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



# Основные результаты научно-исследовательских работ за 2013 г.

Владивосток 2014 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ЗА 2013 г.

Владивосток 2014 УДК 551.46

Основные результаты научно-исследовательских работ за 2013 г. Владивосток: Дальнаука, 2014. 108 с., 91 ил., 207 источников.

### Главный редактор акад. РАН В.А. Акуличев

### Редколлегия:

ученый секретарь к.г.н. Н.И. Савельева зам. директора к.г.н. В.Б. Лобанов 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

©ТОИ ДВО РАН

ISBN

#### введение

2013 год стал юбилейным для Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук (ТОИ ДВО РАН): 1 января 2013 года ему исполнилось 40 лет. Созданный на базе Тихоокеанского отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова АН СССР (ИО АН СССР, ныне ИО РАН), существовавшего во Владивостоке с начала 60-х годов прошлого столетия, Институт в настоящее время представляет собой современное многопрофильное научно-исследовательское учреждение, где развиваются как фундаментальные, так и прикладные исследования, направленные на изучение природы Мирового океана, освоения его ресурсов, а также создаются новые технические средства и методы для мониторинга окружающей среды.

В 2013 г. в составе Института было 35 научных лабораторий, структурно объединенные в 9 научных отделов (общей океанологии, акустики океана, физики океана и атмосферы, биохимических технологий, геохимии и экологии океана, технических средств исследования океана, геологии и геофизики океана, информационных технологий, спутниковой океанологии). Численность штатных работников Института составляла 562 человека, среди них 266 научных сотрудников, в том числе 1 академик РАН, 1 член-корреспондент РАН, 44 доктора наук, 130 кандидатов наук.

В отчетном 2013 году план НИР Института включал 9 тем, работы по которым выполнялись в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2008-2012 годы. Институт проводил совместные исследования с Сибирским и Уральским отделениями РАН. Исследования выполнялись также по 8 проектам в рамках фундаментальных программ Президиума РАН, по 3 проектам ФЦП «Мировой океан» и 4 проектам ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», 40 грантам РФФИ, 7 международным проектам и соглашениям с зарубежными партнерами, проведено 6 морских и 10 прибрежных экспедиций.

В течение 2013 года специализированный совет Д 005.017.01 провел 5 заседаний, защищены 3 диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по специальности «акустика».

Специализированный совет Д 005.017.02 провел 10 заседаний, были защищены 7 диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности «океанология».

3

В отчетном году сотрудниками Института защищены: 1 диссертация на соискание ученой степени доктора наук по специальности «зоология» и 1 – по специальности «экология».

На 1 декабря 2013 года в аспирантуре Института обучалось 13 человек, из них с отрывом от производства – 12. В отчетном году в аспирантуру с отрывом от производства поступили 5 человек. 7 аспирантов закончили обучение, из них с защитой диссертации – 1, с представлением диссертационных работ – 6. 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 2 научно-образовательных центра совместно с ДВФУ, ДВГИ ДВО РАН, МГУ им. адм. Г.И. Невельского и Дальрыбвтузом; 2 совместные лаборатории с зарубежными партнерами: российско-японская по изучению окружающей среды (с Аспирантурой естествознания и технических наук Университета Канадзавы, Япония) и вьетнамо-российская по морским наукам (с Институтом морской геологии и геофизики Вьетнамской Академии наук и технологий, ИМГГ ВАНТ).) Совместные исследования проводились на базе российско-корейского центра морских и информационных технологий (МТ-IT) (с Институтом науки и технологий, г. Кванджу, Республика Корея).

### СТРУКТУРА НАУЧНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

#### 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. Ярощук 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 Лаборатория региональной геологии и тектонофизики д.г.-м.н. Абрамов В.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 д.г.-м.н. Кулинич Р.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 714 публикаций, из них в журналах – 209 статей, в том числе российских статей – 168, зарубежных – 41; в сборниках научных статей – 4, глав в монографиях – 6. В международных базах данных: Scopus – 106, WOS – 98; РИНЦ – 161, ВАК – 190.

Опубликовано 468 докладов и тезисов докладов, из них на российских конференциях – 386, на зарубежных – 82. По результатам российских и международных конференций категории 1 опубликовано тезисов и докладов – 301, категории 2 – 16. В отчетном году ТОИ ДВО РАН провел конференции категории 1, по результатам которых опубликован 151 тезис докладов.

Институт имеет 2 морские экспериментальные станции в Японском море (МЭС «м. Шульца» и «о. Попова») для проведения экспедиционных исследований, испытаний аппаратуры в натурных условиях и учебных практик для студентов вузов.

В настоящем сборнике представлены результаты научно-исследовательских работ, выполненных по темам за счет базового бюджетного финансирования. Представленные результаты характеризуют современное состояние исследований по основным направлениям деятельности ТОИ ДВО РАН.

### Тема «НЕЛИНЕЙНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ОКЕАНЕ И АТМОСФЕРЕ»

#### Науч. руководитель д.ф.-м.н. С.В. Пранц

### 1. Численный метод обнаружения лагранжевых фронтов, благоприятных для рыбного промысла

Отв. исп.: д.ф.-м.н. С.В. Пранц, к.ф.-м.н. М.В. Будянский, к.ф.-м.н. М.Ю. Улейский

Введена концепция лагранжевых фронтов в океане и разработан численный метод их обнаружения в альтиметрическом поле скорости по локальным максимумам градиентов смещений трассеров. Создана база данных с ежесуточными синоптическими картами различных лагранжевых характеристик (показатели Ляпунова, пройденные пути частиц воды и другие лагранжевы индикаторы, которые позволяют идентифицировать лагранжевы фронты схождения водных масс различного происхождения) в районе Южных Курильских островов с нанесением на них величин и районов максимальных уловов сайры по данным Госкомрыболовства (сайровые путины 2001-2012 гг.). Проведен анализ гидрологических условий для периодов с развитыми первой и второй ветвями течения Ойясию. Установлена статистически значимая связь лагранжевых фронтов с местами, благоприятными для промысла сайры. Показано, что метод может быть использован для оперативного прогноза районов, благоприятных для промысла сайры (рис.1).



Рис. 1. Места уловов сайры в период развития первой ветви Ойясио на лагранжевом фронте, расположенном вдоль линии локального максимального градиента смещений трассеров. На карту смещений (D, км) за 2 недели в сентябре 2002 г. наложено альтиметрическое поле скорости и нанесены места улова сайры для разных судов (a). Функции распределения расстояний (в градусах) до местоположения лагранжевых фронтов в регионе для судов с фактическими местами улова (жирные линии) и случайно распределенных точек (тонкие линии) (б)

### 2. Моделирование синоптических, мезомасштабных и субмезомасштабных процессов в океане и атмосфере

Отв. исп.: д.ф.-м.н. С.В. Пранц, к.ф.-м.н. М.В. Будянский, к.ф.-м.н. М.Ю. Улейский

На основе расчета назад во времени уравнений адвекции пассивной примеси в альтиметрическом поле скорости океана предложен численный метод идентификации синоптических вихрей с риском загрязнения аварийными радионуклидами аварии на АЭС «Фукусима-1». Показано, что ядра тех вихрей, где в 56-м рейсе НИС «Профессор Гагаринский» (июнь-июль 2012 г.) обнаружена повышенная концентрация изотопов цезия, сформированы водами, которые в течение месяца после аварии находились в районе, где были зарегистрированы значительные концентрации радионуклидов в экспедициях 2011 г. (рис. 2).



Рис. 2. Содержание радиоизотопов <sup>134</sup>Cs и <sup>137</sup>Cs в поверхностных водах в июне-июле 2012 г., наложенное на карту распределения концентрации этих изотопов на 28 июня 2012 г. по результатам численного моделирования. Оттенки серого цвета кодируют значения концентрации в логарифмическом масштабе в относительных единицах (а). Расчетная карта посещений маркерами с повышенной концентрацией изотопов цезия вихря в течение месяца после аварии на АЭС «Фукусима» (11.03. - 10.04. 2011). Относительное число посещений показано в логарифмическом масштабе (б)

### 3. Нелинейный метод определения газовых включений в морской среде и осадках, основанный на регистрации проявлеий параметрической неустойчивости межфазной поверхности

### Отв. исп.: д.ф.-м.н. А.О. Максимов, к.ф.-м.н. Ю.А. Половинка

Выявлены и описаны особенности объемных колебаний газовых включений в осадках при наличии ограничений, обусловленных поровым скелетом осадков. Параметрическая связь между основной модой объемных колебаний и искажениями формы, связанными с возбуждением поверхностных мод, приводит к генерации комбинационных составляющих в рассеянном поле, возбуждение которых носит пороговый характер. Определена форма пороговой кривой для закрепленного пузырька. Звуковой сигнал, который пузырек издает при эманации в водную толщу, длится примерно 30 периодов колебаний, и за это время он всплывает на расстояние, сопоставимое с его радиусом. В результате параметры излучения оказываются зависимыми от упругих свойств осадков. Дано объяснение особенностей излучения пузырьков, получаемых при продувке сжатого воздуха сквозь слой морских осадков в условиях натурного эксперимента, выполненного на морской экспериментальной станции ТОИ. Описана динамика пузырька, рождающегося в устьице на песчаном дне в последовательно усложняющихся условиях: жесткой межфазной границы, упругой границы и учета сжимаемости газонаполненных каналов – путей движения пузырьков сквозь слой песка (рис. 3).



Рис. 3. Схема измерений и технические блоки комплекса: 1 – вертикальные антенны с веерными диаграммами направленности; 2, 3 – блоки формирования характеристик направленности; 4 – исследуемое пространство между антеннами; 5 – заданный объект контроля; 6 – положение имитатора акустического шума при калибровке; 7 – ВМУ; 8 – канал связи

#### 4. Моделирование вихревых и волновых процессов в океане и атмосфере

Отв. исп.: д.ф.-м.н. К.В. Кошель, д.ф.-м.н. М.А. Соколовский (ИВП РАН)

Анализируется движение трех вихрей в двухслойном океане. Получены условия существования стационарных (трансляционных и ротационных) коллинеарных состояний. Малые возмущения приводят к появлению периодических колебаний вихрей относительно невозмущенных положений. Получены аналитические выражения для параметров соответствующих эллипсов, а также для частот колебаний. При конечных возмущениях движения более сложные. Проведена классификация возможных движений. Показана возможность возникновения хаотических режимов в индуцированных полях скоростей при достаточно малых возмущениях стационарных конфигураций. Изучено влияния стратификации на данные эффекты (рис. 4).





Рис. 4. Примеры абсолютного (1) и относительного (2) движения трехвихревой структуры, для трех типов коллинеарного вращения системы, (А); сечения Пуанкаре, иллюстрирующие захват, высвобождение и перемешивание массы в вихревой атмосфере системы в верхнем (а) и нижнем (b) слоях (Б)

## 5. Численные баротропная и бароклинная модели динамики вихревых структур в океане и атмосфере с различными параметризациями нелинейных эффектов планетарных пограничных слоев

Отв. исп. д.ф.-м.н. М.С. Пермяков

Разработаны баротропная и двухслойная бароклинная численные модели динамики вихревых структур с двумя способами учета пограничного слоя: включением в систему отдельного уравнения для его высоты и введением дополнительных членов в уравнения для потенциальной завихренности. Тестовые расчеты показали достаточную точность и устойчивый счет на синоптических периодах интегрирования конечноразностного и псевдоспектрального вариантов моделей. Реализован метод адвекции контуров, для которого предложен ускоренный вариант алгоритма изменения топологии контуров (рис. 5).



Рис. 5. Пример расчета по двухслойной бароклинной модели атмосферы (конечно-разностная 4-го порядка с уравнением для высоты экмановского пограничного слоя) развития за 48 часов неустойчивого струйного зонального течения в верхнем слое свободной атмосферы. Слева – поле завихренности в нижнем слое (в 10<sup>-4</sup> c<sup>-1</sup>); справа – высота пограничного слоя (нормирована на масштаб Экмана)

### Тема «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

### 1. Разработка физических основ и концепции региональной системы позиционирования подводных объектов с использованием особенностей распространения акустической энергии на границе шельфа и континентального склона

Отв. исп.: д.т.н. Ю.Н. Моргунов, к.т.н. А.А. Тагильцев

Разработаны физические основы и концепция региональной системы позиционирования подводных объектов с использованием особенностей распространения акустической энергии на границе шельфа и континентального склона; организованы трассы долговременных наблюдений и диагностики неоднородностей среды на основе комплексирования акустических и гидрофизических аппаратно-программных комплексов; разработаны и экспериментально апробированы методы диагностики и учета влияния среды на технические характеристики гидроакустических средств навигации и связи в условиях шельфа.

Разработан и изготовлен макет подводного телекоммуникационного комплекса. Комплекс обеспечивает передачу команд управления и информационных сигналов на удаленные подводные объекты и состоит из двух источников гидроакустических сигналов с устройствами формирования сигналов, двух приемных трактов, аппаратуры регистрации и записи данных, системы единого времени для излучающих и приемных систем, средств обработки и представления информации. Получены результаты по успешной апробации элементов комплекса в режиме передачи-приема сигналов и определения дистанции между корреспондирующими точками в условиях мелководной акватории и интенсивных шумов судоходства. При этом погрешность определения дистанции акустическим способом оказалась сопоставимой с точностью определения дистанции по коммерческим приборам системы GPS (рис. 6).



б)



Рис. 6. Источник связных и навигационных сигналов (а); приемная приставка для корреляционного анализа сигналов, выделения и отображения навигационной и связной информации (б)

a)

### 2. Экспериментальные и теоретические низкочастотных сейсмоакустических сигналов

### исследования распространения

#### Отв. исп. д.ф.-м.н. А.Н. Рутенко

Проведены экспериментальные И теоретические исследования особенностей распространения энергии низкочастотных импульсных и тональных сейсмоакустических сигналов на трассах, пересекающих м. Шульца (б. Витязь Японского моря). Измерения проведены с помощью цифровых радиогидроакустических буев, импульсного пневмоизлучателя и резонансного сейсмоизлучателя электромагнитного типа, установленного на берегу (рис. 7). Показана возможность натурных исследований и согласованного с ними численного моделирования акустических полей, формируемых в сложных геоакустических условиях, характерных для шельфовых зон с неоднородной береговой линией с выступающими скалистыми мысами и относительно глубокими бухтами. Опираясь на визуальные наблюдения пород, слагающих сухопутные участки, и результаты измерений скорости распространения энергии низкочастотных импульсов в приближении широкоугольных параболических уравнений для водного слоя и неоднородного дна, можно построить численные модели, расширяющие результаты натурных измерений на другие частоты и другие гидрологические условия.



Рис. 7. Карта района исследований с указанием точек излучения СИ (сейсмоизлучатель) т.1, т. 5 и приема ЦРБ-1, ЦРБ-2 (ЦРБ – акустический цифровой радиобуй) сейсмоакустических сигналов

### 3. Система сбора, обработки и хранения результатов измерений с применением поля дрейфующих радиогидроакустических буев (РГБ)

Отв. исп. к.ф.-м.н. О.С. Громашева

Разработан проект специализированной геоинформационной системы (ГИС) «ACPOSIT– BEKTOP» для сбора, обработки и хранения результатов измерений с применением поля дрейфующих радиогидроакустических буев (РГБ). Основой системы является объектноориентированная база данных (ООБД) океанографических измерений. Созданная база предоставляет максимально эффективное хранение и структуризацию данных экспериментов; оптимизацию процесса обработки результатов экспериментов; наглядное представление исходной информации эксперимента и его результатов. За счет эффективного доступа к массивам гидрологических данных в ООБД система дает возможность автоматизировать этап планирования эксперимента по исследованию шельфовой зоны океана акустическими методами.

На рис 8. приведена рабочая область, которая визуально разбита на озаглавленные блоки, каждый со своей функцией. Всего же разработанный проект состоит из 3-х ключевых модулей, которые тесно взаимосвязаны между собой и служат выполнению основной задачи системы.

ГИС позволяет хранить данные проведенных натурных исследований по гидрологии, сопоставить результаты измерений с географической точкой на полигоне, где проводился эксперимент. В системе предусмотрена возможность просмотра графика полученного профиля звука для каждого измерения отдельно. Она позволяет проводить аналитическое сопоставление результатов нескольких гидрологических исследований, выбранных по временным или географическим критериям.



Рис.8. Интерфейс объектно-ориентированной базы данных (а). Главное окно системы «ACPOSIT - BEKTOP» (б)

#### **4. Исследование когерентных свойств случайных акустических полей мелкого моря** *Руководитель д.ф.-м.н. В.А. Щуров*

Проведены теоретические И экспериментальные исследования сложных интерференционных акустических полей в условиях мелкого моря в диапазоне частот 10-800 Гц. Выявлены вихревые энергетические потоки крупномасштабного и локального характера, установлены механизмы их взаимодействия. Установлено, что в результате их взаимодействия локальный вихрь интенсивности разрушает вихревую структуру крупномасштабного вихря. Проведен теоретический анализ на основе представлений о монохроматических волновых полях и общих полевых векторных соотношениях (рис. 9).



Рис. 9. Пример взаимодействий двух вихрей. Плавное изменение фазы крупномасштабного вихря становится прерывистым в локальном вихре. 1 – фаза крупномасштабного вихря, 2 – фаза локального вихря

Разработана, создана и протестирована многоканальная векторная акустическая система для исследования сложных интерференционных полей (рис. 10). Система имеет 16 цифровых каналов и состоит из четырех комбинированных приемников, расположенных по углам квадрата со стороной 1,5 м. Данная система фиксирует движение вихря как в горизонтальном, так и в вертикальном перемещениях. Решен ряд сложных технических проблем (шумы обтекания, вибрация, устойчивость системы в вертикальной и горизонтальной плоскостях). Описаний подобных векторных приемных систем в научной литературе нет. Акустические векторные комбинированные системы подобного типа могут быть положены в разработку систем подводного мониторинга по обнаружению локальных малошумящих источников на значительном расстоянии.



Рис. 10. Измерительный модуль многоканальной векторной акустической системы

### 5. Экспериментальные, теоретические и численные методы исследования сильно нелинейных внутренних волн в прибрежной зоне приливного моря

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

Представлено экспериментальное доказательство нелинейного взаимодействия между внутренними волнами Кельвина полусуточной (или инерционной) частоты и случайными пульсациями фонового течения синоптического масштаба в прибрежной зоне Японского моря. Была зафиксирована интенсификация приливных и инерционных бароклинных течений пульсациями течения синоптического масштаба, т.е. обнаружен дополнительный канал передачи энергии из синоптического в мезомасштабный диапазон. С использованием теории слабо дисперсных нелинейных волн дана интерпретация полученных натурных данных (рис. 11).



Рис. 11. Район проведения эксперимента (а). Вариации горизонтальных компонент скорости на станции, обозначенной кружочком с точкой (б). Спектр вращательных движений по часовой стрелке, демонстрирующий передачу энергии из синоптического масштаба (фоновое течение) в мезомасштабный диапазон (внутреннее волнение), что характеризуется формированием в окрестности гармоник полусуточного прилива (выделены жирным черным цветом) суммарных и разностных частот (в)

### 6. Разработка теоретических моделей, акустических комплексов и изучение возможности нестационарной и нелинейной акустики для диагностики верхнего слоя моря

Руководитель д.ф.-м.н. В.А. Буланов

В рамках гомогенной модели сплошной среды разработан метод определения эффективных акустических параметров микронеоднородных жидкостей с различными фазовыми включениями (пузырьки, взвеси, центры кристаллизации, планктон и т.п.). Особенностью подхода являлся учет резонансных и релаксационных откликов включений на воздействие внешней силы, а также фазовых превращений. На основе разработанных методов нелинейного и нестационарного рассеяния звука получены новые данные по распределению пузырьков в приповерхностном слое моря и особенностям вертикальной структуры облаков пузырьков, вовлеченных в толщу воды при обрушении поверхностных волн. Установлена взаимосвязь распределения пузырьков по размерам, кавитационной прочности и параметра акустической нелинейности воды (рис. 12) на различных глубинах в море.

Выполнено моделирование распространения звука в шельфовых зонах дальневосточных морей, выполнен сравнительный анализ экспериментальных результатов по распространению звука с результатами численного моделирования в рамках параболического приближения и волноводной модели распространения звука. Проведено изучение адиабатического пространственно-частотного инварианта вдоль трасс с пересечением фронтов. Показано, что вблизи фронтов северо-западной части Тихого океана, как правило, нарушается инвариантность пространственно-частотной структуры.



Рис.12. Параметр акустической нелинейности є на различных частотах и концентрация газовых пузырьков V<sub>0</sub> в морской воде в зависимости от глубины

В результате экспериментальных исследований установлено, что кавитационная прочность морской воды существенно зависит от глубины в подповерхностном слое моря толщиной до 6 м, а затем зависимость от глубины выражена слабо. Полученные результаты по понижению кавитационной прочности морской воды в приповерхностном слое связаны с наличием газовых пузырьков, присутствующих в этом слое. Экспериментально обнаруженное понижение до 20 кПа кавитационной прочности воды в непосредственной близости от поверхности можно объяснить присутствием воздушных пузырьков с суммарной объемной концентрацией ~10<sup>-4</sup> (рис. 13).



Рис.13. Кавитационная прочность морской воды в зависимости от глубины

### 7. Разработка геоакустической модели земной коры с применением сейсмоакустических сигналов

Отв. исп.: чл.-корр. Г.И. Долгих, д.ф.-м.н. И.О. Ярощук

Проведены первые экспериментальные работы по изучению возможности использования береговых лазерных деформографов для регистрации сложных фазоманипулированных сигналов (М-последовательностей), создаваемых в воде низкочастотным гидроакустическим излучателем с несущей частотой 33 Гц в различных точках шельфа на выбранных трассах. Исследованы геоакустические инверсии в шельфовой зоне океана (Японское море), что позволяет восстанавливать структуры и акустических свойств земной коры. По полученным экспериментальным данным построена модель морской земной коры (рис. 14) зоны расположения низкочастотного гидроакустического излучателя, определены основные скорости упругих волн, распространяющихся по границам осадочного слоя нижне-среднего плейстоцена (QI-II), познеплейстоцено-голоценового возраста (QIII-IV) и полупространства, сложенного гранитоидами познепермского возраста (уР<sub>2</sub>): скорость звука в воде – 1500 м/с, скорость волны продольного типа в осадочном слое (Q<sub>III-IV</sub>) – 1740 м/с, скорость волны продольного типа в слое QI-II – 1880 м/с, скорость волны Лява – 3790 м/с, скорость волны Стоунли – 410 м/с, скорость незатухающей волны Релея на границе QIII-IV-вода – 900 м/с, скорость незатухающей волны Рэлея на границе уР<sub>2</sub>-вода – 1540 м/с, скорость затухающей волны Релея на границе Q<sub>III-IV</sub>-вода – 1890 м/с, скорость затухающей волны Рэлея на границах уР<sub>2</sub>-вода и уР<sub>2</sub>-воздух – 2970 м/с.



Рис.14. Геоакустическая модель земной коры в зоне расположения гидроакустического излучателя в районе МЭС «м. Шульца» (Японское море)

### 8. Разработка низкочастотных акустических методов высокоразрешающей медицинской диагностики дыхательной системы человека

Отв. исп.: д.ф.-м.н. В.И. Коренбаум, д.б.н. И.А. Почекутова

Выполнен анализ результатов эксперимента «МАРС-500» по мониторингу состояния дыхательной системы человека на основе анализа продолжительности трахеальных шумов форсированного выдоха (ФВ), осуществлявшийся совместно с ИМБП РАН в рамках договора о партнерстве над группой из 6 добровольцев-исследователей на протяжении 520 дней изоляции.

У большинства обследованных значимых изменений продолжительности трахеальных шумов ФВ (Та) в ходе эксперимента не наблюдалось. Однако у двух испытуемых выявлена значимая динамика этого акустического параметра. У одного из них выявлено увеличение продолжительности трахеальных шумов ФВ, которое может быть связано с манифестацией нарушений бронхиальной проходимости (рис. 15а). Целенаправленный опрос данного испытуемого подтвердил эпизоды дыхательного дискомфорта в период изоляции. У другого обследуемого обнаружено изолированное укорочение продолжительности трахеальных шумов ФВ (рис. 15б), которое может быть связано с наблюдавшимся у него временным снижением психоэмоционального фона (недостаточное усилие при выполнении маневра ФВ). Последний тип динамики расценен нами как адаптационный.



Рис. 15. Варианты динамики продолжительности трахеальных шумов ФВ (Та) в ходе эксперимента: а) адаптационная динамика, б) манифестация нарушений бронхиальной проходимости

Анализ динамики продолжительности трахеальных шумов ФВ у испытателей программы «MAPC-500» в период модельной изоляции показал себя достаточно чувствительным инструментом выявления изменений вентиляционной функции легких, что, вероятно, позволит использовать этот простой метод для мониторинга состояния дыхательной системы человека в ходе космических экспедиций.

## 8. Разработка методов акустической оценки потоков метана в водную толщу и атмосферу, адаптированных к условиям реальных зон разгрузки метана в морях Дальнего Востока и восточной Арктики

### 8.1. Экспедиционные исследования газовых факелом метана в море

#### Отв. исп. к.ф.-м.н. А.С. Саломатин

В Охотском море во время экспедиции на НИС «Академик М.А. Лаврентьев» у восточного склона острова Сахалин зарегистрированы восемь новых газовых факела (ГФ) и 24 новых ГФ в Татарском проливе у западного склона острова Сахалин. В Татарском проливе найдена новая область мелководных ГФ протяженностью около 40 километров. Подробно исследован глубоководный (2200 м глубины) ГФ в Охотском море у западного склона Курильской котловины (рис. 16). Выполнена серия регистраций ГФ на ходу судна при различных курсах и в дрейфе на станциях. По наклону оси ГФ на разных курсах выполнена оценка средней скорости придонного слоя воды толщиной 1,5 км, которая составила 10 см/с в юго-юго-восточном направлении.



Рис.16. Эхограммы шести галсов через глубоководный газовый факел в Курильской котоловине

Создан макет автономного портативного комплекса (на основе эхолота для научных исследований Simrad EK-15) для работы в условиях мелководья. С его помощью в море Лаптевых с борта маломерного судна и с надувной лодки были зарегистрированы 18 новых ГФ, 17 из них, впервые, обнаружены в Ивашкиной лагуне (полуостров Быковский) на глубинах 1,5 – 3 м. Обнаруженная в лагуне область разгрузки метана расположена в ее северо-восточной части и имеет площадь около 70000 м<sup>2</sup>.

### 8.2. Экспериментальные исследования образования газогидратов

### Отв. исп. к.ф.-.м.н. В.И. Юсупов

Подготовлен макет для проведения экспериментов со всплывающими пузырьками метана (рис. 17). Макет представляет собой мобильную, компактную мини-лабораторию и предназначен для проведения исследований в широком диапазоне температур и давлений, например, для исследования образования газогидратной корки на поверхности пузырьков метана. Диапазон возможных давлений в цилиндрической камере высокого давления из монокристалла сапфира 1 – 100 атмосфер, диапазон температур в камере высокого давления 0 - +15 С.



*Рис. 17. Вид охлаждаемой ячейки из монокристалла сапфира (а). Пузырек метана, выходящий из сопла в воду в условиях стабильности газогидрата метана (б)* 

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

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

1. Исследование гравитационного поля Земли как источника информации о глубинном строении и геодинамическом состоянии геосфер

Руководитель д.г.-м.н. Р.Г. Кулинич

1.1. Изучение гравитационного и магнитного аномального поля, как источника информации о глубинной структуре, вещественном составе и геодинамическом состоянии региональной тектоносферы

Отв. исп. к.г.-м.н. М.Г. Валитов

На основе анализа данных мониторинга временных вариаций силы тяжести и GPSнаблюдений, выполненных сотрудниками ТОИ ДВО РАН, Института нефтегазовой геологии и геофизики и Института автоматики и электрометрии СО РАН на МЭС ТОИ ДВО РАН «м. Шульца» в период до и после катастрофического землетрясения Тохоку-Оки (Япония, 11.03.2011 г.), установлено изменение силы тяжести на 5,1 мкГал (10<sup>-8</sup>м/с<sup>2</sup>), что соответствует опусканию данного участка на 17 мм. Этот эффект рассматривается как следствие указанного землетрясения (рис. 18).



Рис. 18. Положение пункта мониторинга (звездочка). Стрелка показывает расчетное опускание пункта на 17 мм

По результатам мониторинга приливных вариаций силы тяжести на стационарном гравиметрическом пункте МЭС «м. Шульца» с использованием гравиметра gPhone N 111, (Micro-g LaCoste, USA) определен широкий спектр приливных циклов и рассчитаны новые

значения амплитудного δ-фактора и фазовой задержки α основных суточных, полусуточных и третьсуточных приливных волн (O<sub>1</sub>, M<sub>1</sub>, P<sub>1</sub>S<sub>1</sub>, K<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>); впервые для данного пункта сделана оценка этих характеристик для длиннопериодных волн (M<sub>м</sub>, M<sub>f</sub>, MT<sub>m</sub>, puc. 19).



Рис. 19. Спектр приливных вариаций силы тяжести, полученный в 2012–2013 гг.

### 1.2. Строение земной коры в зоне деструкции Центральных Курил

Отв. исп.: д.г.-м.н. Р.Г. Кулинич, к.г.-м.н. М.Г. Валитов

Выполнено структурно-плотностное моделирование земной коры по профилю, проходящему вдоль океанического склона центральной части Курильской островной дуги, вкрест простирания зоны деструкции, выявленной здесь ранее. Структурной опорой для моделирования послужили данные сейсмического зондирования, выполненного в этом районе предшествующими исследованиями. Полученная структурно-плотностная модель (рис. 20) демонстрирует подъем мантийных и нижнекоровых базитовых масс в зоне разрушения подводного хребта Витязя. Это свидетельствует о связи деструктивных процессов и формирования наложенной структуры рифтогенного типа с особенностями глубинной геодинамики этого района.



Рис. 20. Структурно-плотностная модель зоны деструкции Центральных Курил. Цифрами обозначены значения плотности геологической среды (г/см<sup>3</sup>). Вверху – график аномалии силы тяжести (в свободном воздухе)

1.3. Механико-математическое исследование глубинных аномальных особенностей распределения напряженно-деформированного состояния тектоносферы в зоне перехода «континент-океан»

Отв. исп. к.ф.-м.н. Е.Б. Осипова

В рамках линеаризованной теории упругой устойчивости выполнено механикоматематическое исследование возможного поля распределения напряжений и деформаций трехслойного земного шара в поле силы тяжести для упругого потенциала Мурнагана. На этой основе сделан расчет полей напряженно-деформированного состояния земной коры в районе Центральных Курил. Установлено, что напряженио-деформированное состояние земной коры этого района создается касательными напряжениями преимущественно северозападного направления с разным градиентом напряжений и разным потенциалом деформирования в равных условиях. Активные зоны потенциального деформирования расположены на глубине 20 км. Указанные зоны при внешнем тектоническом воздействии должны испытывать разные перераспределения напряжений и деформацию (рис. 21).



Рис. 21. Векторное поле градиентов интенсивности деформаций Центральных Курил на глубине 20 км. Штриховыми линиями обозначены границы зоны деструкции подводного хребта Витязя

2. Исследование электропроводящей структуры геосфер дальневосточных морей и континентального обрамления, её связей с тектоникой, геодинамикой, расположением месторождений полезных ископаемых

Руководитель к.г.-м.н. В.М. Никифоров

## 2.1. Мониторинг вариаций естественного электрического напряжения на подводных кабелях связи «Japan Sea Cable» и «Russia–Japan–Korea»

Отв. исп.: С.С. Старжинский, к.г.-м.н. В.М. Никифоров

Выполнен совместный анализ многолетних наблюдений вариаций естественного электрического напряжения на концах подводного телекоммуникационного кабеля связи «Japan Sea Cable» и вариаций геомагнитного поля на обсерваториях Япономорского региона и на околоземной орбите (по данным спутника СНАМР). Выделена 210-дневная вариация электрического напряжения, которая коррелируется только с аналогичной вариацией в

остаточном магнитном поле на околоземной орбите. Анализ указанных вариаций позволяет предполагать, что их источником являются планетарные морские приливные течения, вызываемые гравитационным взаимодействием Земли и Луны в процессе движения их барицентра по орбите вокруг Солнца. На основании данных мониторинга удалось впервые зарегистрировать вариацию электрического напряжения, вызванную прохождением сейсмического возмущения от катастрофического землетрясения 11 марта 2011 года у северовосточного побережья о. Хонсю (рис. 22, 23). Исследуя локализацию запаздывающего возмущения в магнитном поле, сделан вывод о значительном вкладе в вариацию от источника в земной коре.





Рис. 22. Электрические (а), (б) и сейсмические (в) возмущения, вызванные землетрясением и записанные на кабеле RJK и обсерватории «Владивосток»: участок исходной записи вариации электрического напряжения на кабеле(1), (2) – после полосовой фильтрации с полосой пропускания 0,003–0,3 Гц. Вариация электрического напряжения в полосе частот 0,01–0,5 Гц (б) и исходная запись широтной составляющей скорости смещения среды на обсерватории «Владивосток» (в)

Рис. 23. Отфильтрованные широтная составляющая скорости сейсмического возмущения, вариация электрического напряжения на кабеле и три компоненты геомагнитной вариации на пункте ТОИ ДВО РАН

*EQ* – момент начала землетрясения

### 2.2. Изучение флюидодинамического режима зоны сочленения Центральной котловины Японского моря с прилегающим континентом

Отв. исп.: к.г.-м.н. В.М. Никифоров, д.г.-м.н. Р.Г. Кулинич, к.г.-м.н. М.Г. Валитов, к.т.н. И.В. Дмитриев

По результатам совместного анализа данных глубинного электромагнитного зондирования, гравиметрии, термометрии с учётом результатов глубинного сейсмического зондирования, термодинамики и петрофизики построена флюидодинамическая модель литосферы в зоне сочленения Центральной котловины Японского моря с прилегающим континентом (рис. 24). Выявлено, что при переходе через границу континент – окраинное море резко меняется не только структура, вещественный состав и температурный разрез земной коры, но и характер переноса глубинных газов H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O. Проходя через кору континентального или океанического типов они различным образом преобразуют её. Вещественный состав и термодинамический режим континентальной коры благоприятствует генерации воды и графита за счёт глубинных газов в двух интервалах: вблизи границы Мохо и вблизи границы Конрада. В океанической коре условия способствуют образованию воды и графита только в её нижней части, в интервалах глубин 10-15 км, где она находится в надкритическом состоянии. Эти особенности флюидного режима существенным образом влияют на тектоническую активность, сейсмичность, специализацию полезных ископаемых.



*Рис.* 24. Структурно-вещественный разрез и термо-флюидодинамика земной коры в верхней мантии в зоне сочленения континента и окраинного моря.

1 – сиалический слой; 2 – вулканогенно-осадочные образования; 3 – базальтовый слой (к – кровля слоя, n - подошва слоя); 4 – верхнемантийные образования; 5 – зоны, допускающие развитие графитизации и гидратации; 6 – зона гидратации основных пород; 7 – зоны допускающие наличие несвязанной воды. Цифрами показаны: 1 – граница возможного накопления углерода по реакции Будуара  $2CO = C + CO_2$ ; 2 – граница по реакции  $CO_2 + 2H_2 = C + 2H_2O$ ; 3 – граница по реакции  $CO_2 + CH_4 = 2C + 2H_2O$ 

### 2.3. Изучение геоэлектрических характеристик трещиноватых геологических комплексов как потенциальных резервуаров для нефтегазовых залежей

Отв. исп.: к.г.-м.н. В.М. Никифоров, к.т.н. И.В. Дмитриев, к.т.н. Г.Н. Шкабарня

По результатам впервые проведенных в заливе Бакбо (Южно-Китайское море) магнитотеллурических исследований, направленных на изучение глубинного строения и потенциально нефтегазоносных трещиноватых геологических комплексов, установлена общая структура тектоносферы, положение проницаемых зон и основные пути миграции глубинного вещества региона (рис. 25). Прослежен регионально развитый анизотропно-проводящий разуплотнённый слой мощностью до 5 км, сложенный разновозрастными гетерогенными по составу породами промежуточного фундамента. Выявлено слоисто-блоковое строение литосферы и астеносферы. Установлено глубинное заложение разломной зоны реки Красная. Обоснованно существование крутонаклоненных электропроводящих флюидонасыщенных разломных зон, что локализующих положения потоков глубинных газов, среди которых присутствует H<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>.

Наличие регионально развитого комплекса трещиноватых пород промежуточного фундамента является фактором, благоприятствующим накоплению углеводородов, что значительно увеличивает нефтегазовый ресурс региона. Кроме того, пространственная корреляция выделенных региональных анизотропно-проводящих слоев с известными отложений бассейна Бейбуван подтверждает представление о контроле местоположений углеводородов глубинными структурами.



Рис. 25. Геоэлектрическая модель тектоносферы северной части зал. Бакбо (Южно-Китайское море). 1 – анизотропнопроводящие образования литосферы; 2 – геоэлектрические границы; 3 – разломы; 4 – пункты МТЗ; 5 – номера литосферных проницаемых зон;

6 – осадочный чехол

### 2.4. Изучение аномального геомагнитного поля и его источников в северно-западной части зал. Петра Великого

#### Отв. исп. к.г.-м.н. Е.А. Бессонова

По результатам крупномасштабной гидромагнитной съемки в зал. Петра Великого (Японское море), наземных съемок на островах и измерений магнитной восприимчивости пород широкого петрографического диапазона выявлена прямая связь магнитных аномалий с вторично намагниченными породами, которые коррелируют с участками высоких концентраций метана в придонном слое. Показано, что на величину намагниченности пород существенное влияние оказывают вторичные гидротермально-метасоматические и гипергенные процессы, которые стимулируют образования метана в придонном слое осадков. Этот вывод позволяет понять природу высоких концентраций метана в донных осадках залива Петра Великого (рис. 26).



Рис. 26. Аномальное магнитное поле Амурского залива М 1: 200000

### Тема: «СОСТОЯНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ И СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА В СВЯЗИ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ И АНТРОПОГЕННЫМИВОЗДЕЙСТВИЯМИ»

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

#### 1. Комплексные океанологические исследования

Руководитель к.г.н. В.Б.Лобанов

### 1.1 Исследование разномасштабной изменчивости океанологических полей, механизмов формирования устойчивых режимов и климатических аномалий

Отв. исп. к.ф.-м.н. В.И.Пономарев

Выполнена пространственно-временная классификация Тихого океана к северу от параллели 30° ю. ш. для зональной составляющей напряжения ветра и завихренности напряжения ветра (на высоте 10 м над уровнем моря), интенсивности осадков, скрытых потоков тепла за холодный и теплые периоды методом «Fuzzy c-means» через главные компоненты (PCA) по среднемесячным временным рядам NCEP/NCAP реанализа. Выявлены особые области океана с присущей им геометрией и характером изменчивости статистических связей. Установлены степени различия и сходства между ними, получены интегрированные характеристики, исследовано взаимовлияние выделенных зон океана.

С использованием спутниковой информации получены новые сведения о распределении вертикальных потоков явного и скрытого тепла с поверхности Японского моря в атмосферу за период с 1988 по 2007 гг. (рис. 27). Показано, что на значительной площади моря, в отличие от энергоактивной зоны течения Куросио, поток явного тепла превышает поток скрытого тепла в зимний сезон каждого года, что обусловлено регулярными вторжениями холодных воздушных масс с континента. Повторяемость, продолжительность и интенсивность зимних вторжений определяют величины потоков тепла из моря в атмосферу, достигающих максимума, как правило, в январе. Абсолютный максимум потока явного тепла за рассматриваемый период отмечался в зал. Петра Великого и прилегающей части глубокого моря в январе экстремально холодной зимы 2001 г., когда в этом районе моря по данным судовых измерений наблюдались интенсивная вентиляция и формирование новых донных вод Японской котловины.



Рис. 27. Турбулентные потоки  $(Bm/m^2)$  явного S (а, г), скрытого LE (б, д) и суммарного S + LE (в, е) тепла, осредненные за аномально теплую зиму (1997-1998 г., верхний ряд) и экстремально суровую зиму (2000-2001 г., нижний ряд)

### **1.2 Параметры подповерхностных и промежуточных вод Охотского и Берингова морей** Отв. исп. д.г.н. В.А. Лучин

Получено пространственное распределение глубины положения верхней и нижней границы подповерхностных (холодный подповерхностный слой) и промежуточных вод Охотского и Берингова морей (рис. 28, 29). Представленные результаты основаны на всех доступных данных глубоководных океанографических наблюдений. В Охотском море использованы два массива данных, первый из которых включает данные за май-июль от поверхности до горизонта 290 м (48 768 станций, выполненных с 1932 по 2009 гг.), а второй – данные за январь-декабрь от горизонта 300 м до дна (27 413 станций, выполненных с 1933 по 2009 гг.). В Беринговом море также использованы два массива данных. В первый массив включены данные за май-июль в слое 0-400 м (50 674 станции за период с 1930 по 2009 гг.). Во второй массив вошли данные за январь-декабрь от горизонта 410 м до дна (20 998 станций, выполненных с 1932 по 2012 гг.). Выделение границ основано на анализе распределения вертикальных градиентов температуры и солености, являющихся простыми и корректными индикаторами для определения положения водных масс Охотского и Берингова морей.



Рис. 28. Положение границ подповерхностных и промежуточных вод Охотского моря (в метрах); (а – верхняя граница подповерхностных вод; б – нижняя граница подповерхностных вод; в - нижняя граница промежуточных вод)



Рис. 29. Положение границ подповерхностных и промежуточных вод Берингова моря (в метрах); (а – верхняя граница подповерхностных вод; б – нижняя граница подповерхностных вод; в – нижняя граница промежуточных вод)

### 1.3 Сезонные схемы циркуляции вод Курильской островной дуги

Отв. исп. к.г.н. Г.А. Власова

На основе численного моделирования впервые рассчитана сезонная изменчивость циркуляции поверхностных вод и в слое 0-200 м под воздействием северо-западного типа атмосферных процессов (по классификации А.М. Поляковой) в районе Южных Курил (многосвязная область). Проанализирована роль синоптических изменений в формировании гидродинамического режима вод. Определены общие закономерности и региональные особенности сезонной пространственно-временной изменчивости циркуляции вод, представлены новые локальные особенности механизма формирования сезонного водообмена в проливах южной части Курильской дуги под влиянием барических образований. Показана четкая географическая ориентация гидродинамических структур в поверхностном слое и в слое 0-200 м (рис. 30).



Рис. 30. Циркуляция вод в поверхностном слое вод в районе Южных Курил при северо-западном типе синоптических процессов за период с1927 по 1994 г. в январе-июне (а), в июле-декабре (б)

### **1.4. Особенности гидрофиических характеристик вод Курильской островной дуги** Отв. исп.: к.г.н. В.В.Мороз, к.г.н. Н.И.Рудых

На основе материалов информационной базы данных ТОИ ДВО РАН (http://pacificinfo.ru/) изучено влияние приливных явлений на формирование особенностей гидрофизических

характеристик вод в районе Курильской островной гряды. Установлено, что приливные течения и колебания уровня имеют региональные особенности в проливах Курильской гряды. Из-за пространственной изменчивости скоростей приливных течений, связанной с трением приливного потока о дно и берега проливов, их взаимодействия с постоянными течениями и между собой в проливах наблюдается фронтогенез, генерируются вихри различного масштаба (рис. 31, а). Данные процессы приводят не только к образованию в проливах гряды трансформированной (Курильской) разновидности водных масс (рис. 31 б), но также играют важную роль в формировании неоднородностей структуры вод. Происходит образование интрузий вод различного происхождения и линзообразных ядер в слое минимума температуры или холодном промежуточном слое (ХПС); наблюдается присутствие вторичных более глубоких локализованных минимумов температуры (рис. 31 в, г). Наличие таких локализованных областей выявлено и в поле минимума скорости звука – зоне подводного звукового канала (ПЗК), соответствующему ядру ХПС. Показано, что формирование локализованных трехмерных ПЗК в зоне Курильской гряды предопределяется особенностями региональной структуры вод, а именно, формированием неоднородностей в ХПС.



Рис. 31. Вихревая структура поля поверхностной температуры по спутниковым ИКизображениям (а); схема структуры вод море-пролив-океан в Курильских проливах летом (б); профили температуры в основных проливах гряды (в); трансформация поля температуры в приливном цикле на разрезе через пролив Крузенитерна при полной (ПВ) и малой (MB) воде (г)

### 1.5. Оценка механизмов формирования минимума солености сезонного масштаба в Японском море и зоне субарктического фронта Тихого океана

Отв. исп. к.г.н. В.А. Соснин

Показано, что появление и исчезновение минимума солености на подповерхностных и промежуточных глубинах в северной части Тихого океана связано с изменчивостью баланса между осадками и испарением на различных масштабах времени (синоптическом, сезонном, долгопериодном). В сухой сезон происходит рост солености. При этом на поверхности ее увеличение происходит быстрее, чем на подповерхностных глубинах, где значения солености абсолютной оказываются меньше по величине. что приводит к формированию подповерхностного минимума (рис. 32). Исчезновение минимума связано с распреснением поверхности во влажный сезон. Сезонная смена знака баланса приводит к образованию сезонного минимума солености на границе климатических зон. В субарктической зоне приповерхностный минимум солености существует короткое время. В широтной полосе 41-46° с.ш. он наблюдается в течение сезона (рис. 33).



Рис. 32. Внутригодовая изменчивость солености в Тихом океане между 160° в.д. и 160° з.д.



Рис. 33. Область существования сезонного минимума солености (заштриховано). 1 – южная граница структуры вод без минимума солености; 2 – северная граница вод с минимумом солености; 3 – минимум солености в субарктической зоне

#### 1.6. Всезонная изменчивость уровня и ТПО Японского моря

Отв. исп.: к.ф.-м.н.О.О. Трусенкова, к.г.н. Д.Д. Каплуненко

По данным спутниковой альтиметрии впервые выявлен набор периодичностей, на которых происходит противофазное усиление и ослабление переноса тепла от Корейского пролива на север к российским берегам в западной и восточной частях Японского моря: это полугодовой, годовой, квазидвухлетний и 5-6-летний (рис. 34).



Рис .34. Противофазные колебания уровня Японского моря: пространственное распределение (а, см) и характерные масштабы изменчивости, основанные на вейвлет-спектрах временных функций, рассчитанных по аномалиям (б) и скорости изменения (в) уровня

На акватории Японского моря зарегистрированы колебания температуры его поверхности, наиболее интенсивные в июле – сентябре, средние периоды которых составляют 90, 65–70 и 105–110 дней в центральной и северной частях моря и в районе, прилегающем к побережью Приморья и КНДР, соответственно. Впервые установлено, что высокочастотная часть спектров (с периодами от 15 до 35 суток) аппроксимируется степенными функциями с наклонами, характерными для двумерной турбулентности (рис. 35).


Рис. 35. Осредненные по времени вейвлет-спектры, характеризующие короткопериодные аномалии температуры поверхности центральной (1), северной части (2) Японского моря и района, прилегающего к побережью Приморья и КНДР (3); показаны периоды (дни) спектральных максимумов

#### 1.7. Межгодовая изменчивость характеристик донных вод Японского моря

Отв. исп. к.г.н. В.Б. Лобанов

Для оценки межгодовых изменений характеристик придонных вод выполнен анализ результатов высокоточных СТД-измерений в придонном слое вод Центральной котловины Японского моря в экспедициях ТОИ ДВО РАН в период с 1995 по 2012 г. Значения потенциальной температуры воды, полученные в каждой из 18 экспедиций, были осреднены по однородному адиабатическому слою (около 1000 м над дном) в районе 38-44° с.ш. и 131-137° в.д. В межгодовом ходе изменения температуры придонного слоя вод заметна тенденция роста температуры воды со средней скоростью 0,0018 °С/год за рассмотренные 17 лет, которая была прервана вентиляцией придонного слоя аномально холодной зимой 2000-2001 г. (рис. 36).



Рис. 36. Межгодовые изменения температуры (°С) придонных вод Центральной котловины Японского моря

Анализ всех имеющихся данных показывает изменение температуры придонных вод с 0,002 °С (по наблюдениям ИО РАН на НИС «Витязь» 1950-х годов) до 0,040 °С в 1992 г. (по наблюдениям ТОИ ДВО РАН). Это соответствует средней скорости 0,0009 °С/год, что в два раза меньше наблюдаемой в настоящее время. Однако можно предположить, что тенденция потепления, отмечавшаяся с 1950-х годов. также прерывалась вентиляционными событиями, аналогичными 2000-2001 г. или более интенсивными. Между тем, ежегодные наблюдения характеристик придонного слоя вод в глубоководных котловинах Японского моря, проводящиеся ТОИ ДВО РАН, Японским метеорологическим агентством и другими организациями, не зафиксировали какого-либо сигнала вентиляции донных вод после зимы 2001 г.

#### **1.8. Оценки параметров синоптической и мезомасштабной динамики вод Японского моря** Отв. исп. к.ф.-м.н. В.И .Пономарев

Выполнен анализ результатов численных экспериментов и данных буев «Арго», дрейфующих на глубине около 800м. Показано, что, как на периферии Центральной котловины Японского моря, так и в наиболее глубокой ее части наряду с антициклоническими вихрями образуется примерно такое же количество циклонических вихрей синоптического масштаба, хорошо выраженных и в главном пикноклине, и в глубинных слоях моря. Горизонтальный масштаб циклонических вихрей, обнаруженных в глубинных слоях моря, уменьшается от придонного слоя котловины к верхним слоям моря. При сезонном и годовом осреднении скоростей течения выделяются квазистационарные циклонические вихри и круговороты, расположенные в отдельных районах котловины (рис. 37).



Рис. 37. Скорость течения на горизонте 25 м и вихревая структура течений синоптического масштаба. Отмечена область уменьшения скорости Приморского течения после его отрыва от материкового склона

### 1.9. Структура и динамики вод в области шельфа и континентального склона Японского моря в зимний период

#### Отв. исп. к.г.н. В.Б. Лобанов

По результатам экспедиций на НИС "Профессор Гагаринский» и НИС «Академик Опарин" в периоды с февраля по апрель 2012 г. и с декабря 2012 г. по апреля 2013 г. в районе кромки шельфа и континентального склона залива Петра Великого с использованием автономных измерительных станций впервые удалось получить пространственную картину каскадинга на склоне зал. Петра Великого, получить характеристики вод, участвующих в конвективных процессах, и определяющих вентиляцию глубинных слоев Японского моря, подтвердить существенную межгодовую изменчивость этого процесса. Установлено, что интрузии скатывающихся с шельфа вод, отличающиеся пониженными значениями температуры и солености и повышенным содержанием растворенного кислорода, проникают в слои промежуточных, глубинных и донных вод Японского моря и прослеживаются до горизонтов 2000-2200 м (рис. 38).



Рис. 38. Вертикальные профили потенциальной температуры (а), солености (б) и содержания растворенного кислорода (в) в области континентального склона залива Петра Великого в период февраль-апрель 2012 г. Цветом показаны типичные профили, полученные в период съемок 8 февраля (ст. 17, зеленый), 1 марта (ст. 39, синий) и 15 марта (ст. 64, красный)

#### **1.10. Особенности структуры и динамики вод северо-восточного шельфа Охотского моря** Отв. исп.: к.г.н. И.Д. Жабин, к.г.н. В. А. Дубина

По данным спутникового дистанционного зондирования и прямых инструментальных наблюдений исследованы структурообразующие процессы, которые оказывают влияние на биопродуктивность шельфовой зоны Охотского моря. Установлены главные особенности структуры и динамики вод северо-восточного шельфа Охотского моря. Уточнено положение и рассмотрена сезонная изменчивость фронтов приливного перемешивания в заливе Шелихова. На основе анализа спутниковых данных высокого разрешения исследованы динамические процессы на фронтах приливного перемешивания. Установлено, что мезомасштабные бароклинные вихри определяют трансфронтальный обмен свойствами между продуктивными водами зон интенсивного приливного перемешивания и соседними участками шельфовой зоны (рис. 39). Фронтальные мезомасштабные бароклинные вихри оказывают существенное влияние на термическую структуру вод и биомассу фитопланктона на северо-восточном шельфе моря.

Проанализированы данные, полученных в ходе комплексных экспедиций ДВО РАН, рассмотрены гидрологические процессы в эстуарии реки Амур. Исследована изменчивость поля солености и положение стоковых и эстуарийных фронтов в различные фазы гидрологического цикла реки (рис. 40). Установлены особенности структуры вод Амурского лимана. Показано, что на распределение речного стока между Японским и Охотским морями существенно влияют ветровые условия. Получены количественные оценки роли физических и биогеохимических факторов, контролирующих биогеохимический цикл железа в зоне влияния стока реки Амур.



Рис. 39. Изображение Ямской зоны интенсивного приливного перемешивания на северо-восточном шельфе Охотского моря в тепловом диапазоне спектра (Landsat-5 TM), полученное 27 сентября 2007 г. Холодным водам соответствует темный тон изображения, теплым водам – светлый



Рис. 40. Стоковые фронты, определяемые по контрастам мутности (видимый диапазон, спектрорадиометр MODIS ИСЗ Адиа) в Сахалинском заливе Охотского моря (а-22 сентября 2013 г.) и в Татарском проливе Японского моря (б - 30 сентября 2013 г.). Спутниковые изображения получены в период экстремально высокого летне-осеннего паводка 2013 г.

### 1.11. Механизм формирования антициклонического вихря в Сахалинском заливе (Охотское море)

#### Отв. исп.: д.г.н. К.А. Рогачев, к.г.н. Н.В. Шлык

Данные радиометра AVHRR с пространственным разрешением 1,1 км (спутники серии NOAA), а также радиометра MODIS с разрешением 250 метров (спутники Aqua и Terra) использованы для определения характеристик антициклонического вихря в Сахалинском заливе. Спутниковые наблюдения указывают на регулярное формирование антициклонического вихря в Сахалинском заливе в тёплое время года (рис. 41). Рассмотрен новый механизм формирования антициклонического вихря в заливе. Наша гипотеза предполагает, что особенность батиметрии залива создаёт асимметрию в динамике вод. Простая аналитическая

модель прибрежных течений на шельфе, учитывающая реальную батиметрию, позволяет определить реакцию прибрежных вод на воздействие ветра. Батиметрия залива включает ложбину с глубиной до 50 м в его восточной части и широкий шельф с глубинами около 20 м у западного берега. Поперечная компонента скорости при южном ветре в этой ложбине направлена в залив и в противоположную сторону в его мелкой части. Антициклонический вихрь формируется под действием южного ветра, характерного для региона в теплое время года.



Рис. 41. Антициклонический вихрь в Сахалинском заливе на спутниковом инфракрасном изображении

### 1.12. Изменчивость гидрометеорологических условий у российского побережья Японского моря

Отв. исп. к.г.н. Л.А. Гайко

По данным наблюдений на прибрежных гидрометеорологических станциях (ГМС), расположенных в зал. Петра Великого (Посьет, Владивосток и Находка), выполнено сравнение годового хода температуры воды и температуры воздуха в 2011 и 2012 гг. между собой и со средними многолетними данными (осреднение за 2001-2010 гг.). На ГМС Посьет и Владивосток температура воды в 2011 г. была ниже, чем за предшествующее десятилетие, кроме трех летних месяцев (июль-сентябрь) в Посьете и зимних (февраль-март) во Владивостоке, а на ГМС Находка, наоборот, выше, за исключением осенних месяцев (октябрь-декабрь). Температура воздуха на всех станциях была выше в феврале, июле, августе, октябре и ноябре, а во Владивостоке – в марте, апреле, июне и сентябре.

В 2012 г. на всех станциях температура воды была выше средней с сентября по декабрь, а воздуха – на ГМС Владивосток с марта по ноябрь, а на ГМС Посьет и Находка – в июле, сентябре и ноябре. При сравнении температуры воды и воздуха в 2011 и 2012 гг. отмечается сдвиг в ходе температуры воды и воздуха на станциях (рис. 42).



Рис. 42. Годовой ход температуры воды (а) и воздуха (б) в 2011 (1) и в 2012 г. (2) на ГМС зал. Петра Великого

#### **1.13. Оценка турбулентных потоков тепла, импульса и энергии в прибрежной зоне** Отв. исп. д.ф.-м.н. В.В. Навроцкий

Выполнено моделирование генерации внутренних волн приливными движениями над континентальным склоном. Показано, что вторая вертикальная мода образуется, как правило, вблизи границы шельфа. При одноступенчатом термоклине она быстро затухает по мере удаления от границы шельфа. При типичном для япономорского шельфа двухступенчатом термоклине вторая мода преобладает вблизи границы шельфа и сохраняется вплоть до разрушения на мелководье. Такая структура внутренних волн облегчает процесс вертикального перемешивания и переноса примесей в шельфовой зоне моря (рис. 43).



Рис. 43. Вертикальные потоки энергии горизонтальных составляющих течений на разных горизонтах. На придонном горизонте они того же порядка, что и в верхнем перемешанном слое

#### 1.14. Характеристика распределения искусственных и естественных радионуклидов H-3, Be-7, Cs-134 Cs-137, Co-60 в ДВ морях и северо-западной части Тихого океана

Отв. исп. к.г.н. В.А. Горячев

Завершены измерения радиоактивности в пробах морской воды и биологических образцах, отобранных в период с 12 июня по 10 июля 2012 г. в 56-м рейсе НИС «Профессор Гагаринский». Результаты измерения радиоактивности проб глубинных вод показали, что спустя 16 месяцев после аварии <sup>134</sup>Cs (явный признак присутствия аварийных радионуклидов) распространился до глубины около 500 м. Его присутствие обнаружено на станциях, выполненных в районе фронтальной зоны Куросио-Ойясио (рис. 44, 45).

В биологических образцах, кроме осколочных продуктов деления ядерного топлива <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, обнаружен радиоактивный изотоп серебра <sup>110m</sup>Ag – продукт нейтронной активации стабильного изотопа серебра <sup>109</sup>Ag, входящего в состав конструкционных материалов некоторых деталей реактора. Концентрация этого изотопа во внутренних органах кальмаров, рыб превосходят концентрацию <sup>134</sup>Cs и <sup>137</sup>Cs, что связано с присутствием в их рационе зоопланктона, загрязненного этим изотопом. Содержание радиоизотопов цезия и серебра в исследованных биологических образцах значительно ниже предельных величин, принятых как в России, так и в Японии.



Рис. 44. Температура на разрезе (вверху) и концентрация <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs в поверхностном слое (внизу) в северо-западной части Тихого океана в начале июля 2012 г.



Рис. 45. Вертикальные профили концентраций <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs в северозападной части Тихого океана в начале июля 2012 г.

#### **1.15. Исследование причин возникновения мегациклонов в северной части Тихого океана** Отв. исп. к.г.н. А.М.Полякова

Впервые собран и проанализирован материал о появлении и развитии мегациклонов в северной части Тихого океана за период 1897-2013 гг. Под «мегациклоном» понимается циклон, который имеют глубину 949 гПа и ниже, а радиус его действия больше 20° меридиана. С 1897 по 2010 гг. мегациклоны в указанном регионе не наблюдались. Первый и единственный мегациклон на исследуемой акватории был зарегистрирован в 2011 г., два – в 2012 г. и один –в 2013 г. Образование мегациклона происходит в результате вхождения молодого циклона, которой следует от Японских о-вов на северо-восток в океан, в уже существующий «старый» и развивает его до состояния мегациклона. При возникновении мегациклонов сибирский антициклон получает исключительное развитие (до 1040 гПа и более) и распространяется на юг вплоть до южных районов Китая.

## 1.16. Оценка пространственно-временной изменчивости ледовых условий на акваториях морей Восточной Арктики и северо-западной части Тихого океана на основании дополненных специализированных массивов ледовой информации

Отв. исп. д.г.н. В.В. Плотников

Получены статистически обеспеченные оценки сплоченности льда. Исследованана пространственная структура изменчивости ледяного покрова в зал. Петра Великого на основе созданного архива данных сплоченности льда за многолетний период. Анализ пространственных составляющих (собственных векторов поля сплоченности льда) показывает наличие трёх очагов, определяющих особенности пространственно-временной структуры ледяного покрова в зал. Петра Великого: Уссурийский залив, прибрежная область к западу от него и залив Восток (рис. 46).

Проведено районирование Берингова моря по характеру распределения сплоченности и толщины льда, а также по вкладу в эти распределения процессов торошения. Показано, что в любом периоде эволюции ледяного покрова доминирует только одна из градаций толщин льда. Отмечается отсутствие симметрии в распределениях толщин в процессах формирования и разрушения ледяного покрова. Выявлено, что продолжительность периода формирования ледяного покрова выше продолжительности периода его разрушения. Распределения ледовых характеристик открытого моря и припая весьма схожи между собой. Различия проявляются

только в период таяния, когда обломки припая выносятся в море и переходят в категорию льда открытого моря. Пространственные распределения сплоченности льда в заметной мере определяются скоростью торошения, что связано с общностью факторов формирующих эти параметры.



Рис. 46. Пространственное распределение изменчивости сплоченности льда в зал. Петра Великого. Средние квадратические отклонения (в баллах) в период максимального развития ледяного покрова (а); первая эмпирическая ортогональная функция (около 47%) (б)

2. Оценки характеристик мезомасштабной структуры погодных систем над океаном, анализ пространственной изменчивости полей температуры поверхности океана, приводного ветра и биооптических параметров вод по спутниковым данным

#### Руководитель д.ф.-м.н. Л.М. Митник

### 2.1. Исследование системы океан-атмосферы по данным дистанционного зондирования с нового поколения спутников

Отв. исп.: к.т.н. М.Л. Митник, к.г.н. И.А. Гурвич

Количественные характеристики мезомасштабной структуры морских погодных систем определялись по измерениям в видимом, инфракрасном (ИК) и микроволновом (МВ) диапазонах со спутников США (Terra, Aqua, NOAA, CloudSat, Coriolis, TRMM, Landsat), Европейского космического агентства (MetOp-A, MetOp-B), Японии (GCOM-W1), Кореи (GOCE) и России (Метеор-М №1). Обработка яркостных температур по данным радиометров AMSR2 (спутник GCOM-W1) и МТВЗА-ГЯ (спутник Метеор-М №1) выполнялась по оригинальным алгоритмам.

Изучена структура поля приводного ветра в областях фронтальных разделов и мезомасштабной организованной конвекции, оценены пространственные градиенты ветра в погодных системах. Исследована связь характеристик ветра и интегральных параметров атмосферы, которые визуализируют пространственную структуру конвективных процессов в

пограничном слое и являются количественными показателями взаимодействия океана и атмосферы. Измерения радиометра AMSR2 показывают структуру пограничного слоя атмосферы над океаном, проявляющуюся в вариациях водозапаса облаков, паросодержания атмосферы и приводного ветра и позволяет оценивать эти характеристики на масштабах отдельных гряд и ячеек (рис. 47).

На рис. 48 представлен интенсивный мезомасштабный циклон (МЦ) над Японским морем, спиральная структура которого отчётливо видна в полях облачности, паросодержания атмосферы V, приводного ветра и водозапаса облаков Q. Ширина безоблачной полосы, обусловленной затоком сухого воздуха в центр МЦ, за 12 часов расширилась почти в 2 раза. Зона штормовых ветров в юго-западном секторе МЦ вызвана холодным вторжением с континента. Вдоль внутренней границы облачной полосы отмечается скачок скорости ветра, равный 12-13 (м/с)/20км. С зоной штормовых ветров контрастирует область, где  $W \le 5$  м/с, облака отсутствуют и  $V \le 8$  кг/м<sup>2</sup>.



Рис. 47. Поля водозапаса облаков (а), скорости приводного ветра (б) и паросодержания атмосферы (в) над Тихим океаном по измерениям радиометра AMSR2 со спутника GCOM-W1 5 декабря 2013 г. в 01:30 Гр.



Рис. 48. Мезомасштабный циклон над Японским морем 20 декабря 2013 г.: (а) видимое изображение MODIS (спутник Aqua) в 04:10 Гр., (б) паросодержание атмосферы, (в) водозапас облаков и (г) приводный ветер, восстановленные по данным AMSR2 в 04:06 Гр.; (д) поле ветра по измерениям скаттерометра OSCAT (спутник Oceansat-2) в 03:51 Гр.

## 2.2. Восстановление полей океана и атмосферы в морских погодных системах со итормовыми и ураганными ветрами

Отв. исп : д.ф.-м.н. Л.М. Митник, к.т.н. М.Л. Митник

Разработан новый подход к восстановлению скорости приводного ветра, паросодержания атмосферы и водозапаса облаков по спутниковым микроволновым радиометрическим измерениям. При разработке алгоритма использованы массивы расчётных яркостных температур на частотах радиометра AMSR2, установленного на новом японском спутнике GCOM-W1, запущенном в мае 2012 г. Алгоритмы основаны на оценке интегрального поглощения в атмосфере на частоте 10,7 ГГц. Обработаны данные AMSR2, полученные над дальневосточными морями и северными частями Тихого и Атлантического океанов. Для этих районов восстановлены параметры океана и атмосферы в области опасных и особо опасных явлений погоды, характеризующихся штормовыми и ураганными ветрами и осадками: тропических, внетропических и полярных циклонов и холодных вторжений. Анализ эволюции структуры и интенсивности морских погодных систем выполнялся путём комплексирования результатов обработки данных AMSR2 с полями ветра по данным скаттерометров, с видимыми и инфракрасными изображениями облачности, с картами погоды и с иной дистанционной и контактной информацией (рис. 49).



Рис. 49. Штормовой циклон в Тихом океане по измерениям радиометра AMSR2 со спутника GCOM-W1 25 января 2013 г. в 00:50 Гр. (а-г) и в 14:00 Гр. (д-з) (а) и (д) – приводный ветер, (б) и (е) – водозапас облаков, (в) и (ж) – паросодержание атмосферы, (г) и (з) – полное поглощение в атмосфере на частоте 10,7 ГГц

#### 2.3. Усовершенствованная методика классификации молодых льдов на основе совместного анализа спутниковых измерений в микроволновом, инфракрасном и видимом диапазонах длин волн

Отв. исп.: д.ф.-м.н. Л.М. Митник, к.т.н. М.Л. Митник

Выполнена оценка толщины льда по дистанционным измерениям в видимом, инфракрасном (ИК) и микроволновом (МВ) диапазонах. В видимом диапазоне толщина оценивается по величине альбедо поверхности, которое растет от минимальных значений  $\approx 0,06$ , характеризующих поверхность воды, до максимальных  $\approx 0,80-90$  для заснеженного серо-белого и белого льда. В ИК диапазоне увеличение толщины льда сопровождается понижением его температуры от значений близких к температуре воды  $T_{\pi} \approx 270-272$  К для ледяного сала и темного ниласа, до значений, близких к температуре воздуха  $T_{\pi} \approx T_{\text{в}}$  для заснеженных толстых льдов. В МВ диапазоне яркостная температура морского льда помимо толщины зависит от многих факторов (температура и влажность поверхности, солёность, шероховатость и заснеженность, и др.), и эти зависимости меняются с длиной волны, углом визирования и поляризацией принимаемого излучения. Совместный анализ данных зондирования в различных диапазонах обеспечивает получение более надёжных оценок толщины и других характеристик морского льда (рис. 50). При облачности решающая роль принадлежит измерениям в MB диапазоне.



Рис. 50. Татарский пролив 23 января 2013 г. в 2:50 Гр.: инфракрасное (а) и видимое (б) изображения MODIS со спутника Aqua и яркостные температуры Т<sub>я</sub> на частотах 18,7 (в), 36,5 (г) и 89,0 ГГц (д) на горизонтальной поляризации по измерениям AMSR2 со спутника GCOM-W1. Участки, обозначенные иифрами 1-4, отличаются по зависящей яркости, от альбедо. температуре и яркостным температурам. При зондировании температура воздуха равнялась 256 К (-17°С), а скорость ветра – 2 м/с. Оценки толщины льда: 1–0-5 см, 2–5-10 см. 3–10-30 см. 4–30-70 см

### 2.4. Изучение мезомасштабной структуры погодных систем над океаном, формирования и эволюции мезоциклонов

Отв. исп. д.ф.-м.н. Пермяков М.С.

Мезомасштабная структура циклонических образований в атмосфере над океаном изучалась с использованием данных ежедневных измерений скорости и направления приводного ветра скаттерометром SeaWinds со спутника QuikSCAT над северо-западной частью Тихого океана во время зарождения и эволюции тропических циклонов (TЦ) в 2002-2009 гг. Показано, что возникновению ТЦ предшествовало появление устойчивого возмущения, прослеживаемого в полях вихря скорости в среднем за 47 часов до первого сообщения. Структура циклона значительно изменяется в процессе его формирования и углубления: увеличение интенсивности мезовихрей, уменьшение их количества за счёт слияния, а также сужение занимаемой ими области и локализация их у центра в стадии максимального развития. Отмечена близкая к линейной связь между средней интенсивностью мезовихрей в начальном возмущении и на момент первого сообщения о TЦ, что может служить основой для прогноза формирования и интенсивности TЦ (рис. 51).



Рис. 51. Слева: мезомасштабная структура циклона Рагта в поле приводного ветра (цветные стрелки) и в поле вихря (изолинии, точки и цифры – положение и интенсивность мезовихрей, черная стрелка – направление перемещения циклона); справа: диаграмма рассеяния интенсивности мезомасштабных вихрей ( $5 \times 10^{-5} \text{ c}^{-1}$ ) в момент зарождения (горизонтальная ось) и в момент начала формирования тропических циклонов (вертикальная ось)

### 2.5 Разработка биооптических моделей вод различного типа для дальневосточных морей России

Отв .исп. к.ф.-м.н. П.А. Салюк

Разработана методика оптимального разделения вклада фитопланктона и окрашенных растворенных органических веществ (ОРОВ) в восходящее излучение моря в дальневосточных морях. Использование методики повышает точность определения концентрации хлорофилла-*а* и ОРОВ в водах с меняющимся соотношением между этими двумя компонентами, что позволяет точно подобрать начальные и граничные условия для биооптических моделей (рис. 52). Корректное определение концентраций ОРОВ и хлорофилла-а позволяет оценивать состояние фитопланктонных сообществ и биопродуктивности морских вод по спутниковым данным о цвете океана.



Рис. 52. Зависимость ошибки одновременного определения концентрации хлорофилла-а и *ОРОВ* (r) от длины волны восходящего излучения моря, используемых для оценки концентрации хлорофилла-а  $(\lambda c)$ U концентрации *ОРОВ* ( $\lambda_D$ .). Спектральные области I и II – области минимальных значений r, связанные с поглощающими свойствами ОРОВ и фитопланктона в первом солнечно-индуцированной случае, u флуоресценции хлорофилла-а во втором случае

### 3. Развитие информационно-телекоммуникационной инфраструктуры для исследования и мониторинга состоянию окружающей среды ДВ морей

#### Отв. исп. к.г.н. И.Д. Ростов

Создан АРМ/подпортал пользователей по категории "Комплексное информационное обеспечение средствами ЕСИМО научных исследований прибрежно-морского И природопользования для реализации программ комплексного управления прибрежной зоной обеспечения устойчивого регионального (КУПЗ) И развития". Обновлены версии специализированных технологий и информационных продуктов в области создания информационных баз данных (БД) и региональных информационных систем (ИС) в предметной области. В дальнейшем они могут быть использованы для изучения природы океана и климата Дальневосточного региона и решения других научно-прикладных задач в области изучения и освоения морских акваторий с целью обеспечения устойчивого развития региона. Пополнена база океанографических данных ТОИ ДВО РАН данными экспедиционных исследований. На этой основе создан первоначальный макет ИС «Природопользование, состояние и тенденции изменений морской среды прибрежных и сопредельных районов Дальневосточных морей России» (рис. 53) – http://pacificinfo.ru/data/cdrom/kis/.



Рис. 53. Web-страница доступа к макету ИС

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

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

#### 1.Сейсмические исследования в Охотском море

#### Отв. исп. к.г.-м.н. В.Г. Прокудин

Выполнен анализ экспериментальных материалов сейсмических исследований методом отраженных волн (МОВ) в Охотском море. Проведена интерпретация сейсмических разрезов, содержащих акустические аномалии. Выделено два типа таких аномалий: локальные ("газовый канал") и площадные ("мутная толща"). Большое количество акустических аномалий зафиксировано на северо-восточном склоне о. Сахалин, в Курильской котловине и впадине Дерюгина. В волновом поле локальные аномалии проявляются в виде узких зон резкого (до уровня шумов) затухания сигналов, а площадные – сильным затуханием волн и разрушением осей синфазности отражений. Показано, что акустические аномалии на сейсмограммах МОВ являются индикаторами осадочных толщ с частичным газовым заполнением. Многочисленные "газовые каналы" на склоне о. Сахалин связаны с зонами дизъюнктивных дислокаций. Одновременное присутствие акустических аномалий и BSR (bottom simulating reflector) в верхней части разреза является хорошим диагностической аномалии, связанной с нижней частью чехла Курильской котловины, указывает на значительную мощность газовмещающих осадочных отложений этой структуры (рис. 54).



*Puc.54*. A временной разрез одноканального профилирования МОВ на западном борту впадины Дерюгина (склон 0. Сахалин); шкала глубин (Z, м) относится к водному слою. Б – верхняя часть временного разреза МОВ, полученного в Курильской котловине: цифры на колонках пластовые скорости продольных волн (в км/с), определенные по материалам метода общей глубинной точки (1.47 км/с средняя скорость в водном слое)

#### 2. Технология морской сейсморазведки

#### Отв. исп. к.ф.-м.н. С.Н. Медведев

Разработана экономичная и информативная технология морской сейсморазведки, кинематической миграцией, практическая реализация которой позволяет названная одновременно решать обе основные задачи сейсморазведки: определять скоростные характеристики слоистой среды (т.е. осуществлять сейсмоизмерения) и получать изображения границ на временном и глубинном разрезе (задача сейсмовидения). На вход обрабатывающей системы подается сейсмограмма общего пункта приема, получаемая с помощью акустического радиобуя или донной сейсмостанции, или сейсмограмма общей глубинной точки (ОГТ), получаемая любым из методов ОГТ, ESP, VSP. На выходе системы получаются скоростные параметры изучаемой слоистой среды, изображения границ среды на временном и глубинном разрезе, а также амплитудные кривые отраженных волн (рис. 55).



Рис. 55. Данные одноканального сейсморофилирования (слева) и временной разрез (справа) как результат кинематической миграции отражений на двухсторонней сейсмограмме акустического радиобуя, полученные на склоне о. Итуруп (Тихий океан)

#### 3. Новые названия на батиметрической карте Японского моря

Отв. исп.: д.б.н. И.Б. Цой, к.г.-м.н. В.Н. Карнаух, д.г.-м.н. Е.П. Леликов

Проведенный анализ многолетней истории изучения и наименований подводных морфоструктур дна Японского моря показал, что многие морфоструктуры, впервые описанные и изученные российскими учеными, имеют неофициальные названия. Чтобы сохранить приоритет российских исследований необходимо активизировать работы по наименованию и изучению подводных морфоструктур, дать названия ранее описанным и новым безымянным структурам согласно национальным и международным стандартам. Это необходимо для включения в базы данных GEBCO для создания цифровых карт Мирового океана. Представлена батиметрическая

карта дна Японского моря с указанием основных подводных форм рельефа с названиями, принятыми национальными и международными организациями и даны рекомендации как легализовать давно используемые названия и/или предложить новые (рис. 56).



Рис. 56. Батиметрическая карта Японского моря с указанием основных подводных форм рельефа. Звездочкой (\*) помечены названия, принятые национальными и международными организациями и рекомендуемые к использованию. Сокращения: ЗПВ – залив Петра Великого, HT – Нисицугару трог, OT – Окусири трог, CT – Сирибеси трог

### 4. Геологические исследования небольших подводных возвышенностей в Японской глубоководной котловине

Отв.исп.: к.г.-м.н. В.Т. Съедин, к.г.-м.н. В.Н. Карнаух

Впервые проведены геологические исследования небольших подводных возвышенностей Стащука, Васильковского, Петра Великого, расположенных в Японской глубоководной котловине в исключительной экономической зоне России (52-й и 58-й рейсы НИС «Академик

M.A. Лаврентьев»). Поднят комплекс пород, характерный других небольших ДЛЯ возвышенностей глубоководных котловин Японского моря вулканического происхождения, что позволяет считать их вулканическими постройками. Детальные батиметрические исследования на возвышенности Стащука, показали, что она представляет собой небольшую положительную структуру линейного очертания, которая более всего соответствует понятию горста (рис. 57). Подобные геологические структуры ранее в Японском море не были известны. На всех исследованных возвышенностях подняты Fe-Mn-образования различных морфологических типов. На горсте Стащука впервые в Японском море обнаружен пиролюзит в виде отдельных крупных (до 10 см) обломков. Установлен плиоцен-плейстоценовый возраст (5,3–2,0 млн. лет) для слаболитифицированных осадочных пор од, поднятых на возвышенностях Васильковского и Стащука. Наличие Fe-Mn-образований на поверхности этих пород свидетельствует о сравнительно недавнем (плейстоценовом?) времени проявления поствулканических процессов, сопровождавшихся поставкой растворов, обогащенных Fe-Mn-соединениями.



Рис. 57. Батиметрические карты поверхности и положение станций драгирования на изученных участках: а – возвышенность Первенец; б – горст Стащука; в – хребет Васильковского. Залитые кружки – местоположение станции драгирования с указанием её номера. Треугольники – место обнаружения минимальной глубины на изучаемом участке и её значение в метрах ниже уровня моря

#### 5. Геолого-геофизические исследования горы Петра Великого

Отв. исп.: к.г.-м.н. В.Н. Карнаух, д.г.-м.н. И.Б. Цой, д.г.-м.н. Е.П. Леликов

Проведенные геолого-геофизические исследования горы Петра Великого, расположенной у подножия континентального склона одноименного залива, позволили уточнить ее географическое положение, рельеф и геологическую структуру. При драгировании склонов горы на трех станциях были подняты обломки базальтов, глыба аркозовых и единичные обломки граувакковых песчаников предположительно мезозойского возраста, а также слаболитифицированные осадочные породы (диатомовые глины, туфодиатомиты) позднего миоцена–плиоцена (7,6-2,6 млн. лет) и четвертичные илы. Позднемиоценовый возраст (11,3±0,4 млн. лет) оливин-клинопироксен-плагиоклазового базальта установлен калий-аргоновым методом. Показано, что формирование осадочного чехла горы Петра Великого, материкового склона залива Петра Великого и возвышенности Первенец происходило сопряжено (рис. 58).



Рис. 58. Карта рельефа морского дна района горы Петра Великого. Тонкие линии – профили эхолотного промера, толстые пунктирные линии – эрозионные каналы, черные квадраты – местоположение станций драгирования, треугольник– вершина горы Петра Великого и ее глубина

#### 6. Геологическая история образования Тихоокеанской мегавпадины

Отв. исп: д.г.-м.н. Б.И. Васильев, к.ф..м.н. Л.Н. Советникова

Проведено описание пород фундамента отдельных районов Тихоокеанской мегавпадины на основе использования опубликованных и оригинальных материалов, полученных в ходе работ по драгированию, бурению и изучению ксенолитов в лавах вулканов океанического дна.

Несмотря на сложное гетерогенное и гетерохронное строение фундамента, многочисленные находки нетипичных для океанических областей пород свидетельствуют о том, что Тихоокеанской мегавпадина была сформирована путем длительной (начиная с архея) полициклической тектоно-магматической переработки древней протоконтинентальной коры. Полученные результаты позволяют уточнить существующие представления об образовании мегавпадины Тихого океана.

#### 7. Геологическая карта острова Попова (залив Петра Великого)

Отв. исп: д.г.-м.н. Л.А. Изосов, к.г.-м.н. Т.А. Емельянова

Составлена крупномасштабная геологическая карта острова Попова (залив Петра Великого), уточненная благодаря выделению скрытых геологических объектов магматического генезиса (рис.59). Кольцевые структуры магматического генезиса, типичные для Западно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса, на о-ве Попова представляют собой сложно построенный вулканогенно-интрузивный купол, в ядре которого выходят позднепермские гранитоиды седанкинского комплекса. Формирование таких куполов происходило, вероятно, в связи с позднепермской тектонической активизацией краевых частей дорифейского Ханкайского кристаллического массива. Данная геологическая карта может быть использована для научных и образовательных целей, а также для туризма, сельского хозяйства и для геологического обоснования любых строительных объектов.



Рис. 59. Геологическая карта о. Попова 1 – пермская система. Верхний отдел. Барабашская свита (P<sub>2</sub>br): базальты, долерито-базальты, долериты, дациты, риолиты и их туфы; 2 – триасовая система.

Нижний-средний отделы нерасчленённые: толща кремней, кремнистых известняков, алевролитов, песчаников, базальтов, туфоконгломератов (T<sub>1-2</sub>k);3 Голоцен Четвертичная система. (Q).Южноприморский горизонт. Барабашевские слои (атлантический период). Морские образования прибрежной зоны шельфа: галечники, гравийники, пески, суглинки, глины, алевриты, торф; 4–5 – муравьёвский интрузивный комплекс: 4 крупнозернистое габбро, субщелочное габбро (vP<sub>2</sub>m<sup>1</sup>), 5 – мелкозернистое габбро и диабазы  $(vP_2m^2)$  позднепермские; 6-8- седанкинский вулканоплутонический комплекс: 6 – плагиограниты  $(\gamma \delta P_2 s^1), 7 - субщелочные граниты, граносиениты$  $(\gamma P_2 s^1) - интрузии позднепермские, 8: 1 - риолиты$ фельзориолиты, риодациты ( $\lambda P_2 s^2$ ) –субвулканы позднепермские, 2 - гранит-порфиры ( $\gamma \pi P_2 s^2$ ) экструзии позднепермские; 9 – тальменский (?) субвлконический комплекс: гранит-порфиры (у $\pi T_2 t$ ?) – интрузии позднетриасовые; 10 – позднепермские дайки: 1 – диабазов (β), 2 – аплитов (1), 3 – риолитов ( $\lambda$ ); 11–14 – элементы залегания: 11 – пластов (1 – наклонное залегание, 2 – вертикальное залегание), 12 – интрузивных контактов (1 – наклонное залегание, 2 – вертикальное залегание), 13 – флюидальности, 14 – зон дробления и милонитизации пород (1 – вертикальное залегание, 2 – наклонное залегание); 15 – геологические гранииы (1 – установленные и 2 – предполагаемые); 16 – разломы (1 – установленные и 2 – предполагаемые); 17–18 – линейные (17) и кольцевые (18) структуры, отдешифрированные на крупномасштабных космофотоснимка.

### 8. Новые данные по редкометальной и изотопной геохимии глубоководных котловин Японского и Охотского морей

Отв. исп.: д.г.-м.н. Е.П. Леликов, к.г.-м.н. Т.А. Емельянова

Установлено, что формирование глубоководных котловин Японского и Охотского морей происходило во время тектоно-магматической активизации в позднем олигоцене-миоцене в режиме трансформной окраины, а в плиоцене-плейстоцене – в конвергентном режиме. Впервые на основе новых данных по редкометальной и изотопной геохимии и определения роли литосферного и нижнемантийного компонентов в магмогенезисе установлена связь окраинноморского вулканизма Японского моря (со свойствами OIB) с подъемом апофизы Тихоокеанского суперплюма (рис. 60). Полученные результаты имеют фундаментальное значение для понимания геодинамики Западно-Тихоокеанской зоны перехода от континента к океану.



Рис. 60. Диаграмма Zr/Y-Nb/Y для позднеолигоцен-раннеми-оценовых андезитоидов (1) и вулканокластитов (2), миоцен-плиоценовых окраинноморских (3) и плиоцен-голоценовых щелочных (4) базальтоидов Японского моря; плиоцен-плейстоценовых вулканитов Курильской котловины Охотского моря (5) и подводного хребта Витязя (6)

#### 9. Изучение и моделирование процессов приконтинентального осадконакопления

Отв. исп. д.г.-м.н. А.Н. Деркачев

На основе комплексных исследований прослоев вулканических пеплов (тефры) выделены маркирующие прослои тефры в колонках из Охотского и Берингова морей, установлены ареалы распространения и определен их возраст. Получены результаты о сильнейшем извержении вулкана Карымский в плейстоцене (индекс эксплозивной активности 7-8 баллов, при объеме эксплозивного материала ориентировочно более 100 км<sup>3</sup>), продукты которого обнаружены в колонках северо-западной части Тихого океана, Берингова моря и плейстоценовых отложениях арктического побережья Чукотки и о. Эльгыгыдгын. Выявленные прослои вулканических пеплов позволяют уточнить и дополнить сведения о крупных эксплозивных извержениях вулканов региона и периодах активизации эксплозивной деятельности, дают возможность для разработки обобщенной тефрохронологической шкалы

четвертичных отложений, необходимой при стратиграфической корреляции, оценки природных изменений, вызванных этими извержениями, а также при палеоокеанологических и палеогеографических реконструкциях.

На основе разработанных индикационных литогеодинамических диаграмм, позволяющих проводить оценку принадлежности исследуемых отложений к определенным структурнотектоническим (геодинамическим) обстановкам их формирования, выполнен сравнительный анализ и дана оценка возможности применения диаграмм к более древним отложениям (вскрытых скважинами глубоководного бурения и складчатых областей суши). Установлено, что для кайнозойских отложений в значительной мере сохраняются основные тенденции в формировании минеральных ассоциаций в зависимости от структурно-тектонических обстановок в областях осадконакопления.

### 10. Изучение геохимии осадконакопления, современного осадочного и гидротермальное рудообразования как модели формирования древних осадочных толщ и рудных залежей Отв. исп.: к.г.-м.н. Н.А. Астахова, д.г.-м.н. Е.П. Леликов

Впервые изучены железо-марганцевые корки двух участков хребта Витязя на океаническом склоне Курильской островной дуги. Они содержат многочисленные микро- и нановключения зерен цветных (Cu, Zn, Pb, Sn, Ni, W) и благородных (Au, Ag, Pd, Pt) металлов в виде самородных элементов, сульфидов, сульфатов, окислов или интерметаллидов. В корках юго-западного участка хребта встречаются преимущественно зерна благородных металлов, а севернее, в пределах наложенной тектономагматической зоны, зерна цветных металлов. Там же вдоль микротрещин наблюдается обогащение марганца никелем до 3,5%. Эти различия определены, вероятно, спецификой геологического строения районов и составом вулканитов (рис. 61).



Рис. 61. Включения зерен самородного золота и серебра в ЖМК (а); участки марганцевого состава с содержанием 3,5% Ni (светлые пятна) в железо-марганцевой матрице (б); энергодисперсионные рентгеновские спектры минералов (в-д) – самородные: (в) – платина, (г) – золото; (д) – соединение палладия и серебра

#### 11. Изучение марганцевых образований Магеллановых гор

Отв. исп. д.г.-м.н. С.П. Плетнев

По результатам фораминиферового анализа выполнено определение геологического возраста основных элементов разреза (слоев) кобальтоносных марганцевых корок Магеллановых гор. Палеогеографический анализ показал на второстепенную роль слоя кислородного минимума при образовании корок, а их дискретное нарастание, наиболее вероятно, обусловлено субглобальными циклами внутриплитового магматизма. Комплексные геологические работы по рудным коркам Магеллановых гор позволяют экстраполировать научные выводы и рекомендации по оценке рудных запасов на подводных возвышенностях и горах в других районах Мирового океана.

## 12. Газогеохимические исследования в дальневосточных морях, оценка потоков метана, определение геологических закономерностей формирования нефтегазовых залежей газогидратов и взаимосвязи их с сейсмо-тектонической активности и морфоструктурами

#### Руководитель д.г.-м.н. А.И. Обжиров

12.1. Впервые исследовано распределение метана, растворенного в морской воде и сорбированного в поверхностном слое осадочных отложений вдоль северо-западного континентального склона и в глубоководной котловине Японского моря. Самые высокие концентрации растворенного в морской воде метана (10-14 нмоль кг<sup>-1</sup>) получены на северных мелководных станциях и приурочены к слою скачка плотности на глубинах 30-50 м. С увеличением глубины концентрация метана снижалась до минимальных значений (0,5-1,0 нмоль кг<sup>-1</sup>). Содержание метана в водной толще неоднородно, особенно от поверхности до горизонта 500 м. Вероятной причиной может быть динамика вод вблизи континентального склона.

Окисленные осадочные отложения в северной части района имели низкую концентрацию CH<sub>4</sub> (от 1 нмоль кг<sup>-1</sup> на глубине 7 см до 752 нмоль кг<sup>-1</sup> на глубине 53 см ниже дна), что обусловлено слабой степенью трансформации органического вещества в условиях низкой температуры придонных вод, а также слабой проницаемостью осадков, которые являются барьером для выхода метана. Осадочный материал южных и северных станций отличался по составу, степени восстановления и содержанию метана. Максимальная концентрация CH<sub>4</sub> в осадочной толще (2549 нмоль кг<sup>-1</sup>) найдена на глубине 44 см ниже морского дна. Запах H<sub>2</sub>S подтвердил наличие процесса сульфатредукции. Для станций, расположенных у подножий крутых склонов, характерно относительно высокое содержание метана в слое осадка 7-11см (рис. 62 b,c). Отв. исп.: О.Ф. Верещагина, к.г.-м.н. Е.В. Мальцева



Рис. 62. (а) – схема станций отбора проб и концентрация метана nmol·kg<sup>-1</sup> (столбики) в поверхностном слое осадка 7-11 см, 51 рейс НИС «Академик Лаврентьев»



(б) – характерное распре-деление сорбированного в осадочных отложениях метана (nmol·kg<sup>-1</sup>) на станциях: а) ст. D-2 (глубина 2567м), b) ст. B-4 (3220т), c) ст. B-1 (3605т)

б)

12.2. Выполнена оценка нетрадиционных ресурсов углеводородов – угольного метана и газогидратов, а также рассмотрена перспектива их извлечения на Дальнем Востоке с учётом социально-экологической, геолого-технологической и экономической целесообразности. Рекомендованы первоочередные для промышленного использования углеметановые объекты. Современный поток метана с одного объекта угледобычи в атмосферу составляет до 4 млн. м<sup>3</sup> в год. Впервые выделена глобальная кольцевая структура: Тихоокеанский газогидратоносный пояс (ТГП) (рис. 63). Начальные ресурсы газогидратов в западно-тихоокеанском сегменте (ЗТГП) составляют не менее 3-5·10<sup>12</sup> м<sup>3</sup> метана. *Отв. исп. к.г.-м.н. А.И. Гресов* 



Рис. 63. Тихоокеанский газогидратоносный пояс. ЗТГП \_ западно-ВТГП – тихоокеанский сегмент; восточно-тихоокеанский сегмент. БГП – Беринговская потенциально газогидратоносная провинция. 1 – тихоокеанский газогидратоносный пояс; 2 – признаки газогидратов; 3 – потенциальные газогидратоносные районы (примеры)

12.3. В Восточно-Сибирском море установлены признаки миграционного притока термогенных газов (метан, этан) в верхнюю часть осадочного разреза в зонах неотектонических разломов. Это создает благоприятные условия для использования газогеохимических полей при поисках залежей углеводородов на шельфе. При этом в зонах, которые характеризуются газовыми аномалиями, существуют физико-химические условия для концентрирования Mn, Cu и Ag в поверхностных осадках (рис. 64). *Отв. исп. – к.г.-м.н. Р.Б. Шакиров* 



Рис. 64. Концентрации Ag и С<sub>орг</sub> (логарифмическая шкала) в поверхностном слое осадков Восточно-Сибирского моря в зоне аномалии СН<sub>4</sub> на различных интервалах

12.4. Установлено, что низкая теплопроводность, высокие теплоемкость и газопроницаемость газоносных угольных пластов – основные геоэкологические факторы, оказывающие влияние на мощность мерзлоты и газодинамику мерзлых угленосных отложений Восточной Арктики. При этом зоны кровли и почвы угольных пластов, тектонических нарушений и таликов, являются основными путями миграции газов. Существует сезонная инерционность процессов выделения метана в подпочвенный слой и атмосферу с максимумом в сентябре-октябре месяцах. Выбросы метана в атмосферу в пределах исследованных углеметановых бассейнов составляют 3,2 млн. т/год, поступление газа в толщу многолетнемерзлых пород (ТММП) носит пульсационный характер. Перспективные для промышленного использования ресурсы метана Восточной Арктики и востока России составляют 4,4 трлн. м<sup>3</sup> (рис. 65.) *Отв. исп.: к.г.-м.н. А.И. Гресов, к.г.-м.н. А.В. Яцук.* 



Рис .65. Схематическая карта распространения ТММП и угленосные бассейны Восточной Арктики и северо-востока России

Обозначения: 1-3 – площади распространения мерзлоты: 1 – сплошной, 2 – прерывистой, 3 – массивно островной; 4 – угленосные бассейны: 1 – Ленский, 2 – Южно-Якутский, 3 – Лаптевско-Янский, 4 – Тастахский, 5 – Зырянский, 6 – Анюйский, 7 – Чаунский, 8 – Анадырский, 9 – Беринговский, 10 – Омолонский, 11 – Аркагалинский, 12 – Челомджинский, 13 – Хасынский, 14 – Охотский, 15 – Сеймчано-Буюндинский, 16 – Омсукчанский, 17 – Авековский, 18 – Тайгоносский, 19 – Пареньский, 20 – Пенжинский, 21 – Олюторский, 22 – Западно-Камчатский, 23 – Чаун-Чукотский; 5 – районы целевых исследований: 1.1 – Нижне-Алданский, 1.2 – Сангарский, 1.3 – Оленекский, 1.4 – Анабаро-Хатангский; 2 – Алдано-Чульманский, Токинский, 3 – Куларский, 4 – Зыряно-Силяпский, 5 – Нижне-Аркагалинский, 6 – Галимовский, 7 – Онеменский, 8 – Беринговский; 6 – абсолютные значения мощности мерзлоты, м

12.5. Выявлены высокие концентрации углеводородных газов, углекислого газа, гелия и водорода в морских осадках и воде Тонкинского залива (Южно-Китайское море), что позволило выделить участки миграционных газов, контролируемых разломами (рис.66). Обнаружены

различия в распределении углеводородных газов в этой части Южно-Китайского моря по сравнению с Охотским и Японским морями. В донных осадках и морской воде Тонкинского залива зафиксированы высокие концентрации углеводородов (до пентана) при сравнительно невысоких концентрациях метана. Высокие концентрации водорода (до 700 ppm) в осадках и воде наблюдались над сейсмоактивными разломами залива, что характеризует высокую газовую проницаемость системы разломов рифта Красной реки. *Отв. исп. к.г.-м.н. Р.Б. Шакиров* 



Рис .66. Концентрация метана в донных отложениях Тонкинского залива, Южно-Китайское море в 2013 г. (макимальная концентрация метана 8200 nl/l)

### 13. Высокоразрешающая реконструкция орбитальных, тысячелетних и столетних изменений климата и среды окраинных морей в позднем плейстоцене и голоцене

#### Руководитель д.г.-м.н. С.А. Горбаренко

13.1. Построена возрастная шкала глубоководных осадков для двух колонок западной части Берингова моря на основании радиоуглеродного датирования и изменения относительной интенсивности магнитного поля Земли. Совместно с немецкими исследователями выявлены орбитальные и тысячелетние изменения климата и продуктивности Берингова моря за последние 180 тысяч лет. Показана синхронность тысячелетних изменений климата и среды Берингова моря с аналогичными изменениями Гренландии и в других регионах Северного полушария (рис. 67).



Рис. 67. Сравнение измеренной по колонке 85 KL относительной палеоинтенсивности магнитного поля Земли (красная кривая) с датированной аналогичной кривой PISO-1500 (верхняя часть рисунка); параметра цвета "b" с тысячелетними изменениями интенсивности муссонов юго-восточной Азии (кривые из пещер Китая Санбао и Хулу) и Дансгор-Ошгер интерстадиалами кривой б180 ледового керна Гренландии (нижняя часть рисунка)

13.2. Выполнена реконструкция среды центральной части Охотского моря и её корреляции с глобальными климатическими изменениями на основе анализа комплекса бентосных фораминифер (БФ) из колонок донных морских осадков LV28-40-5 и PC07R. Изменение скорости аккумуляции (СА) и видового богатства (ВБ) в комплексах БФ свидетельствует о сильном влиянии на глубоководную среду этого моря климатических изменений, вызванных Дансгор-Ошгер быстрыми тысячелетними изменениями (ДО) циклов И Гейнрих эквивалентными событиями (ГЭС), наряду с орбитальными изменениями климата. Резкое уменьшение САБФ с некоторым увеличением вклада оксидных видов при обеднении комплексов БФ совпадает с уменьшением палеопродуктивности в Охотском море, отмеченном на границах морских изотопных стадий (МИС) 5/4 и 3/2, в холодных МИС и подстадиях (рис. 68).



Рис. 68. Сравнение изменений во времени:  $(A) - \delta^{18}O$  ледовой колонки NGRIP, (B) – содержание хлорина (мкг/г), (C) – видового богатства (BE, экз./образец), (D) – скорости аккумуляции общего числа БФ (САБФ, экз./см<sup>2</sup> \*тыс. лет) и без учета A.weddellensis (жирная линия) в колонке осадка LV28-40-5; (E) – содержания хлорина, (F) - стэка продуктивности, (G) – видового богатства, (H) – общей САБФ и без учета A.weddellensis в колонке РС07-R, используя известные возрастные модели. Вертикальные серые полосы – похолодания ГЭС, прерывистые линии – потепления ДОИ, непрерывные линии – границы морских изотопных стадий

13.3. По результатам комплексного изучения глубоководных донных осадков в керне из северной части Японского моря представлена реконструкция изменений растительности прилегающей суши в течение последних 40 тыс. лет вследствие глобальных тысячелетних колебаний климата. При построении возрастной модели морских осадков использовались полученные ранее радиоуглеродные датировки, данные об изотопном составе кислорода раковин планктонных фораминифер. Возрастная модель и реконструированные изменения растительности суши и климатических условий позволили соотнести ряд обнаруженных темных прослоев, обогащённых органическим углеродом, в керне донных осадков с характером региональных и глобальных климатических изменений (рис. 69).



Рис .69. Изменения содержания хлорина в осадке, количество планктонных фораминифер в 1 г осадка, содержание органического углерода, значения палинологических показателей (T и коэффициент K<sub>p</sub>), процентное содержание пыльцы Quercus и Duschekia в осадках керна LV 32-33 за последние 40 тыс. лет

# 14. Характеристика изменения параметров поверхностных морских вод, приводного слоя атмосферы, распространения морских льдов и продуктивности по данным судовых и спутниковых наблюдений

Отв. исп. к.ф.-м.н. С. П. Захарков

Исследована межгодовая и пространственно-временная изменчивость "цветения" фитопланктона в Амурском, Уссурийском заливах и зоне влияния Приморского течения (зал. Петра Великого, Японское море). Рассчитаны коэффициенты корреляции (на 95% уровне значимости) между концентрацией хлорофилла-a ( $K_{xn}$ ) и температура поверхности моря (ТПМ), скоростью ветра (V) и фотосинтетически активной радиацией (ФАР). Показано, что зимневесеннее "цветение" начинается при установлении стратификации воды вследствие уменьшения ветрового перемешивания, а также распреснения поверхностного слоя воды (для зоны шельфа) и сезонного прогрева вод (для зоны Приморского течения). Распреснение поверхностного слоя также влияет на "цветение" фитопланктона в зоне Приморского течения, но в меньшей степени, чем в шельфовой зоне. Фотосинтетически активная радиация не является определяющим фактором, влияющим на "цветение" фитопланктона. Её увеличение благоприятствует росту концентрации хлорофилла-a, но при благоприятных гидрометеорологических условиях

"цветение" может происходить при снижении фотосинтетически активной радиации. Уменьшение концентрации хлорофилла-*а* с 2001 по 2007 г. в зоне Приморского течения связано с увеличением зимних температур воды за этот период (рис. 70). В шельфовой зоне на изменчивость концентрации хлорофилла-*a*, по-видимому, дополнительное влияние оказывает материковый сток.



Рис. 70. Тенденция изменчивости значений максимума Кхл при изменчивости средней ТПМ за январь-февраль в зоне 1(a), зоне 2 (б). Коэффициенты перерасчёта для a)  $K_{xn} - 10 \text{ мг/m}^3$ , ТПМ –  $1^{\circ} C$ ; б)  $K_{xn} - 10 \text{ мг/m}^3$ , ТПМ –  $13^{\circ}C$ 

#### Тема «ВЗАИМОСВЯЗЬ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕСОВ В МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА».

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

#### 1. Гидрохимический мониторинг морской среды

#### Руководитель д.х.н. П.Я. Тищенко

1.1. Для области сезонной гипоксии обнаружены потоки продуктов раннего диагенеза органического вещества из осадка в придонную воду (аммоний, фосфаты, силикаты, щелочность). Установлен процесс денитрификации в придонном слое Амурского залива в летний сезон (рис. 71). Отв. исп. д.б.н. В.И. Звалинский



Рис. 71. Зависимость гидрохимических параметров придонных вод Амурского залива для летнего сезона 2008 г.: a- DIN ( $[NO_3^-]+[NO_2^-]+[NH_4^+]$ );  $b-[PO_4^-]$ ; c –нормированного растворенного неорганического углерода NDIC (35\*DIC/S); d –нормированной щелочности NTA (35\*TA/S); e –концентрации силикатов (SiO<sub>2</sub>) от концентрации растворенного кислорода; f - DIN от концентрации фосфатов

1.2. Проведены сезонные гидрохимические наблюдения для эстуариев 8 рек, впадающих в зал. Петра Великого (Цукановка, Гладкая, Амба, Шмидтовка, Раздольная, Артемовка, Шкотовка, Партизанская). Установлено, что в зимний сезон эстуарные воды пересыщены кислородом при условии, если река не эвтрофирована и зима малоснежная (р. Партизанская). Гипоксия в мелководных реках (р. Амба) и аноксия (р. Шмидтовка) возникают в снежную зиму. Обнаружена сезонная изменчивость интенсивности химического выветривания пород, слагающих ложе реки, что отражается на химическом составе речных вод и на потоках растворенных веществ, направленных в море. В наибольшей степени, такая изменчивость проявляется для эвтрофированных рек (р. Раздольная, р. Артемовка). Установлено, что проникновение морских вод в реку зависит не столько от приливно-отливных течений, сколько от сгонно-нагонных явлений. Эффективность работы эстуария как маргинального фильтра для биогенных элементов и географическое положение этого фильтра определяется расположением и характером соленостного фронта. Соленостный фронт, как "жидкое дно" обеспечивает чрезвычайно высокую продуктивность и гидрохимические аномалии (200 мкг/л – концентрация хлорофилла; 300% – пересыщение по кислороду; 25 мкатм – парциальное давление углекислого газа). Отв. исп. к.х.н. Г.Ю. Павлова.

1.3. Впервые для Японского моря как для поверхностных, так и для глубинных вод проведен качественный и количественный анализ 13 полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) – широко распространенных гидрофобных поллютантов, большинство из которых обладает канцерогенными и мутагенными свойствами. Определено содержание ПАУ в растворенной и взвешенной форме. Их средние концентрации для поверхностных вод составили 5,6 и 2,7 нг/л, соответственно, для вертикального профиля – 6,5 и 10,6 нг/л, соответственно. Установлено, что одним из главных источников ПАУ в Японском море являются воды реки Амур (рис. 72). Исп. Т.Л. Чижова.



Рис. 72. Вертикальное распределение концентраций ПАУ в Японском море летом 2010 г.

### 2. Динамика биогенных элементов и концентрации хлорофилла-а в Беринговом и Охотском морях

#### Отв. исп. д.г.н. А.Г. Андреев

Анализ спутниковой информации (Topex/Poseidon, Jason-1, 2; уровень моря за период с 1993 по 2013 г.) показал, что образование мезомасштабных вихрей (горизонтальный масштаб ~ 100 км) вдоль побережья залива Аляска в Тихом океане, в Беринговом и Охотском морях определяется величиной и знаком вихря напряжения ветра в зимний период. Усиление вихря напряжения ветра в северной части Тихого океана в зимний период приводит к появлению положительных аномалий уровня и формированию антициклонических вихрей вдоль границ тихоокеанской субарктики. Распространение аномалий уровня из Тихого океана через проливы Алеутских и Курильских островных гряд приводит к образованию мезомасштабных вихрей и их интенсивность определяет концентрацию хлорофилла-*а* в поверхностном слое вод Курильской котловины Охотского моря, глубоководных котловин Берингова моря и восточной части тихоокеанской субарктики (залив Аляска).

Усиление вихря напряжения ветра в Тихом океане в зимний период приводит к интенсификации мезомасштабной циркуляции вод и росту концентрации хлорофилла-*а* в поверхностном слое залива Аляска и со сдвигом по времени 1 год в Охотском и Беринговом морях (рис. 73).



Рис. 73. Межгодовые изменения концентрации хлорофилла-а в поверхностном слое вод (май, август, сентябрь) и разности зональной компоненты напряжения ветра ( $\Delta \tau_x$ ) в северной части Тихого океана (45-47 N, 165  $\mathfrak{E}$ -170 W) (ноябрь-март)

### 3. Исследование особенностей динамики карбонатной системы в морях Восточной Арктики и Берингова моря

Отв. исп. к.г.н. И.И. Пипко

Выполнен анализ данных, полученных в экспедиции на НИС "Академик М.А. Лаврентьев", проведенной в летне-осенний сезон на внутреннем, среднем и внешнем шельфе, а также над континентальным склоном восточной части моря Лаптевых. Установлено, что основным фактором, контролирующим карбонатную химию шельфовых вод в теплый сезон, является значительный терригенный сток (речные воды и продукты разрушения берегового ледового комплекса). Исследования показали, что поверхностные воды внутреннего и среднего шельфа восточной части моря Лаптевых в осенний сезон являются поставщиком углекислого газа в атмосферу, а внешнего – стоком для атмосферного CO<sub>2</sub> (рис. 74). Выявлены особенности переноса углерода с шельфа в глубокую часть моря Лаптевых.



Рис. 74. Распределение парциального давления углекислого газа (рСО2, мкатм) в поверхностном слое восточной части моря Лаптевых в сентябре 2011 г. Изолинией показана равновесная концентрация

#### 4. Современное осадкообразование в эстуарии реки Амур

Отв. исп.: к.г.-м.н. О.В. Дударев, к.г.-м.н. Чаркин А.Н.

В июле на разрезе протяженностью 422 км «нижнее течение реки Анадырь – речная и морская части ее эстуария» выполнено 25 комплексных океанографических станций. Получены новые знания об особенностях трансформации состава речного стока в системе субарктического эстуария «река Анадырь – Берингово море». Идентифицированы три высокоградиентные (барьерные) зоны трансформации характеристик водной толщи: (1) ниже устья горного притока реки Белая, (2) в узости между заливом Онемен и Анадырским лиманом морской части эстуария, где под воздействием эффекта «гидравлического удара» происходит практически мгновенное изменение литодинамической и биогеохимической структуры потока, (3) на границе между Анадырским лиманом и Анадырским заливом Берингова моря (рис. 75). В пределах барьеров (2) и (3) из водной миграции выводится до 95% взвешенного стока р. Анадырь. Данный вывод имеет важное значение для оценки роли речного стока в окраинноморском седиментогенезе.


Рис. 75. Район исследований в системе «река Анадырь – Берингово море»

# 5. Изучение поведения радиоактивных соединений в атмосфере и морской среде в регионе Восточной Азии

### Отв. исп.: к.х.н. В.Ф. Мишуков, к.г.н. В.А. Горячев

В пробах атмосферных аэрозолей над г. Владивосток в 2013 г. зарегистрированные концентрации природных радионуклидов Ве-7, К-40 и искусственных Cs-134, Cs-137 и Co-60 не превысили предельно допустимой объемной концентрации. В пробах аэрозоля зарегистрированы Cs-134 и Cs-137 с концентрациями 21,5 мкБк/м<sup>3</sup> и 12 мкБк/м<sup>3</sup>, соответственно, что, вероятно, вызвано проведением подземного ядерного взрыва в КНДР 12 февраля 2013 г. В атмосферных осадках концентрация трития изменялась в диапазоне 0,5-3,1 Бк/л, причем в пробах снега она коррелировала с концентрацией Ве-7, а пробах дождя в теплый сезон – с концентрацией К-40 (рис. 76).



Рис. 76. Изменение концентраций природных и искусственных радионуклидов в составе атмосферных аэрозолей над г. Владивосток с 13 февраля — 25 ноября 2013 г. (а); обратные траектории движения воздушных масс (3-х – суточное осреднение) на высоте 1500 м. в периоды с максимально зарегистрированными концентрациями радионуклидов (б)

### 6. Молекулярные индикаторы реакции морской биоты на изменение среды

### Руководитель д.б.н. В.П. Челомин

Проведены экспериментальные работы по применение комплекса биохимических показателей окислительного стресса для оценки влияния загрязнения на состояние морских гидробионтов. В качестве модельных акваторий были выбраны бухта Горностай, длительное время подвергавшаяся антропогенному воздействию, и бухта о-ва Рейнеке, удаленная от основных источников загрязнения.

Результаты комплексных биохимических и генотоксических исследований (рис. 77) показали, что концентрации металлов в тканях мидий *Crenomytilus grayanus* являются чувствительными индикаторами повышенного содержания металлов в морской среде. Повышенный уровень продуктов окислительной деструкции ДНК (на основе метода ДНК-комет) и перекисного окисления липидов (ДК, МДА), а также увеличенная активность антиоксидантных ферментов (КАТ и ГП) в тканях мидий из бухты Горностай указывают на то, что токсичность этих поллютантов проявилась через стимуляцию образования АФК и развитие окислительного стресса. Приведенные результаты дают основания полагать, что аккумуляция ксенобиотиков, в том числе тяжелых металлов, в тканях мидий из бухты Горностай, привела к стимуляции деструктивных процессов, превышающих адаптационно-детоксикационные возможности биохимических систем. Показатели окислительного стресса могут служить чувствительными индикаторами физиологического состояния организма, отражающими условия его обитания.



Рис. 77. Схема проведения экспериментов и использования молекулярных маркеров

7. Характеристика морской биоты и оценка антропогенного воздействия наприпортовые акватории в заливах Посьета и Находка

### Руководитель д.б.н. В.А. Раков

Продолжены многолетние сезонные исследования морской биоты (фито- и зоопланктона, ихтиопланктона и макробентоса) в бухтах зал. Посьета и в зал. Находка. Эти акватории испытывают максимальное антропогенное воздействие в результате дноуглублений, реконструкции старых и строительства новых причалов, хранения и проведения перегрузки большого количества каменного угля.

В зал. Посьета, по сравнению с исследованиями 2011 и 2012 гг., обнаружено меньшее число видов макрофитов, но возросла доля многощетинковых червей и двустворчатых моллюсков. Произошло перераспределение показателей биомассы и плотности поселения макробентоса. Обнаружены ранее не встречавшиеся виды *Tritonalia japonica*, *Anthopleura sp.*, *Lepidopleurus assimilis, Hemigrapsus sanguineus*.

В зал. Находка у о. Лисьего, в районе дампинга грунта, отмечена смена доминирующих видов. В местах дноуглубления в б. Врангеля встречались пустые раковины двустворчатых моллюсков *Mizuhopecten yessoensis* (двухлетки), *Glycymeris yessoensis*, *Crassostrea gigas*, *Mactra chinensis*, *Arca boucardi* и др. (всего 12 видов), а брюхоногие были представлены только *Littorina sp.* Некоторые виды полихет, двустворчатых и брюхоногих моллюсков, ракообразных, встречавшиеся в этих районах в 2012 г., в апреле 2013 г. не обнаружены. Офиура *Amphipholis kochii*, отмеченная в пробах исследованной акватории практически повсеместно в ноябре 2012 г., весной следующего года не зарегистрирована. В пробах не найдено водорослей-макрофитов, а среди бентосных животных преобладали представители многощетинковых червей. По сравнению с бентосной съемкой предыдущих сезонов в зал. Находка в районе о. Лисий произошло сокращение видового состава, плотности и биомассы некоторых групп макробентосных животных, изменение бентосных сообществ и доминирующих видов.

# 8. Исследование механизма блокирования нереста у морских ежей, вызванное межгодовыми флуктуациями гидрологического режима

# Руководитель д.б.н. П.М. Жадан

Впервые проведены исследования с высоким временным разрешением (до трех дней) сроков нереста с одновременным контролем гидрологических и гидрохимических параметров среды непосредственно в пределах изучаемых поселений. Показано, что, в зависимости от года наблюдений нерест в пределах сравнительно небольшой бухты мог проходить как синхронно во всех поселениях, так и мог быть смещен во времени в одних поселениях относительно других. При этом у части особей в отдельных поселениях репродуктивный цикл не завершился нерестом. Имели место значительные межгодовые вариации сроков нереста. Временной интервал между ранним и поздним пиком нереста мог достигать двух месяцев. В пределах сравнительно небольшой бухты зарегистрированы значительные пространственные и временные вариации гидрологических и гидрохимических параметров. Не обнаружено связи между нерестом и изменением температуры, солености и содержания кислорода.

Данные исследований с высокой степенью вероятности свидетельствуют о том, что природным стимулом, запускающим нерест морских ежей, служит повышение концентрации фитопланктона. Выяснилась необходимость разработки нового подхода, позволяющего контролировать состояние морских ежей с временным разрешением сопоставимым с временной изменчивостью параметров среды. Тестовые испытания системы видео регистрации поведения морских ежей с одновременной регистрацией гидрологических и гидрохимических параметров среды показали, что она может быть использована в качестве основного инструментального компонента в дальнейших исследованиях (рис. 78).



Рис. 78. Кадр из видеоряда, демонстрирующий возможности регистрации поведения морских ежей. Видеокамера NLC200 Pro смонтирована на одном штативе с мультипараметрическим измерителем YSI 6920V2. Интервал измерений фоторегистрации 10 мин

# 9. Исследования экологии морских млекопитающих

#### Руководитель д.б.н. В.В. Мельников

Показано, что в холодные годы, для серых китов становятся недоступны корма в западной и в северной частях Чукотского моря, а также в проливе Лонга и крайней восточной части Восточно-Сибирского моря. При этом период нагула серых китов в западной части Чукотского моря сокращается на 1,5-2 мес. Эти условия не позволяют китам накопить достаточные энергетические запасы для последующего зимнего периода и являются причиной повышенной смертности.

У серых китов исследованы особенности формы спинного горба и выраженности бугров хвостового стебля. Анализ фотографий 124 пар мать-детеныш выявил высокую вероятность наследования этих признаков и неизменность с возрастом, что даёт возможность их использования для индивидуальной идентификации серых китов.

Установлено, что локальная популяция сивуча Командорских островов сформировалась к началу 1990-х гг. На её формирование ушло около 30 лет. В настоящее время численность молодых и взрослых сивучей командорской субпопуляции находится на уровне близком к среднемноголетнему. Успешность размножения командорских сивучей снижена из-за высокой величины яловости самок и дисбаланса возрастной структуры, что определяет неблагополучное состояние данной группировки.

Впервые определено содержание и уровень концентрации хлорорганических пестицидов в органах и тканях ларги Японского моря и токсичных металлов в моржах из прибрежных вод Чукотского п-ова. Установлено, что наибольшего уровня концентрации эти хлорорганические соединения достигают в жире тюленей. Прежде столь высоких концентраций ни у одного вида тюленей северной Пацифики не обнаруживали. В почках моржей зарегистрирован высокий уровень содержания кадмия, который возрастает по мере увеличения возраста моржей.

# 10. Физиолого-биохимические исследования биологически активных веществ из наземных и морских организмов

# Руководитель д.б.н. Н.Ф. Кушнерова

Разработана технология подготовки морской бурой водоросли Saccharina japonica для экстракции биологически активных веществ. Отработана методика по выделению экстракта, содержащего полифенольный комплекс. Изучено влияние экстракта из бурой водоросли Saccharina japonica на антирадикальную активность и биохимические показатели липидного и углеводного обмена печени крыс при интоксикации четыреххлористым углеродом (ЧХУ). Показано, что экстракт из сахарины способствует снижению уровня свободно-радикальных процессов, эффективному снятию тканевой гипоксии и восстановлению соотношения фракций нейтральных липидов. Терапевтическая эффективность исследуемого препарата оказалась более выраженной, чем у эталонного гепатопротектора «Легалон»<sup>®</sup>.

# **11. Исследование защитного эффекта экстрактов из асцидий при стрессорном воздействии** *Отв. исп.: к.б.н. Т.И. Пономарева, к.б.н. Ю.И. Добряков*

Изучены иммунные свойства экстракта из асцидии Styelaclava (ЭА) в эксперименте на мышах линии CD-1. Показано, что экстракт проявляет иммунотропную активность как при введении интактным мышам, так и при моделировании иммунопатологических состояний. При формировании иммунного ответа ЭA стимулирует антителообразование И лимфопролиферативные процессы в иммунокомпетентных органах. При иммунодепрессии ЭА нормализует иммунологическую реактивность организма, эффект связан со стимуляцией пролиферации и дифференцировки клеток-предшественников моноцитарно-гранулоцитарного ряда, что способствует сохранению иммунных функций организма пределах В физиологического оптимума.

# 12. Экспериментальные и теоретические исследования лазерной деструкции биологической ткани

# Руководитель д.б.н. В.М. Чудновский

Проведены теоретические и экспериментальные исследования условий лазерной абляционной и неабляционной деструкции биологической ткани. Экспериментально показано, что в биологических тканях, насыщенных водой при контактном лазировании с умеренной мощностью (0,5–5 Вт), генерируются интенсивные акустогидродинамические процессы, которые играют важную роль при лазерном рассечении водонасыщенных биологических тканей (рис. 79). В частности, указано на возможность остановки кровотечения посредством пузырьковой динамики, приводящей к устойчивому гемостазу.



Рис. 79. Спектрограмма (а) и спектр (б) акустического сигнала (в), полученного при проведении лазерной манипуляции ППЛДД in vivo, мощность 3 Вт

# 13. Исследование действия экстракта из голотурий и дексаметазона на уровень ИЛ-1αподобных белков в целомоцитах голотурии Eupentactafraudatrix

## Руководитель к.б.н. Долматова Л. С.

Вопрос эволюции иммунитета и его регуляции важен для понимания и моделирования механизмов иммунитета. Проведено сравнительное исследование изменений ИЛ-1α-подобных белков целомической жидкости голотурии *Eupentactafraudatrix* при воздействии экстракта из голотурий и синтетического глюкокортикоидного гормона дексаметазона. Выявлено, что оба препарата в исследованных концентрациях однонаправлено воздействовали на уровень ИЛ-1α-подобных белков в целомоцитах голотурии *E. fraudatrix*. Результаты свидетельствуют о возможности регуляции дексаметазономцитокинового статуса фагоцитов голотурий и раскрывают гормоноподобные механизмы действия экстракта (рис. 80).



Рис. 80. Концентрационно-зависимое действие дексаметазона и пентакана на уровень ИЛ-1-альфа-подобных белков в фагоцитах голотурии Е. fraudatrixnpu 24-часовой инкубации. 1 ч– контроль; 2 – дексаметазон;  $10^{-4}$  М, 3 – дексаметазон,  $10^{-6}$ ; 4 – дексаметазон,  $10^{-7}$  М; 5 – пентакан,  $10^{-3}$  мг/м;, 6 – пентакан,  $10^{-5}$  мг/мл; 7 – дексаметазон,  $10^{-4}$  М+ пентакан,  $10^{-5}$  мг/мл; P<0,05 по сравнению с контролем

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

# Науч. руководитель д.г.н. И.П. Семилетов

1.В юго-восточной части моря Лаптевых в сентябре осуществлен комплекс акустических и газобиогеохимических работ. На одном из участков дна прибрежного мелководья обнаружен газовый факел. Многочисленные газопроявления впервые обнаружены и в Ивашкиной лагуне (рис. 81). Отв. исп. к.г.-м.н. О.В. Дударев



Рис.81. Район массированного газопроявления (красные точки) в Ивашкиной лагуне (губа Буор-Хая, юго-восточная часть моря Лаптевых)

2. В рамках фундаментальной проблемы выявления особенностей полярного литогенеза получены новые данные о некоторых аспектах состояния природной среды Восточно-Арктических морей в позднечетвертичное время. Обнаружена схожесть полигональноваликовой морфоскульптуры рельефа современных приморских низменностей с одним из участков дна (рис. 82). Она предопределена ослабленным эрозионным воздействием волнения на его поверхность по причине существования здесь устойчивой термохалинной стратификации вод, а также диагенетических преобразований осадочной толщи. Последние подготовили голоценовые отложения к повышенной сопротивляемости размыву и, таким образом, к незначительной деформации затопленного рельефа в течение этапа прибрежно-морского криолитоморфогенеза последние 5-6 тыс. лет. Отв. исп.: к.г-м..н. О.В. Дударев, к.г.-м.н. А.Н. Чаркин



Рис. 82. Район исследований в юго-восточной части моря Лаптевых (а): а' – положение точки, для которой получено гидролокационное изображение, а'' – станции комплексных исследований. Гидролокационное изображение поверхности дна (б) и аэроснимок современной приморской низменности (в) (аэроснимок М.Н. Григорьева)

3. Проведено исследование коррозионного статуса вод восточной части моря Лаптевых. Выделены основные типы смешивающихся вод, количественно оценен вклад каждой фракции и определены корреляционные связи последних со степенью насыщения вод карбонатом кальция. Установлено, что воды внутреннего шельфа восточной части моря Лаптевых во всей водной толще являются коррозионными по отношению к карбонату кальция (на всех выполненных станциях к арагониту, а на большинстве – и к кальциту); поверхностные и придонные воды среднего шельфа также недосыщены по отношению к арагониту. Основными факторами, определяющими обнаруженное недосыщение, являются существенный объем пресных вод, поступающих с речным стоком и в результате таяния льда, а также большое количество лабильного аллохтонного органического вещества, вовлекаемого на шельфе в современный биогеохимический цикл. Показано, что в настоящее время шельфовые воды восточной части моря Лаптевых являются одной из самых коррозионных по отношению к карбонату кальция зон Мирового океана. Отв. исп. к.г.н. И.И.Пипко.

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

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

# Отв. исп.: к.ф.-м.н. С.Г. Долгих, к.ф.-м.н. В.А. Чупин, к.ф.-м.н. В.В. Овчаренко к.т.н. Г.Н. Батюшин, к.т.н. В.А. Швец, к.т.н. С.В. Яковенко

1. Разработаны, созданы и запущены в режим проведения непрерывных измерений лазерные деформографы в шахте г. Краснокаменск (Читинская область) и в шахте г. Соликамск (Пермский край), которые предназначены для изучения геодинамических процессов данных регионов, изучения физики процессов, приводящих к техногенным катастрофам действующих шахт (рис. 83).





2. Разработаны технические основы и выполнены измерения вариаций напряжённодеформационного поля Земли с помощью пространственно разнесённых лазерных деформографов, установленных на МЭС ТОИ ДВО РАН «м. Шульца» (б. Витязь, Японское море), в п. Горнотаёжном (Приморский край) и в шахте г. Краснокаменск (Читингская область).

При анализе записей пространственно разнесённых лазерных деформографов установлено, что в низкочастотной области спектра присутствуют устойчивые приливноотливные гармоники, в том числе низкочастотные колебания, обусловленные нутационным эффектом, амплитуда которых почти на порядок выше амплитуд приливных гармоник (рис. 84). Из записей лазерного деформографа, установленного в шахте г. Краснокаменска, в высокочастотной области спектра выделены колебания с периодами около 2 и 3 минут, обусловленные собственными колебаниями региональных геоблоков земной коры зоны расположения шахты. Также после взрывов выделены колебания с периодом около 6 с, амплитуда которых затухает со временем. Разработана методика определения вероятности возникновения техногенных катастроф на основе анализа амплитуд и добротностей собственных колебаний выделенных геоблоков в зоне действующей шахты.



Рис 84. Фрагмент записи лазерного деформографа

3. Разработана и создана методология и технология прогноза коровых землетрясений на основе измерения вариаций уровня микродеформаций верхнего слоя земной коры с помощью пространственно разнесённых лазерных деформографов в эпицентральных областях прогнозируемых землетрясений в инфразвуковом диапазоне. Проведена оценка диапазона допустимых значений времени накопления относительных деформаций на поверхности Земли, необходимых для непрерывного пополнения «банка» сейсмологических данных в задаче возможного прогноза коровых землетрясений по вариациям напряженно-деформационного поля Земли. Разработаны способы получения магнитудных инвариантов. Установлена связь отдельных магнитудных инвариантов с физикой подготовки и развития землетрясений, крутильными и сфероидальными колебаниями Земли.

4. Обработан накопленный массив данных о литосферных процессах, полученных с использованием GPS и лазерной интерферометрии. После землетрясения в г. Тохоку (Япония) 11.03.2011 г. обнаружено искажение геометрии измерительного полигона, расположенного в Приморском крае, в продольном направлении относительно азимута на источник возмущения. Изменение геометрии полигона происходило на протяжении ~53 часов с момента начала землетрясения: длина вектора между станциями «Владивосток – м. Шульца» сократилась на 5,3 мм; длина вектора «Владивосток – Находка» увеличилась на 0,45 мм, а длина вектора «м. Шульца – Находка» осталась без изменений. Подготовительные процессы геодинамического события обнаружены как в записях лазерного деформографа, так и в записях системы глобального позиционирования. За 2 часа до землетрясения лазерный деформограф зафиксировал колебания с периодом около 18 минут, соответствующим одному из тонов собственных колебаний Земли, что, вероятно, связано с усилением геодинамических процессов верхнего слоя земной коры. Аномальное поведение верхнего слоя земной коры, предшествующее землетрясению, зафиксировано приборами спутникового позиционирования. Суть аномалии заключается в скачкообразных колебаниях примерно за месяц до самого события землетрясения (со 2 до 9 февраля 2011 г.). Землетрясение определено как цунамигенное из-за наличия скачка перемещения на записи, что обусловлено резким подъемом грунта в эпицентре землетрясения.

5. Созданы измерительные полигоны на МЭС на «м. Шульца» (Японское море, бухта Витязь) и на базе СКБ САМИ ДВО РАН «м. Свободный» (о. Сахалин). На МЭС «м. Шульца»

располагаюися два лазерных деформографа с длиной измерительного плеча 52,5 м и ориентацией север-юг и с длиной измерительного плеча 17,5 м с ориентацией запад-восток, лазерные измерители вариаций давления гидросферы, лазерный нанобарограф, лазерные гидрофоны, метеостанция, широкополосный сейсмограф, GPS-приёмник TRIMBLE\_5700. На базе «м. Свободный» установлен лазерный деформограф с длиной измерительного плеча 10,5 м ориентацией север-юг, лазерные гидрофон и нанобарограф, GPS-приёмник TRIMBLE 5700.

В результате непрерывных измерений зарегистрированы вариации микродеформаций земной коры, микроколебания атмосферного и гидросферного давления в частотном диапазоне от 0 до 1000 Гц. На основе анализа полученных данных исследованы собственные колебания земной коры. Лазерные деформографы (на м. Шульца и на м. Свободный) зарегистрировали землетрясение с магнитудой 7 баллов, произошедшее вблизи острова Королевы Шарлотты (Канада) 28 октября 2012 года в 03:04:08. На спектрах записей отмечены некоторые сфероидальные колебания основного тона и некоторых обертонов:  $_{0}S_{4,1}S_{2,0}S_{0,1}S_{3,0}S_{6,0}S_{8,0}S_{9,1}S_{0,0}S_{11,2}S_{2,0}S_{7,0}S_{10}$ . В большинстве случаев пики ярко выражены (рис. 85). Периоды гармоник, зарегистрированных лазерными деформографами на м. Шульца, совпадают между собой. Периоды гармоник собственных колебаний Земли, зарегистрированных на «м. Свободный», в большинстве случаях совпадают с периодами, зарегистрированными на «м. Шульца», и хорошо согласуются с полученными ранее данными.



Рис. 85. Спектры записей лазерных деформогафов, установленных на м. Шульца: а) ориентацией север-юг, б) ориентацией запад-восток, и (в) установленного на м. Свободный

# Тема «РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМНЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯКОМПЛЕКСНОЙ ПОДДЕРЖКИ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ДВО РАН»

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

## 1. База данных (БД) «Вихревые структуры северо-западной части Тихого океана»

Отв. исп. к.г.н. В.А. Дубина

Разработана база данных (БД) «Вихревые структуры северо-западной части Тихого океана», предназначенная для хранения, выборки и визуализации растровых данных, представляющих собой поверхностные проявления вихревых структур в азиатских окраинных морях и в области смешения вод Куросио и Оясио, зарегистрированные в видимом и инфракрасном (ИК) диапазонах электромагнитного спектра. Растровые данные созданы на основе измерений, выполненных спеткрорадиометрами MODIS, установленными на спутниках Terra и Aqua, и тематическими картографами, установленными на спутниках Landsat-4, Landsat-5, Landsat-7. БД имеет веб-интерфейс (<u>http://oias.poi.dvo.ru</u>), позволяющий осуществлять через веб-браузеры запросы на сортировку и/или выборку и визуализировать отобранные по заданным критериям изображения в отдельных окнах. База данных предназначена для изучения вихревых процессов в верхнем слое океана синоптического и мезо масштабов, развития методов спутниковой диагностики океана, а также для валидации результатов численного моделирования течений в отдельных районах северо-западной части Тихого океана.

# 2. База данных (БД) «Спутниковые изображения нефтяного загрязнения в регионе NOWPAP»

Отв. исп.: к.г.н. В.А .Дубина, д.ф.-м.н. Л.М. Митник

БД предназначена для хранения, выборки и визуализации спутниковых изображений, на которых зарегистрированы нефтяные разливы в районе северо-западной части Тихого океана, ограниченном координатами  $121^{\circ}-143^{\circ}$ в.д.,  $33^{\circ}-52^{\circ}$ с.ш. Этот район является частью экологической программы ООН «План действия по защите, управлению и развитию морской и прибрежной окружающей среды северо-западной Пацифики» (The Action Plan for the Protection, Management and Development of the Marine and Coastal Environment of the Northwest Pacific Region -NOWPAP).

БД состоит из аннотированных спутниковых изображений и реализована в форме Web-ГИС проекта (<u>http://cearac.poi.dvo.ru</u>). Веб-интерфейс позволяет осуществлять через веббраузеры сортировку записей базы по различным полям, выборку и визуализацию изображений по географическому признаку. База данных предназначена для решения различных научных и образовательных задач, связанных с изучением нефтяного загрязнения морских акваторий, а также для использования в работе международных экологических организаций

# 3. Аппаратно-программный комплекс для организации долговременного непрерывного подводного видеомониторинга прибрежных акваторий

Отв. исп.: к.ф.-м.н. О.Г.Константинов, к.т.н. В.К. Фищенко

Создан аппаратно-программный комплекс для долговременного наблюдения за состоянием морского видового разнообразия; наблюдение марикультуры в местах ее разведения; визуальный контроль подводных экспериментальных установок; оценивание параметров подводных течений (по данным наблюдения движений поплавковых маркеров). поверхностного волнения (на основе регистрации и анализа процесса модуляции освещенности в толще воды под влиянием поверхностных волн); изучение поведенческих реакций гидробионтов на искусственно создаваемые внешние раздражители; контроль мутности воды, состояния морского дна, присутствия опасных морских животных в местах массового отдыха граждан на море; использование архивных видеоматериалов и «живого видео» с подводных камер в учебном процессе в школах и университетах; контроль сооружений. Режим работы: долговременный, непрерывный, с двумя профилактическими перерывами в год. Информация сохраняется на удаленном сервере в виде моментальных снимков (1 снимок в минуту) и коротких видео (30-секундные ролики 1 раз в 30 минут). Для доступа к сохраненным данным использование интерфейса океанологической информационно-аналитической возможно системы ДВО РАН. Кроме этого, возможен просмотр видео с камеры в реальном времени с любого рабочего места, подключенного к сети Интернет.

# ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

# Морские экспедиции

Экспедиция на НИС «Академик Опарин» проводилась 12-14 февраля 2013 г. и 2-6 апреля 2013 г. (Науч. руководитель к.г.н. В.Б. Лобанов) Основной целью экспедиции являлись исследования зимних процессов в заливе Петра Великого - водообмена шельфа и глубокого моря, склоновой конвекции и вентиляции глубоководной котловины, формирования и распространения высокоплотных вод в связи с климатическими и радиоэкологическими проблемами региона, а также испытание и калибровка океанографической аппаратуры

Проведены испытания нового зондирующего комплекса SBE-911 и комплекта блоков автономных заякоренных станций в глубоководной части Японского моря, прилегающей к континентальному склону и на шельфе залива Петра Великого. Отработана методика глубоководного спуска и подъема автономной заякоренной придонной станции конфигурации «буй - измерительный модуль - акустический размыкатель - якорная система» в условиях судна данного класса.

Анализ полученных данных показал, что придонные воды в котловине северной части Уссурийского залива в январе-марте 2013 г. были более холодные и соленые, чем воды, поступающие из Амурского залива в Уссурийский. Данный факт является еще одним свидетельством того, что в северной части Уссурийского залива имеет место формирование местных высокосоленых плотных вод, которые затем участвуют в вентиляции глубинных слоев склоновой области Японского моря. Эволюция гидрологических процессов в зал. Петра Великого в зимнее время к концу периода формирования и распространения высокоплотных вод привела к возникновению в шельфовой зоне залива трех областей вод с характерным набором гидрологических параметров: восточной – с низкой температурой и пониженной соленостью; центральной – с низкой температурой и повышенной соленостью; западной – с повышенной температурой и повышенной соленостью. Впервые зарегистрировано проявление склоновой конвекции (каскадинга) в виде протяженного языка вод повышенной плотности между глубинами 100 и 1200 м в центральной части склона залива. В поверхностных водах залива Петра Великого установлены фоновые значения концентраций <sup>137</sup>Cs за исключением точки у края шельфа на траверзе мыса Гамова в западной части залива, где была зарегистрирована концентрация, более чем в два раза превышающая фоновый уровень.

Ледово-морская экспедиция ТОИ ДВО РАН №4 в юго-восточную часть моря Лаптевых в апреле 2013 г. (Науч. руководитель д.г.н. И.П. Семилетов). В рамках многолетнего проекта «Изучение механизмов и темпов деградации подводной мерзлоты и массированных выбросов метана в атмосферу морей Восточной Арктики» выполнен этап бурения подводной мерзлоты.

В составе тяжелого транспортного каравана в районе Усть-Ленского рифта (юговосточная часть моря Лаптевых) выполнена 15-ти суточная комплексная экспедиция. Общая продолжительность экспедиции с учетом передвижения к месту работ и обратно составила 30 суток. За 30 суток экспедиции выполнены комплексные наблюдения в районе Усть-Ленского рифта. Тяжелым транспортным караваном весом около 200 т. по льду юго-восточной части моря Лаптевых пройдено более 1000 км.

Проведено бурение 8 скважин с глубиной забоя от нескольких метров до 50 метров. Выполнены 12 океанографических станций, в том числе 2 с комплексом многосуточных наблюдений с экспозицией измерителей течений ADP. Выполнены измерения метана в воде и донных осадках. Отобраны пробы взвеси и донных осадков для седиментологических и биогеохимических исследований. Методом электроразведочного зондирования исследована структура мерзлоты на 104 станциях с глубиной проникновения сигнала до 1 км (рис. 86). Результаты междисциплинарных исследований позволяют ожидать интенсификацию деградации субаквальной криолитозоны. Впервые для Восточно-Сибирского шельфа оценены ее темпы.



Рис. 86. Схема станций, выполненных со льда в море Лаптевых в апреле-мае 2013 г.

Бурение в данном районе последний раз проводилось в 80-х годах прошлого столетия. Сопоставление архивных данных по глубине залегания кровли мерзлоты (Фартышев, 1993; данные ИМЗ) с вновь полученными данными позволяет оценить реальные вертикальные скорости деградации многолетнемерзлых пород (ММП) за 30-летний период. Эти исследования имеют не только фундаментальное, но и прикладное значение в связи с развитием береговой инфраструктуры стратегической трассы Северного морского пути в местах распространения ММП, интенсивно деградирующей на фоне потепления климата и хозяйственной деятельности человека.

НИС "Академик М.А. Лаврентьев", рейс 62 (с 19 июня по 5 июля 2013 г.). Выполнена международная российско-корейско-японская экспедиция в юго-западную часть Охотского моря и Татарском проливе Японского моря в рамках международного проекта "Сахалин" (Sakhalin Slope Gas Hydrate Project, 2012-2017). ( Науч. руководитель д.г.-м.н. А.И.Обжиров, нач. экспедиции Н.А. Николаева).

Основная цель экспедиции – выполнение комплексных геологических, геофизических, гидроакустических, газогеохимически, литологических, батиметрических исследований на новых участках островного склона о-ва Сахалин и Татарском проливе для поиска газогидратов в донных отложениях, потоков метана из них, изучения геологических условий формирования и разрушения газогидратов и распределения природных газов в воде и донных осадках.

В ходе экспедиции подтверждены участки проявления газовых гидратов в этом районе. Одна площадь расположена на западном склоне Курильской впадины Охотского моря, на

глубине 705 м, другая –на западном Сахалинском склоне в Татарском проливе Японского моря, на глубине 323 м. Газогидраты обнаружены в районе выходов пузырей метана из донных осадков в воду. Подтверждено наличие газогидратов, открытых в 2012 году на западном склоне Курильской впадины Охотского моря и на западном Сахалинском склоне Татарского пролива Японского моря. На склоне Курильской глубоководной котловины, на участке выявленного на глубине 2200 м в предыдущей экспедиции (2012 г.) мощного газового факела, были обнаружены чистые арагонитовые корки на поверхности морского дна (рис. 87). Полученные результаты могут свидетельствовать о процессах образования и дестабилизации газовых гидратов в приповерхностных осадках или непосредственно на морском дне.



Рис. 87. Схема расположения станций опробования донных осадков. Красным цветом обозначены станции, на которых вскрыты газовые гидраты

НИС "Академик М.А. Лаврентьев", рейс 63 (с 20 июля по 5 сентября 2013 г.) Выполнена международная российско-китайская экспедиция на НИС "Академик М.А. Лаврентьев" (63 рейс) в Охотское море и район Курильских островов, северо-западной части Тихого океана и Берингова моря в рамках международного проекта между ТОИ ДВО РАН и FIO SOA (Китай) для целей палеоокеанологии. (Нач экспедиции д.г.-м. н. С.А. Горбаренко).

Основной целью данной экспедиции являлась высокоразрешающая реконструкция быстрых изменений (в масштабе тысяч, сотен лет) условий среды и климата Берингова моря и северо-западной части Тихого океана (условий поверхностных вод, формирования и распространения морских льдов, продуктивности, вентиляции придонных вод и условий седиментации и климата прилегающей суши) в позднем плейстоцене и голоцене посредством изучения глубоководных морских осадков.

Выполнен отбор колонок донных морских осадков, их документация и консервация с целью последующего изучения возраста и условий формирования палеосреды изучаемых районов. Проведена комплексная съемка характеристик поверхностного слоя вод моря по маршруту движения судна, включавшая непрерывные измерения температуры, солености, и распределения ртути в приводном слое воздуха. Получен массив гидрофизических, химических и биологических данных для комплексной характеристики водных масс и первичных звеньев экосистемы северо-западной части Тихого океана и Берингова моря, данные о физических и химических характеристиках глубинных и придонных вод. Получен массив синхронных данных о флуоресценции фитопланктона, массив сейсмических и батиметрических данных для комплексной характеристики рельефа дна Берингова моря и северо-западной части Тихого океана.

Выполнены исследования рассеяния звука в верхнем слое моря на шельфе Японского моря, а также в морях восточной Арктики, в Беринговом и Охотском море в рейсе учебнопроизводственного судна МГУ им. адм. Г.И. Невельского "Профессор Хлюстин" (с 23 июля по 8 сентября 2013 г.). Отработаны методы и получены данные об основных акустических характеристиках верхнего слоя морской воды в различных дальневосточных морях России, включая моря Восточной Арктики – Чукотское море и море Лаптевых (Науч. руководитель д.ф.-м.н. В.А. Буланов).

Важной особенностью распределения рассеяния звука в арктическом верхнем слое моря является наличие резко выраженного квазиоднородного звукорассеивающего слоя на небольших глубинах до 10 метров (рис. 88 а). Суточные изменения расположения звукорассеивающих слоев, которые обычно наблюдаются в деятельном слое океана и имеют биологическое происхождение, связанное с суточными вариациями по глубине зоопланктона (днем – глубоко, ночью – ближе к поверхности), наблюдаются только на больших глубинах ниже слоя скачка около 10 метров. Для подтверждения этому справа представлены данные вертикального зондирования распределения по глубине температуры, солености, хлорофилла и растворенного органического вещества (рис.88 б).



Рис. 88. Структура звукорассеивающих слоев в Чукотском море и гидрология, полученные с дрейфующего судна 13.08.2013 г. в течение ~9,5 часов. Скорость дрейфа около 1 узла. Время судовое (по временному поясу г. Владивосток (а;. Распределение по глубине температуры, солености, хлорофилла и растворенного органического вещества.

Экспедиция на НИС «Луговое» (рейс № 3) проходила в заливе Петра Великого, Японском море, Татарском проливе и северо-западной части Охотского моря 20 августа -14 сентябя 2013 г. (Науч. руководитель д.г.н. К.А. Рогачев).

В ходе экспедиции была выполнена детальная океанографическая съемка с отбором планктонных проб. Впервые измерены скорости приливных течений в заливе Академии

(Охотское море), что позволит определить циркуляцию вод в заливе. Выполнена постановка измерителей уровня для получения новых данных о приливах, приливных течениях для изучения их воздействия на прибрежную экосистему Охотского моря. Собранные данные являются основой для определения циркуляции вод на шельфе моря, доминирующих групп планктона в важном районе скопления полярных китов, механизмов и условий, поддерживающих скопления живых организмов на шельфе Охотского моря. Получены первые детальные океанографические наблюдения о течениях и гидрологической структуре заливов северо-западной части Охотского моря.

## Прибрежные экспедиции

За период летней навигации в рейсах на НИС «Малахит» № 126 и НИС «Импульс» № 64 проведены сезонные гидролого-гидрохимические исследования залива Посьета на сети гидролого-гидрохимических станций и в Амурском заливе. Целью исследований являлось изучение процессов и механизмов формирования и разрушения гипоксии в акватории залива Петра Великого. Установление роли природного и человеческого факторов на конкретном этапе развития экосистемы, как в направлении образования гипоксии, так и в направлении ее разрушения. (Науч. руководитель д.х.н. П.Я. Тищенко).

Работа выполнялась в рамках проектов РФФИ (грант РФФИ 11-05-00241-а, грант РФФИ восток 11-05-98543) и ФЦП «Мировой океан», а также бюджетной темы ТОИ ДВО РАН.

В заливе Посьета в течение года было выполнено 264 комплексных гидрологогидрохимических станции. На каждой проводилось зондирование с использованием датчиков электропроводности, давления, температуры, мутности, флюоресценции (хлорофилла). С помощью диска Секки определялась прозрачность вод. На каждой станции были отобраны пробы с поверхностного и придонного горизонтов на следующие параметры: соленость, растворенный кислород, pH, щелочность, биогенные элементы (аммоний, нитриты, нитраты, фосфаты, силикаты), хлорофилл, растворенный органический углерод. В Амурском заливе было выполнено 64 гидрологические станции (рис. 89).



Рис. 89. Схема гидролого-гидрохимические исследования залива Посьета выполненных в заливе Посьета в течение 2013 г. и гидрологических станций, выполненных в Амурском заливе в августе 2013 г.

Предварительный анализ данных для зимнего сезона указывает на то, что на момент исследования процессы фотосинтеза органического вещества в заливе Посьета существенно превалировали над процессами его деструкции в бухтах Экспедиции и Новгородская. Исключением являются эстуарные акватории рек Гладкая и Цукановка. Наиболее важным результатом явилось обнаружение области аноксии (отсутствие кислорода) в придонных водах Морского Заповедника, в районе о. Фуругельма. Совокупность гидрохимических данных позволяет сделать предположение, что причиной аноксии является микробиологическое разложение диатомей в отсутствии света (глубина места - 30 м) и слабой динамики вод (данное место представляет собой локальное углубление, способное к обмену с внешними водами только с юго-западной стороны).

Экспедиционные работы в зал. Петра Великого на НИС «Малахит» № 128 и «Импульс» № 65 (руководитель– к.ф.-.м.н. С.П. Захарков) проведены в период 7-18 сентября 2013 г. Основная цель экспедиции – изучение механизмов и закономерностей формирования полей распределения пигментного и видового состава фитопланктона и его продуктивности, а также определение влияния внутренних волн на распределение температуры и величину первичной продукции фитопланктона.

Выполнены 4 постановки и 2 снятие автоматических буйковых станций (АБС) с программируемыми датчиками со временем экспозиции более 8 суток, суточные станции (около МЭС «м. Шульц» в районе постановки АБС); разрез по маршруту Владивосток – МЭС «м. Шульц», – 177 станций глубинного зондирования с помощью СТD зонда (температура и соленость морской воды, и флуоресценция растворенного органического вещества и хлорофилла-а в морской воде, излучение доступное для фотосинтеза); в 18 пробах определена первичная продукция и в 176 – концентрация пигментов фитопланктона.

Согласно полученным данным с АБС изменения температуры на отдельных горизонтах могут достигать 8-12 градусов, на горизонтах от 10 до15 метров и у дна отчетливо наблюдается ярко выраженный пикноклин. Предварительный анализ полученных данных выявил необычную структуру в поле температуры (см. рисунок ниже), которое распространялось через полигон с 17 по 18 сентября. Характерное поведение изотерм в поле температуры позволяет высказать предположение о том, что поле температуры сформировано второй модой приливной внутренней волны.

В период с 1 мая по 31 декабря выполнялись работы по изучению внутренних волн, перемешивание и биопродуктивности в шельфовой зоне Японского моря (рис. 90). Работы выполнялись при поддержке грантов ДВО и интеграционных проектов с СО РАН. Морские исследования осущнствлялись с борта НИС «Импульс» и «Малахит» (Рук. экспедиции к.г.н. Ф.Ф. Храпченков).

Задачи экспедиции: постановка гирлянд термисторов, уровнемера, измерителей течений для наблюдений фоновых гидрофизических характеристик, а также внутренних волн (BB) и тонкой структуры в шельфовой зоне Японского моря; проведение измерений в б. Витязь и в море для изучения разрушения внутренних волн и термоклина на мелководье и характеристик генерируемой турбулентности; мониторинг изменчивости поля температуры в прибрежной зоне вблизи м. Шульца с пополнением баз данных; экспериментальная проверка нелинейных

моделей генерации, распространения и разрушения внутренних волн и их взаимодействия со средними полями плотности и течений.



Рис.90. Карта района проводимых работ

В результате комплексного исследования на полигоне в шельфовой зоне моря, где происходит диссипация энергии морских приливов и внутренних гравитационных волн, трансформация волнового режима течения в периодически вихревой и генерация мелкомасштабной турбулентности, получены новые сведения о характере течений и изменчивости уровня моря в прибрежной зоне, о водообмене б. Витязь с открытой частью залива Посьет Японского моря, о влиянии на них различных факторов и о формировании термохалинной структуры вод в шельфовой зоне.

Экспедиция. на НИС «Малахит» (рейс № 129) (Науч. руководитель к.г.-м.н. В.Н. Карнаух). С 20 по 27 сентября 2013 г. были проведены детальные исследования строения морского дна акватории западной части залива Петра Великого. Получено 400 км сейсмических профилей.

В юго-западной части залива Петра Великого выделены новые области, где предполагается поступления газа из недр залива, выполнена классификация типов акустических аномалий газовой природы в верхней части осадочного чехла и проведено оконтуривание площадей их распространения. Полученные результаты создают основу для дальнейшего изучения газовых внедрений в заливе, их детализации, контроля текущего состояния и мониторинга их изменений в будущем.

91



Рис. 91. Карта сейсмических профилей, отработанных в юго-западной части залива Петра Великого с использованием высокочастотного профиллографа «GeoPulse Subbottom Profilier»

В период с 4 мая по 24 октября 2013 г. выполнялись работы по изучению влияния структуры осадочного чехла на низкочастотное акустическое поле в водном слое, дистанционному определению физико-акустических свойств донных отложений. Исследовались сезонная, суточная и часовая изменчивость скорости звука водного слоя, в зависимости от метеорологических и гидродинамических процессов шельфовой зоны, характерные пространственно-временных масштабы флуктуаций акустического поля диапазона 240-330 Гц. в районе полигона в заливе Посьета. (Науч. руководитель д.ф.-м.н. И.О.Ярощук).

За время экспедиции были проведены две серии масштабных океанологических экспериментов в разные сезоны в заливе Посьета: около 300 высокоразрешающих вертикальных зондирований водной среды с одновременным измерением температуры, солености, давления, скорости звука и поля течений. Осуществлены две серии акустических экспериментов с целью изучения особенностей трансформации низкочастотных акустических полей при распространении через границу гидросфера-литосфера.

Детально исследованы интенсивные короткопериодные внутренние волны (BB). Установлено, что цуги этих волн появляются циклически после пика полусуточного прилива. Они движутся к берегу в среднем по направлению, перпендикулярному изобате резкого свала глубин. Во всем исследуемом диапазоне частот отмечена нелинейность BB. В длинноволновом диапазоне регулярно наблюдаются длинные нелинейные BB (боры), а в мелкомасштабной его части – уединенные волны (солитоны). Интенсивные короткопериодные ВВ проявляли скорее квазилинейный, нежели явно выраженный нелинейный характер.

Предварительный анализ и обработка данных, полученных в ходе экспериментальные работы на шельфе Японского моря с применением низкочастотного гидроакустического излучателя 20-35 Гц и берегового лазерного деформографа, показывают, что основная энергетика низкочастотных сигналов при переходе из гидросферы в литосферу переносится по гранитам, вдоль границы раздела с рыхлыми донными осадками.

В соответствии с договором на выполнение морских научных исследований № 1-СПГ/2013 от 27.09.2013 г. между ТОИ ДВО РАН и ООО «Геоинжстрой» выполнены морские научные исследования в рейсе НИС «Импульс» № 66 10 октября 2013 г. (Нач. экспедиции А.Ф. Сергеев).

Проведены океанологических исследований в рамках инженерно-экологических изысканий на морской акватории в районе п-ва Ломоносова в Амурском заливе для оценки современного состояния морской среды в связи с планируемым строительством объекта «Завод СПГ» в районе г. Владивосток.

Установлено, что гидролого-гидрохимическая ситуация в районе полуострова Ломоносова в Амурском заливе в период экспедиции находилась под существенным влиянием Приморского апвеллинга. В северо-восточном и юго-восточном районах исследований наблюдался примерно одинаковый характер распределения и уровень океанологических параметров для одних и тех же горизонтов на станциях. Однако в северо-восточном районе в южной части б. Перевозная имели место также свои отличительные гидрологогидрохимические и биогеохимические особенности. В южной части б. Перевозная в летнеосенний период возможно возникновение кратковременной стагнации вод, приводящей, в частности, к понижению содержания кислорода.

# Патенты, программы для ЭВМ и базы данных

- База данных «Вихревые структуры северо-западной части Тихого океана»: Свидетельство о рег. № 2013621388 Российская Федерация / В.А. Дубина, Л.М. Митник, В.К. Фищенко, А.В. Голик, Ю.А. Кузлякина № 2013621118; заявл.02.09.2013; зарег. 30.10.2013.
- База данных «Спутниковые изображения нефтяного загрязнения в регионе NOWPAP»: Свидетельство о рег. № 2013621358 Российская Федерация / В.А. Дубина, Л.М. Митник, А.В. Голик, В.К. Фищенко, Ю.А. Кузлякина - № 2013621118; заявл.02.09.2013; зарег. 18.10.2013.
- База данных «Фотоидентификация серых китов в районе залива Пильтун»: Свидетельство о рег. № 2013620603 Российская Федерация / М.М. Сидоренко № 2013620263; заявл. 22.03.13; зарег. 14.05.2013.
- Гидроакустический комплекс пассивного обнаруждения придонных газожидкостных потоков: Пат. 129639 U1 Российская Федерация / Ю.А. Половинка, А.О. Максимов - № 2013103964, заявл. 29.01.2013; опубл. 27.06.2013, Бюл. № 18.

- Донный лазерный сейсмограф: Пат. 133946 U1 Российская Федерация / Г.И. Долгих, С.Г. Долгих, С.С. Будрин, А.А. Плотников, С.В. Яковенко - № 2013114523, заявл. 01.04.2013; опубл. 27.10.2013, Бюл. № 30.
- Измеритель поверхностного волнения: Пат. 125336 U1 Российская Федерация / С.Н. Ковалев № 2012135319, заявл. 16.08.2012; опубл. 27.02.2013, Бюл. № 6.
- Комбинированный гидроакустический приемник для гибкой протяженной буксируемой антенны: Пат. 2501043 С1 Российская Федерация / В.И. Коренбаум, А.А. Тагильцев № 2012130689, заявл.17.07.2012; опубл.10.12.2013, Бюл. 34.
- Комбинированный гидроакустический приемник: Пат.125425 U1 Российская Федерация / С.Н. Ковалев № 2012143580, заявл. 11.10.2012; опубл. 27.02.2013, Бюл. № 6.
- Метод мониторинга вертикального распределения скорости звука в условиях мелководных акваторий: Пат. 2477498 С1 Российская Федерация / Ю.А. Половинка № 2011148208, заявл. 25.11.2011; опубл. 10.03.2013, Бюл. № 7.
- Подводный планер (варианты): Пат. 122970 U1 Российская Федерация / С.Г. Щеглов № 2012118807, заявл. 04.05.2012; опубл. 20.12.2012, Бюл. № 35.
- Подводный планер (варианты): Пат. 124245 U1 Российская Федерация / С.Г. Щеглов, А.С. Ляшков № 2012118660, заявл. 04.05.2012; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2.
- Подводный планер (варианты): Пат. 2490164 С1 Российская Федерация / С.Г. Щеглов № 2012118812, заявл. 04.05.2012; опубл. 20.08.2013, Бюл. № 23.
- Программа ЭВМ «ExoViever»: Свидетельство о рег. № 2013611055 Российская Федерация / Д.В. Черных, О.С. Громашева № 2012660082; заявл. 21.11.12; зарег. 12.01.2013.
- Программа ЭВМ «Формирование массива данных для программы Surfer»: Свидетельство о рег. № 613612954 Российская Федерация / Е.В. Соседко № 2013610732; заявл. 05.02.2013; зарег. 19.03.2013.
- Система для обнаружения газогидратов: Пат. 123181 U1 Российская Федерация / В.И. Юсупов, А.С. Саломатин № 2012124367, заявл. 13.06.2012; опубл. 20.12.2012, Бюл. № 35.
- Система для обнаружения газогидратов: Пат. 126850 U1 Российская Федерация / В.И. Юсупов, А.С. Саломатин № 2012142633, заявл. 05.10.2012; опубл. 10.04.2013, Бюл. № 10.
- Система подвеса для гидроакустических приемников: Пат. 128343 U1 Российская Федерация / С.Н. Ковалев № 2013103470, заявл. 25.11.2013; опубл. 20.05.2013, Бюл. № 14.
- Способ и устройство для измерения ускорения силы тяжести: Пат. 2494405 С1 Российская Федерация / Н.М. Цовбун, Р.Г. Кулинич, М.Г. Валитов - № 2012125936, заявл. 21.06.2012; опубл. 27.09.2013, Бюл. № 27.
- Способ определения вертикальной скорости продольных волн в анизотропной среде: Пат. 2492509 С1 Российская Федерация / С.Н. Медведев № 2011146780, заявл. 17.11.2011; опубл. 10.09.2013, Бюл. № 25.
- Способ регистрации дыхательных звуков на поверхности грудной клетки и комбинированный приемник для осуществления способа: Пат. 2496421 С1 Российская Федерация / В.И. Коренбаум, А.А. Тагильцев № 2012133360, заявл. 03.08.2012; опубл. 7.10.2013, Бюл. № 34.
- Стенд для физического моделирования пузырькового переноса газов в водной среде и донных осадках: Пат.126465 U1 Российская Федерация / Б.А. Буров, А.С. Саломатин № 2012147990, заявл. 12.11.2012; опубл. 27.03.2013, Бюл. № 9.
- Устройство для определения параметров гидроакустических приемников: Пат. 126475 U1 Российская Федерация / С.Н. Ковалев № 2012150622, заявл. 26.11.2012; опубл. 27.03.2013, Бюл. № 9.

# Публикации

# Книги

- Гресов А.И. Метаноресурсная база угольных бассейнов ДВ России и перспективы ее промышленного освоения. Т. 2: Углеметановые бассейны Республики Саха (Якутия) и Северо-Востока. Владивосток: Дальнаука, 2013. 468 с.
- Сокарев А.Н., Кулинич Р.Г. Палеомагнетизм япономорского сектора зоны перехода от континента к Тихому океану: справочник палеомагнитных характеристик горных пород. Владивосток: Дальнаука, 2012. 135 с.
- Океанография залива Петра Великого и прилегающей части Японского моря: 2-я научная конференция, Владивосток, 15-17 мая 2013 г. Владивосток: Дальнаука, 2013. 40 с.
- *Океанологические исследования*: VI конференция молодых ученых: тезисы докладов, Владивосток, 15-19 апреля 2013 г. Владивосток: Дальнаука, 2013. 109 с.
- Физика геосфер: восьмой Всероссийский симпозиум: материалы докладов, Владивосток, 2-6 сентября 2013 г. Владивосток: Дальнаука, 2013. 447 с.

# Статьи

- Акуличев В.А., Буланов В.А. Об аномалиях акустических характеристик полидисперсных жидкостей с газовыми и паровыми пузырьками // Доклады Академии наук. Науки о Земле. 2013. Т. 448, № 2. С. 213-217.
- Акуличев В.А., Моргунов Ю.Н., Голов А.А., Азаров А.А., Лебедев М.С. Экспериментальная апробация метода повышения точности системы позиционирования подводных объектов // Доклады Академии наук. Науки о Земле. 2013. Т. 449, № 6. С. 701-704.
- Астахов А.С., Гусев Е.А., Колесник А.Н., Шакиров Р.Б. Условия накопления органического вещества и металлов в донных осадках Чукотского моря // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. С. 1348-1365.
- Астахов А.С., Рудзян Ван, Крейн К., Иванов М.В., Гао Айгуо. Литохимическая типизация обстановок полярного осадконакопления (Чукотское море) методами многокомпонентного статистического анализа // Геохимия. 2013. № 4. С. 303-325.
- Астахова Н.В. Формы нахождения и особенности распределения благородных и цветных металлов в железо-марганцевых корках Японского моря // Океанология. 2013. Т. 53, № 6. С. 769-785.
- Астахова Н.В., Леликов Е.П. Особенности железо-марганцевого рудообразования на подводном хребте Витязь (Тихоокеанский склон Курильской островной дуги) // Геология и геофизика. 2013. Т. 54, № 5. С. 676-686.
- Баранов А.А., Пермяков М.С. Ускоренный алгоритм изменения топологии для метода адвекции контуров // Вычислительные методы и программирование. 2013. Т. 14. С. 75-86.
- Баранов Б.В., Рукавишникова Д.Д., Прокудин В.Г., Джин Я.-К., Дозорова К.А. Природа замкнутых депрессий на восточном склоне острова Сахалин // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2013. № 1(21). С. 86-97.
- Бауло Е.Н., Букин И.О., Майор А.Ю., Салюк П.А. Разработка лазерных технологий для расширения возможностей подводных аппаратов обследовательского класса для работы в арктических условиях // Морские интеллектуальные технологии. 2013. № 1. С. 38-41.
- Безответных В.В., Картавенко В.А., Моргунов Ю.Н. Телеметрический измерительный комплекс для акустико-гидрофизических исследований // Приборы и техника эксперимента. 2013. № 1. С. 110-114.

- Бельчева Н.Н., Истомина А.А., Кудряшова Ю.В., Челомин В.П. Оценка качества морской среды по показателям окислительного стресса и содержанию тяжелых металлов в тканях мидии Грея // Биология моря. 2013. Т. 39, № 4. С. 281-286.
- Бельчева Н.Н., Истомина А.А., Слободскова В.В., Челомин В.П. Использование молекулярных биомаркеров окислительного стресса для оценки загрязнения морской среды // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2013. № 3. С. 87-92.
- Бессонова Е.А., Гельман Е.И., Николаева Н.А. Применение каппаметрии поверхности почвы для картирования археологических объектов, погребенных в паводковых наносах // Вестник ДВО РАН. 2013. № 4. С. 70-77.
- Бессонова Е.А., Никифоров В.М., Зверев С.А., Коптев А.А., Залищак В.Б. Аномальное магнитное поле северо-западной части залива Петра Великого (Японское море) // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 213-220.
- Буланов А.В., Нагорный И.Г., Соседко Е.В. Особенности акустической эмиссии при оптическом пробое жидкости под действием ND:YAG лазера // Журнал технической физики. 2013. Т. 83, № 8. С. 117-121.
- Васильев Б.И., Советникова Л.Н. Состав и возраст пород фундамента Тихоокеанской мегавпадины // Отечественная геология. 2013. № 1. С. 83-88.
- Витковский В.О., Пранц С.В. Расщепление атомных пучков светом для создания пространственных структур высокого разрешения в оптической нанолитографии // Оптика и спектроскопия. 2013. Т. 114, № 1. С. 57-64.
- Власова Г.А. История океанографических исследований в Охотском море с VII в. и до наших дней // Вопросы истории естествознания и техники. 2013. № 2. С. 56-66.
- Власова Г.А. Сезонный гидродинамический режим вод в слое 0-200 м на акватории Южно-Курильской гряды // Естественные и технические науки. 2013. № 3. С. 152-156.
- Власова Г.А., Деменок М.Н. Сезонная изменчивость циркуляции вод в верхнем квазиоднородном слое на акватории Южных Курил под влиянием синоптических процессов // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 90-100.
- Власова Г.А., Нгуен Ба Суан, Буй Хонг Лонг. Влияние синоптических процессов на динамику Вьетнамского течения (Южно-Китайское море) весной 1999 г. // Метеорология и гидрология. 2013. № 4. С. 36-46.
- Гранин Н. Г., Мизандронцев И. Б., Обжиров А. И., Верещагина О. Ф., Гнатовский Р. Ю., Жданов А. Окисление метана в водной толще озера Байкал // Доклады Академии наук. Науки о Земле. 2013. Т. 451, № 3. С. 332–335.
- Гресов А.И., Коровицкая Е.В., Обжиров А.И., Яцук А.В. Закономерности распределения и генезис углеводородных газов Беринговского углегазоносного бассейна // Разведка и охрана недр. 2013. № 5. С. 13-19.
- Гресов А.И., Яцук А.В. Газоносность и миграция газов в многолетнемерзлых отложениях углегазоносных бассейнов Восточной Арктики и Северо-Востока России // Геоэкология. 2013. № 5. С. 387-398.
- *Гулин О.Э., Ярощук И.О.* Точный метод решения нестационарных стохастических волновых задач // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2013. Т. 53, № 3. С. 390-395.
- *Гульков А.Н., Сухова Т.Н., Осипова Е.Б.* Модельное исследование кавитации в вязких средах на примере нефти // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельный выпуск 3: Нефть и газ. 2013. С. 46-52.
- *Гурвич И.А., Пичугин М.К.* Исследование характеристик интенсивных мезомасштабных циклонов над дальневосточными морями на основе спутникового мультисенсорного

зондирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10, № 1. С. 51-59.

- Данченков М.А., Лобанов В.Б., Трусенкова О.О. Вторая научная конференция «Океанография залива Петра Великого и прилегающей части Японского моря» // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 16-21.
- Деркачев А.Н., Портнягин М.В. Маркирующие прослои тефры катастрофических извержений кальдерного комплекса Немо (о. Онекотан, Курильские острова) в позднечетвертичных отложениях Охотского моря // Стратиграфия. Геологическая Корреляция. 2013. Т. 21, № 5. С. 94-112.
- Долгих Г.И., Долгих С.Г., Пивоваров А.А., Самченко А.Н., Чупин В.А., Швырёв А.Н., Ярощук И.О. О перспективах применения лазерных деформографов для диагностики морского дна // Доклады Академии наук. Науки о Земле. 2013. Т. 452, № 3. С. 321-325.
- Долгих Г.И., Рассказов И.Ю., Луговой В.А., Аникин П.А., Цой Д.И., Швец В.А., Яковенко С.В. Краснокаменский лазерный деформограф // Приборы и техника эксперимента. 2013. № 5. С. 138-139.
- Долгих Г. И., Долгих С. Г., Плотников А. А., Чупин В. А., Яковенко С.В. Лазерный гидрофон на основе зеленого лазера LCM-S-111 // Приборы и техника эксперимента. 2013. № 5. С. 140-142.
- Долгих Г.И., Долгих С.Г., Овчаренко В.В., Чупин В.А., Швец В.А., Яковенко С.В. Лазерный деформограф с точностью на уровне пикометров // Приборы и техника эксперимента. 2013. № 2. С. 138-139.
- Долматова Л. С., Заика О. А. Сравнительное исследование действия экстракта из голотурий и дексаметазона на уровень ИЛ-1α- подобных веществ в целомоцитах голотурии // Российский иммунологический журнал. 2013. Т. 7 (16), № 2-3. С. 166-166.
- Дубина В.А., Файман П.А., Пономарев В.И. Вихревая структура течений в заливе Петра Великого // Известия ТИНРО. 2013. Т. 173. С. 247-258.
- Дюльдина Н.И. Влияние нелинейности среды на затухание низкочастотного тонального звука при дальнем распространении в океане // В мире научных открытий. Математика. Механика. Информатика. 2013. Т. 42, № 6. С. 143-153.
- Еловская О.А., Федорец Ю.В., Косьяненко А.А., Раков В.А., Васильева Л.Е. Современное состояние морской биоты бухты Врангеля (залива Находка, Японское море) // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 162-169.
- *Емельянова Т.А., Леликов Е.П.* Вулканизм как индикатор глубинного механизма формирования Японского и Охотского морей // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32, № 2. С. 63-72.
- Жабин И.А., Дубина В.А. Особенности структуры и динамики вод северо-восточного шельфа Охотского моря // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2013. № 2(34). С. 32-39.
- Жадан П.М., Ващенко М.А., Лобанов В.Б., Сергеев А.Ф., Котова С.А. Исследование влияния факторов среды на нерест морского ежа Strongylocentrotus intermedius // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 170-179.
- Заболотских Е.В., Митник Л.М., Шапрон Б., Анискина О.Г., Дикинис А.В., Смирнова Ю.Е. Валидация модели переноса излучения на частотах микроволновых радиометров SSMIS и AMSR-Е и ее применение при анализе морских погодных систем с использованием усовершенствованных алгоритмов // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2013. № 29. С. 146-160.
- Заболотских Е.В., Митник Л.М., Шапрон Б., Анискина О.Г., Смирнова Ю.Е., Дикинис А.В. Улучшенные модели поглощения атмосферы и излучения океана в диапазоне 5-100 ГГц для

расчета яркостных температур системы океан-атмосфера // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2013. № 29. С. 169-182.

- Зырянов В.Н., Рыжов Е.А., Кошель К.В. Вихревые торы над возмущениями дна во вращающейся жидкости // Доклады Академии наук. Механика. 2013. Т. 450, № 2. С. 171-175.
- Иванов М.В. Ртуть в донных осадках дальневосточных морей России // Молодой ученый. 2013. № 3 (50). С. 161-165.
- *Изосов Л.А.* Ультраосновная-щелочная формация Япономорской зоны перехода континентокеан: проблемы геологии и алмазоносности // Региональные проблемы. 2013. Т. 16, № 2. С. 5-10.
- Изосов Л.А., Съедин В.Т., Емельянова Т.А., Крамчанин К.Ю., Смирнова О.Л., Огородний А.А., Ли Н.С. Новые данные по геологии островов залива Петра Великого (Японское море). Остров Попова // Вестник ДВО РАН. 2013. № 2. С. 13-21.
- Казачек М.В., Гордейчук Т.В. Изменение формы атомных линий щелочных металлов в спектрах сонолюминесценции растворов поверхностно-активных соединений и галогенидов // Письма в Журнал технической физики. 2013. Т. 39, № 21. С. 76-85.
- Калинчук В.В., Астахов А.С., Мишуков В.Ф., Аксентов К.И. Изменение концентрации атомарной ртути в приводном слое атмосферы над акваторией Уссурийского залива Японского моря во время прохождения тайфуна Болавен в 2012 г. // Метеорология и гидрология. 2013. № 5. С. 26-35.
- Карнаух В.Н., Цой И.Б., Леликов Е.П., Емельянова Т.А., Ващенкова Н.Г., Терехов Е.П. Геологическое строение подводной горы Петра Великого (Японское море) // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 189-197.
- Ковалев С.Н. Маятниковый испытательны стенд // Приборы и техника эксперимента. 2013. № 2. С. 144-145.
- Ковалев С.Н. Гидроакустический калибровочный стенд // Приборы и техника эксперимента. 2013. № 2. С. 142-143.
- Ковалев С.Н. Комбинированный векторный приемник // Приборы и техника эксперимента. 2013. № 2. С. 140-141.
- Колесник О.Н., Колесник А.Н. Особенности химического и минерального состава железомарганцевых конкреций Чукотского моря // Геология и геофизика. 2013. Т. 54, № 7. С. 853-866.
- Константинов О.Г., Дюльдин Е.А. Система видеонаблюдения за состоянием морской поверхности в прибрежных акваториях // В мире научных открытий. 2013. № 6.1(42). С. 118-130.
- Константинов О.Г., Новотрясов В.В. Поверхностные проявления внутренних волн по данным видеосистемы берегового базирования // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2013. Т. 49, № 3. С. 364-369.
- Константинов О.Г., Павлов А.Н. Комплексный контроль состояния морских акваторий оптическими методами. Ч. 3. Регистрация динамических процессов по сликам на морской поверхности // Оптика атмосферы и океана. 2013. Т. 26, № 1. С. 32-39.
- Коренбаум В.И., Сафронова М.А., Маркина В.В., Почекутова И.А., Дьяченко А.И. Исследование механизмов формирования свистящих звуков форсированного выдоха здорового человека при дыхании газовыми смесями с разной плотностью // Акустический журнал. 2013. Т. 59, № 2. С. 268-278.
- Коренбаум В.И., Тагильцев А.А., Дьяченко А.И., Костив А.Е. Сравнение характеристик акустических датчиков различных типов при регистрации дыхательных звуков на поверхности грудной клетки человека // Акустический журнал. 2013. Т. 59, № 4. С. 530-538.

- Коренбаум В.И., Тагильцев А.А., Костив А.Е., Ширяев А.Д. Аппаратно-программный комплекс для многоканального исследования распространения звуковых колебаний в дыхательной системе человека // Приборы и техника эксперимента. 2013. Т. 56, № 6. С. 82-87.
- Коротченко Р.А., Самченко А.Н., Ярощук И.О. Применение многомерного ЕОФ-анализа в геоинформатике // Цифровая обработка сигналов. 2013. № 3. С. 17-20.
- Косьяненко А.А., Федорец Ю.В., Еловская О.А., Раков В.А., Васильева Л.Е. Экологический мониторинг морской биоты на акватории порта «Посьет» // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, № 3(2). С. 648-651.
- *Круц А.А., Лучин В.А.* Вертикальная структура толщи вод Охотского моря // Известия ТИНРО. 2013. Т. 175. С. 234-253.
- Кукарин В.Ф., Ляпидевский В.Ю., Навроцкий В.В., Храпченков Ф.Ф. Эволюция внутренних волн большой амплитуды в шельфовой зоне // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2013. Т. 6, № 2. С. 35-46.
- Курсова О.И., Данченков М.А. Список основных рекомендуемых публикаций по океанографии залива Петра Великого // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 268-273.
- Ладыченко С.Ю., Лобанов В.Б. Синоптические вихри в районе залива Петра Великого по спутниковым данным // Исследование Земли из космоса. 2013. № 4. С. 3-15.
- Лазарюк А.Ю., Лобанов В.Б., Пономарев В.И. Эволюция термохалинной структуры вод Амурского залива в холодный сезон // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 59-70.
- Лебедев М.С. Методика и программа исследования динамики морских вод в мелководных акваториях по данным акустического зондирования // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 231-236.
- *Леликов Е.П.* Остров Аскольд: геологическое строение и золотоносность // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 198-204.
- Леонтьев А. П., Пивоваров А. А. Автономная приемная двухканальная гидроакустическая станция // Приборы и техника эксперимента. 2013. № 4. С. 144-145.
- *Ли Н.С.* О связи землетрясений с глубинным строением Япономорского звена Западно-Тихоокеанской зоны перехода континент-океан // Региональные проблемы. 2013. Т. 16, № 2. С. 25-29.
- Лобковский Л.И., Никифоров С.Л., Шахова Н.Е., Семилетов И.П., Либина Н.В., Ананьев Р.А., Дмитревский Н.Н. О механизмах деградации подводных многолетнемерзлых пород на восточном арктическом шельфе России // Доклады Академии наук. 2013. Т. 449, № 2. С. 185-188.
- Мельников В.В. Распределение, сезонные миграции и относительная численность серых китов (Eschrichtius robustus) калифорнийско-чукотской популяции в прибрежных водах Чукотского полуострова // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2013. № 28. С. 84-98.
- *Мельников М.Е., Плетнев С.П.* Возраст и условия формирования кобальтоносных марганцевых корок на гайотах Магеллановых гор // Литология и полезные ископаемые. 2013. Т. 48, № 1. С. 3-16.
- *Митник Л.М., Кузлякина Ю.А.* Ледяной покров залива Петра Великого на изображениях PCA PALSAR со спутника ALOS // Вестник ДВО РАН . 2013. № 6. С. 50-58.
- Митник Л.М., Митник М.Л., Гурвич И.А., Выкочко А.В., Кузлякина Ю.А., Чёрный И.В., Чернявский Г.М. Мультисенсорное спутниковое зондирование зимних циклонов со штормовыми и ураганными ветрами в северной части Тихого океана // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10, № 4. С. 161-174.
- Митник Л.М., Митник М.Л., Заболотских Е.В. Спутник Японии GCOM-W1: моделирование, калибровка и первые результаты восстановления параметров океана и атмосферы //

Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10, № 3. С. 135-141.

- *Мишукова Г.И., Мишуков В.Ф., Окулов А.К.* Распределение метана и его потоков на границе вода–атмосфера на акватории залива Петра Великого (Японское море) // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 120-127.
- Мишукова Г.И., Пестрикова Н.Л., Верещагина О.Ф., Окулов А.К., Мишуков В.Ф. Пространственная и временная изменчивость распределения метана и его потоков на границе вода-атмосфера на Прикурильских акваториях в районе Охотского моря и Тихого океана // Подводные исследования и робототехника. 2013. № 1(15). С. 52-61.
- Момот Т.В., Кушнерова Н.Ф. Использование осей соцветий Аралии манчжурской для восстановления липидного обмена при алкогольной интоксикации // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, № 3(2). С. 754-757.
- *Момот Т.В., Кушнерова Н.Ф., Фоменко С.Е.* Профилактика нарушений липидного обмена печени при интоксикации сероуглеродом // Тихоокеанский медицинский журнал. 2013. № 2. С. 57-59.
- *Навроцкий В.В.* Мировой океан и глобальные изменения климата // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 101-108.
- *Нерода А.С., Мишуков В.Ф., Горячев В.А.* Атмосферный перенос искусственных радионуклидов в Дальневосточном регионе Азии после аварии на АЭС "Фукусима-1 // Оптика атмосферы и океана. 2013. Т. 26, № 9. С. 749-753.
- Никифоров В.М., Кулинич Р.Г., Валитов М.Г., Дмитриев И.В., Старжинский С.С., Шкабарня Г.Н. Особенности флюидного режима литосферы в зоне сочленения Южного Приморья и Японского моря по комплексу геофизических данных // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32, № 1. С. 55-65.
- Николаева Н.А., Деркачев А.Н., Дударев О.В. Особенности минерального состава осадков шельфа восточной части моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря // Океанология. 2013. Т. 53, № 4. С. 529-538.
- *Обжиров А.И.* Газогидраты и потоки метана в Охотском море // Морские информационноуправляющие системы. 2013. С. 54-63.
- Обжиров А.И. Международная научная экспедиция в Охотское и Японское моря (59-й рейс НИС «Академик М.А. Лаврентьев», 7–30 августа 2012 г.) // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 245-246.
- Обжиров А.И. Увеличение газовой составляющей при сейсмо-тектонической активизации и участие газа в возникновении землетрясений // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32, № 2. С. 86-89.
- Обжиров А.И., Берлин Ю.М., Верховская З.И., Коровицкая Е.В., Верещагина О.Ф. Особенности распределения высокомолекулярных углеводородов в донных осадках Охотского моря в районе аномальных полей метана // Геология и геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2013. № 2. С. 7-11.
- Обжиров А.И., Мальцева Е.В., Гресов А.И., Котлярова О.С., Окулов А.К. Углеводородный потенциал Приморского края // Горный журнал. 2013. № 4. С. 9-13.
- Пермяков М.С., Поталова Е.Ю. Мезомасштабная структура тропических циклонов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10, № 1. С. 72-80.
- Пичугин М.К., Пономарев В.И. Изменчивость потоков явного и скрытого тепла в северозападной части Японского моря в холодный период года // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 22-29.

- Плотников В.В. Пространственно-временная изменчивость ледяного покрова залива Петра Великого // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 42-49.
- Половинка Ю.А., Азаров А.А., Лебедев М.С. Гидроакустический комплекс и методика измерений гидрофизических параметров среды в мелководных акваториях // Приборы и техника эксперимента. 2013. № 1. С. 103-110.
- Поляков Д.М., Аксентов К.И. Динамика накопления тяжелых металлов субколлоидной фракцией донных осадков результат биохимических процессов в маргинальном фильтре р. Раздольная (Амурский залив, Японское море) // Метеорология и гидрология. 2013. № 11. С. 79-86.
- Поляков Д.М., Зарубина Н.В. Накопление некоторых металлов в составе гумусового вещества субколлоидной фракции донных осадков Амурского залива (Японское море) // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 156-161.
- Пономарев В.И., Файман П.А., Дубина В.А., Машкина И.В. Особенности динамики вод синоптического и субсиноптического масштабов над континентальным склоном Японской котловины и шельфом Приморья // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10, № 2. С. 155-165.
- Пономарев В.И., Файман П.А., Машкина И.В., Дубина В.А. Моделирование циркуляции синоптического масштаба в северо-западной части Японского моря // Морской гидрофизический журнал. 2013. № 5. С. 51-63.
- Пономарева Т.И., Добряков Ю.И. Защитный эффект экстрактов из асцидий при стрессорном воздействии // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. № 1 (48). С. 330-334.
- Поталова Е.Ю., Пермяков М.С., Клещёва Т.И. Мезомасштабная структура тропических циклонов в поле приводного ветра // Метеорология и гидрология. 2013. № 11. С. 22-29.
- Почекутова И.А., Коренбаум В.И. Влияние бронходилатационного теста на продолжительность трахеальных шумов форсированного выдоха у молодых мужчин // Физиология человека. 2013. Т. 39, № 3. С. 80-86.
- Почекутова И.А., Кулаков Ю.В., Коренбаум В.И. Анализ трахеальных шумов форсированного выдоха для подтверждения обструкции у больных бронхиальной астмой с нормальными спирографическими показателями // Тихоокеанский медицинский журнал. 2013. № 3. С. 44-46.
- *Пранц С.В., Будянский М.В., Улейский М.Ю.* Порядок в хаосе океанских течений // Природа. 2013. № 3. С. 3-13.
- Пранц С.В., Пономарев В.И., Будянский М.В., Улейский М.Ю., Файман П.А. Лагранжев анализ перемешивания и переноса вод в морских заливах. 2013. Т. 49, № 1. С. 91-106.
- *Прокудин В.Г.* Некоторые аспекты интерпретации временных разрезов (по материалам МОВ в Охотском море) // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32, № 2. С. 78-85.
- Пшенёва О.Ю., Горбаренко С.А. Отклик придонных условий центральной части Охотского моря на орбитальные и тысячелетние изменения климата за последние 130000 лет по данным бентосных фораминифер // Доклады Академии наук. Науки о Земле. 2013. Т. 452, № 4. С. 449-452.
- Рассказов И.Ю., Шкабарня Г.Н., Шкабарня Н.Г. Исследование оползневых откосов угольных разрезов методом электрической томографии // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2013. № 5. С. 110-119.
- Рассказов И.Ю., Шкабарня Г.Н., Шкабарня Н.Г. Развитие метода электрической томографии при исследовании месторождений со сложными горно-геологическими условиями // Физикотехнические проблемы разработки полезных ископаемых. 2013. № 3. С. 57-66.

- *Рогачев К.А.* Динамика антициклонических вихрей и быстрое обновление вод Уссурийского залива по спутниковым и морским наблюдениям // Исследование Земли из космоса. 2013. № 2. С. 42-49.
- *Рогачев К.А., Шлык Н.В.* Воздействие тайфуна Болавин на прибрежную циркуляцию залива Петра Великого и подъем вод на шельфе // Известия ТИНРО. 2013. Т. 173. С. 239-246.
- Рогачев К.А., Шлык Н.В. Механизм формирования антициклонического вихря в Сахалинском заливе // Исследование Земли из космоса. 2013. № 5. С. 12-20.
- Ростов И.Д., Голик А.В., Краснопеев С.А., Рудых Н.И., Ростов В.И., Арзамасцев И.С., Ураевский Е.П. Разработка региональной ВЕБ-ГИС прибрежно-морской зоны России Японского моря // Геоинформатика. 2013. № 1. С. 3-9.
- Ростов И.Д., Рудых Н.И. Ресурсы, технологии и региональные компоненты государственной системы ЕСИМО для информационного обеспечения морской деятельности и поддержки научных исследований // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 237-244.
- *Рутенко А.Н.* Влияние гидрологических условий на потери при распространении звука на шельфе // Акустический журнал. 2013. Т. 59, № 4. С. 469-474.
- Рутенко А.Н., Манульчев Д.С., Соловьев А.А. Исследование распространения энергии низкочастотных акустических и сейсмических волн на шельфе // Акустический журнал. 2013. Т. 59, № 3. С. 363-377.
- Рыбалтовский А.О., Баграташвили В.Н., Илюхин С.С., Леменовский Д.А., Минаев Н.В., Фирсов В.В., Юсупов В.И. Формирование филаментных структур из наночастиц благородных металлов в прозрачных диэлектриках под воздействием непрерывного лазерного излучения // Российские нанотехнологии. 2013. Т. 8, № 7-8. С. 110-119.
- Рыбьякова Ю.В., Горбаренко С.А., Босин А.А. Природно-климатические изменения в северном секторе Японского моря и на прилегающей суше за последние 40 тысяч лет (по результатам спорово-пыльцевого анализа глубоководных отложений) // Тихооканская геология. 2013. Т. 32, № 6. С. 94-105.
- Рязанов С.Д., Мамаев Е.Г., Бурканов В.Н. К вопросу о спадах численности сивучей (Eumetopias jubatus) на Командорских островах // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2013. № 28. С. 36-40.
- Савельева Н.И. Тихоокеанскому океанологическому институту им. В.И. Ильичёва ДВО РАН 40 лет // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 5-15.
- Салюк П.А., Дорошенков И.М., Клюгер К.С., Букин О.А., Крикун В.А., Майор А.Ю. Флуоресценция растворенных органических веществ в Дальневосточных морях при многочастотном возбуждении // Оптика атмосферы и океана. 2013. № 4. С. 286-290.
- Салюк П.А., Стёпочкин И.Е., Голик И.А., Букин О.А., Павлов А.Н., Алексанин А.И. Разработка эмпирических алгоритмов восстановления концентрации хлорофилла-а и окрашенных растворенных органических веществ для Дальневосточных морей из дистанционных данных по цвету водной поверхности // Исследование Земли из космоса. 2013. № 3. С. 45-57.
- Самченко А.Н., Карнаух В.Н., Аксентов К.И. Геолого-геофизические исследования верхней части осадочного чехла и геоакустическая модель шельфа залива Посьета (Японское море) // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32, № 1. С. 65-75.
- Саттарова В.В., Астахов А.С., Колесник О.Н. Геохимические особенности поверхностного слоя донных отложений впадины Дерюгина Охотского моря // Геохимия. 2013. № 6. С. 529-540.
- Сидоренко М.М., Бурдин А.М., Мельников В.В. Использование метода фотоидентификации для анализа наследования морфологических признаков у серых китов // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2013. № 28. С. 99-104.

- Слободскова В.В., Челомин В.П. Влияние дефицита кислорода на целостность ДНК клеток жабр двустворчатого моллюска Corbicula japonica // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, № 3(3). С. 1150-1152.
- Соснин В.А., Рудых Н.И. Минимум солености в северной части Тихого океана // Метеорология и гидрология. 2013. № 8. С. 51-60.
- Спрыгин В.Г., Кушнерова Н.Ф., Фоменко С.Е. Влияние профилактического применения олигомерных проантоцианидинов на липидный обмен и антирадикальную активность печени крыс при поражении четыреххлористым углеродом // Сибирский медицинский журнал. 2013. Т. 116, № 1. С. 60-63.
- Спрыгин В.Г., Кушнерова Н.Ф., Фоменко С.Е., Сизова Л.А., Момот Т.В. Гепатопротекторные свойства экстракта из бурой водоросли Saccharina Japonica // Биология моря. 2013. Т. 39, № 1. С. 50-59.
- Стробыкин Д.С. Тестовый эксперимент с аппаратно-программным комплексом для дистанционного акустического мониторинга течений в мелком море // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 109-115.
- Съедин В.Т., Бессонова Е.А., Гельман Е.И., Зверев С.А., Коптев М.А., Ноздрачёв Е.А. Минеральное сырьё Краскинского городища // Вестник ДВО РАН. 2013. № 1. С. 131-140.
- Съедин В.Т., Лобанов В.Б., Коптев А.А., Ващенкова Н.Г., Цой И.Б., Худик В.Д. Особенности геологического строения возвышенностей Первенца, Стащука и Васильковского (Центральная котловина, Японское море) // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 205-212.
- *Тихомирова Е.А.* Пространственное распределение биогенных веществ в заливе Петра Великого в «теплые» и «холодные» годы // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 134-139.
- Тищенко П.Я., Лобанов В.Б., Гуленко Т.А., Недашковский А.П., Попов О.С., Сагалаев С.Г., Тищенко П.Я., Михайлик Т.А., Тищенко П.П., Швецова М.Г., Шкирникова Е.М., Колтунов А.М., Сергеев А.Ф., Звалинский В.И. Особенности гидрохимических характеристик вод Амурского залива в июле 2008 г. // Вода: химия и экология. 2013. № 9. С. 3-10.
- *Трусенкова О.О.* Оценка внутригодовых колебаний температуры поверхности Японского моря по спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10, № 3. С. 208-216.
- *Трусенкова О.О., Каплуненко Д.Д.* Оценка мод изменчивости уровня Японского моря по данным спутниковой альтиметрии // Океанология. 2013. Т. 53, № 3. С. 347-356.
- *Трухин А.М.* Биоценотические связи птиц с сообществом животных на лежбищах ластоногих // Русский орнитологический журнал. Экспресс-выпуск № 928. 2013. Т. 22. С. 2791-2796.
- *Трухин А.М., Боярова М.Д.* Хлорированные пестициды в тканях и органах ларги (Phoca largha Pallas, 1811) Японского моря // Сибирский экологический журнал. 2013. № 3. С. 431-437.
- *Трухин А.М., Колосова Л.Ф., Слинько Е.Н.* Токсичные элементы в моржах (Odobenus rosmarus divergens, Linnaeus 1785) Берингова моря // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2013. № 28. С. 140-146.
- Федорец Ю.В. Влияние абиотических факторов среды на эмбрионально-личиночный период развития Konosirus punctatus в Амурском заливе (залив Петра Великого)) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, № 3(3). С. 1157-1159.
- Федорец Ю.В. Ихтиопланктон эстуария реки Суходол (Уссурийский залив, Японское море) // Вопросы рыболовства. 2013. Т. 14, № 1(53). С. 7-15.
- Фершалов М.Ю., Фершалов Ю.Я., Алексеев Г.В. Степень реактивности малорасходной турбины с малыми конструктивными углами выхода сопел соплового аппарата // Научное обозрение. 2013. № 1. С. 149-154.

- Фоменко С.Е., Кушнерова Н.Ф. Экспериментальная оценка токсического влияния ацетона на метаболические реакции печени в условиях повышенной влажности воздуха // Токсикологический вестник. 2013. № 2. С. 9-14.
- Фоменко С.Е., Кушнерова Н.Ф., Спрыгин В.Г., Момот Т.В. Нарушение обменных процессов в печени крыс под действием стресса // Тихоокеанский медицинский журнал. 2013. № 2. С. 67-70.
- *Цой И.Б., Карнаух В.Н., Леликов Е.П.* Наименования подводных морфоструктур Японского моря история и современные проблемы // Океанология. 2013. Т. 53, № 6. С. 800-812.
- Цой И.Б., Моисеенко И.А. Кремнистые микроводоросли в поверхностных осадках залива Петра Великого (Японское море) и прилегающей части Японской котловины // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 180-188.
- Чайлахян Р.К., Юсупов В.И., Свиридов А.П., Герасимов Ю.В., Тамбиев А.Х., Воробьёва Н.Н., Куралесова А.И., Москвина И.Л., Баграташвили В.Н. Акустическое и КВЧ - воздействия на стволовые стромальные клетки костного мозга in vitro // Биомедицинская радиоэлектроника. 2013. № 2. С. 36-42.
- Чербаджи И.И., Звалинский В.И. Измерение метаболизма гидробионтов в непрерывных проточных системах: математическое обоснование и практическая реализация метода // Биология моря. 2013. Т. 39, № 4. С. 294-299.
- Черных Д.В., Саломатин А.С., Юсупов В.И., Шахова Н.Е., Сергиенко В.И., Космач Д.А., Мелузов А.А., Семилетов И.П. Количественная акустическая оценка потоков метана с припайного льда на мелководном Восточно-Сибирском шельфе // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 128-133.
- Чижова Т.Л., Кудряшова Ю.В., Прокуда Н.А., Тищенко П.Я. Распределение полициклических ароматических углеводородов в воде, взвеси и донных отложениях эстуариев рек залива Петра Великого // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 149-155.
- Чижова Т.Л., Тищенко П.Я., Кондратьева Л.М, Кудряшова Ю.В., Каваниши Т. Полициклические ароматические углеводороды в эстуарии реки Амур // Вода: химия и экология. 2013. № 10. С. 14-22.
- Чувилин Е.М., Буханов Б.А., Тумской В.Е., Шахова Н.Е., Дударев О.В., Семилетов И.П. Теплопроводность донных отложений в районе губы Буор-Хая (шельф моря Лаптевых) // Криосфера Земли. 2013. Т. 17, № 2. С. 32-40.
- Чудновский В.М., Юсупов В.И., Маховская Т.Г. Лазер-индуцированные акустогидродинамические эффекты в хирургии грыжевых дисков // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. 2013. № 4. С. 76-82.
- Шакиров Р.Б., Сорочинская А.В., Обжиров А.И. Газогеохимические аномалии в осадках Восточно-Сибирского моря // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2013. № 1(21). С. 231-243.
- Швец В.А. Усилитель фототока с измерителем разности хода лучей для двухрежимной регистрирующей системы интерферометра Майкельсона // Приборы и техника эксперимента. 2013. № 1. С. 139-140.
- Шевцова О.В. Связь суточной изменчивости и среднесуточных концентраций гидрохимических показателей в прибрежной зоне моря // Водные ресурсы. 2013. Т. 40, № 2. С. 192-205.
- Шевцова О.В. Степенные соотношения суточной изменчивости и среднесуточных значений гидрохимических показателей // Актуальные проблемы современной науки. 2013. № 3. С. 312-317.
- Шевченко О.Г., Селина М.С., Орлова Т.Ю., Морозова Т.В., Стоник И.В., Звалинский В.И., Тищенко П.Я. Фитопланктон Амурского лимана (Охотское море) в летние периоды 2005-2007 годов // Биология моря. 2013. Т. 39, № 2. С. 85-97.

- Ширяев А.Д., Коренбаум В.И. Частотные характеристики воздушно-структурного и структурного звукопроведения в легких человека // Акустический журнал. 2013. Т. 59, № 6. С. 759-767.
- Щуров В.А., Ляшков А.С. О некоторых особенностях энергетических характеристик интерференционного акустического поля мелкого моря // Акустический журнал. 2013. Т. 59, № 4. С. 459-468.
- Ярощук И.О., Леонтьев А.П., Кошелева А.В., Самченко А.Н., Пивоваров А.А., Храпченков Ф.Ф., Швырев А.Н., Ярощук Е.И. Экспериментальные исследования внутренних волн в прибрежной зоне Японского моря // Подводные исследования и робототехника. 2013. Т. 15, № 1. С. 37-44.
- Argonov V.Yu. Velocity selective trapping of atoms in a frequency-modulated laser field // JETP Letters. 2013. V. 98, N. 10. P. 583-588.
- Astakhov A.S., Gusev E.A., Kolesnik A.N., Shakirov R.B. Astakhov A.S., Gusev E.A., Kolesnik A.N., Shakirov R.B. Conditions of the accumulation of organic matter and metals in the bottom sediments of the Chukchi Sea // Russian Geology and Geophysics. 2013. V. 54, N 9. C. 1056-1070.
- *Chizhova T., Hayakawa Kazuichi, Tishchenko P.Y., Nakase Hisatoshi, Koudryashova Y.* Distribution of PAHs in the northwestern part of the Japan Sea // Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. 2013. V. 86-87. P. 19-24.
- *Derkachev A.N., Nikolaeva N.A.* Possibilities and restrictions of heavy-mineral analysis for the reconstruction of sedimentary environments and source areas // Geologos. 2013. V. 19, N. 1-2. P. 147-158.
- Feng X., Vonk J., vanDongen B., Gustafsson O., Semiletov I.P., Dudarev O.V., Wang Z., Montucluq D.B., Wacker L., Eglinton T.I. Differential mobilization of terrestrial carbon pools in Eurasian Arctic river basins // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2013. V. 110, N 35. P. 14168-14173.
- Gade M., Byfield V., Ermakov S., Lavrova O., Mitnik L. Slicks as indicators for marine processes // Oceanography. 2013. V. 26, N. 2. P. 138-149.
- Kaplunenko D.D., Lobanov V.B., Tishchenko P. Ya., Shvetsova M.G. Nitrate in situ measurements in the northern Japan Sea // Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. 2013. V. 86-87. P. 10-18.
- Korenbaum V., Chernysheva T., Sergeev A., Galay V., Galay R., Zakharkov S. Long Term Order in Infrared Absorption Spectra of Water Subjected to Weak Electromagnetic Influence // Water. 2013. N. 5. P. 27-44.
- Koshel K.V., Ryzhov E.A., Zhmur V.V. Diffusion-affected passive scalar transport in an ellipsoidal vortex in a shear flow // Nonlinear Processes in Geophysics. 2013. V. 20, N 4. P. 437-444.
- Koshel K.V., Sokolovskiy M.A., Verron J. Three-vortex quasi-geostrophic dynamics in a two-layer fluid. Part 2. Regular and chaotic advection around the perturbed steady states // Journal of Fluid Mechanics. 2013. T. 717. C. 255-280.
- *Makarov D.V., Kon'kov L.E.* Quantum ratchet driven by broadband perturbation // Physics Letters A. 2013. V. 377, N. 43. P. 3093-3097.
- Makarov D.V., Kon'kov L.E., Uleysky M.Yu., Petrov P.S. Wave chaos in a randomly inhomogeneous waveguide: Spectral analysis of the finite-range evolution operator // Physical Review E (Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics). 2013.V. 87, N. 1. Art.no. 012911.
- Maksimov A.O., Kaverin A.V., Baidakov V.G. Heterogeneous Vapor Bubble Nucleation on a Rough Surface // Langmuir. 2013. V. 29, N. 12. P. 3924-3934.
- *Maksimov A.O., Polovinka Yu.A.* Volume oscillations of a constrained bubble // Physics of Fluids. 2013. V. 25, N. 6. Art.no. 062104.

- Maksimov D.N., Chesnokov I.Yu., Makarov D.V., Kolovsky A.R. Landau–Zener tunnelling in 2D periodic structures in the presence of a gauge field: II. Electric breakdown // Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics. 2013. V. 46, N. 14. Art.no. 145302.
- Morrison R.J., Zhang J., Urban Jr. E.R., Hall J., Ittekkot V., Avril B., Hu L., Hong G.H., Kidwai S., Lange C.B., Lobanov V., Machiwa J., San Diego-McGlone M.L., Oguz T., Plumley F.G., Yeemin T., Zhu W., Zuo F. Developing human capital for successful implementation of international marine scientific research projects // Marine Pollution Bulletin. 2013. V. 77. P. 11-22.
- Navrotsky V.V., Liapidevskii V. Yu., Pavlova E. P. Features of Internal Waves in a Shoaling Thermocline // International Journal of Geosciences. 2013. N. 4. P. 871-879.
- Nishino S., Itoh M., Williams W.J., Semiletov I.P. Shoaling of the nutricline with an increase in nearfreezing temperature water in the Makarov Basin // Journal of Geophysical Research-Oceans (C). 2013. V. 118, N. 2. P. 635-649.
- Panteleev G., Luchin V., Nezlin N., Kikuchi Takashi. Seasonal climatologies of oxygen and phosphates in the Bering Sea reconstructed by variational data assimilation approach // Polar Science. 2013. V. 7, N. 3-4. C. 214-232.
- *Pochekutova I.A., Korenbaum V.I.* Diagnosis of hidden bronchial obstruction using computer-assessed tracheal forced expiratory noise time // Respirology. 2013. V. 18, N 3. P. 501-506.
- Ponomareva V., Portnyagin M., Derkachev A., Juschus O., Garbe-Schönberg D., Nürnberg D. Identification of a widespread Kamchatkan tephra: a middle Pleistocene tie-point between Arctic and Pacific paleoclimatic records // Geophysical Research Letters. 2013. V. 40, N. 14. P. 3538-3543.
- Ponomareva V., Portnyagin M., Derkachev A., Pendea I., Bourgeois J., Reimer P., Garbe-Schönberg D, Krasheninnikov S., Nürnberg D. Early Holocene M~6 explosive eruption from Plosky volcanic massif (Kamchatka) and its tephra as a link between terrestrial and marine paleoenvironmental records // International Journal of Earth Sciences. 2013. V. T. 102, N. 6. P. 1673-1699.
- *Prants S.V.* Dynamical systems theory methods for styding mixing and transport in the ocean // Physica Scripta. 2013. V. 87. Art.no. 038115.
- Prants S.V., Andreev A.G., Budyansky M.V., Uleysky M.Yu. Impact of mesoscale eddies on surface flow between the Pacific Ocean and the Bering Sea across the Near Strait // Ocean Modelling. 2013. V. 72. P. 143-152.
- Riethdorf J.-R., Nürnberg D., Max L., Tiedemann R., Gorbarenko S., Malakhov M. Millennial-scale variability of marine productivity and terrigenous matter supply in the western Bering Sea over the past 180,000 years// Climate of the Past. 2013. V. 9. P. 1345-1373.
- *Ryzhov E.A., Koshel K.V.* Dynamics of a vortex pair interacting with a fixed point vortex // Europhysics Letters. 2013. V. 102, N 4. Art.no. 44004.
- *Ryzhov E.A., Koshel K.V.* Interaction of a monopole vortex with an isolated topographic feature in a three-layer geophysical flow // Nonlinear Processes in Geophysics. 2013. V. 20, N. 1. P. 107-119.
- Semiletov I.P., Shakhova N.E., Pipko I.I., Pugach S.P., Charkin A.N., Dudarev O.V., Kosmach D.A., Nishino S. Space-time dynamics of carbon and environmental parameters related to carbon dioxide emissions in the Buor-Khaya Bay of the Laptev Sea // Biogeosciences. 2013. V. 10, N. 9. P. 5977-5996.
- Shakirov R.B., Syrbu N.S. Natural Sources of Methane and Carbon Dioxide on Sakhalin Island and Their Role in the Formation of Ecological Gas-Geochemical Zones // Водные ресурсы. 2013. V. 40, N. 7. P. 752–760.
- Simonenko S.V. Fundamentals of the thermohydrogravidynamic theory of the global seismotectonic activity of the Earth // International Journal of Geophysics. 2013. Art.no. 519829.

- Sokolovskiy M.A., Koshel K.V., Verron J. Three-vortex quasi-geostrophic dynamics in a two-layer fluid. Part 1. Analysis of relative and absolute motions // Journal of Fluid Mechanics. 2013. V. 717. P. 232-254.
- Stepanov D.V., Novotryasov V.V. Sub-inertial modulation of nonlinear Kelvin waves in the coastal zone // Nonlinear Processes in Geophysics. 2013. V. 20. P. 357-365.
- Timofeev V., Kulinich R., Valitov M., Stus Y., Kalish E., Ducarme B., Gornov P., Ardyukov D., Sizikov I., Timofeev A., Gil'manova G., Kolpashikova T., Proshkina Z. Coseismic Effects of the 2011 Magnitude 9.0 Tohoku-Oki Earthquake Measured at Far East Russia Continental Coast by Gravity and GPS Methods // International Journal of Geosciences. 2013. V. 4, N 2. P. 362-370.
- *Tishchenko P. Ya., Wong C. S., Johnson Wm. K.* Measurements of Dissociation Constants of Carbonic Acid in Synthetic Seawater by Means of a Cell Without Liquid Junction // Journal of Solution Chemistry. 2013. V. 42, N. 11. P. 2168-2186.
- Tishchenko P.Ya., Lobanov V.B., Zvalinsky V.I., Sergeev A.F., Koltunov A., Mikhailik T.A., Tishchenko P.P., Shvetsova M.G., Sagalaev S., Volkova T.I. Seasonal Hypoxia of Amursky Bay in the Japan Sea: Formation and Destruction // Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences. 2013.V. 24. P. 1033-1050.
- Trebukhova Yu.A., Miljutin D.M., Pavlyuk O.N., Mar'yash A.A., Brenke N.Changes in deep-sea metazoan meiobenthic communities and assemblages along a depth gradient (North-western Sea of Japan, Pacific) // Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. 2013. V. 86-87. P. 56-65.
- *Trofimov M.Yu., Petrov P.S., Zakharenko A.D.* A direct multiple-scale approach to the parabolic equation method // Wave Motion. 2013. V. 50. C. 586-595.
- Vaschenko M.A., Kovaleva A.L., Syasina I.G., Kukhlevsky A.D. Reproduction-related effects of green alga Coccomyxa sp. infestation in the horse mussel Modiolus modiolus // Journal of Invertebrate Pathology. 2013. V. 113. P. 86-95.
- Vereshchagina O.F., Korovitskaya E.V., Mishukova G.I. Methane in water columns and sediments of the north western Sea of Japan // Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. 2013. V. 86-87. P. 25-33.
- Young-Gyun Kim, Sang-Mook Lee, Young Keun Jin, Baranov B., Obzhirov A., Salomatin A., Hitoshi Shoji. The stability of gas hydrate field in the northeastern continental slope of Sakhalin Island, Sea of Okhotsk, as inferred from analysis of heat flow data and its implications for slope failures // Marine and Petroleum Geology. 2013. V. 45. P. 198-207.
- Zabolotskikh E.V., Mitnik L.M., Chapron B. New approach for severe marine weather study using satellite passive microwave sensing // Geophysical Research Letters. 2013. V. 40, N. 13. C. 3347-3350.
- Zaika O.A., Dolmatova L.S. Cooperative apoptosis of coelomocytes of the holothurian Eupentacta fraudatrix and its modulation by dexamethasone // Advances in Bioscience and Biotechnology. 2013. V. 4, N 9. C. 908-917.
Научное издание

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ЗА 2013 г.

Подписано к печати 18.04.2014 Формат 60х90/8. Бумага офсетная. Усл. п. л. Уч. Изд. л. . Тираж 100 экз. Заказ

Отпечатано в типографии ФГУП Издательства «Дальнаука» ДВО РАН 690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7

