЛИМАТ И ПРИРОДНУЮ СРЕДУ»

Науч. руководители: д.г.-м.н. А.С. Астахов, д.г.-м.н. А.И. Обжиров

5.1. Геохимия и распределение диатомей в донных осадках Чукотского и Восточно-Сибирского морей

д.г.-м.н. А.С. Астахов, к.г.н. А.А. Босин,
 к.г.-м.н. А.Н. Колесник, к.г.-м.н. М.С. Обрезкова

На основе результатов химического и диатомового анализов поверхностного слоя донных осадков Чукотского и Восточно-Сибирского морей обозначена зона влияния теплых и относительно соленых тихоокеанских вод, проникающих через Берингов пролив. Установлено, что наиболее показательными индикаторами являются диатомеи *Paralia sulcata* и *Thalassiosira nordenskiöldii*, характерные для отдельных ветвей тихоокеанских вод, содержание кальция (Ca/Al) и продуцируемых фитопланктоном биогенных элементов (хлорин, биогенный кремнезем) (Astakhov A.S., Bosin A.A., Kolesnik A.N., Obrezkova M.S. // Oceanography. 2015. Vol. 28, No. 3. P. 190–201.).

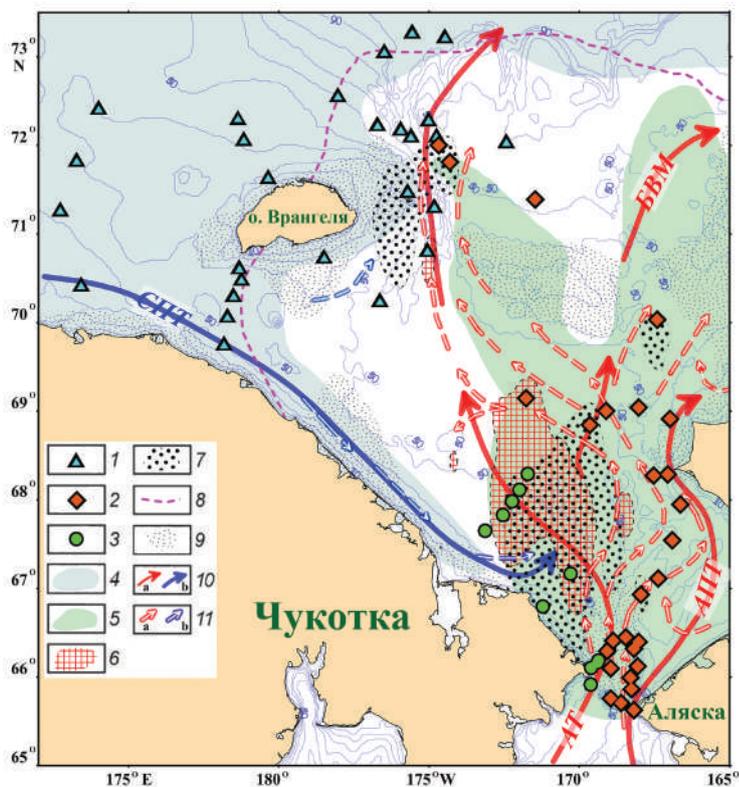


Рис. 5.1. Химический состав и танатоценозы диатомей в поверхностном слое донных осадков Чукотского моря, испытывающем влияние тихоокеанских вод: 1 — комплекс диатомей с доминированием *Thalassiosira antarctica*; 2 — комплекс диатомей с доминированием *Paralia sulcata*; 3 — комплекс диатомей с доминированием *Thalassiosira nordenskiöldii*; 4 — пониженное содержание кальция в осадках ($Ca/Al < 0.15$); 5 — повышенное содержание кальция в осадках ($Ca/Al > 0.22$); 6 — высокое содержание хлорина в осадках ($> 44 \text{ мг/г}$); 7 — повышенное содержание створок диатомей в осадках — более 2.7 млн экз./г; 8 — среднее положение линии 50 %-й концентрации льда в сентябре 1979–1983 гг. (Фролов, 2008); 9 — районы распространения песчаных осадков; 10 — основные теплые (а) и холодные (б) течения (Grebmeier, 2012); СПТ — сибирское прибрежное, АПТ — аляскинское прибрежное, БВМ — берингово-морские водные массы, АТ — анадырское; 11 — основные теплые (а) и холодные (б) течения (Коучмен и др., 1979)

5.2. Проявление карбонатно-баритовой минерализации в районе метановых сипов в Охотском море (западный склон Курильской котловины)

д.г.-м.н. А.Н. Деркачев, Н.А. Николаева, к.г.-м.н. А.В. Можеровский

В Охотском море выявлено новое проявление карбонатно-баритовой минерализации, приуроченное к участку мощных метановых эманацій на западном склоне Курильской котловины (рис. 5.2). На основе комплексных исследований аутигенных минералов (арагонита, магнезильного кальцита, барита), их химического и изотопного состава, поровых вод и компонентного состава газов установлено, что происхождение карбонатно-баритовой минерализации связано с миграцией углеводородных (преимущественно метановых) и барий-содержащих холодных газо-флюидных потоков, поступающих не только из близповерхностных резервуаров, но и из более глубоких источников, с которыми ассоциируют проявления грязевого вулканизма. Находки карбонатных конкреций и баритов не только в молодых позднечетвертичных осадках, но и в толще неогеновых отложений свидетельствуют о длительном этапе проявления этого типа газово-флюидных эманацій на этом участке морского дна. Полученные результаты вносят вклад в понимание природы и процессов формирования баритовой минерализации и установления источников углеводородов (Деркачев А.Н., Николаева Н.А., Баранов Б.В. и др. // Океанология. 2015. Т. 55, № 3. С. 432-443.).

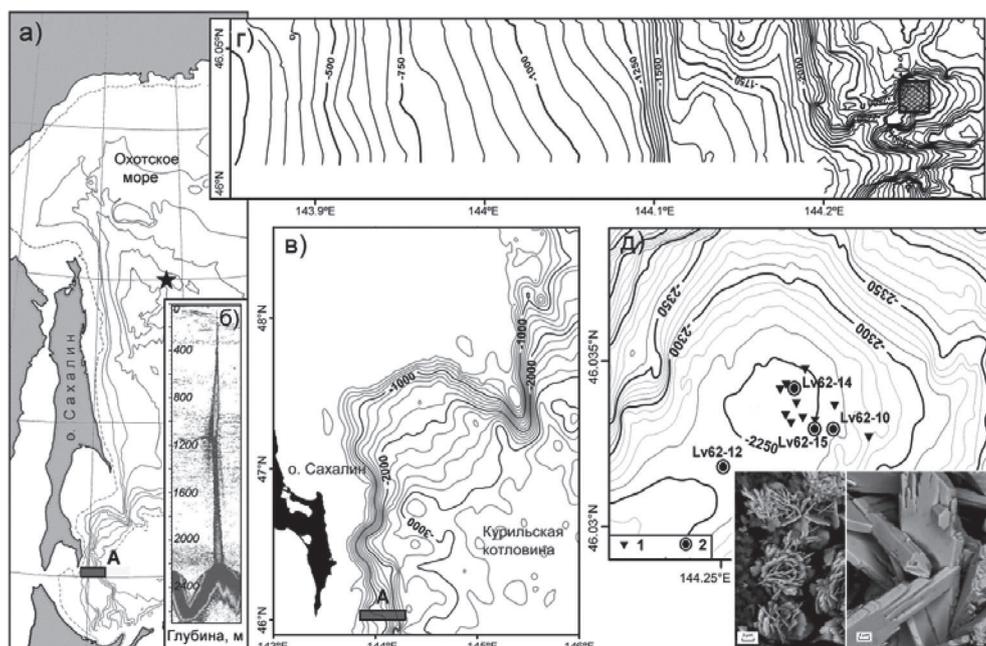


Рис. 5.2. Местоположение участков карбонатно-баритовой минерализации в Охотском море.

(а) – общее расположение: звездочкой показан район Баритовых холмов во впадине Дерюгина, А – новый участок на западном склоне Курильской котловины (Деркачев и др., 2015); (б) – гидроакустическая аномалия типа “газовый факел” на изученном участке дна; (в, г, д) – увеличенные фрагменты района исследований. 1 – местоположение газовых факелов, 2 – станции опробования донных осадков. В правом нижнем углу показаны характерные морфологические виды баритов (электронно-микроскопические снимки)

5.3. Кайнозойские формации залива Петра Великого (Японское море) и его побережья: индикаторы полигенной зоны перехода континент – океан

д.г.-м.н. Л.А. Изосов, к.г.-м.н. Е.А. Бессонова, Н.С. Ли

Определен формационный состав кайнозойских образований залива Петра Великого и его побережья (рис. 5.3.1, 5.3.2), которые являются индикаторами приконтинентальной части полигенной (поздний кембрий–кайнозой) Япономорской зоны перехода континент–океан. Они отражают мощный этап деструкции континентальной коры с преобразованием ее в окраинно-морскую (гималайские движения). Выделены промышленно угленосная и потенциально нефтегазоносная группа палеогеновых и ранне-среднемиоценовых формаций, а также впервые – потенциально алмазоносная шуфанская позднемиоценовая-плиоценовая формация (Изосов Л.А., Бессонова Е.А., Ли Н.С., Огородний А.А., Зверев С.А. // Вулканология и сейсмология. 2015. № 5. С. 23-35.).

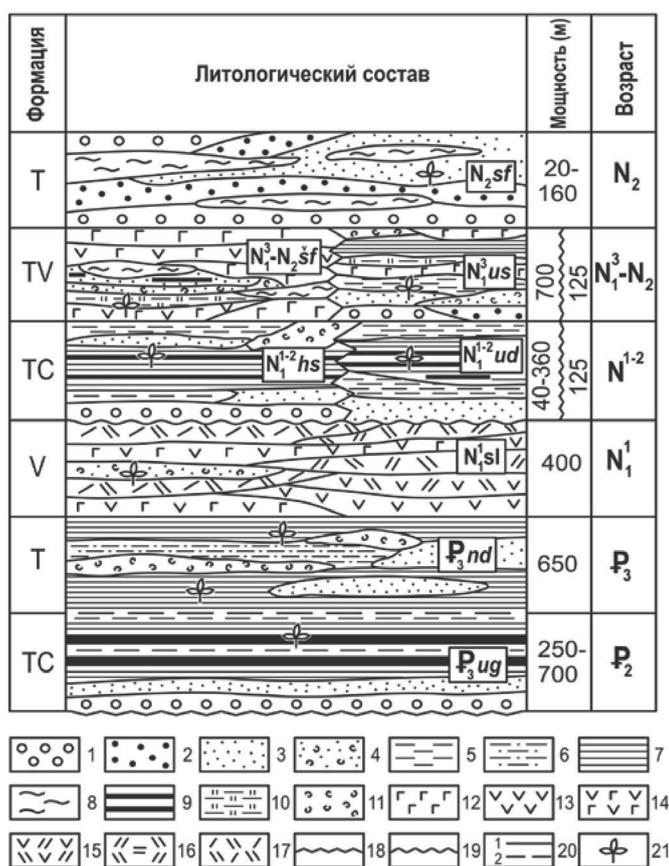


Рис. 5.3.1. Кайнозойские формации залива Петра Великого и его побережья. 1 – конгломераты, конглобрекции, галечники; 2 – гравийники, гравелиты; 3 – песчаники, пески; 4 – туфопесчаники; 5 – алевриты; 6 – туфоалевриты; 7 – аргиллиты; 8 – глины, алевриты; 9 – прослой бурых углей и лигнитов; 10 – туфодиадомиты; 11 – пепловые туфы, туффиты; 12 – базальты и их туфы, гиадокластиты, долериты; 13 – андезиты и их туфы; 14 – андезибазальты и их туфы; 15 – андезидациты; 16 – дациты; 17 – риодациты; 18 – угловое несогласие; 19 – размыв; 20 – согласное залегание (1) и залегание с постепенным переходом (2); 21 – ископаемая фауна флора и спорово-пыльцевые комплексы. Геологические формации: Т – терригенная, ТС – терригенно-карбонатная, V – вулканогенная, TV – терригенно-вулканогенная. Стратифицирующиеся подразделения: свиты – P₂ug – угловеская, P₃nd – надеждинская, N₁¹sl – славянская толща, свиты – N¹⁻²hs – хасанская, N¹⁻²ud – усть-давыдовская, N₁³-N₂sf – шуфанская, N₁³us – усть-суйфунская, N₂sf – суйфунская

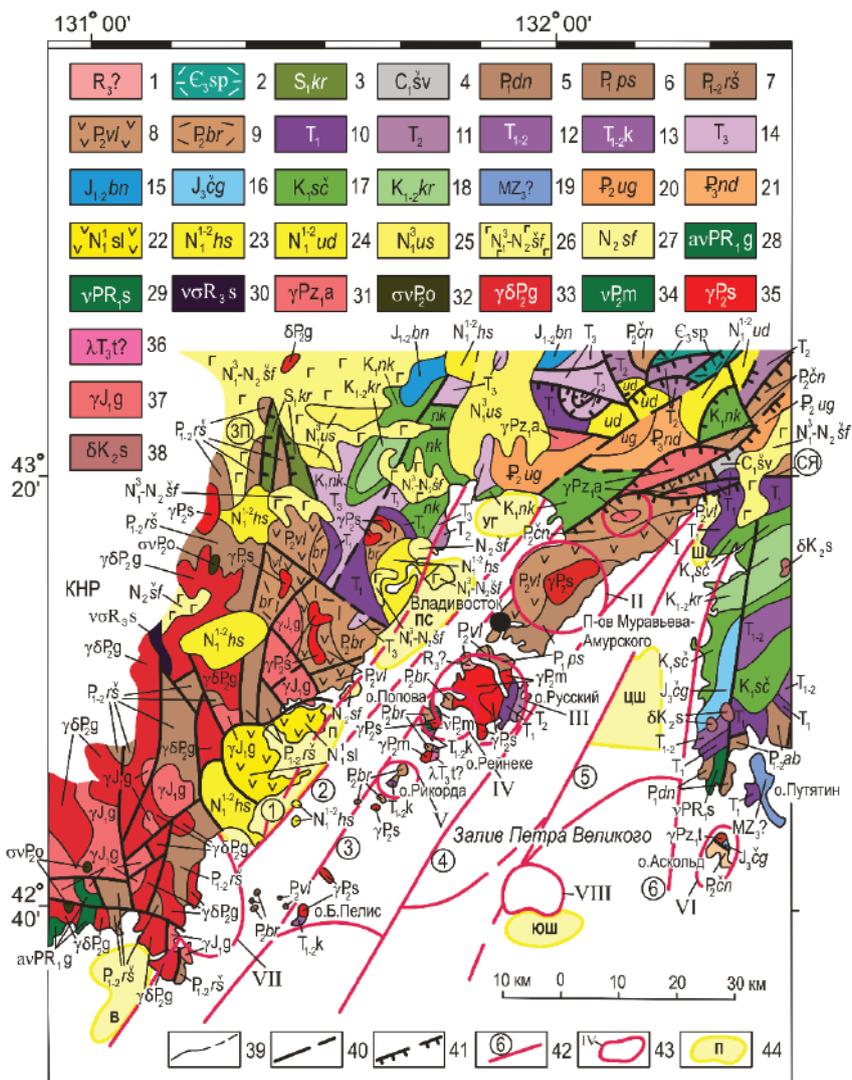


Рис. 5.3.2. Геологическая карта залива Петра Великого и его побережья с элементами глубинного строения. (Условные обозначения даны в Изосов и др., 2015)

5.4. Вулканогенные полициклические окраинно-континентальные пояса Япономорского региона: палеозоны перехода континент – океан

д.г.-м.н. Л.А. Изосов, Н.С. Ли, К.Ю. Крамчанин

В Япономорском регионе выделяются многочисленные PZ – MZ линейные полициклические магматические зоны окраинно-континентального типа. Наиболее протяженными из них являются близкие по строению Восточно-Сихотэ-Алинский и Западно-Сихотэ-Алинский вулканоплутонические пояса, которые накладываются на все континентальные структуры обрамления Тихого океана. Показано, что они фиксируют палеозоны перехода континент–океан, эволюционировавшие в течение длительного времени. В практическом отношении данные образования представляют значительный интерес, поскольку несут разнообразную рудную минерализацию (Изосов Л.А., Чупрынин В.И., Ли Н.С., Крамчанин К.Ю., Огородний А.А. // Отечественная геология. 2015. № 1. С. 74-81.).

5.5. Стратиграфия осадочного чехла подводной горы Петра Великого (Японское море) по данным радиоляриевого анализа

Л.В. Василенко

Подводная гора Петра Великого (ГПВ) расположена в северо-западной части Японского моря к югу от одноименного залива. Впервые проведенное изучение радиолярий из образцов осадочного чехла ГПВ позволило установить ассоциации радиолярий позднего миоцена (зоны *Lychnocanoma nipponica magnacornuta* и *Theocorys redondoensis*), плиоцена (зона *Clathrocyclus bicornis*) и плейстоцена (слои с *Cycladophora davisiana*) (рис. 5.5). Присутствие радиолярий позднеолигоценового-раннемиоценового возраста в более молодых отложениях предполагает наличие в изучаемом районе осадков этого возраста, что свидетельствует о, возможно, более древнем возрасте образования осадочного чехла ГПВ, чем это считалось ранее. (Василенко Л.Н. // Вестник КРАУНЦ. 2015. Вып. 28, № 4. С. 80-93.).

Система	Отдел	Подотдел	Зоны Radiolaria (Точилина, 1981; 1985; Funayama, 1988; Reynolds, 1980)	Ассоциации Radiolaria (Василенко, 2015)	Номера образцов	Общее кол-во, экз./г	
							Четверг.
	Плейст.	Нижний	<i>Cycladophora davisiana</i>	<i>Cycladophora davisiana</i>	21 8-1 8-2	114 398 694	
	Плиоцен	Верх.	<i>Clathrocyclus bicornis</i>	<i>Clathrocyclus bicornis</i>	22-2a	1433	
	Плиоцен	Нижний			22-26	1327	
	Плиоцен	Нижний			22-1a	881	
	Плиоцен	Нижний			<i>Spurioclath. sphaeris</i>	22-16	583
	Плиоцен	Нижний			<i>Spurioclath. sphaeris</i>	7-H3a	1389
	Плиоцен	Нижний	<i>Theocorys redondoensis</i>	<i>Spurioclath. urymensis</i>	7-H2	863	
	Плиоцен	Нижний			23-8a	302	
	Плиоцен	Нижний			23-86	375	
	Плиоцен	Нижний			23-8b	634	
	Плиоцен	Нижний			7-H4	530	
	Плиоцен	Нижний	<i>L. nipponica magnacornuta</i>	<i>L. nipponica magnacornuta</i>	7-H5	933	
	Плиоцен	Нижний			7-H1	1046	
	Плиоцен	Нижний			7-H1	1046	

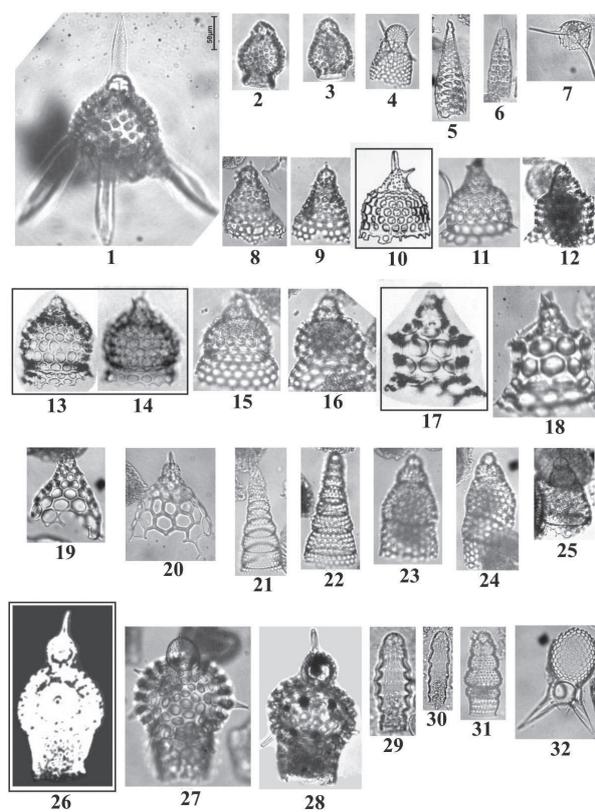


Рис. 5.5. Ассоциации радиолярий, установленные в отложениях подводной горы Петра Великого (Японское море). 1- *Lychnocanoma nipponica magnacornuta* Sakai: обр. 7-H1; 2, 3. *Sethocorys papillosum* (Ehrenberg): обр. 23-86; 4. *Lithometrissa thoracites* Haeckel: обр. 7-H3a; 5. *Cornutella bimarginata* (Haeckel): обр. 23-86; 6. *Cornutella annulata* Bailey: обр. 22-26; 7. *Pseudodictyophimus gracilipes* (Bailey): обр. 22-16; 8, 9. *Cycladophora davisiana* Ehrenberg: 8 - обр. 8-2; 9 - обр. 8-1; 10 – голотип *Clathrocyclus bicornis* (Hays, 1965: Pl.1, fig. 3) 11, 12 *Clathrocyclus bicornis* Hays: 11 - обр. 22-26; 12 - обр. 22-1a; 13 – голотип *Spurioclathrocyclus sphaeris* (Popova, 1989: Табл. XI, фиг. 17), 14 – голотип *Cycladophora* (= *Spurioclathrocyclus*) *sakaii* (Motoyama, 1996: Pl. 4, fig. 5a), 15, 16. *Spurioclathrocyclus sphaeris* Popova: 15 - обр. 7-H2; 16 - обр. 7-H3a; 17 – голотип *Cycladophora* (= *Spurioclathrocyclus*) *urymensis* (Popova, 1989: Табл. XI, фиг. 17), 18 - *Spurioclathrocyclus urymensis* (Popova): обр. 7-H5; 19, 20 - *Clathrocyclus ex gr. cabrilloensis* (Campbell et Clark): обр. 7-H4; 21, 22 - *Cyrtopera languncula* Haeckel: 21 - обр. 7-H2; 22 - обр. 7-H1; 23-25 - *Lithocampe ex gr. peregrina* (Riedel et Sanfilippo): 23, 24 - обр. 7-H2; 25 - обр. 7-H3a; 26 голотип *Theocorytis* (= *Theocorys*) *redondoensis* (Campbell et Clark, 1944: Pl. 7, fig. 4); 27, 28 - *Theocorys redondoensis* (Campbell et Clark): 27 - обр. 8-2; 28 - обр. 7-H1; 29 - *Lithomitra arachnea* (Ehrenberg): обр. 7-H5; 30 - *Lithomitra lineata* (Ehrenberg): обр. 7-H5; 31 - *Botryostrobus bramlettei* (Campbell et Clark): обр. 22-26; 32 - *Phaeodaria: Challengeron cf. diodon* (Haeckel): обр. 7-H1

5.6. Изменение среды Амурского залива (Японское море) за последние 150 лет на основе изучения диатомей и силикофлагеллат

д.г.-м. н. И.Б. Цой, И.А. Прушковская, К.И. Аксентов, д.г.-м.н. А.С. Астахов

Установлено, что значительные изменения экологической структуры кремнистых микроводорослей в осадках Амурского залива отражают изменения условий среды за последние 150 лет. В 1860-1910 гг. осадки накапливались при значительном влиянии речного стока; следующие 50 лет наблюдается ослабление влияния речного стока, связанного вероятно с интенсивной вырубкой лесов; с начала 1960-х повысилась температура поверхностных вод и значительно увеличилась продуктивность фитопланктона (рис. 5.6), что возможно привело к образованию сезонной придонной гипоксии. Полученные данные могут быть использованы для детальных палеореконструкций и прогнозных целей (Tsoy I., Prushkovskaya I., Aksentov K., Astakhov A. // Ocean Science Journal. 2015. V. 50, № 2. P. 433-444.).

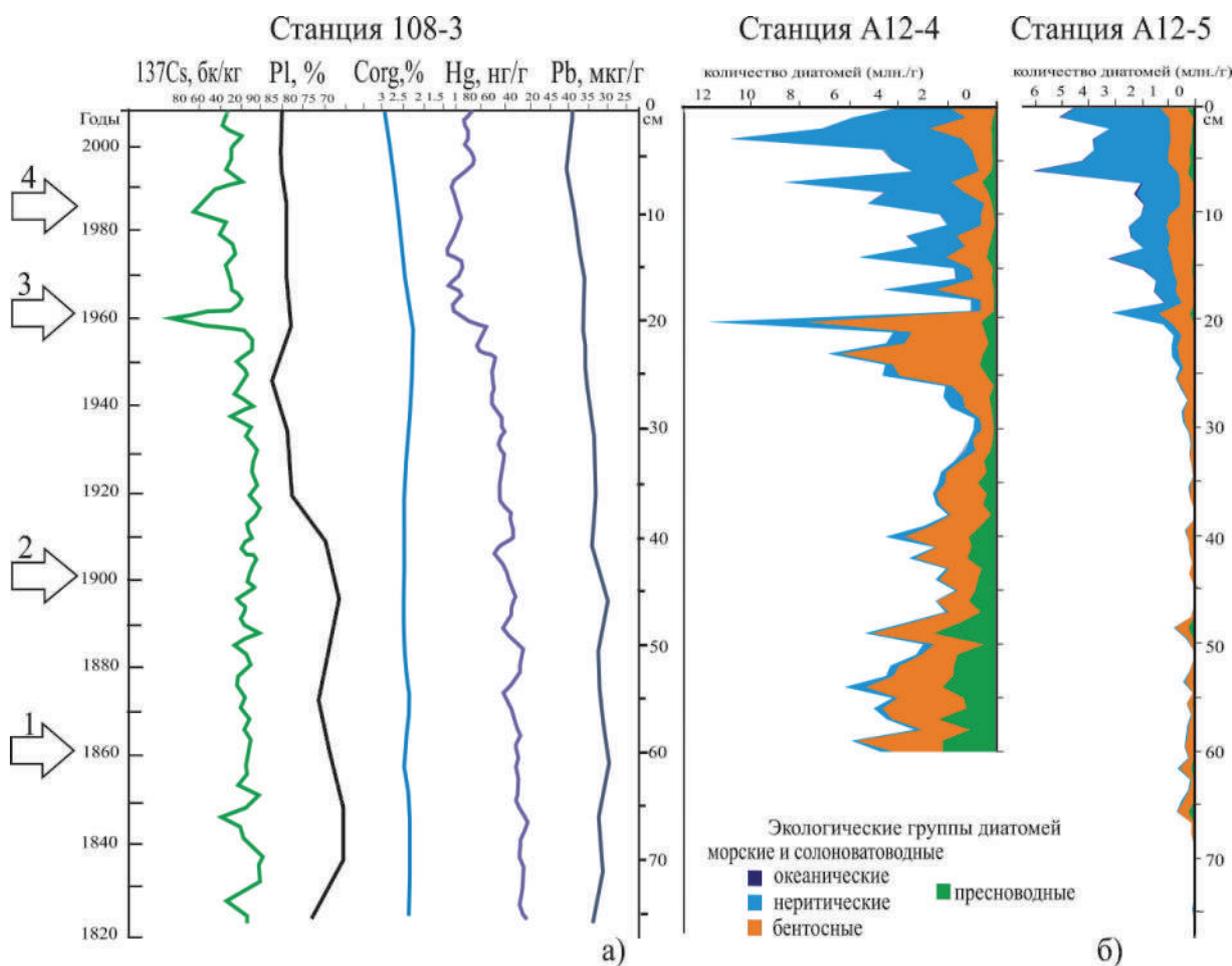


Рис. 5.6. Химические, седиментологические данные и некоторые региональные и глобальные события, отраженные в осадках (а) и соотношение экологических диатомовых групп (створки диатомей на грамм воздушно-сухого осадка) в колонках A12-4 и A12-5 (б). 1 – начало освоения Приморья, добыча и сжигание угля; 2 – интенсивная вырубку лесов и распашка, сопровождаемая увеличением пелитового материала, сносимого с суши и накапливаемого в морских осадках; 3 – начало интенсивного промышленного развития Южного Приморья и испытания ядерного оружия в атмосфере; Чернобыльская и Чажминская катастрофы

5.7. Палеогеографические этапы развития гайотов Магеллановых гор (Тихий океан)

д.г.н. С.П. Плетнев

Предложена палеогеографическая модель осадконакопления в зоне гайотов Магеллановых гор (Тихий океан). Главную роль в истории сыграли тектонические события на рубеже юры-мела, когда в результате деформации и дробления океанической плиты ее отдельные блоки начали воздыматься на высоту 3000-5000 м и вышли на поверхность. В меловой истории гайотов отчетливо фиксируются следы двух (позднеальб-сеноманской и позднекампан-маастрихтской) трансгрессий. В позднем эоцене цепь гайотов испытывает унаследованное погружение, в миоцене вершинные плато подводных гор имели глубины близкие к современным. В истории осадконакопления отчетливо фиксируется олигоценый перерыв, причина возникновения дискуссионная. Современные скорости придонных течений очень высокие в районе вершинных плато и здесь процессы эрозии преобладают над аккумуляцией (Плетнев С.П., Мельников М.Е. // Вестник ДВО РАН, 2015. № 2. С. 33-42.).

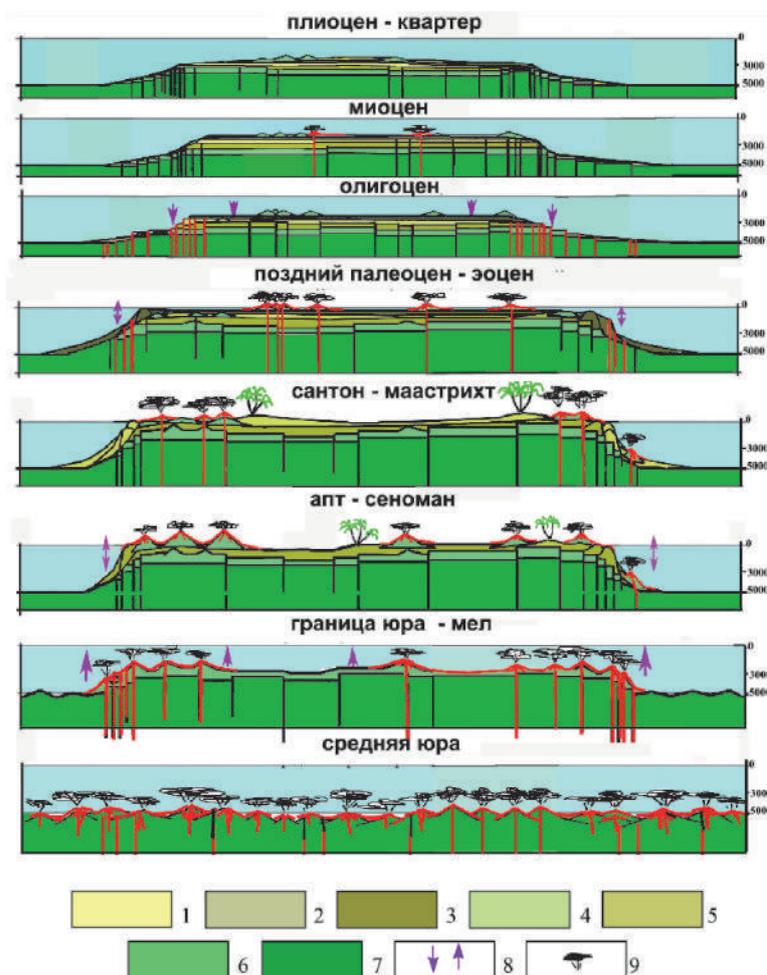


Рис.5.7. Геологическое развитие Магеллановых гор на примере гайота Бутакова
 1 - рыхлые осадки плиоцена и плейстоцена; 2 - миоценовые щелочные базальтоиды, туфы и известняки вершинных плато; 3 - верхнепалеоцен-эоценовые пелагические, мелководные известняки, брекчи и туфы; 4 - сантон-маастрихтские рифогенные, пелагические известняки, брекчи; 5 - апт-сеноманские эдафогенные брекчи и вулканические турбидиты (песчаники, алевролиты и др.); 6 - щелочные базальтоиды верхней части гайотов (рубеж юры и мела); 7 - толеиты средней и верхней юры; 8 - направленность тектонических движений; 9 – вулканы

5.8. Особенности распределения метана и его потоков на границе вода-атмосфера на акватории Татарского пролива Японского моря

к.г.н. Г.И. Мишукова, к.х.н. В.Ф. Мишуков, д.г.-м.н. А.И. Обжиров,
к.г.-м.н. Н.Л. Пестрикова, О.Ф. Верещагина

Впервые на акватории южной части Татарского пролива Японского моря определены районы активного выделения метана в атмосферу в местах подводных выходов газовых образований (рис. 5.8.). Аномальное содержание метана в воде наблюдается в районах выделения пузырьков природного газа на юго-западном шельфе и склоне о. Сахалин. Максимальные потоки наблюдались на восточном шельфе ($47,5^{\circ}$ – $48,5^{\circ}$ с.ш.) в июне 2013 г., где вблизи станций отбора проб воды 8 мая 2013 г. зарегистрирован эпицентр землетрясения. Обнаружено, что на акваториях, где наблюдаются выделения пузырьков метана, повышенные концентрации растворенного метана регистрируются в промежуточных слоях с пониженной температурой морской воды. (Мишукова Г.И., Мишуков В.Ф., Обжиров А.И. и др. // Метеорология и гидрология. 2015. № 6. С. 89-96.).

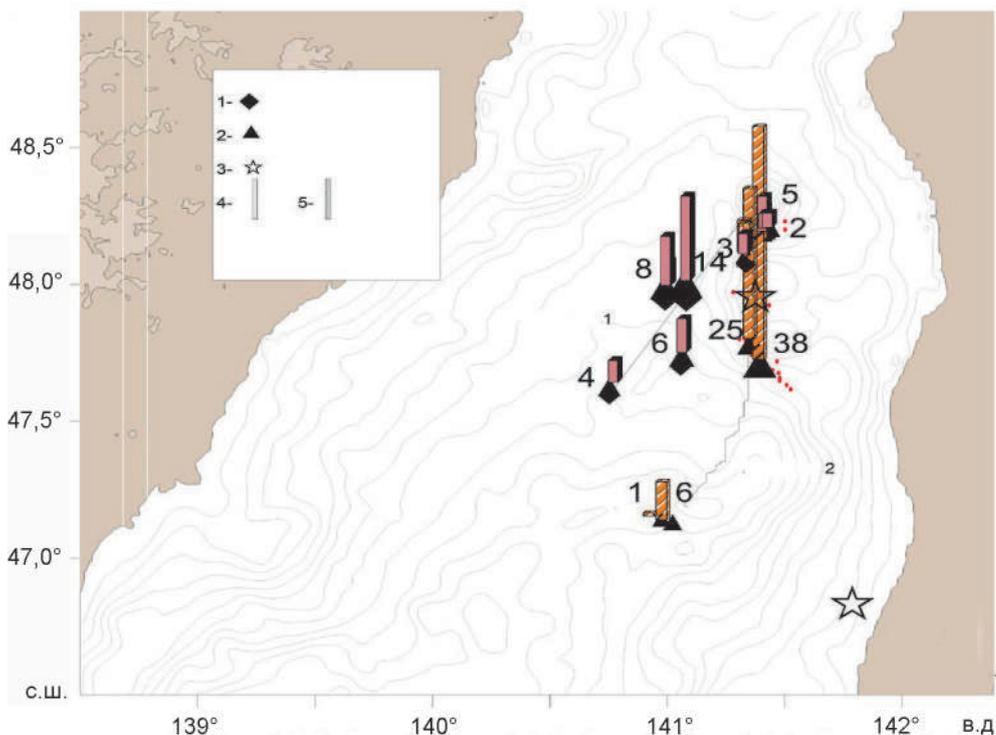


Рис. 5.8. Поток метана из воды в атмосферу (моль/км²·сут) в Татарском проливе (Японское море).
Условные обозначения (на врезке): 1, 2 - станции отбора проб воды в экспедициях на НИС «Академик М.А. Лаврентьев» (август 2012 г., июнь 2013 г. соответственно); 3-эпицентры землетрясений; 4,5 – поток метана и его значения, моль/км²·сут, рассчитанные по данным экспедиций на НИС «Академик М.А. Лаврентьев» (август 2012. и июнь 2013 г. соответственно)

5.9. Распределение природных газов в осадках и воде северо-западной части залива Тонкин (Южно-Китайское море, Вьетнам)

к.г.-м.н. Р.Б. Шакиров, д.г.-м.н. А.И. Обжиров, Н.С. Сырбу,
И.Г. Югай, к.г.-м.н. Е.В. Мальцева, к.х.н. Н.С. Полоник

Изучено распределение углеводородных газов в северо-западной части Южно-Китайского моря (Тонкинский залив). В донных осадках и морской воде обнаружены высокие концентрации углеводородных газов (до пентана) при сравнительно небольших концентрациях метана. Установлено высокое содержание водорода (максимум 700 ppm) в осадках и воде Тонкинского залива (рис. 5.9). Высокие концентрации углеводородных газов (этан, пропан и особенно бутан), преимущественно термогенный и метаморфогенный изотопный сигнал углерода метана указывают, вероятнее всего, на газоконденсатный источник, при этом вклад глубинного газового углеводородно-водородного флюида может быть значительным (Акуличев В.А., Шакиров Р.Б., Обжиров А.И. и др. // ДАН. 2015. Т. 461, № 1. С. 53–57; Шакиров Р.Б., Обжиров А.И., Чунг Н.Н. и др. // География и природные ресурсы. 2015. № 4. С. 5–18.).

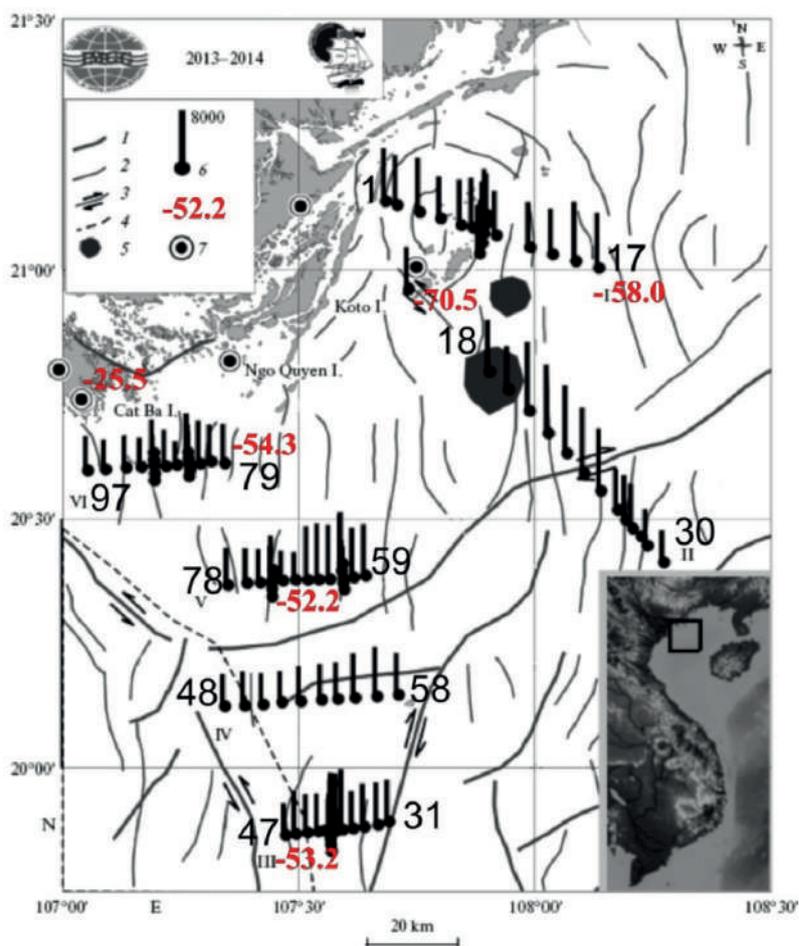


Рис. 5.9. Район геолого-геофизических исследований в заливе Тонкин, 2013 г.: 1 – главные разломы; 2 – второстепенные; 3 – сдвиги; 4 – направление рифта Красной реки; 5 – магматические комплексы; 6 – столбчатые диаграммы поля концентраций метана (макс. 8000 нл/дм³); 7 – места отбора проб воды из гидрологических источников на суше. Стрелками показаны направления сдвиговых дислокаций. Римские цифры – номера участков и профилей. На врезке квадратом показано положение района работ на карте Вьетнама. Цифрами -52.2 и т.д. показаны значения $\delta^{13}\text{C-CH}_4$

5.10. Характеристика углеводородных компонентов Южно-Сахалинского и Пугачевского грязевых вулканов

А.В. Сорочинская, к.г.-м.н. Р.Б. Шакиров, д.г.-м.н. А.И. Обжиров, к.х.н. Н.С. Полоник, Н.С. Сырбу, к.г.-м.н. Н.Л. Пестрикова, А.Л. Веникова

Впервые по содержанию микроэлементов установлено сходство грязевулканической брекчии Южно-Сахалинского и Пугачевского грязевых вулканов, при этом выявлено, что повышенные содержания Li и As, по-видимому, обусловлены их поступлением из глубинного источника вместе с флюидом. При активизации грифонной деятельности уменьшается отношение LaN/YbN до 3.33, а увеличение доли тяжелых лантаноидов и уменьшение критерия Eu/Eu^* указывают на подток эндогенного взвешенного материала и флюидной фазы. Также выявлено сходство химического состава углеводородов этих вулканов, изменение их соотношений при сейсмической активизации и обоснован преимущественно морской генезис исходного органического вещества грязевых вулканов (Сорочинская А.В., Шакиров Р.Б., Пестрикова Н.Л. и др. // Вестник КРАУНЦ. 2015. Вып. 25, № 1. С. 231–242; Полоник Н.С., Шакиров Р.Б., Сорочинская А.В., Обжиров А.И. // ДАН. 2015. Т. 462, № 1. С. 79–83.).

5.11. Газогидраты в Охотском море

д.г.-м.н. А.И. Обжиров, к.г.-м.н. Р.Б. Шакиров, Ю.А. Телегин, А.В. Болобан

В Татарском проливе (Японское море) обнаружен новый район с газогидратами на глубине 600 м. Установлены газогенетические характеристики газогидратов и вмещающих отложений, указывающих на возможное наличие залежи нефти и газа в этом районе площади (рис. 5.11, район 2). В Охотском море на западном борту Курильской котловины обнаружен осадок, характеризующийся литологическими (наличие брекчий и др.) и газогеохимическими (аномальное содержание водорода, метана и др.) признаками, характерными для грязевых вулканов в районе Хоккайдо-Сахалинской складчатой системы (F 1, район 1) (Обжиров А.И., Телегин Ю.А., Болобан А.В. // Подводные исследования и робототехника. 2015. № 1(19). С. 56–63; Челноков Г.А., Жарков Р.В., Брагин И.В., Веселов О.В., Харитонова Н.А., Шакиров Р.Б. // Тихоокеанская геология. 2015. Т. 34, № 5. С. 81–95.).

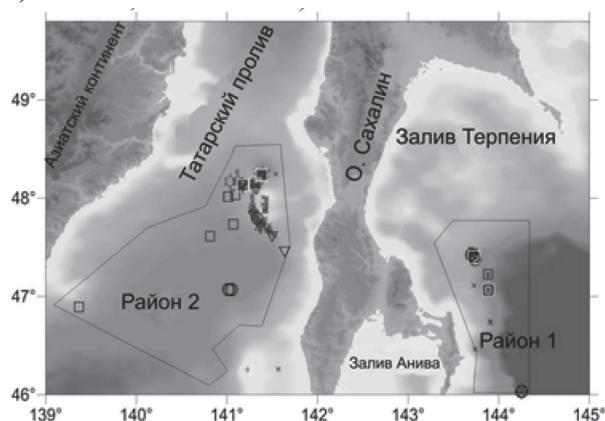


Рис. 5.11. Схема расположения колонок осадков (2012–2015 гг.). Мелкие звездочки – «факелы»; квадраты – LV59, окружности – LV62, треугольники – LV67, красные звездочки – LV70; желтые квадраты – положение точек с газогидратами. F1 – газовофлюидная система, вероятно, грязевулканической природы

5.12. Газогеохимические поля Охотского и Японского морей

к.г.-м.н. Р.Б. Шакиров

По совокупности газогеохимических и геологических данных в Охотоморском регионе впервые выделено 5 газогеохимических провинций (ГПП): Центрально-Охотоморская; Западно-Охотоморская; Южно-Охотоморская; Восточно-Охотоморская и Северо-Охотоморская (рис. 5.12). Основными факторами для их выделения являются распространение углеводородных залежей, распределение и генезис природных газов и их источников, особенности геологического строения, морфотектоник, сейсмической активности Охотоморского региона и теплового потока. Выявленные закономерности повышают эффективность прогноза и поиска углеводородных ресурсов в окраинных морях Дальневосточного региона (Шакиров Р.Б. // Подводные исследования и робототехника. 2015. № 4. С. 22–38.).

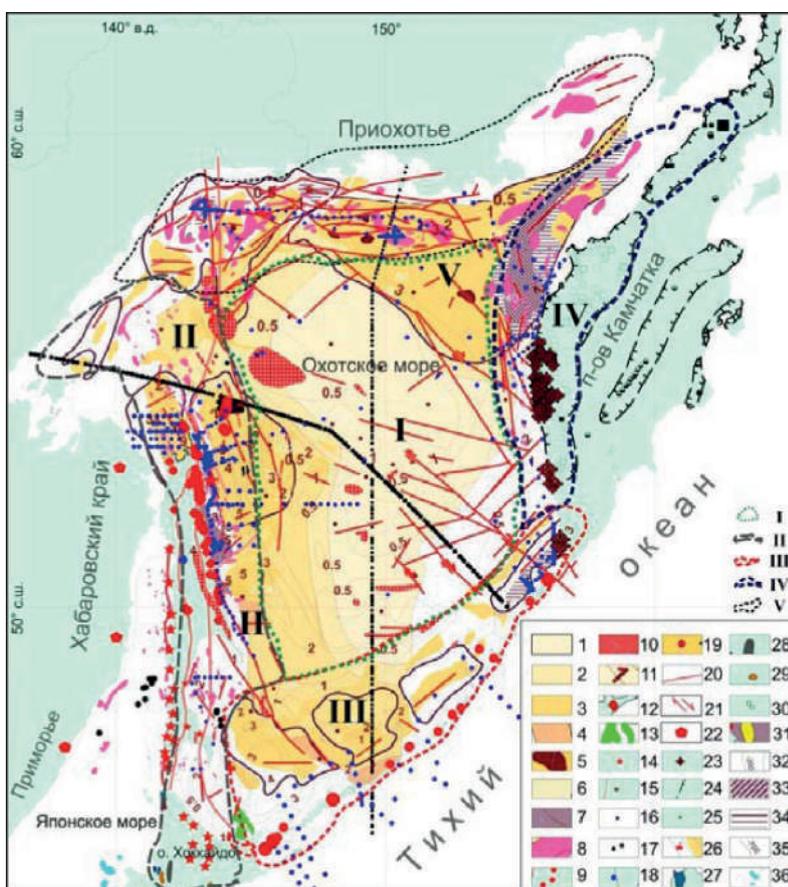


Рис. 5.12. Карта-схема газогеохимических провинций (ГПП) Охотоморского региона. 1 – преимущественно фоновое ГПП; 2 – локальные низкоинтенсивные АГП; 3 – повышенная потенциальная плотность генерации углеводородов в осадках (Грецакая, 1990); 4 – очаги высокой потенциальной плотности генерации УВ; 5 – очаги максимальной плотности генерации УВ; 6 – АГП средней интенсивности, зоны газообразования; 7 – зоны нефтегазообразования; 8 – локальные структуры; 9 – нефтепроявления; 10 – выходы фундамента; 11 – изопакиты, мощность осадочного чехла; 12 – вулканические и гидротермальные газы; 13 – газогидратоносная площадь; 14 – вулканы; 15 – грязевые вулканы; 16 – станции отбора воды; 17 – пикеты отбора осадков; 18 – газопроявления; 19 – газогидратоносные осадки; 20 – разломы фундамента; 21 – направление смещения по разломам; 22 – термальные воды; 23 – проявления газогетермальных вод в скважинах; 24 – границы угленосных площадей; 25 – бурый уголь; 26 – гигантский газовый факел 2012 г.; 27,28,29 – нефтегазоносные, углегазоносные и газоносные бассейны на о. Хоккайдо; 30 – бурый уголь; 31 – нефтегазовые месторождения; 32 – изобаты и глубина моря; 33-34 – плотность генерации углеводородов в осадке ($10\text{-}20 \times 10^6 \text{ т}$) (Грецакая и др., 1992); 35 – изобаты; 36 – площади с невыясненным концентрированием газогидратов. I – Центрально-Охотоморская газогеохимическая провинция (ГПП); II – Западно-Охотоморская ГПП; III – Южно-Охотоморская ГПП; IV – Восточно-Охотоморская ГПП; V – Северо-Охотоморская ГПП

Тема 6
«ВЗАИМОСВЯЗЬ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА»

Науч. руководитель д.б.н. *В.П. Челомин*

6.1. Гидрохимический режим эстуария р. Партизанской (зал. Находка, Японское море)

*к.х.н. Г.Ю. Павлова, д.х.н. П.Я. Тищенко, П.Ю. Семкин,
 Е.М. Шкурникова, Т.А. Михайлик, Ю.А. Барабанищikov*

Сезонные гидрохимические исследования основного солевого состава (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) вод эстуария р. Партизанской показывают, что на фоне ярко выраженного сезонного изменения общей минерализации соотношения между главными ионами в речной воде устьевой части реки в течение 2012 г. не изменялись. При смешении речных и морских вод в эстуарии происходила смена типа воды с кальциево-гидрокарбонатного на натриево-хлоридный. Установлено, что смешение речных и морских вод в эстуарии имеет консервативный характер. Полученная информация важна как для понимания пространственной и временной изменчивости эстуарных вод, так и для оценки антропогенной нагрузки реки и процессов химического выветривания пород, слагающих ее бассейн (*Павлова Г.Ю., Тищенко П.Я., Семкин П.Ю. и др. // Водные ресурсы. 2015. Т. 42, № 4. С. 396-405.*)

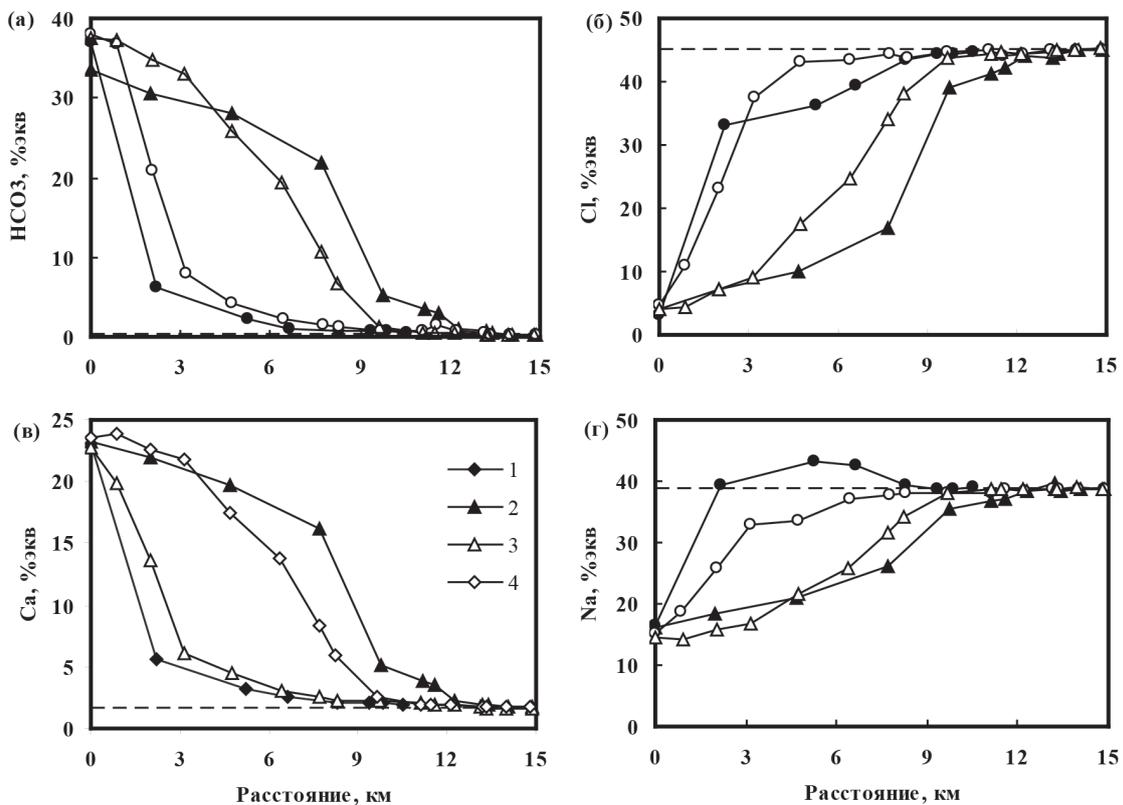


Рис. 6.1. Распределение относительной концентрации HCO_3^- (а), Cl^- (б), Ca^{2+} (в) и Na^+ (г) ионов в водной колонке эстуария р. Партизанская на разрезах река-море. 1, 2, 3, 4 – январь, май, июль и сентябрь 2012 г. соответственно. Пунктирной линией показано величина концентрации соответствующих параметров в морской воде

6.2. Продукционно-деструкционные процессы в эстуариях рек Артемовка и Шкотовка (Уссурийский залив) в летний сезон

П.Ю. Семкин, д.х.н. П.Я. Тищенко, Н.Д. Ходоренко,
д.б.н. В.И. Звалинский, Т.А. Михайлик, С.Г. Сагалаев,
В.И. Степанова, к.г.н. П.П. Тищенко, М.Г. Швецова, Е.М. Шкирникова

В летний сезон 2011 г. исследованы продукционные и гидрохимические характеристики эстуариев рек Артемовка и Шкотовка. В отличие от эстуария р. Шкотовки, высокая степень эвтрофирования р. Артемовки и благоприятное сочетание гидрологических и гидрохимических условий на момент исследования обеспечили высокую интенсивность продукционных процессов: концентрация хлорофилла *a* достигала 200 мкг/л, пересыщение по кислороду было более чем в два раза, парциальное давление углекислого газа уменьшилось до 25 мкатм (Семкин П.Ю., Тищенко П.Я., Ходоренко Н.Д. и др. // Водные ресурсы. 2015. Т. 42, № 3. С 311-321.).

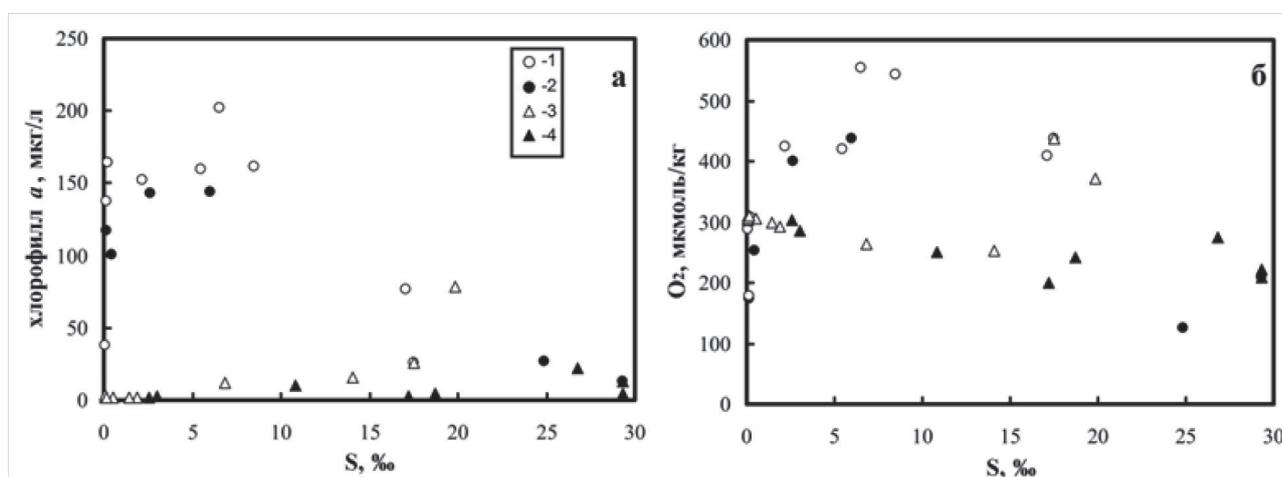


Рис. 6.2. Изменение концентраций в зависимости от солености: а – хлорофилла-*a*; б – O₂ в эстуариях рек Артемовка (1 – поверхностный, 2 – придонный горизонт) и Шкотовка (3 – поверхностный, 4 – придонный горизонт)

6.3. Рост относительной суточной изменчивости в системе гидрохимических показателей в Амурском заливе Японского моря

О.В. Шевцова

Впервые выявлена фундаментальная закономерность, характеризующая комплексный суточный химический режим морских вод. На примере Амурского залива (Японское море) показано, что относительные суточные вариации v неконсервативных химических показателей увеличиваются с падением их среднесуточных концентраций $\langle P \rangle$ в диапазоне 10^2 – 10^{-4} мг/кг по степенному закону $v = \lambda \langle P \rangle^\mu$ с показателем степени μ и нормировочным коэффициентом λ . Средняя регрессия $\log v = \langle \mu \rangle \log \langle P \rangle + \log \langle \lambda \rangle$ с $\langle \mu \rangle = -0,32 \pm 0,02$ и $\langle \lambda \rangle = 11,1 \pm 0,7$ показана на рис. 6.3. Из этого соотношения следует, что вещества со средними концентрациями 10^{-4} – 10^{-1} мг/кг могут проявлять anomalously высокие суточные флуктуации с $v > 33\%$ (Шевцова О.В. // ДАН. 2015. Т. 460, № 2. С. 220–223.).

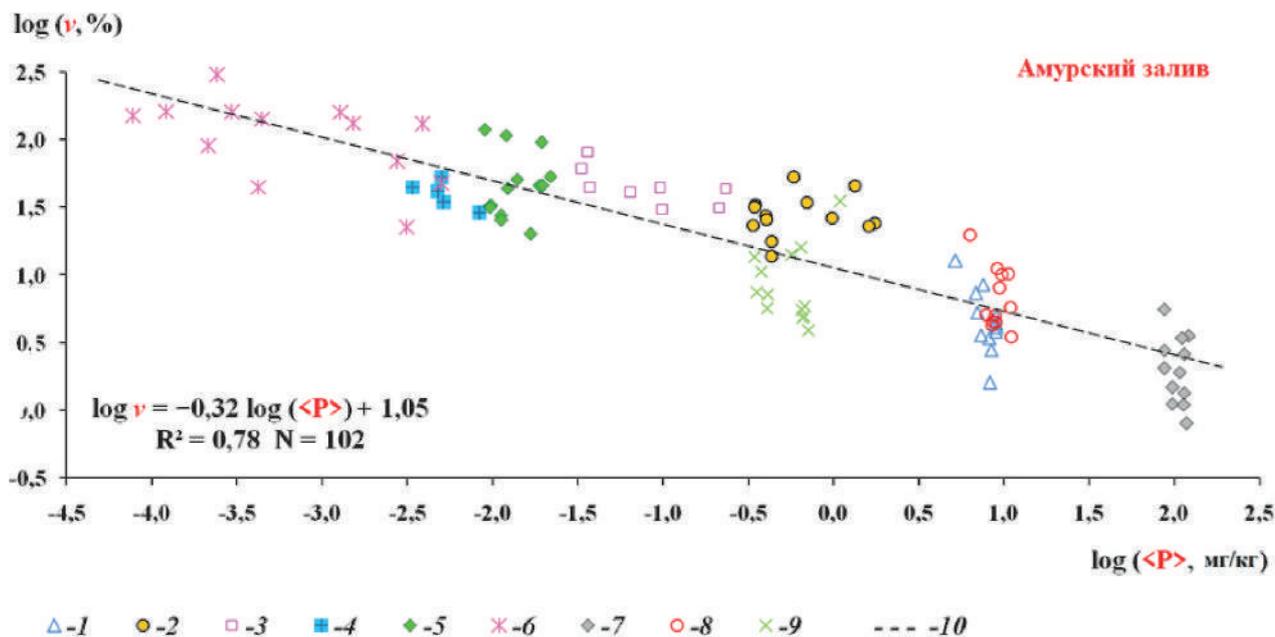


Рис. 6.3. Соотношение между средними значениями $\langle P \rangle$ и относительной суточной изменчивостью v химических показателей в Амурском заливе. 1 – растворенный кислород, 2 – неорганический растворенный кремний, 3 – азот аммонийный, 4 – азот нитратов, 5 – неорганический растворенный фосфор, 6 – азот нитритов, 7 – HCO_3^- -ион, 8 – CO_3^{2-} -ион, 9 – растворенный углекислый газ, 10 – линейная регрессия

6.4. Сезонные гидролого-гидрохимические исследования бухты Воевода (Амурский залив, Японское море)

Ю.А. Барабанищikov, д.х.н. П.Я. Тищенко, П.Ю. Семкин,
Т.И. Волкова, д.б.н. В.И. Звалинский, Т.А. Михайлик,
С.Г. Сагалаев, А.Ф. Сергеев, к.г.н. П.П. Тищенко,
М.Г. Швецова, Е.М. Шкирникова

В 2011–2012 гг. проведены сезонные гидролого-гидрохимические исследования в бухте Мористую и среднюю части бухты Воевода (за исключением бухты Круглой) можно рассматривать как район со свободным обменом водами с Амурским заливом. В бухте Мелководной из-за специфической орографии береговой линии и действия речного стока, наиболее интенсивного в летний сезон, формируется замкнутая циркуляция циклонического типа. Благодаря этому обмен вод между бухтой Мелководной и Амурским заливом ослаблен, и в бухте формируются локальные особенности гидрохимических параметров. Концентрация растворенного кислорода и парциальное давление углекислого газа вод бухты Мелководной определяются интенсивностью разнонаправленных процессов продукции и деструкции органического вещества. Органическое вещество является продуктом трех типов автотрофов: *Zostera marina*, перифитон и диатомовые водоросли (фитопланктон) (Барабанищikov Ю.А., Тищенко П.Я., Семкин П.Ю. и др. // Известия ТИНРО. 2015. Т. 180. С. 161-179.).

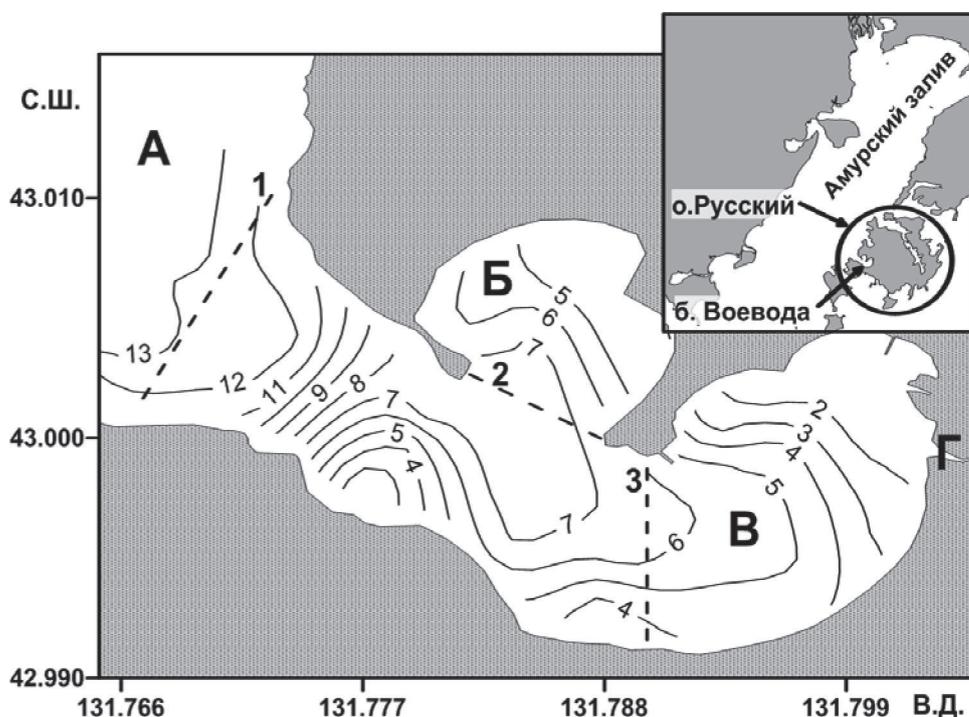


Рис. 6.4. Батиметрия бухты Воевода. А – Амурский залив; Б – бухта Круглая; В – бухта Мелководная; Г – устье реки Русской. Пунктирные линии 1, 2, 3 обозначают границы б. Воевода, б. Круглой и б. Мелководной соответственно

6.5. Оценка генотоксичности вод залива Находка

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

Оценка опасности развития отдаленных эффектов загрязнения морской среды может быть более эффективной, если основывается на результатах изучения генотоксичности. Проведенная серия экспериментов была направлена на выявление генотоксических свойств морской воды из различных акваторий залива Находка. Анализу были подвергнуты клетки тканей (жабр и пищеварительной железы) мидии *Crenomytilusgrayanus*, собранной в р-не м. Шведова, м. Красный и б. Козьмино (рис.6.5).

Анализ генотоксичности, проведенный с помощью метода ДНК-комет, выявил значительные повреждения ядерной ДНК в клетках обеих тканей моллюсков, обитающих в исследуемых акваториях. Для наглядности на диаграмме рис. 6.5 приведены количественные параметры разрушения ДНК (усредненные значения % ДНК в хвосте кометы и ИГП – индекс генетического повреждения), рассчитанные с помощью специальной компьютерной программы. Из представленных данных на рисунке особенно выделяются моллюски из акватории у м. Красный и б. Козьмино, у которых практически более 30 % ДНК подверглось фрагментации, а значения ИГП превышают 2. Результаты работы свидетельствуют о критическом уровне загрязнения вод залива, которое не проходит бесследно для обитающих в этом месте организмов, так как приводит к скрытым дефектам на уровне генома (повреждений структуры ДНК), которые могут иметь нежелательные и непредсказуемые последствия.

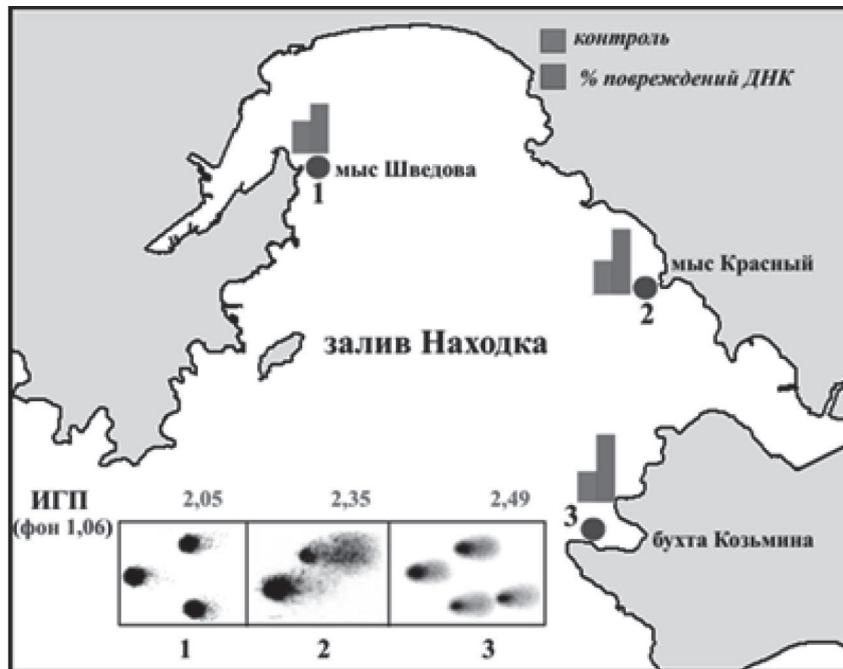


Рис. 6.5. Расположение станций сбора мидий и количественная оценка степени разрушения ДНК в тканях моллюсков. Синие столбцы - % разрушения ДНК у мидий из акватории, прилегающей к о.Рикорда. Красные столбцы - % разрушения ДНК у мидий из акваторий зал. Находка. ИГП – рассчитанный индекс повреждения генома

6.6. Участие интерлейкин-1 α -подобных веществ в реализации апоптозмодулирующих механизмов влияния дексаметазона на гуморальное взаимодействие фагоцитов 2-го типа и морулоподобных клеток голотурии *Eupentacta fraudatrix*

к.б.н. Л.С. Долматова, О.А Уланова

Установлено, что развитие апоптоза в морулоподобных клетках голотурий при воздействии супернатантов как контрольных, так и обработанных дексаметазоном, фагоцитов 2-го типа (Ф2 фагоциты) находилось в обратной зависимости от уровня цитокиноподобных (интерлейкин (ИЛ)-1 α -подобных) веществ (ИЛ-1 α -ПВ) (рис. 6.6, А, Б). Это свидетельствует о сходной роли ИЛ-1 α -подобных веществ в фагоцитах голотурий и ИЛ-1 α в фагоцитах позвоночных. При этом обнаружено, что супернатанты предобработанных дексаметазоном фагоцитов 1-го и 2-го типов оказывали противоположные эффекты на апоптоз в морулоподобных клетках, что, по-видимому, обусловлено различной ролью в иммунном ответе этих двух субпопуляций. Наличие у голотурий сложной системы активации фагоцитов, имеющей сходные черты с таковой позвоночных, вносит новые представления в эволюцию иммунитета и может быть использовано для разработки модели для скрининга иммуномодуляторов (Dolmatova L.S., Ulanova O.A. // Russian J. Mar. Biol. 2015 V.41, N 6. P.503-506; Уланова О.А., Долматова Л.С. // Интер-медикал. 2015. № 5 (11). С. 91-95.).

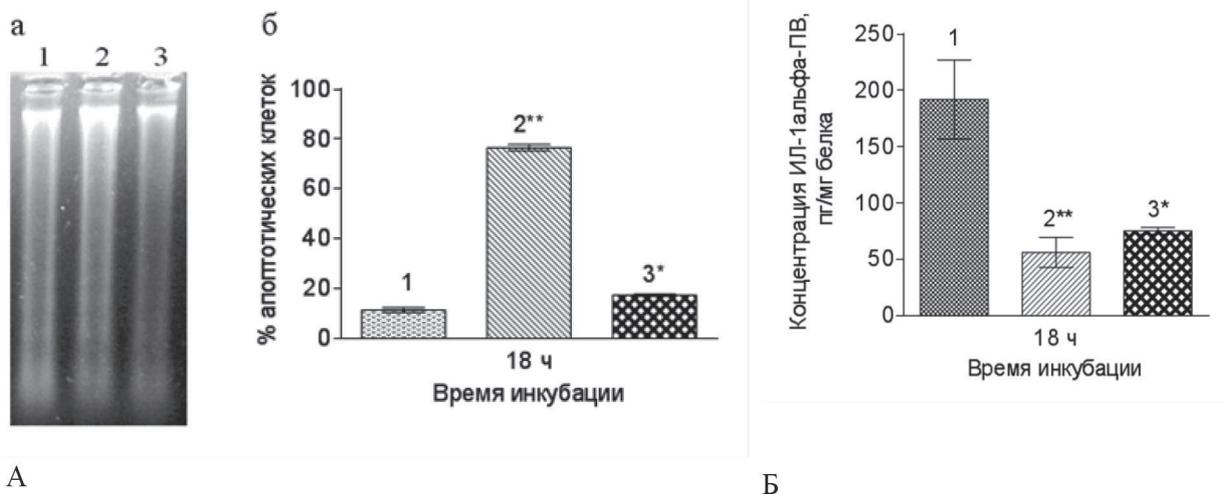


Рис. 6.6. А-Фрагментация ДНК (а) и процент окрашенных Hoechst 33342 (б) морулоподобных клеток после инкубации в течение 18 ч с супернатантами Ф2 фагоцитов.; Б. Уровень ИЛ-1α-ПВ в морулоподобных клетках голотурии *E. fraudatrix* при инкубации с супернатантами Ф2 фагоцитов. (Примечание: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$ по сравнению с контролем). А и Б: 1 - контроль, инкубация с фосфатно-солевым буфером, 0 ч; 2 – супернатант Ф2 фагоцитов, преинкубированных с фосфатно-солевым буфером в течение 18 ч; 3 – супернатант Ф2 фагоцитов, преинкубированных с дексаметазоном (100 мкМ) (* $P < 0,01$; ** $P < 0,001$ по сравнению с контролем)

6.7. Влияние экстракта асцидии *Styela clava* на формирование иммунного ответа

к.б.н. Т.И. Пономарева, к.б.н. Ю.И. Добряков,
Н.Я. Стасенко, К.В. Боклач

Исследованы эффекты экстракта из асцидии *Styela clava* (ЭА) на формирование первичного иммунного ответа в эксперименте. Впервые показан модулирующий эффект ЭА на функциональное состояние иммунных клеток, связанный со способом введения экстракта. Применение ЭА до иммунизации оказывает супрессирующее действие на формирование антител, а введение экстракта одновременно с антигеном способствует активации гуморального звена иммунитета и росту количества антител. ЭА усиливает выраженность воспалительных процессов, способствуя накоплению Т-лимфоцитов в очаге воспаления и увеличивая способность этих клеток продуцировать провоспалительные цитокины (клеточный иммунный ответ). Полученные результаты свидетельствуют о перспективности дальнейшего исследования ЭА с целью создания на его основе лекарственных средств с иммуномодулирующими свойствами (Пономарева Т.И., Добряков Ю.И. // Актуальные вопросы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 7 (78), Ч. II. С. 138-140; Пономарева Т.И. // В мире научных открытий. 2015. № 10. С. 477-486.).

Влияние экстрактов асцидий на формирование гуморального иммунного ответа

Показатели Группа животных	Селезенка Кариоциты, $10^6/50$ мг Масса, мг /		
	\log_2 титрагемагглютинирующих антител		
	ЭА 1/100 ЛД50	Хаурантин 1/100 ЛД50	Иммунизация (контроль)
Введение экстрактов до иммунизации	$42,52 \pm 4,10$	$47,09 \pm 3,40^*$	$36,46 \pm 3,15$
	$123,50 \pm 14,22$	$123,70 \pm 10,70$	$110,0 \pm 17,44$
	$6,0 \pm 0,01^*$	$8,6 \pm 0,55^*$	$7,4 \pm 0,55$
Введение экстрактов одновременно с иммунизацией	$28,53 \pm 2,36$	$24,87 \pm 1,72^*$	$35,20 \pm 1,99$
	$142,60 \pm 13,20$	$132,20 \pm 17,1$	$116,40 \pm 16,80$
	$6,83 \pm 0,51^*$	$5,80 \pm 0,20$	$5,18 \pm 0,55$

Примечание * - $p < 0.01$

6.8. Исследование условий лазериндуцированной эндовазальной гидродинамической коагуляции вен

д.б.н. В.М. Чудновский

Проводились запланированные исследования в области лазериндуцированных термогидродинамических процессов в дисперсных водных растворах, применительно к медицинским задачам, в частности, проблемам эндовазальной лазерной коагуляции (ЭВЛК). Показано, что механизм ЭВЛК основан на лазериндуцированной конвективной теплоотдачи крови на венозные стенки (кипения крови). Установлено доминирующее положение этого механизма в сложном теплообмене (совместном с излучением), который имеет место при проведении эндовазальных лазерных манипуляций (рис. 6.8). Проведённые исследования послужат основой для разработки новых минимально травматичных и атравматичных медицинских технологий лазерного хирургического лечения методом контактного лазерирования с использованием лазеров умеренной мощности (Дроздов А.Л., Чудновский В.М., Юсупов В.И. // Биота и среда заповедников Дальнего Востока. 2015. № 5. С. 85-92.).

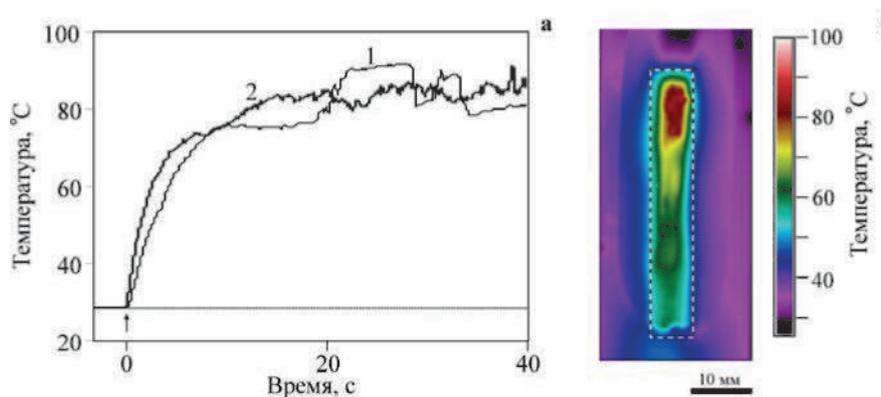


Рис. 6.8. Изменение температуры внешних стенок вен при продвижении торца лазерного волокна: а - диаметр вены 6 мм (1); диаметр вены 7 мм (2); б - фрагмент распределения температуры на поверхности вены 1, прямоугольником показаны контуры вены (видны «точечные» нагревы стенки вены парогазовыми пузырьками)

6.9. Китообразные (Cetacea) тихоокеанского сектора Арктики: история промысла, современное распределение, миграции, численность. Владивосток: Дальнаука, 2014. 396 с.

д.б.н. В.В. Мельников



Представлен обзор, в котором изложено современное распределение, состояние численности и сезонные миграции китов Тихоокеанского сектора Арктики. Рассмотрено влияние льда на распространение китов. Сезонную миграцию полярных китов и белух в зону антициклонального арктического дрейфа можно объяснить высокой продуктивностью трещин и разводий среди многолетнего льда. Показано, что подорванная неумеренным китобойным промыслом численность китов постепенно восстанавливается. Восстановление у разных видов идет неравномерно, что обусловлено не только продолжительностью действующих запретов, но и особенностями экологии каждого вида. К настоящему времени большинство видов оптимальной численности не достигли. Показано, что китообразные демонстрируют межвидовую сегрегацию в использовании ресурсов водной среды. Помимо межвидового разделения прослеживается и внутривидовая дифференциация. Внутривидовое и межвидовое пространственное разделение позволяет животным, имеющим различные физические возможности, употреблять корма разной доступности. Это позволяет избегать конкуренции и оптимально использовать ресурсы окружающей среды. Приведены сведения об истории промысла китов в Арктике, современном биоразнообразии, взаимоотношении морских млекопитающих и рыболовства.

Тема 7
«РОЛЬ ДЕГРАДАЦИИ МЕРЗЛОТЫ В ФОРМИРОВАНИИ ПЛАНЕТАРНОГО
АТМОСФЕРНОГО МАКСИМУМА МЕТАНА И УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА
В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ»

Научный руководитель *д.г.н. И.П. Семилетов*

7.1. Поток метана (CH₄) из донных отложений морей восточно-сибирского шельфа

*д.г.н. Семилетов, к.ф.м.н. Юсупов В., к.ф.м.н. Салюк А.Н.,
к.ф.м.н. Саломатин А.С., к.т.н. Черных Д., Космач Д.*

Впервые получена количественная оценка пузырькового переноса метана из донных отложений морей восточно-сибирского шельфа (ВСШ) на основе калибровки сигнала акустического отражения по заданным величинам пузырькового потока газа с последующей валидацией по прямой визуальной оценке, выполненной с использованием погружного автономного аппарата. Показано, что в зависимости от состояния подводной мерзлоты, величина этого потока изменяется на пять порядков: от миллиграммов до сотен граммов с м²/сут. Перенасыщенные метаном водные массы ВСШ транспортируются в бассейн Северного Ледовитого океана течениями (*Shakhova N., Semiletov I., Sergienko V. et al. // Philosophical Transactions of the Royal Society A. 2015. 373: 20140451.*).

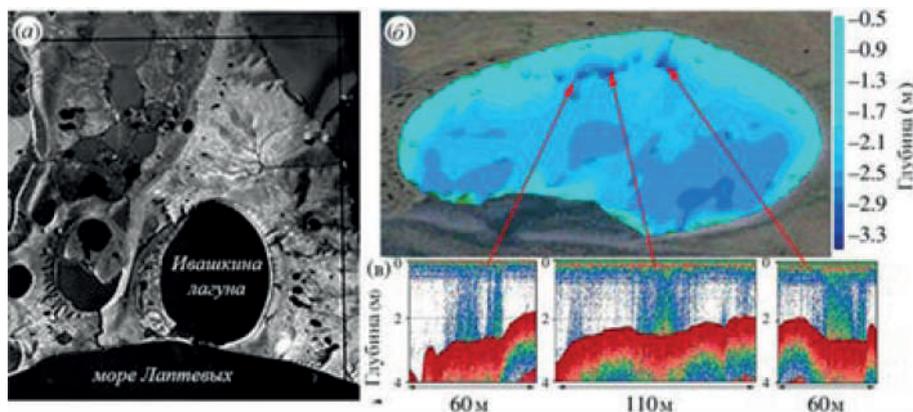


Рисунок 7.1. Результаты исследования потока метана (CH₄) в Ивайкиной лагуне (октябрь 2013 г., море Лаптевых): а) первоначальное термокарстовое озеро (средняя глубина менее 2 м) трансформируется в морскую лагуну; б) пузырьковые выходы в лагуне возникают из резких узких депрессий (нарушений) наблюдаемых в северной части лагуны; в) (пузырьковые) выходы метана происходят на малых глубинах и достигают атмосферы. Потоки метана от этих источников составляют от 5,5 до 24 г м² сут⁻¹

7.2. Исследование особенностей современного морфолитогенеза на шельфе моря Лаптевых

к.г.-м.н. О.В. Дударев, к.г.-м.н. А.Н. Чаркин, к.г.н. И.И. Пипко, С.П. Пугач

На восточно-сибирском шельфе обнаружены участки стационарного торосообразования. Таким образом, детектировано возможное положение подводных банок – останцов субаэраль-

ного рельефа позднеплейстоценового времени (рис. 7.2), затопленного во время последней поледниковой трансгрессии. Полученный фундаментальный результат имеет и важное прикладное значение. Выявленные банки на навигационных картах не обозначены (кроме одной, см. усл. обозн. 3) и поэтому, представляют собой реальную угрозу для мореплавания вблизи трассы Севморпути (Дударев О.В., Чаркин А.Н., Шахова Н.Е. и др. // ДАН. 2015. Т. 462, № 2. С. 223-229.).

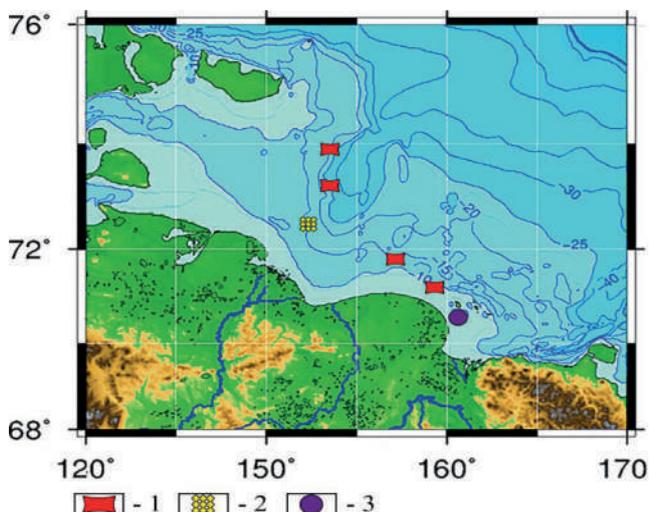


Рис. 7.2. Останцы криогенного палеорельефа на шельфе западной части Восточно-Сибирского моря (1 – предполагаемые подводные банки, 2 – установленное термокарстовое понижение, 3 – выявленная навигационным промером банка)

7.3. Оптические характеристики растворенного органического вещества на восточно-сибирском шельфе

С.П. Пугач, к.г.н. И.И. Пипко

Проведен анализ оптических характеристик одного из наиболее характерных компонентов речного стока – оптически активной окрашенной фракции растворенного органического вещества (ОРОВ), интенсивно поглощающей солнечную радиацию в коротковолновой части спектра. На основе экспериментальных данных, полученных в сентябре 2011 г. в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском, показана возможность использования оптических характеристик не только для количественных оценок, но и для определения состава растворенного органического вещества в водах Восточно-Сибирского шельфа (рис. 7.3) (Пугач С.П., Пипко И.И., Семилетов И.П., Сергиенко В.И. // Доклады Академии наук. 2015. Т. 465, № 5, С. 608-611.).

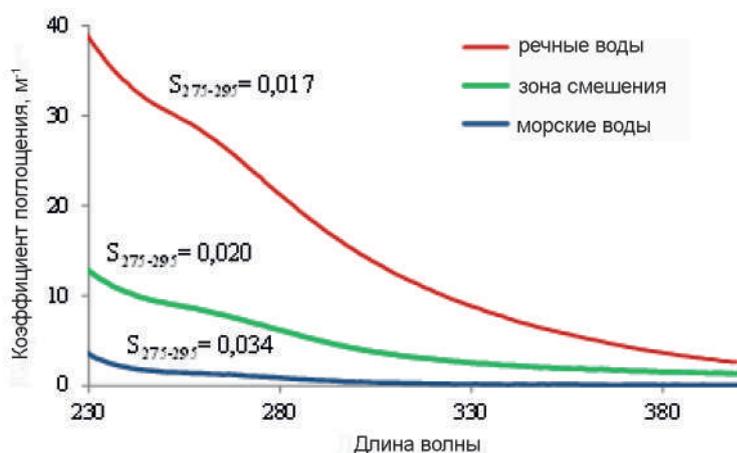


Рис. 7.3. Спектральное распределение коэффициента поглощения для трех различных районов восточно-сибирского шельфа в сентябре 2011 г.

($S_{275-295}$ - угол наклона спектральной кривой, характеризующий структуру растворенного органического вещества)

Тема 8
«РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ НОВЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗУЧЕНИЯ
И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ЭНДОГЕННЫХ
И ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ »

Науч. руководитель чл.-корр. РАН Г.И. Долгих

8.1. Лазерно-интерференционный гидрофон с системой термостабилизации

*к.ф.-м.н. С.Г. Долгих, к.ф.-м.н. В.А. Чупин, к.ф.-м.н. В.В. Овчаренко, С.С. Будрин,
к.т.н. Г.Н. Батюшин, к.т.н. В.А. Швец, к.т.н. С.В. Яковенко*

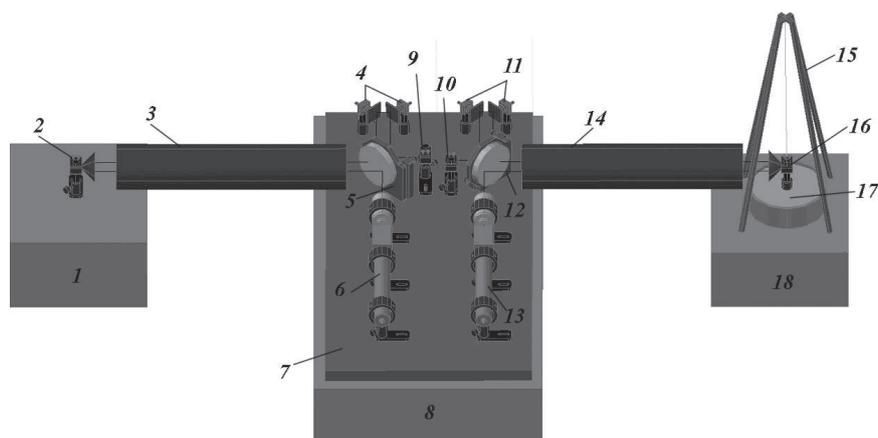
Разработан и создан лазерно-интерференционный измеритель колебаний давления гидросферы с эффективной системой термостабилизации. Измерительная часть прибора представляет собой оптическую систему, реализованную на базе двух интерферометров Майкельсона, сформированных на базе одного источника монохроматического излучения (лазерного модуля). Первый интерферометр необходим для измерения смещений центра мембраны (чувствительного элемента гидрофона), вызванных вариациями гидросферного давления. Второй измеряет колебания длины его плеч, возникающих в результате теплового расширения оптических элементов. Система неподвижных отражателей не является одним целым, однако оба ее элемента строго повторяют друг друга, и закреплены на одной опоре. Поэтому величина колебаний длины плеч интерферометров, вызванная тепловым расширением, будет одинаковой для обоих случаев. Разработана эффективная система учета погрешностей, обусловленных вариациями температуры, что позволяет повысить точность измерения давления в широком диапазоне частот.

8.2. Лазерный деформограф маятникового типа

Теоретически и экспериментально исследованы технические характеристики лазерных деформографов классического и маятникового типов (рис. 8.2.). Показано, что в инфразвуко-

Рис. 8.2. Блок-схема однокоординатного лазерного деформографа неравноплечего типа классического типа (слева) и маятникового типа (справа).

1 – устой на земной коре; 2, 16 – уголковые отражатели; 3, 14 – герметичный лучевод; 5, 12 – плоско-параллельные пластины; 6, 7 – частотно-стабилизированные гелий-неоновые лазеры; 7 – оптическая скамья; 8 – устой на земной коре; 9, 10 – системы регистрации; 4, 11 – пьезокерамика с зеркалами; 15, 17 – маятниковая система, 18 – устой на земной коре



вой области амплитудно-частотные характеристики обоих деформографов показывают один и тот же результат. Определено, что они одинаково передают характер изменения вариаций смещения в упругой среде, вызванного распространяющейся волной.

При сравнении результатов регистрации упругой волны в звуковой части спектра от 5 до 30 Гц и выше, лазерный деформограф маятникового типа точно описывает характер изменения вариаций смещения в упругой среде (с учётом небольшого фазового сдвига), вызванного распространяющейся волной, в то время как лазерный деформограф классического типа не описывает характер изменений вариаций данного смещения.

8.3. Динамика периода ветровых волн

Проанализированы экспериментальные данные, полученные в 2010, 2012 и 2013 гг. с помощью лазерного измерителя вариаций давления гидросферы и лазерного гидрофона. Исследовались записи, где происходит уменьшение периода морских ветровых волн, связанных с действием барических депрессий (рис. 8.3). На основе полученных экспериментальных данных для данного района моря выведена эмпирическая зависимость изменения периода прогрессивных ветровых волн со временем.

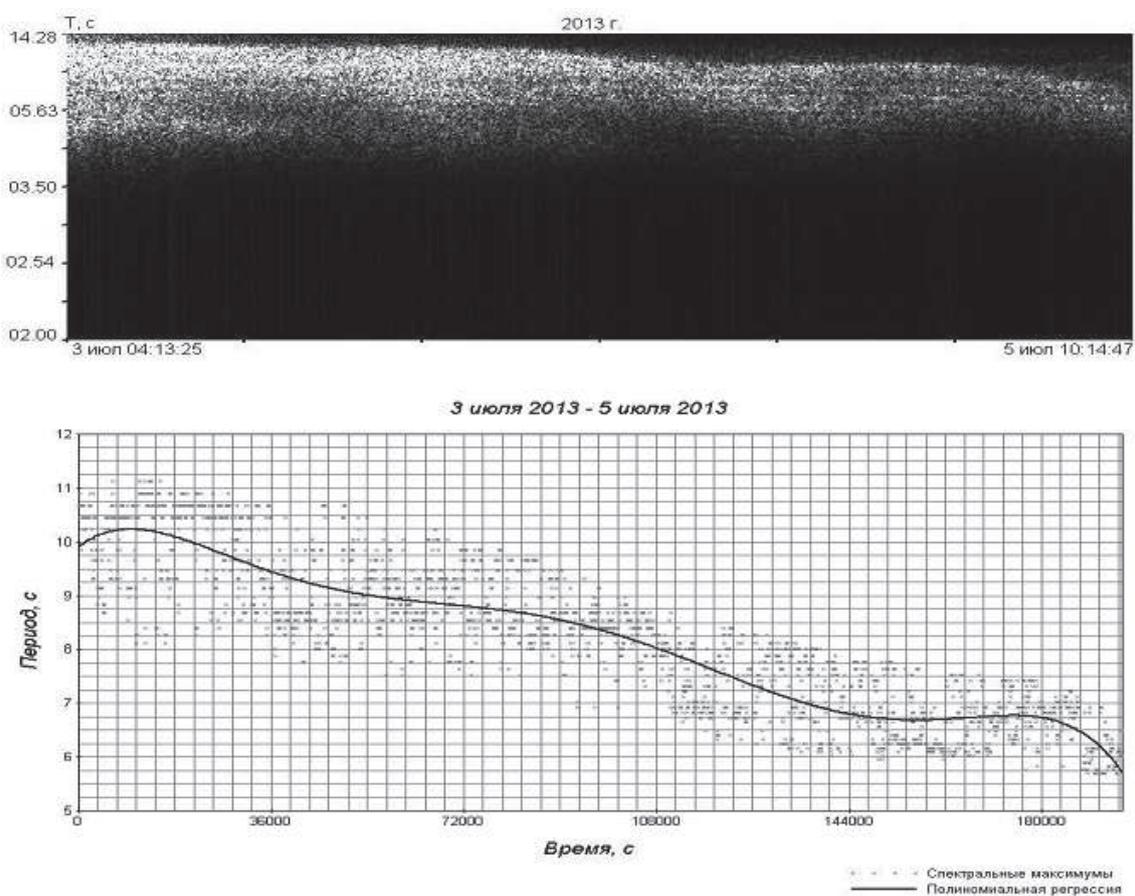


Рис. 8.3. Динамическая спектрограмма (верхний график) и аппроксимированные полиномом шестой степени значения периодов морского волнения (нижний график, по оси ординат расположены значение периодов, по оси абсцисс время в секундах)

Тема 9
«РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДДЕРЖКИ
ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ДВО РАН»

Науч. руководитель к.т.н. В.К. Фищенко

9.1. Применение систем подводного видеонаблюдения для организации долговременного непрерывного мониторинга состояния морского биоразнообразия прибрежных акваторий зал. Петра Великого

к.т.н. В.К. Фищенко, к.г.-м.н. П.С. Зимин, А.Е. Суботэ

Проведено исследование возможностей разработанных в ТОИ ДВО РАН систем подводного видеонаблюдения для организации долговременного непрерывного мониторинга состояния морского биоразнообразия прибрежных акваторий, на примере бухты Алексеева (о-в Попова). Наличие обширной базы видеоматериалов, регистрируемых подводной камерой, позволяет экспертам оценивать состав и временную динамику биоразнообразия, особенности поведения различных биологических видов. Так при просмотре данных за 2013-2014 годы экспертами были отмечены более двух десятков видов, в том числе, ранее не отмеченные в бухте – борода-тая лисичка *Pallasina barbata* и колючий пинагор *Eumicrotremus pacificus* (рис. 9.1) (Маркевич А.И., Суботэ А.Е., Зимин П.С., Фищенко В.К. // Вестник ДВО РАН. 2015. № 1. С. 86-91.).

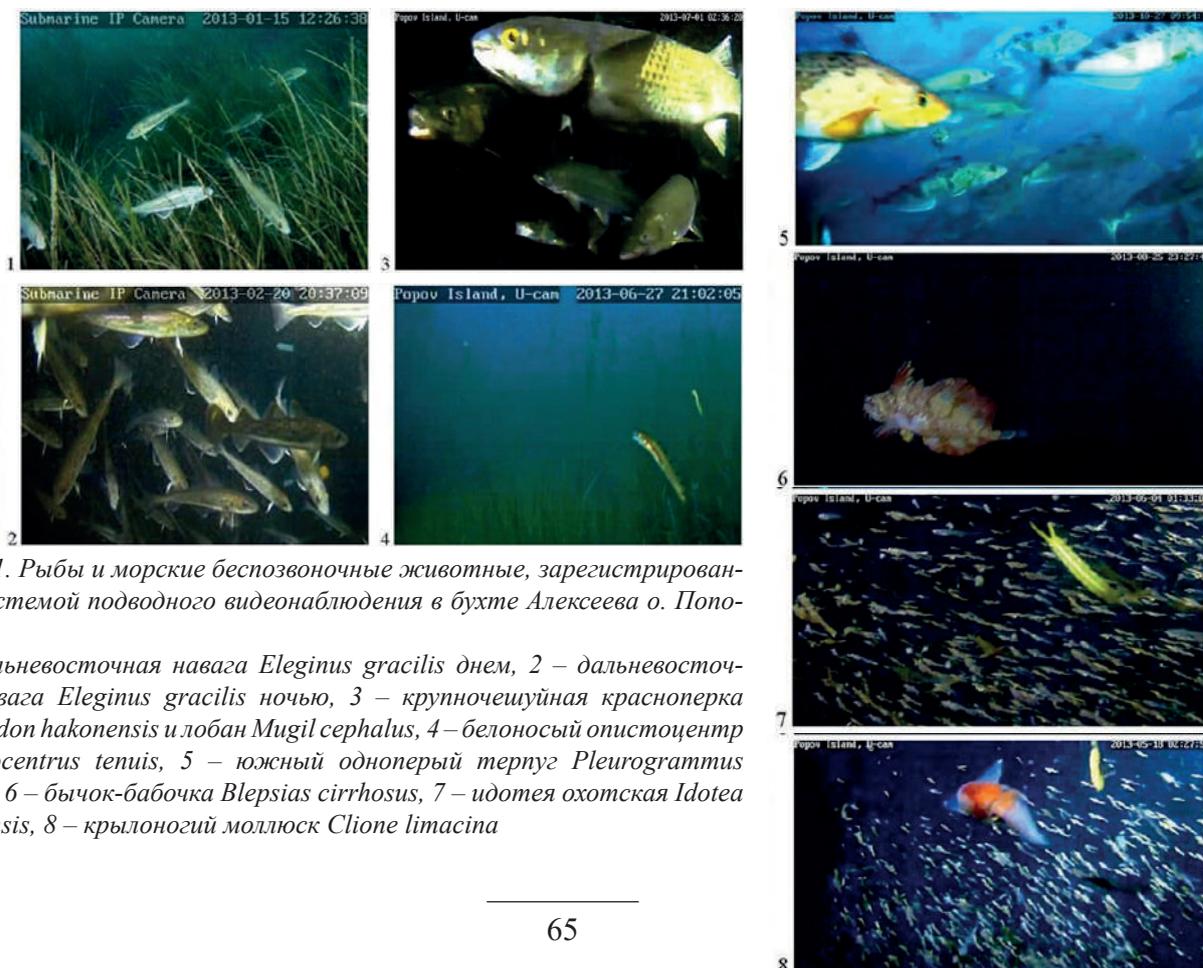


Рис. 9.1. Рыбы и морские беспозвоночные животные, зарегистрированные системой подводного видеонаблюдения в бухте Алексеева о. Попова:

1 – дальневосточная навага *Eleginus gracilis* днем, 2 – дальневосточная навага *Eleginus gracilis* ночью, 3 – крупночешуйная красноперка *Tribolodon hakonensis* и лобан *Mugil cephalus*, 4 – белоносый опистоцентр *Opisthocentrus tenuis*, 5 – южный одноперый терпуг *Pleurogrammus azonus*, 6 – бычок-бабочка *Vlepsias cirrhosus*, 7 – идотея охотская *Idotea ochotensis*, 8 – крылоногий моллюск *Clione limacina*

9.2. Исследование межгодовой динамики уровня загрязненности акваторий залива Петра Великого за последние 40 лет

к.г.н. И.Д. Ростов, к.г.н. Н.И. Рудых, В.И. Ростов

Представлены результаты анализа данных ежегодных наблюдений по программе государственного мониторинга гидрохимического состояния и загрязнения морских вод Росгидромета в прибрежных акваториях зал. Петра Великого, проведенных в период с 1974 по 2014 годы (рис. 9.2). Среди многочисленных загрязняющих веществ выбраны приоритетные для этих акваторий ингредиенты, характеризующие состояния морской среды по показателям повторяемости высоких концентраций, превышающих предельные допустимые концентрации (ПДК), и токсичности. Проанализированы случаи высокого и экстремально высокого загрязнения морской среды с привлечением имеющихся данных о возможных причинах и источниках загрязнения отдельных акваторий (Ростов И.Д., Рудых Н.И., Ростов В.И. // Вестник ДВО РАН. 2015. № 6. С. 36-41.).

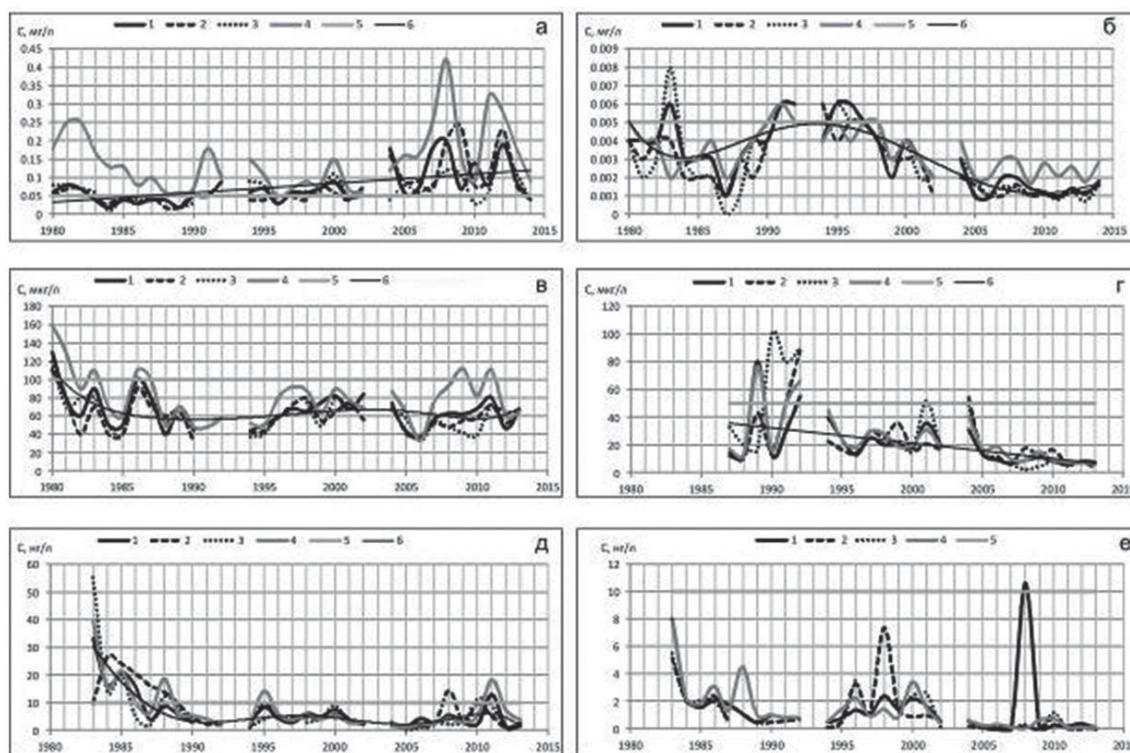


Рис. 9.2. Межгодовая изменчивость средних концентраций: а) нефтяных углеводородов, б) фенолов, в) синтетических поверхностно-активных веществ, г) цинка, д) ДДТ, е) γ -изомеров гексахлорциклогексана. Обозначения: 1 - Амурский залив, 2 - Уссурийский залив, 3 - залив Находка, 4 - бухта Золотой Рог, 5 - значение ПДК, 6 - линейная или полиномиальная аппроксимация (Амурский залив)

Публикации

Статьи

- Акмайкин Д.А., Клюева С.Ф., Салюк П.А. Проект системы оперативного анализа и оптимизации движения морских судов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2015. № 1 (29). С. 229-236.
- Акмайкин Д.А., Клюева С.Ф., Салюк П.А. Эвристический поиск оптимального маршрута судна по северному морскому пути // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. . 2015. № 5 . С. 55-62.
- Аксентов К.И. Ртуть в морской воде Амурского залива Японского моря: современные уровни содержания и геохимические процессы // Метеорология и гидрология. 2015. № 9. С. 59-66.
- Аксентов К.И. Содержание ртути в поверхностном слое донных осадков западной части Берингова моря и прикамчатского сектора Тихого океана // Молодой ученый. 2015. № 15. С. 336-338.
- Акуличев В.А., Астахов А.С., Карнаух В.Н., Аксентов К.И., Артемова А.В., Босин А.А., Верещagina О.Ф., Вологина Е.Г., Иванов М.В., Калинин В.В., Суховеев Е.Н. Геоакустические признаки миграции метана субаквальных угленосных толщ в голоценовый осадочный чехол (Амурский залив Японского моря) // Доклады Академии наук. 2015. Т. 460, № 5. С. 589-594.
- Акуличев В.А., Моргунов Ю.Н., Буренин А.В., Стробыкин Д.С. Особенности распространения низкочастотных псевдослучайных сигналов из прибрежной зоны в глубокое море в условиях слабого отрицательного градиента скорости звука на шельфе // Доклады Академии наук. 2015. Т. 462, № 4. С. 475-478.
- Акуличев В.А., Шакиров Р.Б., Обжиров А.И., Фунг В.Ф., Чунг Н. Н., Хын З.К., Мальцева Е.В., Сырбу Н.С., Полоник Н.С., Ань Л.Д. Аномалии природных газов в заливе Тонкин (Южно-Китайское море) // Доклады Академии наук. 2015.Т. 461, № 1. С. 53-57.
- Андреев А.Г., Жабин И.А. Влияние продолжения Аляскинского течения на динамику вод восточной части Охотского моря // Вестник ДВО РАН. 2015. № 2. С. 87-92.
- Ардюков Д. Г., Калиш Е. Н., Носов Д. А., Сизиков И. С., Смирнов М. Г., Стусь Ю. Ф., Тимофеев В. Ю., Кулинич Р.Г., Валитов М. Г. Измерения абсолютного значения ускорения силы тяжести на мысе Шульца // Гирскопия и навигация. 2015. № 3 (90). С. 13-18.
- Астахов А.С., Калугин И.А., Аксентов К.И., Дарьин А.В. Геохимические индикаторы палеотайфунов в шельфовых отложениях // Геохимия. 2015. № 4. С. 387-392.
- Астахова Н.В., Лопатников Е.А., Цой И.Б. Геохимия марганцевых конгломератов возвышенности Витязя Японского моря // Вулканология и сейсмология. 2015. № 6. С. 13-23.
- Астахова Н.В., Сьедин В.Т., Можеровский А.В., Лопатников Е.А. Первая находка массивного пиролюзита в глубоководной котловине Японского моря // Доклады Академии наук. 2015. Т. 462, № 1. С. 68-72.
- Барабанчиков Ю.А., Тищенко П.Я., Семкин П.Ю., Звалинский В.И., Михайлик Т.А., Сагалаев С.Г., Сергеев А.Ф., Тищенко П.П., Швецова М.Г., Шкирникова Е.М. Сезонные гидролого-гидрохимические исследования бухты Воевода (Амурский залив, Японское море) // Известия ТИНРО. 2015.Т. 180. С. 161-178.
- Будрин С.С., Долгих Г.И. Динамика периода ветровых волн // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11(82, ч.7) С. 171-177.
- Букин О.А., Буров Д.В., Майор А.Ю., Букин И.О., Проценко Д.Ю., Мун С.А., Михайлов Д.Н., Кушнерик А.А., Салюк П.А. Информационно-измерительная система для проведения исследования подводных сред, обеспечения безопасности судоходства и экологической безопасности с использованием малогабаритного телеуправляемого необитаемого аппарата // Морские интеллектуальные технологии. 2015. Т. 1, № 3 (29). С. 120-126.
- Букин О.А., Матецкий В.Т., Буров Д.В., Проценко Д.Ю., Коровецкий Д.А., Перцев А.О., Маркин М.Е., Майор А.Ю., Шмирко К.А., Салюк П.А. Разработка аппаратно-программных комплексов для малогабаритных беспилотных летательных аппаратов в целях мониторинга морских акваторий // Морские интеллектуальные технологии. 2015. Т. 1, № 3 (29). С. 134-143.
- Валитов М.Г., Прокудин В.Г., Цовбун Н.М. Природа аномального магнитного поля залива Петра Великого (Японское море) // Вестник ДВО РАН. 2015. № 2. С. 49-59.
- Василенко Л.Н. Верхнекайнозойские радиоларии из осадочного чехла подводной горы Петра Великого (Японское море) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2015. № 4, вып. 28. С. 80-93.
- Васильев Б.И., Советникова Л.Н. Древние и континентальные породы в Атлантическом океане // Отечественная геология. 2014. Т. 6. С. 96-104.
- Гаврилов А.А. Некоторые вопросы геоморфологической терминологии // Геоморфология. 2015. № 3. С. 14-24.
- Гаврилов А.А. О гомологии и конвергенции геологических и географических // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2015. № 1 (25). С. 231-244.
- Гаврилов А.А. Рельеф Земли – пути познания (к 30 летию выхода в свет книги М. В. Пиотровского «К познанию законов Земли») // Геоморфология. 2015. № 1. С. 113-116.

- Гайко Л.А. Температурные флуктуации в прибрежной зоне залива Петра Великого за последние десятилетия (Японское море) // Естественные и технические науки. Науки о Земле. 2015. № 10 (88). С. 234-239.
- Гиричева Н.И., Ищенко А.А., Юсупов В.И., Баграташвили В.Н., Барашикова А.В., Гиричев Г.В. Перестройка структуры циклического кластера воды (H₂O)₅ в процессах ионизации // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 2015. Т. 58, вып. 12. С. 3-6.
- Гресов А.И., Обжиров А.И., Яцук А.В., Шакиров Р.Б. Геотектонические аспекты формирования углегазоносных бассейнов Северо-Востока России // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2015. № 3 (27). С. 58-70.
- Громашева О.С., Щербинина И.А. Экспертная система оценки знаний студентов по дисциплине «Системы реального времени» // Открытое образование. 2015. № 6. С. 46-42.
- Гурвич И.А., Заболотских Е.В. Мезомасштабные полярные циклоны над восточным сектором Арктики по данным мультисенсорного спутникового зондирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12, № 3. С. 101-112.
- Держачев А.Н., Николаева Н.А., Баранов Б.В., Баринов Н.Н., Можеровский А.В., Минами Х., Хачикубо А., Соджи Х. Проявление карбонатно-баритовой минерализации в районе метановых сипов в Охотском море на западном склоне Курильской котловины // Океанология. 2015. Т. 55, № 3. С. 432-443.
- Держачев А.Н., Николаева Н.А., Портнягин М.В. Минеральный состав прослоев тефры четвертичных отложений Охотского моря: ассоциации тяжелых минералов и их геохимия // Геохимия. 2015. № 12. С. 1-27.
- Дианский Н.А., Степанов Д.В., Гусев А.В. Долгопериодная изменчивость циркуляции вод северной части Японского моря // Труды Государственного океанографического института. 2015. № 216. С. 104-122.
- Долгих Г.И., Будрин С.С., Долгих С.Г., Овчаренко В.В., Чупин В.А., Швец В.А., Яковенко С.В. Морские внутренние волны и атмосферные депрессии // Доклады Академии наук. Науки о Земле. 2015. Т. 462, № 5. С. 601-604.
- Долгих Г.И., Будрин С.С., Долгих С.Г., Овчаренко В.В., Чупин В.А., Швец В.А., Яковенко С.В. Нагружающее воздействие вариаций уровня моря на земную кору // Доклады Академии наук. Науки о Земле. 2015. Т. 461, № 5. С. 586-588.
- Долгих Г.И., Новотрясов В.В., Самченко А.Н., Яроцук И.О. Об одном механизме образования осадочных волн на шельфе Японского моря // Доклады Академии наук. Науки о Земле. 2015. Т. 465, № 5. С. 593-597.
- Долгих Г.И., Плотников А.А., Будрин С.С. Лазерно-интерференционный измеритель давления гидросферы с учётом изменений температуры // Приборы и техника эксперимента. 2015. № 5. С. 149-150.
- Долматова Л.С. Скорость заживления раны у голотурии Eupentacta fraudatrix зависит от количества циркулирующих фагоцитов и уровня их апоптоза // Медицинская иммунология. 2015. Т. 17, № 3S. С. 18.
- Дроздов А.Л., Чудновский В.М., Юсупов В.И. Негативное влияние низкоинтенсивного импульсного электромагнитного излучения на гаметы и эмбрионы морских ежей // Биота и среда заповедников Дальнего Востока. 2015. № 5. С. 85-92.
- Другова Е.С., Кушнерова Н.Ф., Фоменко С.Е., Спрыгин В.Г., Момот Т.В., Лесникова Л.Н., Мерзляков В.Ю. Влияние стресса на физиологические и биохимические показатели эритроцитов крыс и их коррекция экстрактом из морской бурой водоросли Saccharina japonica // In Situ. 2015. № 3 (3). С. 115-117.
- Дубина В.А., Плотников В.В., Вакульская Н.М. Пространственная изменчивость дрейфа льда на северо-восточном шельфе острова Сахалин // Известия ТИНРО. 2015. Т. 183. С. 227-235.
- Дубина В.А., Плотников В.В., Лазарюк А.Ю. Особенности ледяного покрова в районе полуострова Ломоносова (залив Петра Великого) // Вестник ДВО РАН. 2015. № 2. С. 93-100.
- Дударев О.В., Чаркин А.Н., Пипко И.И., Пугач С.П., Космач Д.А., Черных Д.В., Семилетов И.П., Винников А.В. Биогеохимические исследования в системе «река Анадырь – Берингово море» в летний период 2013 г. // Океанология. 2015. Т. 55, № 5. С. 858-860.
- Дударев О.В., Чаркин А.Н., Шахова Н.Е., Семилетов И.П., Сергиенко В.И., Пипко И.И., Пугач С.П., Черных Д.В. Особенности современного морфолитогенеза на шельфе моря Лаптевых: Семеновское мелководье («Земля Васема») // Доклады Академии наук. 2015. Т. 462, № 5. С. 223-229.
- Жуковская А.Ф., Бельчева Н.Н. Участие высокомолекулярных металлотионеин-подобных белков в антиоксидантной защите клеток пищеварительной железы приморского гребешка Mizuhopecten Yessoensis // Биолог. 2014. № 4. С. 9-12.
- Заболотских Е.В., Гурвич И.А., Шапрон Б. Новые районы распространения полярных циклонов в Арктике как результат сокращения площади ледяного покрова // Исследование Земли из космоса. 2015. № 2. С. 64-77.
- Заболотских Е.В., Митник Л.М., Митник М.Л. Спутниковое СВЧ-радиометрическое зондирование морских погодных систем со штормовыми ветрами // Космонавтика и ракетостроение. 2014. № 5 (78). С. 58-64.
- Зув Ю.Ф. Сравнительная оценка достоверности биологических данных при малых выборках методами дисперсионного, кластерного и графового анализа (нестохастический подход) // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 1-1. С. 36-45.
- Иванов М.В. Ртуометрические исследования о. Русский Японского моря // Молодой ученый. 2015. № 22. С. 84-89.

- Изосов Л.А., Бессонова Е.А., Ли Н.С., Огородний А.А., Зверев С.А.* Кайнозойские формации залива Петра Великого (Японское море) и его побережья: индикаторы полигенной зоны перехода континент – океан // Вулканология и сейсмология. 2015. № 5. С. 23-35.
- Изосов Л.А., Чупрынин В.И., Ли Н.С., Крамчанин К.Ю., Огородний А.А.* Вулканогенные полициклические окраинно-континентальные пояса Япономорского региона: палеозоны перехода континент-океан // Отечественная геология. 2015. № 1. С. 74-81.
- Калинчук В.В.* Атмосферный перенос ртути из региона Желтого моря в район залива Петра Великого (Японское море) в октябре 2010 г. // Молодой ученый. 2015. № 24. С. 224 – 228.
- Калитина Е.Г., Михайлик Т.А., Семкин П.Ю., Барабанчиков Ю.А., Зорин С.А.* Особенности микробиологического состава вод реки Раздольной (Южное Приморье) // Известия ТИНРО. 2015. Т. 180. С. 187-197.
- Каплуненко Д.Д., Лазарюк А.Ю., Лобанов В.Б., Сагалаев С.Т.* Коррекция данных глубоководных измерений СТД-зондами SEA-BIRD в Японском море // Подводные исследования и робототехника. 2015. № 1(19). С. 51-55.
- Ковалев Д.П., Долгих Г.И., Шевченко Г.В.* Возбуждение низкочастотных микросейсм инфрагравитационными волнами на юго-восточном побережье о. Сахалин // Доклады Академии наук. 2015. Т. 461, № 4. С. 451-454.
- Ковалев С.Н., Леонтьев А.П., Олейников И.С., Самченко А.Н., Яроцук И.О.* Проектирование, изготовление и испытания векторных приемников // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2015. № 4, вып 25. С. 138-148.
- Колесник О.Н., Колесник А.Н.* Редкие земли и иттрий в железомарганцевых конкрециях Чукотского моря // Литология и полезные ископаемые. 2015. № 3. С. 203-214.
- Коренбаум В.И., Почекутова И.А.* Приближенная оценка бронхиального сопротивления человека при форсированном выдохе // Физиология человека. 2015. Т. 41, № 3. С. 127-133.
- Коренбаум В.И., Почекутова И.А., Сафронова М.А.* Оценка зон бронхиального дерева здорового человека, вовлеченных в формирование свистов форсированного выдоха за счет механизма срыва вихрей, в зависимости от динамического обжата центральных дыхательных путей // Физиология человека. 2015. Т. 41, № 1. С. 65-73.
- Коренбаум В.И., Тагильцев А.А., Мальцев Ю.В.* Векторная гибкая протяженная буксируемая антенна для океанологических исследований // Приборы и техника эксперимента. 2015. Т. 58, № 3. С. 122-124.
- Космач Д.А., Сергиенко В.И., Дударев О.В., Куриленко А.В., Семилетов И.П., Шахова Н.Е.* Метан в поверхностных водах окраинных морей Евразии // Доклады Академии наук. 2015 Т. 465, № 4. С. 441-445.
- Кириллова Г.Л., Крапивенцева В.В., Гресов А.И.* Меловой этап развития Цзямусы-Буреинского фрагмента континентальной окраины (на примере бассейнов Буреинского и Хэган) // Тихоокеанская геология. 2015. Т. 34, № 2. С. 18-31.
- Крыжановский С.П., Богданович Л.Н., Кушнерова Н.Ф., Шевченко Н.М.* Фосфолипиды и нейтральные липиды крови у пациентов с дислипидемией и их коррекция полисахаридами из морских бурых
- Кулинич Р.Г., Валитов М.Г., Прошкина З.Н.* Сравнительный анализ сейсмических и плотностных моделей земной коры Центральных Курил // Тихоокеанская геология. 2015. Т. 34, № 6. С. 45-56.
- Кушнерова Н.Ф., Мерзляков В.Ю., Другова Е.С., Момот Т.В., Фоменко С.Е., Спрыгин В.Г.* Отходы от переработки ягодного сырья Уссурийской тайги - источники природных антиоксидантов // В мире научных открытий. 2015. № 2.1(62). С. 690-696.
- Леонова Т.Д., Белоус О.В.* Морфодинамическое районирование побережья залива Академии (Охотское море) // География и природные ресурсы. 2015. № 4. С. 142-150.
- Леонтьев А.П.* Цифровой комплекс регистрации вариаций гидростатического давления с инерциальным позиционированием // Приборы и техника эксперимента. 2015. № 4. С. 149-150.
- Лесникова Л.Н., Кушнерова Н.Ф., Момот Т.В.* Эффективность применения экстракта из туники асцидии пурпурной (*Halosynthia aurantium*) при действии различных стрессорных факторов // Инновационная наука. 2015. № 11(3). С. 241-244.
- Лесникова Л.Н., Кушнерова Н.Ф., Фоменко С.Е., Момот Т.В.* Влияние экстракта из туники морского гидробионта асцидии пурпурной на стрессовые нарушения жирнокислотного состава мембран эритроцитов // Medicus. 2015. № 6. С. 136-138.
- Малаева В.В., Почекутова И.А., Коренбаум В.И.* Сравнение времени форсированного выдоха, регистрируемого спирографами с двумя различными типами датчиков потока, и акустической продолжительности трахеальных шумов // Физиология человека. 2015. Т. 41, № 2. С. 105-108.
- Маркевич А.И., Суботэ А.Е., Зимин П.С., Фищенко В.К.* Первый опыт использования системы долговременного подводного видеонаблюдения для биологического мониторинга в заливе Петра Великого (Японское море) // Вестник ДВО РАН. 2015. № 1. С. 86-91.
- Марьяш А.А., Ходоренко Н.Д., Звалинский В.И., Тищенко П.Я.* Органический углерод в эстуарии реки Раздольная (Амурский залив, Японское море) в период ледостава // Геохимия. 2015. № 8. С. 734-742.
- Матвеев В.И., Тихомирова Е.А., Лучин В.А.* Первичная продукция Охотского моря в годы с различными термическими условиями // Биология моря. 2015. Т. 41, № 3. С. 179-187.

- Медведев С.Н. Сейсмовидение в двумерно-неоднородной среде // Доклады Академии Наук. 2015. Т. 464. № 4. С. 485-489.
- Мельников В.В. Распределение, сезонные миграции и численность белухи (*Delphinapterus leucas* Linnaeus, 1758) тихоокеанского сектора Арктики // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2014. Т. 35. С. 87-102.
- Мерзляков В.Ю., Кушнерова Н.Ф., Фоменко С.Е., Другова Е.С. Коррекция растительными полифенолами органопатологических нарушений и системы антиоксидантной защиты в организме крыс при 3-х дневной гипокинезии // Ученый XXI века. 2015. № 3-4(4-5). С. 4-7.
- Митник Л.М., Митник М.Л. Спутниковое микроволновое зондирование Камчатки и окружающих морей // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2015. № 1 (25). С. 231-238.
- Митник Л.М., Митник М.Л., Чернявский Г.М., Чёрный И.В., Выкочко А.В., Пичугин М.К. Приводный ветер и морской лёд в Баренцевом море по данным микроволновых измерений со спутников Метеор-М № 1 и GCOM-W1 в январе-марте 2013 г. // Исследование Земли из космоса. 2015. № 6. С. 36-46.
- Митник Л.М., Трусенкова О.О., Лобанов В.Б. Дистанционное зондирование океана и атмосферы из космоса: достижения и перспективы. Научная сессия ТОИ ДВО РАН // Вестник ДВО РАН. 2015. № 6. С. 193-194.
- Митник Л.М., Трусенкова О.О., Лобанов В.Б. Дистанционное радиофизическое зондирование океана и атмосферы из космоса: достижения и перспективы (обзор) // Вестник ДВО РАН. 2015. № 6. С. 5-20.
- Митник Л.М., Хазанова Е.С. Динамика ледяного покрова в морях Восточно-Сибирском и Лаптевых по данным спутникового микроволнового зондирования во второй половине октября 2014 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. № 2. С. 100-113.
- Мишукова Г.И., Мишуков В.Ф., Обжиров А.И., Пестрикова Н.Л., Верещагина О.Ф. Особенности распределения концентраций метана и его потоков на границе раздела вода - атмосфера на акватории Татарского пролива Японского моря // Метеорология и гидрология. 2015. № 6. С. 89-96.
- Момот Т.В., Кушнерова Н.Ф. Оси соцветий лимонника китайского в профилактике стрессовых нарушений антиоксидантной защиты и липидного обмена у крыс // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17, № 5. С. 164-168.
- Моргунов Ю.Н., Буренин А.В., Аксенов В.П., Волков П.А., Короченцев В.И., Горовой С.В., Волкова А.А., Ломакин А.Ф., Стеценко Г.А., Школьный С.И., Надымов А.В., Орошук И.М., Сучков А.Н., Василенко А.М., Кантур В.А., Петросьянц В.В., Родионов А.Ю., Кулик С.Ю., Сошина Н.С., Гарасеев И.В., Ким А.В., Стаценко В.Н., Бернавская М.В., Стаценко Л.Г., Пуговкина О.А., Стробыкин Д.С., Титов П.Л., Щеглова С.А., Унру П.П. Дистанционные методы, технические средства и алгоритмы в прикладных задачах исследования природных сред // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 2. С. 409 – 410.
- Мороз В.В. Характеристики и условия формирования структуры вод в проливе Лаперуза и прилегающих акваториях // Естественные и технические науки. 2015. 10. С. 230-233.
- Новотрясов В.В., Павлова Е.П., Пермьяков М.С. Внутренние приливные фронты в прибрежной зоне Японского моря // Метеорология и гидрология. 2015. № 2. С. 53-60.
- Обжиров А.И. Особенности обучения геологии в Томском политехническом институте. г. Томск и некоторые результаты исследований // Евразийское Научное Объединение. 2015. Т. 2, № 3. С. 172-178.
- Обжиров А.И., Телегин Ю.А., Болобан А.В. Потоки метана и газогидраты в Охотском море // Подводные исследования и робототехника. 2015. № 1(19). С. 56-63.
- Обрезкова М.С., Горбаренко С.А., Босин А.А. Изменение характеристик поверхностных вод западной части Берингова моря в позднем плейстоцене и голоцене (на основе диатомового анализа) // Вопросы современной альгологии. 2015. № 3 (10) <http://algology.ru/827>.
- Окулов А.К., Обжиров А.И., Окулов А.К., Телегин Ю.А. Газоносность Бикинского бурогольного месторождения (Приморский край) // Вестник ДВО РАН. 2015. № 2. С. 78-86.
- Осипова Е.Б. Исследование устойчивости равновесия сжимаемого гиперупругого полого шара // Прикладная механика и техническая физика. 2015. Т. 56, № 4. С. 160-169.
- Осипова Е.Б. Устойчивость равновесия сжимаемого шара // Вычислительные технологии. 2015. Т. 20, № 6. С. 57-69.
- Павлова Г.Ю., Тищенко П.Я., Семкин П.Ю., Шкирникова Е.М., Михайлик Т.А., Барабанищikov Ю.А. Гидрохимический режим эстуария реки Партизанской (залив Находка, Японское море) // Водные ресурсы. 2015. Т. 42, № 4. С. 396-405.
- Пак В.В. Трёхмерная совместная численная модель медленного течения вязкой жидкости // Вычислительная механика сплошных сред. 2015. Т. 8, № 1. С. 71-80.
- Пермьяков М.С., Поталова Е.Ю., Шевцов Б.М., Чернева Н.В., Holzworth R.H. Грозовая активность и структура тропических циклонов // Оптика атмосферы и океана. 2015. Т. 28, № 7. С. 638-643.
- Пипко И.И., Пугач С.П., Репина И.А., Дударев О.В., Чаркин А.Н., Семилетов И.П. Распределение и потоки углекислого газа на шельфе Чукотского моря // Исследование Земли из космоса. 2015. № 3. С. 43-59.

- Пипко И.И., Пугач С.П., Семилетов И.П.* Характерные особенности динамики карбонатных параметров вод восточной части моря Лаптевых // *Океанология*. 2015. Т. 55, № 1. С. 78-92.
- Плетнев С.П.* Палеоокеанология Японского моря на раннем этапе развития // *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2015. Т. 40, № 2. С. 159-169.
- Плетнев С.П., Мельников М.Е.* Палеогеографические этапы развития гайотов Магеллановых гор (Тихий океан) // *Вестник ДВО РАН*. 2015. № 2. С. 33-42.
- Плетнев С.П., Мельников М.Е., Пунина Т.А., Захаров Ю.Д.* Возраст и палеогеографические этапы развития Магеллановых гор (Тихий океан) // *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2015. Т. 39, № 1. С. 46-57.
- Половинка Ю.А.* Коррекция ошибок и селективное сопровождение импульсов в потоковых данных акустического зондирования // *Подводные исследования и робототехника*. 2015. № 2(20). С. 40-46.
- Половинка Ю.А., Лебедев М.С.* Метод акустического мониторинга гидрологических полей в мелководных акваториях (тестирование и реализация) // *Вестник ДВО РАН*. 2015. № 6 С. 71-77.
- Полоник Н.С., Шакиров Р.Б., Сорочинская А.В., Обжиров А.И.* Изучение состава углеводородных компонентов Южно-сахалинского и Пугачевского грязевых вулканов // *Доклады Академии наук. Науки о Земле*. 2015. Т. 462, № 1. С. 79-83.
- Пономарев В.И., Дмитриева Е.В., Шкорба С.П.* Особенности климатических режимов в северной части Азиатско-Тихоокеанского региона // *Системы контроля окружающей среды*. 2015. Вып. 2 (22). С. 17-23.
- Пономарев В.И., Файман П.А., Машкина И.В., Дубина В.А.* Моделирование разномасштабной циркуляции в северо-западной части Японского моря // *Системы контроля окружающей среды*. 2015. Вып.1 (21). С. 21-29.
- Пономарева Т.И.* Применение экстрактов асцидий при моделировании иммунной недостаточности // *В мире научных открытий*. 2015. № 10.1. С. 477-486.
- Пономарева Т.И., Добряков Ю.И.* Влияние экстрактов асцидий на формирование первичного иммунного ответа // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 07 (78). С. 138-140.
- Пранц С.В., Улейский М.Ю.* Генеалогическое дерево российских научных школ по нелинейной динамике // *Вестник ДВО РАН*. 2015. № 6. С. 164-172.
- Прокудин В.Г.* К вопросу о возрасте отложений чехла Курильской котловины Охотского моря // *Тихоокеанская геология*. 2015. Т. 34, № 3. С. 65-77.
- Прошкина З.Н., Валитов М.Г., Кулинич Р.Г., Колпацникова Т.Н.* Изучение приливных вариаций силы тяжести в зоне перехода от континента к Японскому морю // *Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле*. 2015. № 3 (27). С. 71-79.
- Прушковская И.А., Цой И.Б.* Реакция комплексов диатомей на изменение окружающей среды за последние 150 лет в Амурском заливе (Японское море) // *Вопросы современной альгологии*. 2015. № 3 (10) <http://algology.ru/831>
- Пугач С.П., Пипко И.И., Семилетов И.П., Сергиенко В.И.* Оптические характеристики растворенного окрашенного органического вещества на Восточно-Сибирском шельфе // *Доклады Академии наук*. 2015.Т. 465, № 5. С. 608-611.
- Рогачев К.А., Шлык Н.В.* Формирование Приморского прибрежного течения под действие стока пресной воды // *Вестник ДВО РАН*. 2015. № 6. С. 41-48.
- Рогачев К.А., Шлык Н.В.* Исключительное опреснение прибрежных вод северо-западной части Охотского моря в 2013 г. // *Вестник ДВО РАН*. 2015. № 2. С. 118-125.
- Ростов И.Д., Рудых Н.И., Ростов В.И.* Межгодовая динамика уровня загрязненности акваторий залива Петра Великого за последние 40 лет. *Вестник ДВО РАН*. 2015. № 6. 49-63.
- Ростовская Н.Е., Шкабарня Н.Г., Шкабарня Г.Н.* Тектонические нарушения и их влияние на инженерно-геологические условия южной части Приморского края // *Геориск*. 2014. № 4. С. 39-43.
- Рутенко А.Н., Борисов С.В., Ковзель Д.Г., Гриценко В.А.* Радиогидроакустическая станция для мониторинга параметров антропогенных импульсных и шумовых сигналов на шельфе // *Акустический журнал*. 2015. Т. 61, № 4. С. 500-511.
- Рутенко А.Н., Козицкий С.Б., Манульчев Д.С.* Влияние наклонного дна на распространение звука // *Акустический журнал*. 2015. Т. 61, № 1. С. 76-89.
- Рутенко А.Н., Ущиповский В.Г.* Оценки акустических шумов, генерируемых вспомогательными судами, работающими с нефтедобывающими платформами // *Акустический журнал*. 2015. Т. 61, № 5. С. 605-613.
- Саттарова В.В.* Минералогия и химический состав марганцевого образования из пелагических осадков северо-западной Пацифики // *Вестник ДВО РАН*. 2015. № 6. С. 64-70.
- Семкин П.Ю., Тищенко П.Я., Ходоренко Н.Д., Звалинский В.И., Михайлик Т.А., Сагалаев С.Г., Степанова В.И., Тищенко П.П., Швецова М.Г., Шкирникова Е.М.* Продукционно-деструкционные процессы в эстуариях рек Артемовка и Шкотовка (Уссурийский залив) в летний сезон // *Водные ресурсы*. 2015. Т. 42, № 3. С. 311-321.
- Слободскова В.В., Кукла С.П., Челомин В.П.* Анализ качества морской среды на основе определения генотоксичности ДНК клеток жабр приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) // *Биология моря*. 2015. Т. 41, № 6. С. 457-460.

- Слободскова В.В., Лескова С.Е., Челомин В.П. Оценка физиологического состояния культивируемых гидробионтов *Mizuhopecten yessoensis* // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17, № 6. С. 40-44.
- Сорочинская А.В., Шакиров Р.Б., Веникова А.Л., Пестрикова Н.Л. Элементы-примеси в современной сопочной брекчии грязевых вулканов о.Сахалин // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2015. № 1 (25). С. 19-30.
- Соснин В.А., Рудых Н.И. Минимум солености в деятельном слое Японского моря // Метеорология и гидрология. 2015. № 12. С. 56-63.
- Соснин В.А., Рудых Н.И. Минимум солености на подповерхностных глубинах Японского моря // Известия ТИНРО. 2015. Т. 180. С. 236-247.
- Спрыгин В.Г., Кушнерова Н.Ф., Фоменко С.Е., Момот Т.В., Павлова Т.В. Липидная фракция из морской бурой водоросли *Saccharina japonica* как фармакологическое средство при гепатозах // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17, № 5. С. 214-218.
- Степанов Д.В. Климатическая изменчивость циркуляции вод Японского моря во второй половине XX века // Вестник ДВО РАН. 2015. № 6. С. 29-40.
- Стробыкин Д.С. Исследование возможностей мониторинга течений методом встречного акустического зондирования в условиях очень мелкого моря // Вестник ДВО РАН. 2015. № 2. С. 138-145.
- Суслин В.В., Чурилова Т.Я., Джулай А., Мончева С., Слабакова В., Кривенко О., Ефимова Т., Салюк П. Региональный алгоритм восстановления концентрации хлорофилла «а» и коэффициента поглощения света неживым органическим веществом на длине волны 490 нм в Черном море для спектральных каналов цветковых сканеров MODIS и MERIS // Морской гидрофизический журнал. 2014. № 28. С. 303-319.
- Тищенко П.П., Тищенко П.Я., Лобанов В.Б., Сергеев А.Ф., Семкин П.Ю. Роль даунвеллинга / апвеллинга в формировании / разрушении гипоксии придонных вод Амурского залива (Японское море) // Известия ТИНРО. 2015. Т. 183, с. 156-165.
- Тищенко П.Я., Стунжас П.А., Ивин В.В., Тищенко П.П., Семкин П.Ю., Михайлик Т.А., Барабанищikov Ю.А. Сезонная гипоксия вод дальневосточного морского заповедника // Системы контроля окружающей среды. 2015. Вып. 2 (22). С.87-92.
- Трухин А.М. Осенняя миграция лебедей *Cygnus cygnus* и *C. bewickii* на севере Сахалина // Русский орнитологический журнал. 2015. Т. 24. С. 4167-4173.
- Трухин А.М. Современная численность ларги (*Phoca largha*) в Дальневосточном морском заповеднике: неустойчивое равновесие или устойчивый рост? // Известия ТИНРО. 2015. Т. 182. С. 48-54.
- Трухин А.М., Колосова Л.Ф., Слинко Е.Н. Тяжелые металлы в органах тихоокеанских моржей (*Odobenus rosmarus divergens*) с Чукотского полуострова // Экология. 2015. № 6. С. 466-469.
- Уланова О.А., Долматова Л.С. Апоптозстимулирующее взаимовлияние фагоцитов второго типа и морулоподобных клеток голотурии *Eurentacta fraudatrix* и его модуляция дексаметазоном // Интер-медикал. 2015. № 5 (11). С. 91-95.
- Федорец Ю.В. Исследования зоопланктона бухты Врангеля (залив Находка, Японское море) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2015. № 3. С. 66-74.
- Фоменко С.Е., Кушнерова Н.Ф., Спрыгин В.Г., Другова Е.С., Момот Т.В. Химический состав и биологическое действие экстракта из плодов рябины // Химия растительного сырья. 2015. № 2. С. 161-168.
- Цой И.Б., Усольцева М.В. Раннемиоценовые пресноводные диатомеи из отложений возвышенности Криштофовича (плато Уллын) Японского моря // Вопросы современной альгологии. Диатомовые водоросли: успехи, проблемы и перспективы исследований: материалы XIV Междунар. науч. конф. диатомологов, посвященной 160-летию со дня рожд. К.С. Мережковского (г. Москва, 24-29 авг. 2015 г.). 2015. № 3 (10) <http://algology.ru/838>.
- Чаркин А.Н., Дударев О.В., Шахова Н.Е., Семилетов И.П., Пинко И.И., Пугач С.П., Сергиенко В.И. Влияние синоптических процессов и речного стока на формирование полей взвеси в морях Восточной Арктики // Доклады Академии наук. 2015. Т. 462, № 5. С. 595-600.
- Челноков Г.А., Жарков Р.В., Брагин И.В., Веселов О.В., Харитоновна Н.А., Шакиров Р.Б. Геохимические характеристики подземных флюидов южной части Центрально-Сахалинского разлома // Тихоокеанская геология. 2015. Т. 34, № 5. С. 81-95.
- Чечин Д.Г., Пичугин М.К. Холодные вторжения над океаном в высоких широтах и связанные с ними мезомасштабные циркуляции в атмосфере: проблемы численного моделирования // Исследование Земли из космоса. 2015. № 3. С. 71-88.
- Чижова Т.Л., Кудряшова Ю.В., Тищенко П.Я. Исследование загрязнения полициклическими ароматическими углеводородами поверхностных вод Японского моря // Вода: химия и экология. 2015. № 7. С. 3-9.
- Чупин В.А., Бородин А.Е., Долгих Г.И. Регистрация двухосевым лазерным деформографом сейсмоакустических сигналов, создаваемых гидроакустическими источниками // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2015. Т. 8, № 4. С. 7-13.

- Чупин В.А., Будрин С.С., Долгих Г.И., Пивоваров А.А., Самченко А.Н., Швырёв А.Н., Яроцук И.О. Сезонная зависимость эффективности трансформации гидроакустических волн на границе «вода-дно» // Подводные исследования и робототехника. 2015. № 2(20). С. 35-39.
- Чупин В.А., Долгих Г.И. Развитие технологии диагностики морского дна с помощью низкочастотных гидроакустических излучателей и береговых лазерных деформографов // Вестник ДВО РАН. 2015. № 6. С. 90-95.
- Чупрынин В.И., Изосов Л.А. О связях между пространственными и временными масштабами характеристик геобъектов // Исследования в области естественных наук. 2014. № 12. С. 16-21.
- Шакиров Р.Б. Газогеохимические поля Охотского и Японского морей // Подводные исследования и робототехника. 2015. № 2(20). С. 53-64.
- Шакиров Р.Б., Обжиров А.И., Чунг Н.Н., Хын З.К., Фун В.Ф., Сырбу Н.С., Мальцева Е.В., Югай И.Г., Полоник Н.С., Ань Л.Д., Нам В.В., Ден Н.В. Особенности распределения природных газов в осадках и воде северо-западной части Тонкинского залива (Южно-Китайское море, Вьетнам) // География и природные ресурсы. 2015. № 4. С. 178-188.
- Шамбарова Ю.В., Стёпочкин И.Е., Захарков С.П. Исследование изменчивости первичной продукции в Японском море по спутниковым данным на основе ЭОФ-анализа // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12, № 1. С. 80-92.
- Шевцова О.В. Рост относительной суточной изменчивости в системе гидрохимических показателей в Амурском заливе Японского моря // Доклады Академии наук. 2015. Т. 460, № 2. С. 220-223.
- Яковенко С.В., Будрин С.С., Долгих С.Г., Плотников А.А., Чупин В.А., Швец В.А. Лазерно-интерференционная система «Приморье – о. Сахалин» // Метрология. 2015. Т. 1. С. 28-31.
- Akulichev V.A., Bulanov V.A. The bubble distribution and acoustic characteristics of the subsurface sea layer // Proceedings of Meetings on Acoustics. 2015. Т. 24, № 1. Art.no. 1500134 Art.no. 070004. <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>.
- Altukhov A.V., Andrews R.D., Calkins D.G., Gelatt T.S., Gurarie E.D., Loughlin T.R., Mamaev E.G., Nikulin V.S., Permyakov P.A., Ryazanov S.D., Vertyankin V.V., Burkanov V.N. Age specific survival rates of Steller sea lions at rookeries with divergent population trends in the Russian Far East // PLOS ONE. 2015. Т. 10, № 5. Art.no. e0127292.
- Argonov V.Yu. Velocity selective trapping of atoms in a frequency-modulated standing laser wave: wave function and stochastic trajectory approaches // Journal of Physics: Conference Series. 2014. Vol. 490. Art.no. 012091.
- Astakhov A.S., Bosin A.A., Kolesnik A.N., Obrezkova M.S. Sediment geochemistry and diatom distribution in the Chukchi Sea: application for bioproductivity and paleoceanography // Oceanography. 2015. Т. 28, № 3. С. 190-201.
- Belcheva N., Istomina A., Dovzhenko N., Lishavskaya T., Chelomin V. Using Heavy Metal Content and Lipid Peroxidation Indicators in the Tissues of the Mussel *Crenomytilus grayanus* for Pollution Assessment After Marine Environmental Remediation // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2015. Т. 95, № 4. С. 481-487.
- Bosin A., Gorbarenko S., Shi Xuefa, Yanguang Liu, Jianjun Zou. Regionalized primary paleoproduction variability in the sea of Okhotsk during late Pleistocene and Holocene // Journal of Asian Earth Sciences. 2015. Т. 114, № 3. С. 534-540.
- Budyansky M.V., Goryachev V.A., Kaplunenko D.D., Lobanov V.B., Prants S.V., Sergeev A.F., Shlyk N.V., Uleysky M.Yu. Role of mesoscale eddies in transport of Fukushima-derived cesium isotopes in the ocean // Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers. 2015. Т. 96. С. 15-27.
- Bulanov V. A., Korskov I.V., Popov P.N., Storozhenko A.V. Researches of sound scattering in the sea using the inverted echo sounder // Proc. of Meetings on Acoustics. 2015. Т. 24, № 1. Art.no. POMA-D-15-00126 Art.no. 070004 <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>.
- Bulanov V.A., Storozhenko A.V. Acoustic assessment of plankton distribution in upper layers of the sea // Proceedings of Meetings on Acoustics. 2015. Т. 24, № 1. Art.no. POMA-D-15-00144 Art.no. 070004 <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>.
- Bulanov A.V. Acoustic emission and optics of bubbles originated by laser breakdown of salt water // Proceedings of Meetings on Acoustics. 2015. Т. 24. POMA-D-15-00145. <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>
- Chebykin E.P., Gorbarenko S.A., Stepanova O.G., Panov V.S., Goldberg E.L. Geochemical multi-element signatures of glacial and interglacial facies of the Okhotsk Sea deep-water sediments during the past 350 kyr: A response to global climate changes at the orbital and millennial scales // Paleoceanography. 2015. Т. 30. С. 303-316.
- Doğrul Selver A., Sparkes R.B., Bischoff J., Talbot H.M., Gustafsson Ö., Semiletov I.P., Dudarev O.V., Boulton S., van Dongen B.E. Distributions of bacterial and archaeal membrane lipids in surface sediments reflect differences in input and loss of terrestrial organic carbon along a cross-shelf Arctic transect // Organic Geochemistry. 2015. Т. 83-84. С. 16-26.
- Dolgikh G.I. Pendulum-type laser strainmeter // Earthquake Science. 2015. Т. 28, № 4. С. 311-317.

-
- Dolmatova L.S., Ulanova O.A.* Dexamethasone treatment in vitro resulted in different responses of two fractions of phagocytes of the holothurian *Eupentacta fraudatrix* // Russian Journal of Marine Biology. 2015. T. 41, № 6. P. 503-506.
- Feng X., Gustafsson Ö., Holmes R.M., Vonk J.E., van Dongen B.E., Semiletov I.P., Dudarev O.V., Yunker M.B., Macdonald R.W., Montluçon D.B., Eglinton T.I.* Multi-molecular tracers of terrestrial carbon transfer across the pan-Arctic. Part 1: Comparison of hydrolysable components with plant wax lipids and lignin phenols // Biogeosciences. 2015. T. 12. C. 4841-4860.
- Fershalov A.Y., Fershalov M.Y., Fershalov Y.Y., Sazonov T.V.* Results of the Study Rotor Wheels Supersonic Microturbines with a Large Angle of Rotation of the Flow // Applied Mechanics and Materials. 2015. T. 752-753. C. 884-889.
- Fershalov A.Y., Fershalov M.Y., Fershalov Y.Y., Sazonov T.V., Ibragimov D.I.* The Design of the Nozzle for the Nozzle Box Microturbines // Applied Mechanics and Materials. 2015. T. 789-790. C. 205-208.
- Fershalov M.Yu., Sazonov T.V., Fershalov Yu.Ya., Fershalov A.Yu., Ibragimov D.I.* Research data of turbine nozzles of 5 - 9 degree outlet angles // Advanced Materials Research. 2015. T. 770. C. 547-550.
- Gavrilov A.A.* The Darwin Rise and geomorphologic-geological indication of focal systems on the Pacific ocean floor // NCGT Journal. 2015. T. 3, № 2. C. 196-207.
- Gorbarenko S., Shi X., Rybiakova Y., Bosin A., Malakhov M., Zou J., Liu J., Velivetskaya T., Ignatiev A., Derkachev A., Wu Y., Shi F.* Fine structure of dark layers in the central Japan Sea and their relationship with the abrupt climate and sea level changes over the last 75ka inferred from lithophysical, geochemical and pollen results // Journal of Asian Earth Sciences. 2015. Vol. 114, No 3. P. 476-487.
- Gromasheva O.S.* Development of the “ACPOSIT-VECTOR” information system for acoustic experiments planning and analysis // Proceedings of Meetings on Acoustics. 2015. T. 24, № 1. Art.no. POMA-D-15-00102 Art.no. 070004 <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>.
- Gulin O.E., Yaroshchuk I.O.* Simulation of low-frequency sound propagation in shallow sea with two-dimensional random inhomogeneities // Proceedings of Meetings on Acoustics. 2015. T. 24, № 1. Art.no. POMA-D-15-00161 Art.no. 070004 <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>.
- Guravskaya G.I., Kasatkina A.P.* Specific features of the head region in euconodont animals // Zoosystematica Rossica. 2015. T. 24, № 1. C. 122-127.
- Guzev M.A., Izrailsky Yu.G., Koshel K.V., Dyskin A.V., Pasternak E.* The influence of multiple frequency perturbations on particle chaotization in a cell // Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation. 2015. T. 23. C. 28-38.
- Imajo S., Yoshikawa A., Uozumi T., Ohtani S., Nakamizo A., Marshall R., Shevtsov B.M., Akulichev V.A., Sukhbaatar U., Liedloff A., Yumoto K.* Pi2 pulsations observed around the dawn terminator // Journal of Geophysical Research-Space Physics (A). 2015. 10.1002/2013JA019691.
- Kalugin I., Astakhov A., Darin A., Aksemtov K.* Anomalies of bromine in the estuarine sediments as a signal of floods associated with typhoons // Chinese Journal of Oceanology and Limnology. 2015. T. 33, № 16. C. 1489-1495.
- Karlsson E.S., Bruchert V., Tesi T., Charkin A., Dudarev O., Semiletov I., Gustafsson O.* Contrasting regimes for organic matter degradation in the East Siberian Sea and the Laptev Sea assessed through microbial incubations and molecular markers // Marine Chemistry. 2015. T. 170. C. 11-22.
- Klyatskin V.I., Koshel K.V.* Anomalous sea surface structures as an object of statistical topography // Physical Review E (Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics). 2015. T. 91. Art.no. 063003.
- Korenbaum V., Gorovoy S., Tagiltcev A., Kostiv A.* Comparative sensitivity of pressure gradient receivers of force and inertial types to sound pressure in plane wave // Proceedings of Meetings on Acoustics. 2015. T. 23. Art.no. 070005 Art.no. 070004 <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>.
- Korenbaum V., Shiriaev A.* Sound propagation through human lungs, under transmission sounding with acoustic signal of 80-1000 Hz frequency band // Proc. of Meetings on Acoustics. 2015. T. 23. Art.no. 020002 Art.no. 070004 <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>.
- Korotchenko R.A.* Application of the singular spectrum analysis for detecting the marine mammals signals // Proceedings of Meetings on Acoustics. 2015. T. 24. Art.no. 070002 Art.no. 070004. <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>
- Koshel K.V., Ryzhov E.A., Zhmur V.V.* Effect of the vertical component of diffusion on passive scalar transport in an isolated vortex model // Physical Review E (Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics). 2015. T. 92. Art.no. 053021.
- Kosheleva A.V., Lazaryuk A.Yu., Yaroshchuk I.O.* Estimation of acoustic and oceanological seawater characteristics by temperature measurements in the Sea of Japan shelf zone // Proceedings of Meetings on Acoustics. 2015. T. 24. Art. no. 005001 Art.no. 070004 <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>.
- Kostenko V.A., Nesterenko A.V., Trukhin A.M.* Mammals of the Kuril Islands. Part 19. // Forest Protection (Синрин Хокэки). 2015. T. 3, № 337. C. 5-8.

-
- Kostenko V.A., Nesterenko V.A., Trukhin A.M.* Mammals of the Kuril Islands. Part 20. // Forest Protection (Синрин Хокаку). 2015. T. 12, № 340. C. 28-32.
- Kozitskiy S.B.* An Approach to the Modeling of Nonlinear Structures in Systms with a Multi-component Convection // Discontinuity, Nonlinearity, and Complexity. 2015. T. 4, № 3. C. 323-331.
- Krikun V.A., Salyuk P.A.* Expedition automated flow fluorometer // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. 21st International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 2015. T. 9680. C. 96804S.
- Makarov D.V., Kon'kov L.E.* Order-to-chaos transition in the model of a quantum pendulum subjected to noisy perturbation // Physica Scripta. 2015. T. 90. Art.no. 035204.
- Maksimov A.O., Polovinka Y.A.* Time reversal technique for gas leakage detection // Journal of the Acoustical Society of America. 2015. T. 137, № 4. C. 2168-2179.
- Matveeva T., Savvichev A., Semenova A., Logvina E., Kolesnik A., Bosin A.* Source, origin, and spatial distribution of shallow sediment methane in the Chukchi Sea // Oceanography. 2015. T. 28, № 3. C. 202-217.
- Morgunov Yu.N., Bezotvetknyh V.V., Burenin A.V., Voitenko E.A.* Experimental researches of propagation features of low frequency complex signals from the coastal zone to the deep sea in conditions of weak negative gradient of the sound speed on the shelf // Proceedings of Meetings on Acoustics. 2015. T. 24, № 1. Art.no. POMA-D-15-00103 Art.no. 070004 <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>.
- Morgunov Yu.N., Bezotvetnykh V.V., Lebedev M.S., Golov A.A., Kim Kiseon.* Real-time remote current velocity and direction estimation by means of hydroacoustic reciprocal sound transmission method // Proc. of Meetings on Acoustics. 2015. T. 24. Art.no. POMA-D-15-00162. <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>.
- Nagorniy I.G., Mayor A.Y., Salyuk P.A., Krikun V.A.* Mobile hyper spectral optical complex for under satellite ocean research // Proc. of SPIE - The International Society for Optical Engineering. 21st International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 2015. T. 9680. C. 96804R.
- Obzhirov A.I.* Method to search methane fluxes and gas hydrate in the Okhotsk sea // Горный информационно-аналитический бюллетень. Вып. 13 (Спец. выпуск). 2015. № 4. C. 30-35.
- Petrov P.S.* Three-dimensional iterative parabolic approximations // Proceedings of Meetings on Acoustics. 2015. T. 25. Art.no. 070002 Art.no. 070004 <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>.
- Petrov P.S., Ehrhardt M.* On Mayfield's stability proof for the discretized transparent boundary condition for the parabolic equation // Applied Mathematics Letters. 2015. T. 44. C. 45-49.
- Petrov P.S., Petrova T.N., Monakhova A.S.* Adiabatic approximate solution for the problem of sound propagation in shallow sea with a broadening underwater canyon // Proceedings of Meetings on Acoustics. 2015. T. 24, № 1. Art.no. 070004 <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>.
- Pipko I.I., Pugach S.P., Repina I.A., Dudarev O.V., Charkin A.N., Semiletov I.P.* Distribution and Air-Sea Fluxes of Carbon Dioxide on the Chukchi Sea Shelf // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2015. T. 51, № 9. C. 1088-1102.
- Polovinka Y.A., Maksimov A.O.* The peculiarities of the implementation of time reversal method for gas leakage detection on Sakhalin shelf // Proceedings of Meetings on Acoustics. 2015. T. 24. Art.no. 070002 Art.no. 070004 <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>.
- Ponomareva V.V., Portnyagin M.V., Pevzner M., Blaauw M., Kyle Ph., Derkachev A.N.* Tephra from andesitic Shiveluch volcano, Kamchatka, NW Pacific: chronology of explosive eruptions and geochemical fingerprinting of volcanic glass // International Journal of Earth Sciences. 2015. T. 104, № 5. C. 1459-1482.
- Prants S.V., Konkov L.E.* Impact of spontaneous emission on the form and dynamics of atomic wave packets in an optical lattice // Journal of Russian Laser Research. 2015. T. 36, № 3. C. 201-210.
- Prants S.V.* Dynamical symmetries, control and chaos with moving atoms in high-quality cavities // Journal of Russian Laser Research. 2015. T. 36, № 3. C. 211-227.
- Prants S.V.* Backward-in-time methods to simulate chaotic transport and mixing in the ocean // Physica Scripta. 2015. T. 90. Art.no. 074054.
- Prants S.V.* Modeling fluid dynamics in the ocean and atmosphere // Discontinuity, Nonlinearity, and Complexity. 2015. T. 4, № 3219. C. 219-223.
- Prants S.V., Andreev A.G., Budyansky M.V., Uleysky M.Yu.* Impact of the Alaskan Stream flow on surface water dynamics, temperature, ice extent, plankton biomass and walleye pollock stocks in the eastern Okhotsk Sea // Journal of Marine Systems. 2015. T. 151. C. 47-56.
- Prants S.V., Budyansky M.V., Uleysky M.Yu., Zhang J.* Hyperbolicity in the ocean // Discontinuity, Nonlinearity, and Complexity. 2015. T. 4, № 3. C. 257-270.
- Prants S.V., Ponomarev V.I., Budyansky M.V., Uleysky M.Yu., Fayman P.A.* Lagrangian analysis of the vertical structure of eddies simulated in the Japan Basin of the Japan/East Sea // Ocean Modelling. 2015. T. 86. C. 128-140.
- Racca R., Austin M., Rutenko A., Bröker K.* Monitoring the gray whale sound exposure mitigation zone and estimating acoustic transmission during a 4-D seismic survey, Sakhalin Island, Russia // Endangered Species Research. 2015. Vol. 29. P. 131-146.

-
- Rosén P.-O., Andersson P.S., Alling V., Mörtz C.-M., Björk G., Semiletov I., Porcelli D. Ice export from the Laptev and East Siberia Sea derived from $\delta^{18}\text{O}$ values // *Journal of Geophysical Research*. 2015. T. 120, № 9. C. 5997-6007.
- Ryzhov E.A., Koshel K.V. Global chaotization of fluid particle trajectories in a sheared two-layer two-vortex flow // *Chaos*. 2015. T. 25. Art.no. 103108.
- Salvadó J.A., Tesi T., Andersson A., Ingri J., Dudarev O.V., Semiletov I.P., Gustafsson Ö. Organic carbon remobilized from thawing permafrost is resequenced by reactive iron on the Eurasian Arctic Shelf // *Geophysical Research Letters*. 2015. T. 42. C. 8122-8130.
- Salyuk P.A., Stepochkin I.E., Sokolova E.B., Kachur V.A., Prokuda N.A. Detection of crude oil emulsions in the Bering Sea by the analysis of seawater color // *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*. 21st International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, November 19, 2015. T. 9680, № 9680-274. C. 1-4.
- Sattarova V.V., Artemova A.V. Geochemical and micropaleontological character of deep-sea sediments from the northwestern Pacific near the Kuril-Kamchatka Trench // *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 2015. T. 111. C. 10-18.
- Shakhova N., Semiletov I., Sergienko V., Lobkovsky L., Yusupov V., Salyuk A., Salomatin A., Chernykh D., Kosmach D., Panteleev G., Nicolsky D., Samarkin V., Joye S., Charkin A., Dudarev O., Meluzov A., Gustafsson Ö. The East Siberian Arctic Shelf: towards further assessment of permafrost-related methane fluxes and role of sea ice // *Philosophical Transactions A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 2015. Vol. 373. Issue 2052. Art.no. 20140451.
- Shamrin A.M., Pestunov D.A., Panchenko M.V., Shmirko K.A., Pavlov A.N., Salyuk P.A., Stepochkin I.E., Sakirko M.V., Domysheva V.M. Comparative analysis of the dynamics of biogenic elements and direction of carbon dioxide fluxes between the atmosphere and the water surface in Lake Baikal and in bays of the Sea of Japan // *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*. 21st International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, November 19, 2015. 2015. T. 9680, № 96806P, C. 1-7, doi: 10.1117/12.2205760.
- Simonenko S.V. The practically confirmed validity of the forecasting aspects of the deterministic thermohydrodynamic theory // *American Journal of Earth Sciences*. 2015. V. 2, N. 5. P. 106-122.
- Sparkes R.B., Doğrul Selver A., Bischoff J., Talbot H.M., Gustafsson Ö., Semiletov I.P., Dudarev O.V., van Dongen B.E. GDGT distributions in the East Siberian Sea: implications for organic carbon export, burial and degradation // *Biogeosciences*. 2015. T. 12. C. 3753-3768.
- Stepochkin I.E., Salyuk P.A., Golik I.A., Burov D.V., Bukin O.A. Comparison of different approaches to separate analysis of phytoplankton and CDOM contributions to ocean color forming // *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*. 21st International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, November 19, 2015. 2015. T. 9680, № 9680-270.
- Strobykin D.S., Burenin A.V., Voitenko E.A., Lebedev M.S. Study of flow field acoustic monitoring by the reciprocal sound transmission method in very shallow water conditions // *Proceedings of Meetings on Acoustics*. 2015. T. 24, № 1. Art. no. POMA-D-15-00138 Art.no. 070004 <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>.
- Tishchenko P. Electric Field of the Ocean Induced by Diffusion // *Journal of Electromagnetic Analysis and Applications*. 2015. T. 7. C. 10-18.
- Trofimov M.Y., Kozitskiy S.B., Zakharenko A.D. A mode parabolic equation method in the case of the resonant mode interaction // *Wave Motion*. 2015. T. 58. C. 42-52.
- Trofimov M.Yu., Kozitskiy S.B., Zakharenko A.D. An elastic mode parabolic equation in the case of weak shear modulus // *Proc. of Meetings on Acoustics*. 2015. T. 24. Art.no. 070011 Art.no. 070004 <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>
- Trofimov M.Yu., Kozitskiy S.B., Zakharenko A.D., Petrov P.S. Ray mode parabolic equations and examples of its application in shallow water acoustics propagation problems // *Proc. of Meetings on Acoustics*. 2015. T. 24. Art.no. 070010 Art. no. 070004 <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/poma/24/1>.
- Tsoy I., Prushkovskaya I., Aksentov K., Astakhov A. Environmental Changes in the Amur Bay (Japan/East Sea) during the last 150 Years Revealed by Examination of Diatoms and Silicoflagellates // *Ocean Science Journal*. 2015. T. 50, № 2. C. 433-444.
- Yanchenko E.A., Gorbarenko S.A. Radiolarian responses of the central Okhotsk Sea to the global orbital and millennial scale climate oscillations over last 90 kyr // *Journal of Asian Earth Sciences*. 2015. T. 114, № 3. C. 601-610.
- Zabolotskikh E.V., Mitnik L.M., Chapron B. Radio frequency interference identification over oceans for C and X band AMSR2 channels // *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*. 2015. T. 12, № 8. C. 1705-1709.
- Zabolotskikh E.V., Mitnik L.M., Reul N., Chapron B. New possibilities for geophysical parameter retrievals opened by GCOM-W1 AMSR2 // *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. 2015. № 99. C. 1-14.
- Zhadan P.M., Vaschenko M.A., Almyashova T.N. Spawning failure in the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* in the northwestern Sea of Japan: Potential environmental causes // *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2015. T. 465. C. 11-23.

Книги

- Мельников В.В. Китообразные (Cetacea) тихоокеанского сектора Арктики: история промысла, современное распределение, миграции, численность. Владивосток: Дальнаука, 2014. 396 с.
- Плотников В.В., Мезенцева Л.И., Дубина В.А. Особенности циркуляции атмосферы над Дальним Востоком и их отражение в изменчивости ледяного покрова ДВ морей. Владивосток: Дальнаука, 2015. 164 с.
- Физика геосфер: девятый Всероссийский симпозиум: материалы конференции, 21-24 сентября 2015 г., Владивосток / председатель оргкомитета чл.-корр. Г.И. Долгих. Владивосток: Дальнаука, 2015. 590 с.
- Основные результаты научно-исследовательских работ ТОИ ДВО РАН за 2014 г. Владивосток: Дальнаука, 2015. 116 с.
- Берснев И.И. Воспоминания и размышления / редактор-составитель к.г.н. Ю.И. Берснев / ТОИ ДВО РАН, Приморское отделение Русского географического общества. Владивосток: Издательский Дом «ВладивостокЪ», 2015 г. 400 с.
- Пуцин И.К., Обжиров А.И., Коваленко С. Перспективы нефтегазоносности Япономорского региона. Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH and Co.KG, 2015. 111 с.
- Matishov, G.G., Berdnikov, S.V., Zhichkin, A.P., Dzhenyuk, S.L., Smolyar, I.V., Kulygin, V.V., Yaitskaya, N.A., Povazhnyi, V.V., Sheverdyayev, I.V., Kumpan, S.V., Tretyakova, I.A., Tsygankova, A.E., D'yakov, N.N., Fomin, V.V., Klochkov, D.N., Shatohin B. M., Plotnikov V.V., Vakul'skaya N.M., Luchin V.A., Kruts, A.A. International Ocean Atlas and Information Series. Vol. 14. Atlas of Climatic Changes in Nine Large Marine Ecosystems of the Northern Hemisphere (1827-2013). NOAA Atlas NESDIS 78 / Eds. G.G. Matishov, K. Sherman, S. Levitus. Narragansett, Rhode Island, USA, U.S. Department of Commerce, Silver Spring Desember, 2014. 131 p.

Патенты, программ для ЭВМ и базы данных

- База пространственных данных прибрежной зоны России в ДВ морях: Свидетельство о рег. № 2015620168 Российская Федерация / И.Д. Ростов, Н.И. Рудых, С.С. Марченко – № 2014621689, заявл. 04.12.2014, зарег. 29.01.2015.
- Двухкомпонентный приемник градиента давления: Пат. 2568411 С1 Российская Федерация / В.И. Коренбаум, А.А. Тагильцев, С.В. Горовой, Ю.Я. Фершалов – № 2014137594, заявл. 16.09.2014; опубл. 27.11.2015, Бюл. 32.
- Контейнер для геофизической аппаратуры при проведении подводных исследований: Пат. 154929 U1 Российская Федерация / С.Н. Ковалев – № 2014154512, заявл. 31.12.2014, опубл. 10.09.2015, Бюл. 25.
- Лазерно-интерференционный гидрофон с системой термостабилизации: Пат. 155509 U1 Российская Федерация / Г.И. Долгих, А.А. Плотников, С.С. Будрин – № 2015112717, заявл. 07.04.2015, опубл. 10.10.2015, Бюл. 28.
- Многоканальное устройство для измерения температуры льда: Пат. 155829 U1 Российская Федерация / А.А. Тагильцев, А.Ю. Лазарюк, М.Ю. Черанев, Р.А. Гончаров – № 2015116466, заявл. 29.04.2015, опубл. 20.10.2015, Бюл. 29.
- Неконтактный подвес для гидроакустического приемника: Пат. 153134 U1 Российская Федерация / С.Н. Ковалев – № 2014151023, заявл. 16.12.2014, опубл. 10.07.2015, Бюл. 19.
- Программа ЭВМ «Wedge»: Свидетельство о рег. № 2015617938 Российская Федерация / С.Б. Козицкий, М.Ю. Трофимов, А.Д. Захарченко – № 2015614462, заявл. 28.05.2015, зарег. 24.07.2015.
- Способ определения местонахождения источника свиста в легких человека: Пат. 2545422 С1 Российская Федерация / В.И. Коренбаум, А.А. Тагильцев, Д.И. Власов, А.Д. Ширяев, Ю.Я. Фершалов – № 2014111715, заявл. 26.03.2014; опубл. 20.10.2015, Бюл. 29.
- Способ оценки доплеровского смещения несущей частоты сложного сигнала: Пат. 2565237 С1 Российская Федерация / А.В. Буренин – № 2014132669, заявл. 07.08.2014; опубл. 20.10.2015, Бюл. 29.
- Способ оценки концентрации метана в областях его пузырьковой разгрузки: Пат. 25542278 С1 Российская Федерация / А.С. Саломатин, Д.В. Черных, В.И. Юсупов – № 2014110816, заявл. 20.03.2014; опубл. 27.06.2015, Бюл. 18.
- Способ пассивной акустической локации подводных пловцов: Пат. 2556302 С1 Российская Федерация / В.И. Коренбаум, С.В. Горовой, А.Е. Костив, А.А. Тагильцев, А.Е. Бородин, И.В. Почекутова – № 2014109333, заявл. 11.03.2014; опубл. 10.07.2015, Бюл. 19.
- Способ просветного акустического зондирования легких: Пат. 2559420 С1 Российская Федерация / В.И. Коренбаум, А.Д. Ширяев – № 2014115461, заявл. 16.04.2014; опубл. 10.08.2015, Бюл. 22.
- Устройство для изучения структуры морской воды: Пат. 153282 U1 Российская Федерация / В.А. Буланов, И.В. Корсков, П.Н. Попов – № 2015105570, заявл. 18.02.2015, опубл. 10.07.2015, Бюл. 19.
- Устройство энергосбережения для аккумуляторных батарей: Пат. 154629 U1 Российская Федерация / С.Н. Ковалев – № 2015105571, заявл. 18.02.2015, опубл. 27.08.2015, Бюл. 24.

Научное издание

**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
РАБОТ ЗА 2015 г.**

Подписано в печать 16.05.2016 г.
Формат 60×90/8. Бумага мелованная.
Усл. п. л. 10,0. Уч. изд. л. 8,09.
Тираж 75 экз. Заказ 47

ФГУП «Издательство Дальнаука»
690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7

Отпечатано в Информационно-полиграфическом хозрасчетном центре ТИГ ДВО РАН
690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7

