



3-я НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ



ВЛАДИВОСТОК, ТОИ ДВО РАН
26-28 АПРЕЛЯ 2017

ОКЕАНОГРАФИЯ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

ВЛАДИВОСТОК
2017

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

Federal Agency for Scientific Organizations
V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute
Far Eastern Branch
Russian Academy of Sciences

**ТРЕТЬЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ОКЕАНОГРАФИЯ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО И
ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ»**

26-28 апреля 2017 г.

г. Владивосток, ТОИ ДВО РАН

Тезисы докладов

**OCEANOGRAPHY OF PETER THE GREAT BAY
AND ADJACENT AREA OF THE JAPAN SEA**

The Third Scientific Conference,

26-28 April 2017

POI FEB RAS, Vladivostok, Russia

Abstracts

Владивосток
2017

УДК 551.468

Океанография залива Петра Великого и прилегающей части Японского моря: тезисы докладов Третьей научной конференции, 26-28 апреля 2017 г., Владивосток. – Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2017. – 45 с.

ISBN 978_5_9909943_0_0

В последнее десятилетие проводятся интенсивные фундаментальные и прикладные исследования залива Петра Великого (Японское море) и достигнуты значительные результаты, которые обсуждались в 2012 и 2013 гг. на Первой и Второй научных конференциях по океанографии Залива. Для подведения итогов и более эффективной координации усилий всех участвующих организаций 26–28 апреля 2017 г. проводится Третья конференция, которая должна сделать обмен результатами исследований более оперативным и регулярным. Она позволит укрепить связи между учёными разных научных институтов и ведомств, определить достижения и наиболее важные проблемы. Тематика конференции включает вопросы физической океанологии и климата, гидрохимии, морской биологии, геологии, геофизики и экологии залива и прилегающей части Японского моря, а также современных морских и информационных технологий. Конференция проводится при финансовой поддержке программы приоритетных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» (проект № 15-I-1-047). Сборник тезисов конференции рассчитан на специалистов в области наук о Земле, студентов и аспирантов профильных специальностей.

Редакторы: к.г.н. В.Б. Лобанов, к.т.н. О.О. Трусенкова

Председатель организационного комитета к.г.н. В.Б. Лобанов

Публикуется по решению Ученого совета ТОИ ДВО РАН

Oceanography of Peter the Great Bay and adjacent area of the Japan Sea: Abstracts of The Third Scientific Conference, 26-28 April 2017, Vladivostok, Russia. – Vladivostok: POI FEB RAS, 2017. – 45 p.

Comprehensive fundamental and applied research targeting Peter the Great Bay, the Japan Sea, implemented in the last decade, has resulted in substantial new findings which have been discussed in 2012 and 2013 at the First and Second Conferences on the Oceanography of Peter the Great Bay. To summarize the achievements and foster cooperation among the research institutions involved, The Third Conference to be held on April 26–28, 2017, should identify major achievements and key problems and make the data and information exchange more operational and regular. The themes of the Third Conference include physical oceanography and climate, hydrochemistry and marine biology, geology, geophysics and ecology of the Bay and adjacent area of the Japan Sea, as well as modern marine and information technologies. The conference is supported by the “Far-East” Program of Priority Research of the Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Grant No. 15-I-1-047.

Содержание

<i>Аксанина М.Г., Загумённых А.А.</i> Спутниковые скорости перемещений в зависимости от природы используемых морских маркеров.....	6
<i>Астахов А.С., Аксентов К.И., Дарьин А.В., Калугин И.А.</i> Реконструкция по седиментационным записям катастрофических наводнений на побережье Японского моря за последние тысячелетия.....	6
<i>Бессонова Е.А.</i> Результаты применения геофизических методов для исследования антропогенных карбонатных отложений на побережье залива Петра Великого (Японское море).....	7
<i>Будаева В.Д., Макаров В.Г., Мезенцева Л. И., Любицкий Ю.В.</i> О весеннем режиме вод в заливе Петра Великого и его изменчивости в текущем десятилетии (2010–2016 гг.).....	7
<i>Буланов В.А., Стороженко А.В., Корсков И.В., Попов П.Н.</i> Изучение мелкомасштабных неоднородностей с высоким пространственным разрешением в заливе Петра Великого на основе рассеяния звука.....	8
<i>Вах Е.А., Павлова Г.Ю., Тищенко П.Я., Михайлик Т.А.</i> Основной солевой состав и редкоземельные элементы для определения состояния рек южного Приморья.....	9
<i>Гаврилов А.А.</i> Принципиальные черты строения и морфотектонической эволюции островов залива Петра Великого.....	9
<i>Гаврилов А.А., Съедин В.Т., Терехов Е.П., Харченко Т. А.</i> Новые данные о геологии, морфотектонике и петрофизических свойствах горных пород о. Русский.....	10
<i>Гайко Л.А.</i> Изменчивость температуры воды и воздуха за последние десятилетия в прибрежной зоне залива Петра Великого (Японское море).....	11
<i>Данченков М.А.</i> Океанографическое сообщество Владивостока (история и современность).....	11
<i>Данченков М.А.</i> Оценка достоверности модельных расчетов для залива Петра Великого.....	12
<i>Долматова Л.С., Слинко Е.Н., Колосова Л.Ф.</i> Избирательное накопление тяжелых металлов в тканях двух цветных форм голотурии <i>Eupentacta fraudatrix</i>	12
<i>Зверев С.А., Бессонова Е.А., Теличко А.С.</i> Аномальное магнитное поле юго-западной части залива Петра Великого.....	13
<i>Зуенко Ю.И., Вдовин А.Н., Нурждин В.В.</i> Влияние климатических изменений океанологических условий на воспроизводство минтая у берегов Приморья.....	14
<i>Изосов Л.А., Бессонова Е.А., Крамчанин К.Ю., Огородний А.А., Ли Н.С.</i> Геолого-формационные исследования залива Петра Великого (1995–2015 гг.).....	14
<i>Каплуненко Д.Д., Лобанов В.Б., Островский А.Г., Трусенкова О.О., Ладыченко С.Ю., Щербинин П.Е.</i> Изменчивость структуры и динамики вод в районе залива Петра Великого по спутниковым данным и измерениям <i>in situ</i>	15
<i>Карнаух В.Н., Суховеев Е.Н., Коптев А.А., Матюхов В.П., Белоус О.В.</i> Рельеф дна материкового склона залива Петра Великого.....	15
<i>Касаткина А. П., Лобанов В.Б., Косьяненко А.А.</i> Биоиндикация антропогенного загрязнения и геофизической активности с помощью планктёров в заливе Петра Великого и возможные пути их переноса с водными массами в прилегающей части Японского моря.....	16
<i>Кошелева А.В., Лазарюк А.Ю., Яроцук И.О.</i> Акустико-океанологическое моделирование по измерениям температуры в шельфовой зоне Японского моря.....	16
<i>Крамчанин К.Ю., Обжиров А.И., Изосов Л.А., Ли Н.С.</i> Метанопроявление в кайнозойских образованиях района м. Открытого (Шкотовский район Приморского края).....	17
<i>Крохин В.В., Будаева В.Д., Котович Н.Г., Филь А.Ю.</i> Аномальный выход южного циклона на Приморье в январе 2016 г. и его воздействие на термическую структуру залива Посьета.....	17
<i>Кудряшова Ю.В., Чижова Т.Л.</i> Сезонная изменчивость загрязнения полициклическими ароматическими углеводородами залива Посьета (залив Петра Великого).....	18
<i>Лазарюк А.Ю., Захарков С.П., Марьина Е.Н.</i> Особенности распределения хлорофилла-«А» в водах Амурского залива в холодный период года.....	19
<i>Лебедев М.С., Безответных В.В., Голов А.А., Моргунов Ю.Н.</i> Аппаратно-программный гидроакустический комплекс для мониторинга морских течений.....	19
<i>Лобанов В.Б., Павлова Е.П., Сергеев А.Ф., Серета А.В., Воронин А.А., Горин И.А., Гуленко Т.А., Тищенко П.Я., Щербинин П.Е.</i> Гидрологические условия залива Восток по наблюдениям 2014–2016 гг.	20
<i>Лобанов В.Б., Семкин П.Ю., Сергеев А.Ф., Шлык Н.В., Лазарюк А.Ю., Тищенко П.П., Баннов В.А., Аксентов К.И., Васильева Л.Е., Каличук В.В., Суховеев Е.Н.</i> Трехмерная структура каскадинга на склоне залива Петра Великого (по результатам экспедиции на НИС «Профессор Гагаринский» 10–24 марта 2016 г.).....	20
<i>Лосев О.В., Петухов В.И., Петрова Е.А.</i> Загрязнение вод залива Угловой в теплый и холодный периоды года.....	21
<i>Лучин В.А., Григорьева Н.И.</i> Современное экологическое состояние бухты Северной Славянского залива (залив Петра Великого, Японское море).....	22
<i>Любицкий Ю.В.</i> Штормовой нагон в заливе Петра Великого, вызванный тайфуном Лайонрок (29.08–1.09.2016 г.).....	22
<i>Марьина Е.Н., Лазарюк А.Ю.</i> Гидрологический режим бухты Новик (о. Русский) в холодный период года.....	23
<i>Мельниченко Ю.И., Белоус О.В., Казанский Б.А., Леонова Т.Д., Лепешко В.В.</i> Морфотектонические комплексы северо-западной окраины Японского моря.....	23
<i>Мельниченко Н.А., Тюевев А.В., Лазарюк А.Ю., Савченко В.Е., Кустова Е.В.</i> Особенности формирования пространственной структуры льда в бухте Новик по данным методов ЯМР и МР- томографии.....	24
<i>Мизгин А.О., Вах Е.А., Тищенко П.Я.</i> Распределение параметров карбонатной системы на северо-восточном шельфе о. Сахалин.....	24

Митник Л.М., Хазанова Е.С. Мультисенсорное спутниковое зондирование ледяного покрова залива Петра Великого	25
Моценко А.В., Белан Т.А., Лишавская Т.С., Борисов Б.М. Предельно допустимый уровень загрязнения и сообщества макрозообентоса	25
Навроцкий В.В., Лобанов В.Б., Ляпидевский В.Ю., Павлова Е.П., Храпченко Ф.Ф. О механизмах взаимодействия вод шельфа и открытого моря	26
Никитин П.А., Сильвестрова К.П., Мысленков С.А. Новые серийные приборы и системы для океанологических исследований	27
Новотрясов В.В., Захарков С.П., Степанов Д.В. Внутренний прилив в заливе Петра Великого	27
Обжиров А.И., Окулов А.К., Окулов А.К., Телегин Ю.А. Аномалии углеводородных газов в районе бухты Суходол Уссурийского залива	27
Островский А.Г., Файман П.А., Лобанов В.Б., Сергеев А.Ф., Парк Ю.-Дж. Субмезомасштабные вихри залива Петра Великого	28
Пивоваров А.А., Смирнов С.В., Кошелева А.В., Самченко А.Н., Швырев А.Н., Яроцук И.О. Мониторинг гидрофизических процессов в заливе Петра Великого	28
Половинка Ю.А., Максимов А.О. Физические принципы и технические системы для мониторинга природных и техногенных утечек газа	29
Пономарев В.И., Файман П.А., Дубина В.А., Лазарюк А.Ю. Циркуляция синоптического и субсиноптического масштабов в заливе Петра Великого и прилегающей части Японского моря	29
Прокудин В.Г., Валитов М.Г., Кононец С.Н. Структура кайнозойских отложений депрессии Амурского залива	30
Прушковская И.А. Изменения среды Амурского залива (Японское море) в позднем голоцене на основе диатомовых водорослей	30
Раков В.А. Состояние экосистемы бухты Новик (залив Петра Великого) в условиях загрязнения	31
Раков В.А., Федорец Ю.В., Еловская О.А., Косьяненко А.А., Васильева Л.Е. Многолетние изменения в сообществах планктона и бентоса бухты Врангеля в период строительства и реконструкции порта «Восточный»	32
Саломатин А.С., Буров Б.А., Обжиров А.И., Ли Б.Я. Газогеохимические и акустические наблюдения в области пузырьковой разгрузки метана в заливе Петра Великого	32
Сергеев А.Ф., Лобанов В.Б., Воронин А.А., Горин И.И., Гуленко Т.А., Щербинин П.Е. Структура и динамика вод в бухте Золотой Рог осенью 2009 г.	32
Слободскова В.В., Кукла С.П., Журавель Е.В., Челомин В.П. Генотоксический мониторинг морских прибрежных акваторий	33
Смирнова О.Л., Съедин В.Т., Терехов Е.П. Новые данные радиояриетового анализа для обоснования стратиграфического положения осадочных отложений островов центральной части залива Петра Великого	34
Степанов Д.В., Клещева Т.И. Роль атмосферного воздействия в изменчивости теплосодержания вод Японского моря по данным ретроспективного численного моделирования в период с 1948 по 2009 гг.	34
Суботэ А.Е., Фищенко В.К., Зимин П.С., Гончарова А.А. Применение систем долговременного подводного видеонаблюдения для регистрации и анализа состояния морского биоразнообразия прибрежных акваторий залива Петра Великого	35
Съедин В.Т., Коптев А.А., Лопатников Е.А. Геологические исследования вулканических построек Центральной котловины Японского моря в период с 2010 по 2015 гг.	35
Съедин В.Т., Терехов Е.П., Смирнова О.Л., Гаврилов А.А. Основные особенности геологического строения островов центральной части залива Петра Великого	36
Тагильцев А.А., Черанев М.Ю., Гончаров Р.А., Швецов Г.П. Средства исследования поля температуры ледяного покрова	37
Таранова С.Н., Жабин И.А. Сезонная изменчивость поверхностной циркуляции вод северной части Японского моря	37
Теличко А.С., Бессонова Е.А., Зверев С.А. Петромагнитные характеристики магматических пород берегового обрамления залива Посыета (залив Петра Великого, Японское море)	38
Тищенко П.Я., Барабаничиков Ю.А., Ивин В.В., Михайлик П.Ю., Семкин Т.А., Стунжас П.А., Тищенко П.П. Гипоксия вод Дальневосточного морского заповедника	38
Трусенкова О.О., Лазарюк А.Ю., Островский А.Г., Лобанов В.Б., Каплуненко Д.Д. Вертикальные колебания в поле плотности под сезонным термоклином на континентальном склоне в северо-западной части Японского моря	39
Уланова О.А., Долматова Л.С. Влияние дексаметазона на оксидантно-антиоксидантный баланс в двух типах фагоцитов голотурии Eupentacta fraudatrix	40
Файман П.А., Данченков М.А., Олейников И.С. Настройка Региональной океанографической модели (ROMS) на гидрометеорологические условия залива Петра Великого и прилегающей северо-западной части Японского моря	40
Фищенко В.К., Голик А.В., Валитов М.Г., Кулинич Р.Г. О возможности оценки характеристик морского волнения в заливе Посыета с использованием данных широкополосной сейсмической станции и приливного гравиметра, установленных на мысе Шульца	41
Фищенко В.К., Суботэ А.Е., Зимин П.С., Гончарова А.А. Регистрация аномально долгопериодных волн зыби средствами системы научного наблюдения залива Петра Великого	41
Челомин В.П. Генотоксичность - новый биохимический критерий в оценке качества морской среды	42
Шевцова О. В. Статистические закономерности гидрохимического режима. Система неконсервативных химических показателей в прибрежной зоне моря	42

<i>Шевченко Г.В., Горбунов А.О., Королев П.Ю.</i> Гидродинамические и геоморфологические процессы в районе строительства угольного терминала порт "Вера" (Уссурийский залив Японского моря)	43
<i>Шевченко Г.В., Частиков В.Н., Марыжихин В.Е.</i> Сезонная изменчивость океанологических условий в акватории, прилегающей к юго-западному побережью о. Сахалин	43
<i>Штрайхерт Е.А., Захарков С.П.</i> Биогеохимические свойства вод залива Петра Великого по спутниковым данным	44

Спутниковые скорости перемещений в зависимости от природы используемых морских маркеров

Аксанина М.Г., Загумённых А.А.
ИИПУ ДВО РАН, margeo@mail.ru, trueepikvic@gmail.com

Автоматическое прослеживание перемещений яркостных неоднородностей по последовательности изображений моря с метеорологических спутников в различных диапазонах спектра позволяет в безоблачных случаях строить «плотные» поля наблюдений за течениями. Но вопросы надежности и точности полученных результатов остаются актуальными. Проблема «ложных» векторов не простая, поскольку существует много факторов её порождающих. Например, «ложные» вектора перемещений могут порождаться неточностью географической привязки или чувствительностью используемых морских маркеров к условиям среды – дымке, облачности и т.п.

Интересным подходом к устранению «ложных» векторов перемещений является подход на основе использования разных морских трассеров, обладающих разными физическими характеристиками, например, температура поверхности океана (SST) и концентрации хлорофилла-а (CHL). Эксперименты показывают, что значимые рассогласования векторов, построенных по разным типам трассеров одновременно, позволяют с одной стороны избавиться от некорректных векторов, а с другой стороны, обнаружить особенности на поверхности моря, обусловленные разной реакцией морских трассеров на происходящее явление.

Для расчета скоростей перемещений на поверхности моря предложен подход, в котором при построении скоростей течений в качестве основного критерия используется не статистические оценки функции, отражающей меру сходства двух площадок, например, кросс-корреляции, а априорные оценки точности расчета скорости перемещения. Метод показал свою эффективность при использовании в качестве морских маркеров температуры поверхности океана и льда. Тем не менее, его дальнейшее усовершенствование и верификация являются актуальными задачами.

Реконструкция по седиментационным записям катастрофических наводнений на побережье Японского моря за последние тысячелетия

Астахов А.С.¹, Аксентов К.И.¹, Дарьин А.В.², Калугин И.А.²
¹ТОИ ДВО РАН, astakhov@poi.dvo.ru
²ИГМ СО РАН

Выполнено рентгенофлуоресцентное сканирование на синхротронном излучении с шагом 0.5-0.8 мм колонки донных осадков Амурского залива Японского моря. Возрастная модель колонки построена по радиоуглеродным датировкам и тефрохронологии извержения вулкана Пектусан. По характерным вариациям содержания брома (Rb/Bg) в осадках на основании ранее выявленных закономерностей реконструирована история катастрофических наводнений за последние 4000 лет. Впервые проведенная реконструкция повторяемости катастрофических наводнений в шельфовых осадочных разрезах, накопившихся за несколько тысячелетий, позволяют обосновать применимость этого метода в районах с определенными условиями осадконакопления. Обратное нормирование по рубидию дало возможность преобразовать отрицательные пики содержания брома в положительные, что существенно расширило возможности анализа сигналов наводнений. Дальнейшее совершенствование методики возможно по нескольким направлениям: анализ влияния удаленности от устьев рек на амплитуду сигналов наводнений и ее учет; выбор наиболее оптимального сглаживания распределения Rb/Bg для выделения сигналов наводнений; выбор оптимального уровня сигналов $\Delta Rb/Bg$ для определения частоты наводнений.

Полученные при реконструкции данные по частоте и интенсивности катастрофических наводнений на побережьях Амурского залива Японского моря выявили уменьшение их интенсивности в последние 500 лет – во время МЛП и последующие 19-20 века. Эти изменения находятся в противофазе с частотой прохождения тайфунов в Южном Китае, где максимальная частота тайфунов приходится на холодные климатические периоды и, особенно, на Минимум Маундера. Таким образом, подтверждено ранее высказанное предположение о смещении путей тайфунов в холодные периоды климатической истории к югу, а в теплые – на север. Отсутствие связей между частотой прохождения тайфунов как в

Приморье, так и в Южном Китае с глобальными климатическими изменениями 19-20 веков требует дополнительного изучения. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 15-05-06845-а).

Результаты применения геофизических методов для исследования антропогенных карбонатных отложений на побережье залива Петра Великого (Японское море)

Бессонова Е.А.
ТОИ ДВО РАН, bessonova@poi.dvo.ru

Изучение самой верхней части геологического разреза, вмещающего культуросодержащие слои, представляющие собой скопления раковин моллюсков, неразрушающими методами исследований, с детальностью необходимой для выполнения работ, направленных на оконтуривание границ археологических объектов, представляет собой сложную задачу. Применение классических методов археологических исследований раскопками требует огромных трудозатрат и финансового обеспечения, а кроме того приводит к полному уничтожению объекта исследования. Оптимальный компромисс между изучением археологических памятников такого типа и сохранением их для последующих поколений исследователей достигается за счет использования неразрушающих методов исследований.

Для выявления особенностей структурной организации культурного слоя археологических памятников, представляющих собой скопления раковин моллюсков на побережье залива Петра Великого (Японское море), эти сложные образования исследованы как часть современных геологических отложений, сформированных в условиях взаимного влияния природного и антропогенного факторов. Природные факторы, меняющие климатическую, геоморфологическую и экологическую ситуации на морском побережье повлияли не только на условия осадконакопления, но и на сам факт возможности присутствия человека. С другой стороны человек в местах поселений изменил геологическую среду, размещая в ней не свойственные локальной ситуации отложения (раковины, обожженную глину и пр.).

Исследования, выполненные с использованием георадиолокации, позволили не только оконтурить границы поселений древних собирателей раковин, но и разделить разновозрастные раковинные отложения оставленные людьми различных культурных сообществ. Впервые выявлена структура и вычислен объем антропогенных карбонатных отложений на локальных участках. Эти данные необходимы для выделения возможной локализации жилищ собирателей раковин и количественной оценки демографических особенностей поселения. Результаты работ могут быть использованы для выполнения палеогеографических реконструкций.

О весеннем режиме вод в заливе Петра Великого и его изменчивости в текущем десятилетии (2010–2016 гг.)

Будаева В.Д.¹, Макаров В.Г.², Мезенцева Л. И.¹, Любичкий Ю.В.¹

¹ ФГБУ «ДВНИГМИ», vbudaeva@ferhri.ru

² Национальный политехнический институт, Ла Пас, Мексика

Анализируются данные весенних зондирований высокого профильного разрешения в зал. Петра Великого, выполненных в 2010–2016 гг. по программе мониторинга ДВ морей России. Показано, что погодные условия предшествующей зимы и весны, материковый сток определяют изменчивость не только вертикальной структуры и термических характеристик вод на шельфе, но и динамику обмена вод залива с открытыми участками моря через внешний шельф.

Приводятся аргументы, подтверждающие высокую преобладанность циркуляции вод в весенние периоды 2010, 2013–2016 гг. Ее отличительным признаком является выраженный циклонический характер поля течений на внешнем и среднем шельфе зал. Петра Великого. Основное поступление вод в Усурийский залив осуществляется, как правило, с западной стороны о. Аскольд. Юго-западный прибрежный маршрут (*траверз м. Гамова*), по-видимому, не является определяющим для зал. Петра Великого, поскольку здесь проникновение трансформированных субтропических вод на север заметно ограничивают встречные южные потоки из залива. Поэтому в климатическом плане ранней весной воды

юго-западного сектора зал. Петра Великого, подстилающие термоклин, оказываются, как правило, заметно холоднее, чем воды в его юго-восточном секторе, поскольку последние в зимний период могут подвергаться отепляющему воздействию со стороны промежуточных вод внешнего моря (*ситуации: апрель 2011г., май 2013г., май 2015г.*).

В весенний период 2013 г. прибрежные воды залива подпитывались не только повышенным материковым стоком, но и интрузиями западной ветви Цусимского течения, которые, по-видимому, достигали побережья северного Приморья. Они обусловили в восточном секторе зал. Петра Великого углубление термоклина и положительную термическую аномалию вблизи дна. Отметим, что проявления в ранневесенний период теплых интрузий способны заметно улучшить термическую картину подтермоклиновых вод на *внешнем* и *среднем* шельфе зал. Петра Великого даже в условиях затяжной весны, а также инициировать более ранний переход морской среды к летним условиям (*ситуация май 2013 г., июнь 2011г.*).

Показано, что даже в условиях аномально теплой весны 2014 г. термические характеристики промежуточной водной массы, подстилающей термоклин (пикноклин) и имеющей зимнее происхождение, без «*ранневесенней адвекции тепла*» имели, как и придонные воды, самые низкие в текущем десятилетии значения температуры. В конце первой декады мая 2014 г. температура придонных вод в восточном секторе залива составляла всего 1,25–1,50° С, т.е. была примерно в 2 раза ниже, чем в 2013 г. Очевидно, что в весенний период фоновые показатели промежуточных и придонных вод на среднем и внешнем шельфе зал. Петра Великого слабо реагируют на изменения температуры воздуха. В большей степени они, по-видимому, зависят от адвективных факторов – региональных особенностей режима подповерхностных и придонных течений, прижатых к материковому берегу, с которыми спорадически могут поступать в залив более теплые воды открытого моря.

Термическая картина поверхностных вод в зал. Петра Великого в мае 2016 г. и 2013 г. во многом оказалась схожей: фоновые значения температуры на мелководных участках шельфа не превышали 8,0–9,5° С, на среднем и внешнем шельфе – 4,0–5,0° С. В более теплые весенние периоды 2014 г. и 2015 г. прогрев и нарастание тепла в поверхностных водах залива происходило более активно, соответственно, эти показатели были выше и составляли 10,0–11,5° С и 5,5–6,5° С. В глубинных слоях залива картина была иной: в мае 2016 г. и 2013 г., в отличие от ситуации 2014 г. и 2015 г., на среднем шельфе и вблизи его бровки не фиксировались придонные прослойки остаточных «*зимних*» вод с отрицательными или очень низкими ($\leq 1^\circ$ С) значениями температуры.

В текущем десятилетии масштабному воздействию пресноводного стока поверхностные воды зал. Петра Великого подвергались не только в 2016 г., но также в высоководном 2010 г. и 2013 г. Весной 2016 г. средние по акватории показатели солёности поверхностных вод в зал. Петра Великого по рангу были самыми низкими на период майских съёмок за последние четыре года (*2016 г. – 31,61 ‰; 2015 г. – 32,58 ‰; 2014 г. – 33,45 ‰; 2013 г. – 31,95 ‰*). Источником опреснения поверхностных вод являлся не только повышенный материковый сток, но и поступление в пределы залива вод Приморского течения, которое транспортировало из северных районов моря трансформированные воды реки Амур. Наибольшая интенсивность этих вторжений проявлялась весной 2015 г. Опресненные и более прогретые поверхностные воды, перекрывая подстилающие холодные и более солёные, резко увеличивают вертикальную стратификацию. Это затрудняет насыщение промежуточных вод кислородом и может инициировать развитие гипоксии в придонных слоях залива, а также оказывать влияние на поведение и распределение обитателей придонных слоев залива.

**Изучение мелкомасштабных неоднородностей
с высоким пространственным разрешением
в заливе Петра Великого на основе рассеяния звука**

Буланов В.А., Стороженко А.В., Корсков И.В., Попов П.Н.
ТОИ ДВО РАН, bulanov@poi.dvo.ru

Целью исследований было получить данные о структуре мелкомасштабных неоднородностей в морской среде с высоким пространственным разрешением на основе рассеяния звука. Представлены результаты исследований рассеяния звука в верхнем слое морской воды, полученные на трассах разрезов в заливе Петра Великого Японского моря, пересекающих различные неоднородности морской среды. Работы по изучению рассеяния звука проводились в различные сезоны: весной, летом и не очень поздней осенью. Исследования проводились вдоль выбранных трасс, расположение которых было

примерно одним и тем же в различные сезоны. Показано, что применение узкополосных высокочастотных излучателей позволяет разделить крупные биологические объекты в море (рыбные стаи) от мелкомасштабных планктонных сообществ и определить детальное пространственное распределение последних. Показано, что на основе рассеяния звука можно выявить подробную структуру внутренних волн вдоль выбранных трасс. Представлены результаты, показывающие, что распределение мелкомасштабных неоднородностей в шельфовой зоне имеют высокую пространственную изменчивость, которую удастся эффективно зарегистрировать только с использованием неконтактных методов рассеяния высокочастотного звука.

Многочисленные данные по рассеянию звука, полученные нами в 2008 - 2016 гг. в акватории залива Петра Великого, позволили выявить особенности сезонной динамики зоопланктона и его распределение в заливе, а также провести сравнение полученных концентраций биомассы с результатами облова *in situ*. Таким образом, выявлено соответствие концентрации биомассы на основе рассеяния и в результате обловов в заливе Петра Великого Японского моря. Полученные зависимости, связывающие коэффициент рассеяния звука и распределение биомассы в морской среде, представляют интерес для использования их в целях оперативного акустического мониторинга биоресурсов.

Основной солевой состав и редкоземельные элементы для определения состояния рек южного Приморья

Вах Е.А.^{1,2}, Павлова Г.Ю.¹, Тищенко П.Я.¹, Михайлик Т.А.¹

¹ТОИ ДВО РАН, pavlova@poi.dvo.ru

²ДФУ, Adasea@mail.ru

Редкоземельные элементы (РЗЭ) и параметры общего солевого состава (ОСС) являются индикаторами экологического состояния речных вод и могут применяться в системе мониторинга за водными объектами.

Цель работы является комплексное исследование РЗЭ и параметров ОСС для выявления антропогенной нагрузки на бассейны рек юга Приморья.

Методы исследований: концентрации макро ионов (Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) были измерены методом ионно-обменной хроматографии (Shimadzu LC-20A), РЗЭ – масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (Thermo Finnigan Element 2). pH измеряли потенциометрическим методом, общую щелочность (ТА) анализировали прямым титрованием по методу Бруевича, общая минерализация речной воды (Σn) определялась как сумма вкладов макро ионов.

Сезонные гидрохимические исследования основного солевого состава рек южного Приморья показали, что речные воды ультрапресные, среднегодовые значения Σn не превышали 100–150 мг/л. Обнаружено значительное увеличение доли сульфат-ионов в реках: Кневичанке, Раздольной и Артемовке, в период весеннего половодья, что связано со сжиганием топлива в зимний сезон, бытовыми и канализационными стоками. Региональный уровень суммарных концентраций растворенных форм редкоземельных элементов в изученных пресных поверхностных водах изменяется от 0,16 до 2,72 мкг/л. Интервал колебаний содержаний РЗЭ в водах отдельных рек составляет от 0,20 до 0,56 мкг/л. Повышенные содержания растворенных редкоземельных элементов и растворенных солей в поверхностных водах рек Раздольной, Артемовки, Кневичанки и Шкотовки определяется антропогенной нагрузкой на бассейны этих рек.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов SKLEC-201308, № 13-05-91150-ГФЕН_а, РФФИ № 16-35-60098 мол_а_док.

Принципиальные черты строения и морфотектонической эволюции островов залива Петра Великого

Гаврилов А.А.
ТОИ ДВО РАН, gavrilov@poi.dvo.ru

По структурно-морфологическим особенностям выделяются следующие основные типы островов: 1 – изометричные в основании купольные формы (о-ва Русский, Карамзина, Аскольд, Кротова, Малый) с элементами радиально-концентрической зональности рельефа и геологического строения; 2 – полигональные блоковые морфоструктуры, близкие и изометричным (о-ва Рейнеке, Циволько, Наумова, Клыкова, Моисеева, Желтухина, Антипенко, Сибирякова и др.); 3 – удлиненные в каком-либо направлении блоковые морфоструктуры (о-ва Попова, Рикорда, Стенина, Путятинна и др.).

Вещественно-структурные признаки позволяют различать острова, сложенные:

1 – позднепермскими гранитоидами (о-ва Наумова, Моисеева, Сергеева, Желтухина, Стенина и др.); 2 – позднепермскими габброидами (о-ва Карамзина, Малый);

3 – преимущественно вулканогенно-осадочными образованиями (о-в Кротова); 4 – интрузивными и эффузивно-осадочными образованиями разного состава пермского возраста послепеловской и владивостокской свит с участием (о-ва Русский, Аскольд, Путятинна) или без участия триасовых субгоризонтально залегающих тощ раннемезозойского структурного яруса, соотносимого с плитным комплексом эпигерцинской платформы; 5 – гиперстеновыми андезитами миоценового возраста славянского комплекса (о-ва Антипенко, Серебрякова). Сосуществование островов в виде реликтов структурных элементов континентальной окраины и новообразованных вулканогенных форм – одна из характерных особенностей залива Петра.

Материалы геолого-геоморфологических исследований дна Японского и Охотского морей подтверждают общую повышенную устойчивость к явлениям деструктивного тектогенеза и базификации консолидированных, гранитизированных структур земной коры, отличающихся относительно повышенными мощностями гранитно-метаморфического слоя. Наиболее консервативные элементы морфоструктурного плана дна акваторий окраинно-континентальных морей – гранитоидные очаговые морфоструктуры разного ранга.

Новые данные о геологии, морфотектонике и петрофизических свойствах горных пород о. Русский

Гаврилов А.А., Съедин В.Т., Терехов Е.П., Харченко Т.А.
ТОИ ДВО РАН, gavrilov@poi.dvo.ru

На основе комплекса космогеологических, геоморфологических данных и результатов наземных геологических исследований впервые установлены главные системы разломов и блоковых дислокаций о. Русский. Установлена важнейшая роль разломов в активном формировании основных морфологических черт и разрушении берегов о. Русский. Отмечается, что ряд крупных социально-хозяйственных объектов о. Русский (Мини- ТЭЦ, Аквапарк и др.) расположены в зонах крупных разломов, которые представляют собой потенциально опасные в геодинамическом отношении структуры.

В ходе маршрутных исследований были выявлены дайка базальтов и экструзивный купол (диаметром около 100 м), сложенный долеритами, что указывает на существование ранее неизвестного этапа основного магматизма (муравьевский комплекс?) на о. Русский. Также получены новые данные о наличии в среднетриасовых толщах тел тектонических брекчий, несущих сульфидную минерализацию, радиоизотопные датировки, свидетельствующие о наличии не только позднепермских, но и более молодых (позднеюрских) магматитов. Все это указывает на более сложный характер строения и развития интрузивно-купольной структуры о. Русский, чем это считалось ранее. Имеющие материалы подтверждают длительное и унаследованное развитие интрузивно-купольной структуры о. Русский как длительно живущего центра эндогенной активности, что противоречит представлениям о масштабных тектонических горизонтальных подвижках в пределах Южно-Приморского региона. Триасовые горизонтально залегающие осадочные толщи на о. Русский рассматриваются как часть плитного комплекса эпигерцинской платформы. На основании собранной представительной коллекции образцов изучены физические свойства (плотность и магнитная восприимчивость) магматических пород острова

Русский, а также впервые проведено сравнение петрофизических характеристик магматических комплексов островов Попова и Русский.

Работы выполнены в рамках программы «Дальний Восток» (экспедиционный грант 16 – I – 1 - 006 Э).

Изменчивость температуры воды и воздуха за последние десятилетия в прибрежной зоне залива Петра Великого (Японское море)

Гайко Л.А.

ТОИ ДВО РАН, gayko@yandex.ru

В работе проведён сравнительный анализ изменения температуры воды и воздуха в прибрежной зоне зал. Петра Великого по данным материалов наблюдений над среднемесячной температурой воды и воздуха на прибрежных гидрометеорологических станциях (ГМС) Приморского края за два последних десятилетия (1991–2000 и 2001–2010 гг.) с климатической нормой (1961–1990 гг.) и пяти последних лет (с 2011 по 2015 гг.) с десятилетием 2000-х. Наблюдения над температурой воды и воздуха в зал. Петра Великого проводятся на трёх прибрежных ГМС: Посъет, Владивосток, Находка.

Сравнительный анализ температуры воды и воздуха в прибрежной зоне зал. Петра Великого за оба десятилетия с тридцатилетним периодом по сумме отклонений температур за год показал значительное повышение и температуры воды, и температуры воздуха по сравнению с нормой.

Анализ различий в температурах воды и воздуха между десятилетиями по сумме отклонений температур показал, что в целом в юго-западной (ГМС Посъет) и юго-восточной (ГМС Находка) частях зал. Петра Великого, более тёплыми были 2000-е годы, а в центральной части залива (ГМС Владивосток) – 90-е.

Результаты исследования подтверждают, что для южного побережья Приморского края десятилетие 90-х гг. характеризуется повышенным температурным фоном, ну а первое десятилетие нового века подхватило эстафету повышенных температур.

По сумме отклонений за год можно отметить, что в 2011 г. температура воды на ГМС Посъет и Владивосток была ниже, а на ГМС Находка – немного выше среднепериодной 2000-х. В 2012 г. почти на всех станциях, а в 2013, 2014 и 2015 гг. на всех станциях температура воды была выше средней за 1-е десятилетие.

По сумме отклонений за год можно отметить, что в 2011 г. температура воздуха на ГМС Посъет, Находка была ниже, а на ГМС Владивосток – выше средней десятилетия 2000-х. В 2012 г. почти на всех станциях температура воздуха была ниже средней, за исключением ГМС Владивосток. В 2013 также почти на всех станциях температура воздуха была ниже средней. В 2014 гг. и 2015 гг. на всех станциях, за исключением ГМС Владивосток, температура воздуха была выше средней за 1-е десятилетие.

Таким образом, проведённые исследования подтверждают факт повышения температуры в районе исследования за рассматриваемый период.

Океанографическое сообщество Владивостока (история и современность)

Данченков М.А.

ДВНИГМИ, danchenkov4@gmail.com

Общества (не только научные) во всём мире (и в России до 1917 г.) представляют собой негосударственные (не управляемые государственными чиновниками) объединения граждан по интересам. В нашей стране после революции 1917 г. большинство из них было распущено, а их собственность переведена в государственную. Например, Общество защиты и сохранения в России памятников искусства и старины было создано в Петербурге в 1909 г., а с 1917 г. и по настоящее время памятниками искусства занимается государство. Во Владивостоке общественных научных организаций в советское время не было, лишь до 1923 г. существовала независимая общественная региональная организация ОИАК – Общества изучения Амурского края (ОИАК), которое, как было записано в Уставе, «имеет целью всестороннее изучение ... побережья Восточного океана, посредством собрания сведений...». На одном из заседаний ОИАК с докладом о своих исследованиях выступил адмирал и океанограф С.О. Макаров. Но после 1922 г. ОИАК стало отделением государственной организации, а

его здания были переведены в государственную собственность (в том числе главное здание, принадлежащее сейчас ДВО РАН, и морская Садгородская станция, ныне принадлежащая ПУГМС). О судьбе уникальных коллекций региональных монет и морских раковин, собранных в ОИАК, ничего не известно. Коллекцию морских раковин заново собирает созданное 15 лет назад Дальневосточное малакологическое общество (при Институте биологии моря). В советское время часть функций Общества выполняли всесоюзные съезды океанологов, а в г. Владивостоке – еженедельные «баталинские» семинары. С 1991 г. ни те, ни другие больше не проводятся.

Океанографические общества имеются в большинстве приморских стран (в том числе, в США, Японии и Корее). Обычно при них издаются солидные океанографические журналы. В 1998 году Океанографическое общество было создано в Москве при ИОРАН. Это было весьма своеобразное общество – о своей деятельности не распространялось, существование океанологов вне ИОРАН игнорировало и в 2012 г. было ликвидировано решением суда. Судя по всему, это была просто коммерческая организация.

Предлагается создать во Владивостоке Океанографическое общество, которое могло бы издавать вневедомственный журнал, иметь свою библиотеку, собирать и сохранять рукописи и фотографии, сведения о дальневосточных учёных. Одной из его функций должно быть объединение людей, независимо от места работы или еще (уже) не работающих (школьников, студентов, пенсионеров), сохранение истории океанографии. Несколько лет назад, инициативная группа океанологов создала проект Устава, Программы, эмблему и библиотеку Океанографического общества. В библиотеке имеются многочисленные дублирующиеся издания, которые могут быть переданы в другие библиотеки. Инициативная группа приглашает ознакомиться с Уставом и обсудить в коллективах саму идею.

Оценка достоверности модельных расчетов для залива Петра Великого

Данченков М.А.

ДВНИГМИ, danchenkov4@gmail.com

В работе выполнено сравнение рассчитанных с помощью гидродинамической модели ROMS и измеренных *in situ* параметров морской воды в заливе Петра Великого (ЗПВ) и в Охотском море. Проверка результатов моделирования потребовала создания специальных баз данных и информационных архивов для каждого из этих районов. Для ЗПВ была создана база данных (26 съёмки) и информационный архив (около 100 публикаций, около 800 рисунков, схем и карт). В основу методики для проверки расчётов положены несколько простых принципов (прозрачность, преемственность, согласованность параметров, закон больших чисел и приоритет наблюдений). Средние значения и дисперсии параметров вычислялись не только для всего района, но также для отдельных слоёв, горизонтов и разрезов. Для периода сравнения 15.8.2001 по 18.8.2001 г. в расчётных полях температуры и солёности имеют место особенности, известные по данным наблюдений. Соответствие средних значений и дисперсии позволило считать соответствие расчётов и измерений удовлетворительным. Также была выполнена оценка достоверности расчётов по съёмкам, выполненным в периоды 20-25.4.2010, 26-28.7.2007, 6-10.8.2009 и 10-16.9.2008. Рассмотрены особенности распределения измеренных и расчётных параметров для каждого из периодов. Вертикальная структура вод ЗПВ по расчётным данным не вполне соответствует структуре вод по измерениям (расчётная солёность на поверхности повсеместно выше солёности придонных вод). Полученные оценки будут использованы для настройки модели.

Избирательное накопление тяжелых металлов в тканях двух цветных форм голотурии *Eupentacta fraudatrix*

Долматова Л.С., Слинко Е.Н., Колосова Л.Ф.

ТОИ ДВО РАН, dolmatova@poi.dvo.ru

Голотурия *Eupentacta fraudatrix* в бухте Алексева (залив Петра Великого Японского моря) представлена двумя цветными вариантами – розовым и оранжевым, для которых ранее было показано различие в средних размерах тела и скорости роста (Долматова, 2011). Целью работы явилось выяснение

различий в накоплении тяжелых металлов (ТМ) тканями двух цветных форм *E. fraudatrix* в летне-осенний период.

Сбор голотурий производили в июле-сентябре 2016 г. в бухте Алексеева на глубинах 0,5-2 м, соответствующих местам скопления преимущественно розовых и оранжевых вариантов голотурии. Обработку проб грунта проводили согласно рекомендациям (Walton, 1978). Определение ТМ (Cd, Cu, Zn, Fe) в тканях *E. fraudatrix* проводили методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии.

Показано, что розовые и оранжевые варианты голотурий имели близкие значения уровней ТМ в июле, но различную динамику последующих изменений. Так, уровень токсичного для животных кадмия у розовых экземпляров не менялся в стенке тела и гонадах в период наблюдения, но значительно возрастал в кишке в середине августа, что свидетельствует о способности голотурий регулировать его содержание в жизненно важных органах в период нерестовой активности. У оранжевых животных уровень кадмия в стенке и кишке в период наблюдений не менялся, но в гонадах в августе был на 25% ниже, чем у розовых, а в сентябре возрастал и превышал его уровень у розовых на 40%. Так, у оранжевого варианта отмечена способность к снижению уровня токсичного кадмия в гонадах в период нереста даже без его перераспределения в тканях. При этом концентрация эссенциальных элементов (железо, цинк, медь) у розовых голотурий преимущественно не менялась в гонадах и стенке в течение сезона, несмотря на рост поступления извне (рост в кишке), а у оранжевых животных возрастала в кишке в августе (железо и медь) и была выше, чем у розовых, что, по-видимому, связано с более интенсивным питанием и метаболизмом у этих животных. Вместе с тем, в гонадах, но не стенке тела, оранжевых экземпляров отмечен рост уровня этих элементов в сентябре, что, по-видимому, связано с особенностями метаболизма по окончании нерестового периода. Полученные данные подтверждают наличие различий в метаболической активности двух цветных вариантов *E. fraudatrix* и могут быть использованы для оценки оптимальных сроков отбора животных как фармакологического сырья.

Аномальное магнитное поле юго-западной части залива Петра Великого

Зверев С.А., Бессонова Е.А., Теличко А.С.
ТОИ ДВО РАН, Zverev_84@mail.ru

В 2007-2016 гг. в результате детальных геомагнитных исследований юго-западной части залива Петра Великого получены новые данные, позволяющие уточнить особенности геологии, тектоники, геодинамики и размещения минеральных ресурсов на стыке континентальных и окраинно-морских структур. Фактический материал представляет собой: результаты магнитных съёмок на акватории прибрежной зоны залива Петра Великого и более 1500 измерений магнитной восприимчивости горных пород в естественном залегании на побережье. Аномальное магнитное поле (АМП) юго-западной части залива Петра Великого характеризуется неоднородной структурой и амплитудами знакопеременных магнитных аномалий. Интенсивные положительные аномалии выделены на юго-западе акватории. Магнитное поле резко дифференцированное, сложной конфигурации, амплитуды от -800 до +1000 нТл. Простирание положительных аномалий повторяет генерализованное очертание береговой линии. Количественная интерпретация АМП выполнена на основе двумерного моделирования. Разрезы аппроксимированы набором элементарных тел в виде многоугольных призм с постоянной намагниченностью. Размеры модельных тел выбирались с учетом масштаба выполненной съемки. Значения намагниченности вычислены по магнитной восприимчивости с учётом фактора Q. При вычислениях сделано допущение о сонаправленности вектора намагниченности модельных тел с направлением вектора современного магнитного поля.

В АМП юго-западной части залива Петра Великого можно выделить три зоны субмеридионального простирания. Наиболее интенсивные знакопеременные магнитные аномалии характерны для западной части акватории. Сопряженные знакопеременные магнитные аномалии отражают влияние аномально намагниченных гидротермально измененных магматических образований основного состава, пространственно связанных с породами позднерифейского петротипического массива полуострова Сулова, характеризующимися высокой намагниченностью с преобладанием индуцированной составляющей. С востока массив ограничен Кубанским разломом, протягивающимся в северо-восточном направлении от устья р. Туманная до долины р. Гладкая и далее на север. Его заложение связано с началом позднепермских сдвиговых преобразований в условиях меридионального сжатия, которое продолжалось до позднего кайнозоя. Слабомагнитные гранитные массивы, выходы которых отмечены на этом участке побережья и островах, являются буферной зоной, перекрывающей

намагниченные геологические тела. Это приводит к снижению интенсивности магнитных аномалий на поверхности гранитных массивов за счет удаления от высокоинтенсивного источника аномального поля.

Влияние климатических изменений океанологических условий на воспроизводство минтая у берегов Приморья

*Зуенко Ю.И., Вдовин А.Н., Нуждин В.В.
ТИНРО-Центр, zuenko_yury@hotmail.com*

Для приморской популяции минтая, основное нерестилище которой находится в восточной части зал. Петра Великого к югу от о. Путятина, характерны резкие изменения численности. Последние десятилетия она находится в депрессии, хотя время от времени появляются высокоурожайные поколения. Рассмотрены связи численности поколений минтая с термическими условиями в районе воспроизводства и с нерестовым запасом. На первый взгляд, связи с термическими условиями нет: поколения разной урожайности могут формироваться в любых термических условиях. Столь же неочевидна и связь с нерестовым запасом. При более внимательном рассмотрении выявлено, что в динамике численности поколений доминируют циклы длительностью 5-10 лет, и для каждого цикла характера тесная отрицательная связь с нерестовым запасом: цикл начинается с низко-урожайных поколений при высоком нерестовом запасе, по мере естественного снижения запаса урожайность поколений постепенно возрастает, в конце цикла появляется высоко-урожайное поколение, определяющее динамику урожайности в следующем цикле. Отрицательная связь урожайности поколений с численностью популяции обусловлена конкуренцией старше- и младшевозрастных особей за пищевые ресурсы (в пище всех возрастных групп преобладает крупный зоопланктон) и, возможно, каннибализмом. Вторым условием появления высокоурожайных поколений являются пониженные температуры промежуточных вод на нерестилище, у континентального склона залива, изменения которых соответствуют изменениям зимних температур на поверхности моря в районе их формирования к югу от Полярного фронта. Эта связь объясняется тем, что в условиях пониженной температуры минтай созревает медленнее и нерестится позже – в апреле, что обеспечивает лучшее совпадение сроков выклева личинок с весенней вспышкой развития планктона. В каждом цикле после снижения нерестового запаса популяция минтая «ждёт» холодной зимы, и только тогда появляется высокоурожайное поколение. «Ожидание» длится неопределённо долго: в периоды похолодания для новой «вспышки» годится почти каждая зима, поэтому циклы укорачиваются (в холодные 1980-е интервал между высокоурожайными поколениями уменьшился до 5 лет), а в периоды потепления холодные зимы случаются редко и циклы удлиняются (в тёплые 1990-2000-е урожайные поколения отмечены только в 1996 и 2006 гг.). Мощность высокоурожайных поколений имеет отрицательную зависимость от зимних температур. Таким образом, современная тенденция к потеплению неблагоприятна для приморской популяции минтая.

Геолого-формационные исследования залива Петра Великого (1995–2015 гг.)

Изосов Л.А.¹, Бессонова Е.А.¹, Крамчанин К.Ю.¹, Огородний А.А.², Ли Н.С.¹

¹ТОИ ДВО РАН, izos@poi.dvo.ru

²ДВФУ

В результате исследований Формационной экспедиции лаборатории Геологических формаций морского дна ТОИ ДВО РАН в акватории залива Петра Великого (2008–2014 гг.), а также мелкомасштабной геологической съёмки шельфа и материкового склона Японского моря (листы К-52 и К-53; ОАО «Дальморгеология», ведущий геолог Л.А.Изосов, 1995–2003 гг.) составлены: 1) мелкомасштабная геологическая карта залива Петра Великого и его побережья и 2) крупномасштабные геологические карты островов Русский, Попова, Рейнеке и Рикорда нового поколения – космофотогеологические.

В 1960-х – 1990-х гг. в регионе проводилось геологическое и геофизическое картирование. Крупномасштабные геологические карты были составлены лишь на некоторые крупные острова; более

мелкие острова в лучшем случае имеют среднemasштабную геологическую основу. Данный регион сложен преимущественно позднепермскими магматитами и представляют собой вулканогенно-интрузивную зону Южного звена Западно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса, заложенную на границе континентального и океанического блоков земной коры. Тектоническая позиция региона определяется его положением в краевой части Япономорской зоны перехода континент – океан, представляющей собой многократно активизированную полигенную структуру.

В процессе геолого-формационных исследований с применением методов крупномасштабной геологической съёмки и линеаментного анализа получены новые важные результаты: 1) выделены геологические формации: а) древних платформ (кристаллический фундамент и активизированный чехол), б) мобильных раздвиговых зон, в) молодых платформ (чехол); 2) на крупномасштабных космофотоснимках выявлены характерные тектонические формы, свойственные позднепермским магматическим формациям – кольцевые структуры; 3) полученные данные по химизму индикаторных для региона позднепермских магматитов свидетельствуют о том, что в процессе их образования значительная роль принадлежала сиалической коре, а также участвовали океанические базальтовые расплавы; 4) впервые на ряде островов установлены глубоководные образования, содержащие микрофауну раннего и среднего триаса (определение О.Л. Смирновой), сходные с отложениями, развитыми в Сихотэ-Алинской покровно-складчатой системе; 5) показано, что позднепермская гранит-риолитовая формация является рудоносной – несёт непромышленную золото-серебрянную минерализацию. Работа поддержана 8 грантами ДВО РАН (2008–2014 гг.).

Изменчивость структуры и динамики вод в районе залива Петра Великого по спутниковым данным и измерениям *in situ*

Каплуненко Д.Д., Лобанов В.Б., Островский А.Г., Трусенкова О.О., Ладыченко С.Ю., Щербинин П.Е.
ТОИ ДВО РАН, dimkap@poi.dvo.ru

В период с апреля 2015 г. по март 2016 г. поперек континентального склона в северо-западной части Японского моря была установлена система из четырех автономных буйковых станций (АБС), включающих измерители течений и других океанологических параметров. Измерения проводились как на фиксированных горизонтах, так и в режиме вертикального сканирования, для чего использовался профилограф «Аквалог», разработанный в ИО РАН им. П.П. Ширшова. Данная система АБС была использована для изучения изменений динамических и структурных характеристик водных масс в течение года. Верификация данных выполнялась на основе данных измерений на НИС «Академик М.А. Лаврентьев» (рейс № 73) 30 мая 2015 г. вдоль разреза, пересекавшего места установки АБС. К анализу также привлекались спутниковые данные NOAA/AVHRR.

Анализ вертикальных профилей температуры, солености и содержания растворенного кислорода (по данным профилографа Аквалог) в конце мая 2015 г. указывает на наличие интрузий в промежуточном слое с горизонтальными размерами в несколько километров и толщиной по вертикали в несколько десятков метров. Предполагается, что эти интрузии формируются на периферии проходившего здесь в это время синоптического вихря, зарегистрированного по спутниковым данным. Данные о скоростях течения указывают, что вихрь ослабевает с глубиной и полностью исчезает в глубинных слоях.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-05-00899 и гранта № 15-1-1-047 программы приоритетных исследований ДВО РАН «Дальний Восток».

Рельеф дна материкового склона залива Петра Великого

Карнаух В.Н., Суховеев Е.Н., Коптев А.А., Матюхов В.П., Белоус О.В.
ТОИ ДВО РАН, karnaukh@poi.dvo.ru

В 2015–2016 гг. в 67-м и 70-м рейсах НИС “Профессор Гагаринский” на площади материкового склона залива Петра Великого (Японское море) выполнены батиметрические исследования с использованием многолучевого эхолота SeaBeam 3050. Новые данные, в совокупности с полученными

ранее в 1990–2014 гг. в экспедициях ТОИ ДВО РАН результатами работ с однолучевыми эхолотами, установленными на НИС “Профессор Гагаринский” и “Академик М.А. Лаврентьев” позволили составить карту рельефа дна склона.

Материковый склон залива Петра Великого имеет сложное строение и в его пределах на основании различий в ширине, простирании и глубине залегания основания можно выделить несколько фрагментов. К западу от меридиана $131^{\circ} 55'$ в.д. склон простирается в восток-северо-восточном направлении. Основание склона расположено на глубине 1800–2700 м. Эта часть склона осложнена подводными долинами и каньонами, крупнейшими из которых являются каньон Гамова и долина Елиашевича. Между $131^{\circ} 55'$ и $132^{\circ} 40'$ в.д. склон прямолинейный и имеет субширотное простирание. Глубина залегания его основания составляет около 2400 м. Эта часть склона является наиболее крутой в северо-западной части Японского моря. Согласно нашим данным, ширина склона здесь 16–20 км, а угол его наклона достигает значений 15° – 20° . Следующий к востоку фрагмент склона смещен к северу на расстояние около 15 км, прослеживается в широтном направлении а его ширина увеличивается до 40 км. Глубина залегания основания склона также увеличивается в восточном направлении от 2700 м до 3000 м.

По результатам детальных исследований морского дна обнаружено, что материковый склон осложнен многочисленными каньонами и оползнями. Каньоны начинают образовываться на глубине около 120 м и прослеживаются вниз до основания склона. Наиболее крупным каньоном из них является Гамовский каньон. Установлено, что трог данного каньона осложнен несколькими узкими поперечными хребтами-дамбами, служащими своеобразными плотинами, ограничивающими перемещение осадочных масс вниз по склону. В результате выше дамб образуются локальные скопления осадков. На материковом склоне выявлено широкое распространение оползневых тел, перемещение которых вниз по склону способно привести к значительным изменениям рельефа дна.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта программы “Дальний Восток” № 15-И-1-002

**Биоиндикация антропогенного загрязнения и геофизической активности
с помощью планктёров в заливе Петра Великого и возможные пути их переноса
с водными массами в прилегающей части Японского моря**

Касаткина А. П., Лобанов В.Б., Косьяненко А.А.
ТОИ ДВО РАН, apkas@mail.ru

Происходящие серьёзные перестройки в гидрологическом режиме морей и океанов вносят большие изменения в состав фауны и морфологию животных. Обследованы районы урбанизированные, удаленные от антропогенного влияния и геофизически активные. Обнаружен новый уникальный вид древней глубоководной фауны (Касаткина, 2017). Определены аллохтонные и автохтонные представители фауны щетинкочелюстных (хетогната, сагитта, морские стрелки) в заливе Петра Великого и сопредельных акваториях, а также пути их переноса с различными водными массами. Появление аллохтонных видов и их аномальных особей может быть связано с заносом их водами, приносимыми вихревыми потоками Цусимского течения (Никитин, Лобанов, Данченков, 2002). Благодаря исследованиям океанологов, а также спутниковым данным (Ладыченко, Лобанов, 2013) стало возможным не только объяснение загадочных явлений смены фауны с бореальной на субтропическую, но и занос в наши воды аномальных животных из сопредельных вод (Lobanov et al., 1997). Наблюдения за состоянием хетогната показало, что морфологические отклонения от нормы животных могут служить биоиндикатором, первым показателем геофизической активности в древних, в прошлые десятилетия не активных, разломов на дне моря. По форме изменений в тканях хетогнат и процент аномалий в пробах можно предсказывать приближение такого стихийного бедствия как землетрясение (Касаткина, Столярова, 2016; 2017). Контроль за экологическим состоянием прибрежных акваторий необходим в сочетании с двумя составляющими: точной таксономией биоты (планктёров) и океанологическими исследованиями путей их переноса с водными массами.

Акустико-океанологическое моделирование по измерениям температуры в шельфовой зоне Японского моря

Кошелева А.В., Лазарюк А.Ю., Ярощук И.О.
ТОИ ДВО РАН, kosheleva@poi.dvo.ru

Для исследования особенностей формирования звуковых полей в океане необходимы длительные ряды наблюдений поля скорости звука. Такие измерения проводятся либо прямыми измерителями скорости звука, либо на основе обработки данных СТД измерений. Однако такие измерения, как правило, редки и нерегулярны по пространству и во времени. В практике океанологических исследований принято использовать как одиночные логгеры температуры, так и термогирлянды, которые дают распределение поля температуры в пространстве и во времени. В докладе, на основе многолетних исследований полей температуры и солености, проведенными авторами в различные сезоны года, выполнен регрессионный анализ T-S диаграмм. Для различных сезонов года предлагаются устойчивые в течение сезона регрессионные зависимости между температурой и скоростью звука, а также между температурой и частотой плавучести. Проводится сравнительный анализ между полученными из СТД измерений и вычисленными по температуре гидрофизическими полями в шельфовой зоне Японского моря.

Метанопроявление в кайнозойских образованиях района м. Открытого (Шкотовский район Приморского края)

Крамчанин К.Ю., Обжиров А.И., Изосов Л.А., Ли Н.С.
ТОИ ДВО РАН, altair@poi.dvo.ru

В геологическом строении района участвуют комплексы разного возраста и состава. Нижняя пермь (дунайская свита): андезиты и их туфы, туфоконгломераты, туфопесчаники, туффиты, туфоалевролиты. Нижняя - верхняя пермь (абресская свита): алевролиты, аргиллиты, углистые сланцы, песчаники, конгломераты, гравелиты. Нижний триас: конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты, ракушняки; прослой каменных углей. Верхняя юра (чигановская свита): песчаники, алевролиты, углистые сланцы, известняки, ракушняки. Нижний мел. Готтерив-альбский ярус. Сучанская серия: песчаники, алевролиты, аргиллиты, каменные угли. Никанская серия: песчаники, алевролиты, аргиллиты, каменные угли. Мезозой: предположительно олистостромовый комплекс. Раннепротерозойские интрузивные образования (сергеевский комплекс): метагабброиды.

В процессе проведения инженерно-геологических изысканий для строительства морского угольного терминала в р-не м. Открытого (Шкотовский район Приморского края) был отобран геологический материал (кайнозойские образования). Этот материал был исследован в лаборатории газогеохимии ТОИ ДВО РАН. При проведении исследований в этих образцах были выявлены аномально высокие содержания метана. Были исследованы 4 образца пластичных суглинков из двух скважин методом «headspace» и получены следующие содержания CH_4 : скв. 212 (гл. 5м) – 1.61 мл/л, скв. 212 (гл. 10м) – 1.46 мл/л, скв. 213 (гл. 6) – 0.1 мл/л, скв. 213 (гл. 9.5) - 0.095 мл/л. Выявленные в исследуемых образцах содержания метана в 10-100 раз превышают фоновые. Ранее в Шкотовском р-не уже были выявлены аномальные содержания тяжелых углеводородов (C_2 - C_4) в воде гидрогеологических скважин в районе бухты Суходол. Эти данные характеризуют перспективы обнаружения нефтегазовых залежей в этом регионе.

**Аномальный выход южного циклона на Приморье в январе 2016 г.
его воздействие на термическую структуру залива Посьета**

Крохин В.В., Будаева В.Д., Котович Н.Г., Филь А.Ю.
ФГБУ «ДВНИГМИ», vkrokhin@gmail.com

В течение 17-21 января 2016 г. имел место выход южного штормового циклона в Японское море. Южные циклоны отмечаются преимущественно в декабре-январе, то есть в начале периода зимнего азиатского муссона, когда воды дальневосточных морей всё ещё достаточно нагреты.

Особенностью развития данного синоптического процесса было внезапное возникновение, а, затем, «взрывное» развитие вторичного мезоциклона в тылу основного циклона. По данным наблюдений скорость ветра достигала 25-28 м/с, а понижение температуры воздуха на побережье и северо-западной акватории Японского моря за период 17-20 января составило 10 градусов.

Показано, что причиной резкой интенсификации развития южного циклона послужила повышенная термическая аномальность поверхностных вод северо-западной части Японского моря. Анализ ежедневных карт ТПО с высоким пространственным разрешением (4 км) показал, что она начала формироваться в процессе развития так называемой северо-западной ветви субарктического фронта примерно с сентября 2015 г. Эта ветвь обеспечивала длительную поставку теплых субтропических вод в акваторию дальневосточного морского заповедника и аномальную аккумуляцию тепла в области антициклонического вихря A_0 (*траверз м Гамова*). По оценкам, в сентябре 2015 г. воды с температурой 18–19° С здесь обнаруживались до глубин 50–60 м, а теплосодержание в слое 0–50 м достигало 3,72 ГДж/м².

В начальный период развития южного циклона над Японским морем (16-17 января 2016 г.) северо-западная ветвь оставалась довольно устойчивым образованием, способным осуществлять северную адвекцию субтропических вод до устья р. Туманной и зал. Посьета (42°30' с.ш.) и обусловить фон положительной температуры воды выше 5° С. В ходе «взрывного» развития южного циклона в период с 18 по 20 января произошло «обрушение» северо-западной ветви фронта: маркерная изотерма 5° С резко сместилась на юг до 40° с.ш. и субарктический фронт вернулся к своему среднемноголетнему зональному положению.

Проведённый численный эксперимент с атмосферной мезомасштабной моделью WRF с пространственным шагом 15 км подтвердил предположение о том, что именно повышенная термическая аномалия поверхностных вод северо-западной части Японского моря (район Посьета) явилась фактором «взрывного» развития южного циклона, и она же послужила причиной своего последующего исчезновения.

**Сезонная изменчивость загрязнения
полициклическими ароматическими углеводородами
залива Посьета (залив Петра Великого)**

Кудряшова Ю.В., Чижова Т.Л.
ТОИ ДВО РАН, koudryashova@poi.dvo.ru

На сегодняшний день в связи с сильной антропогенной нагрузкой на окружающую среду актуально изучение поведения загрязняющих веществ, в том числе и органических стойких загрязнителей, таких как полициклические ароматические углеводороды (ПАУ, полиарены). Повышенное содержание полиаренов представляют угрозу для экосистем, т.к. эти соединения являются токсичными, а некоторые из них – канцерогенными, и наряду с этим ПАУ устойчивы к деградации в течение длительного времени. Полиарены образуются, главным образом, в результате сгорания органического материала (сжигание топлив, большинство промышленных процессов, лесные пожары т.п.), а также присутствуют в угле, нефти и ее производных. В прибрежные акватории ПАУ поступают преимущественно из атмосферы и со стоком рек.

Результаты исследования содержания ПАУ в поверхностных водах зал. Посьет показали, что концентрации ПАУ в течение года изменялись от 8,4 до 26,5 нг/л. Наименьшие концентрации ПАУ были найдены летом, максимальные – весной. Можно отметить, что содержание ПАУ зимой были не намного меньше, чем весной (26,15 нг/л и 26,56 нг/л, соответственно). Во все сезоны преобладали ПАУ в растворенной форме, концентрации которых изменялись от 6,9 нг/л (июль) до 25,2 нг/л (май). Во

взвеси минимальные концентрации ПАУ были весной и составили 1,34 нг/л, при этом они незначительно отличались от лета. Максимум ПАУ на взвеси был обнаружен в феврале - 3,1 нг/л.

Композиционные профили из 13 ПАУ также различались в зависимости от времени года: зимой, весной и летом преобладали ПАУ с 3-мя кольцами (за счет аценафтена и флуорена), осенью концентрации ПАУ с 4-мя кольцами превысили соединения с 3-кольцами в 1,5 раза.

Для определения происхождения ПАУ широко используют концентрационные отношения некоторых ПАУ. Было показано, что для водной среды наиболее целесообразно использовать такие молекулярные маркеры как Flu/(Flu+Pyr) и IDP/(IDP+BPe) (Flu – флуорантен, Pyr – пирен, IDP – индено[1,2,3-с,d]пирен и BPe – бенз(g,h,i)перилен). Анализ маркерных соотношений ПАУ выявил, что зимой и весной полиарены в заливе были как петрогенного, так и пирогенного происхождения, в то время как летом и осенью источником ПАУ явилось сгорание органического материала: летом – нефтепродуктов, осенью – нефтепродуктов, угля и древесины.

Полученные данные говорят о том, что основная нагрузка загрязнения полиаренами зал. Посьета связана с наступлением отопительного сезона. Помимо этого зимой в период ледостава идет накопление ПАУ в снеге и льду, с таянием которых происходит увеличенное поступление ПАУ в воды залива.

Особенности распределения хлорофилла-«а» в водах Амурского залива в холодный период года

Лазарюк А.Ю., Захарков С.П., Марьина Е.Н.
ТОИ ДВО РАН, lazaryuk@poi.dvo.ru

Пространственно-временная изменчивость гидрологических и продукционных параметров вод Амурского залива в холодный период года остаётся малоизученной по причине трудоёмкости и сложности проведения работ в период ледостава.

Три стадии эволюция термохалинных структур (ТХС) вод северной части Амурского залива, выявленные по данным 2010-2011 гг., имели характерную динамику исследуемых параметров. С октября по декабрь холодная конвекция формировала квазигомогенную водную массу с низким показателем первичной продукции. На следующей стадии, связанной с ледообразованием, и соответственно, с поступлением в водные слои рассола, интенсивность конвективных процессов постепенно затухала. На большей части залива наблюдалась двухслойная ТХС: холодный, менее солёный верхний слой, и придонный более солёный, но относительно тёплый (за счёт потока тепла от донных осадков). В верхнем квазигомогенном слое активно развивался фитопланктон, усреднённые концентрации хлорофилла-«а» достигали 10 мг/м³, а в придонном слое, занимавшем до 20% водной толщи, он оставался на низком уровне - менее 1 мг/м³. В дальнейшем, после прекращения ледообразования двухслойная структура вод постепенно разрушалась, солёность в обоих слоях понижалась, температура увеличивалась. В этот период концентрации хлорофилла-«а» стремительно падали, и в марте, практически, отсутствовали до начала цветения планктона в тонком распределённом подлёдном слое.

Повторные циклы гидрологических наблюдений 2012-2017 гг. производились на фоне климатических аномалий и показали возможные отклонения от вышеописанного сценария эволюции ТХС вод северной части Амурского залива. Тем не менее, эти данные показали некоторые закономерности, а именно, низкие концентрации фитопланктона (менее 2 мг/м³) в водах залива в течение декабря и начале января (исключение 2017 г.), а также в марте до начала разрушения ледового покрова (исключение 2012 г.). Рост концентраций фитопланктона нередко происходил плавно 0,1-0,2 мг/м³ в сутки, но иногда был стремительным до 0,5 мг/м³/сут (2010, 2011, 2015 гг.). Последующее падение величин этого параметра было, практически, всегда быстрым. Сроки же наступления максимума зимнего «цветения фитопланктона» варьировали в пределах от начала (2017 г.), а также конца января (2010, 2011, 2015 гг.) и до последних чисел февраля (2012-2014 гг.). Серии разрезов, выполненные в 2015 и 2017 гг., выявили как временную, так и значительную пространственную изменчивость концентраций хлорофилла-«а» на акватории залива.

Аппаратно-программный гидроакустический комплекс для мониторинга морских течений

Лебедев М.С., Безответных В.В., Голов А.А., Моргунов Ю.Н.
ТОИ ДВО РАН, lebedevms@poi.dvo.ru

В качестве технических средств при организации долгосрочного мониторинга динамических процессов и структуры прибрежных вод могут быть предложены гидроакустические трансиверы. В основу измерений положены метод встречного зондирования и принцип акустической взаимности. Одновременное излучение акустических сигналов во встречных направлениях может использоваться для отделения эффектов, вносимых течениями, от эффектов, связанных с перестройкой структуры вертикального профиля скорости звука при влиянии различных рефракционных неоднородностей.

Разработанный в лаборатории акустической томографии ТОИ ДВО РАН измерительный комплекс на базе 2-х и 3-х трансиверов, состоящих из автономной излучающей системы с широкополосным преобразователем, работающим в обратимом режиме, и блока аппаратуры для обработки и визуализации данных, предназначен для измерения вариации скорости и направления течения как по отношению к акустической трассе (2-точечная схема эксперимента), так и пространственно-осредненных параметров течения (3-точечная схема эксперимента), соответственно.

Для зондирования акваторий с размерами от 1 км до 3 км применяются сложные фазоманипулированные сигналы в диапазоне несущих частот от 8 кГц до 16 кГц. Посредством обработки принятых сигналов аппаратным коррелятором с помощью пикового детектора и порогового устройства в составе комплекса вычисляются амплитуды и времена распространения приходов акустической энергии. Синхронизация всех компонентов осуществляется с помощью сигнала точного времени системы *GPS*. Передача полученных данных на береговой пост (с дальностью до 2км), оснащенный приемным модулем для сопряжения с персональным компьютером, осуществляется цифровым радиомодемом. Расчеты и визуализация выходной информации в реальном масштабе времени выполняется посредством разработанного в интерактивной среде Matlab программного обеспечения с графическим интерфейсом пользователя.

Экспериментальная апробация предложенных средств проводилась в различных гидрологических и батиметрических условиях шельфа Японского моря.

Гидрологические условия залива Восток по наблюдениям 2014-2016 гг.

Лобанов В.Б., Павлова Е.П., Сергеев А.Ф., Серeda А.В., Воронин А.А., Горин И.А., Гуленко Т.А.,
Тищенко П.Я., Щербинин П.Е.
ТОИ ДВО РАН, lobanov@poi.dvo.ru

По результатам судовых наблюдений, проведенных в различные сезоны в заливе Восток, получены вертикальные и горизонтальные распределения температуры, солености, условной плотности, содержания растворенного кислорода, мутности и флуоресценции хлорофилла-а. Так же проведено сравнение гидрологических характеристик на меридиональном разрезе, пересекающем область шельфа Японского моря к югу от залива. Временная изменчивость уровня моря, придонной температуры воды и морских течений в заливе Восток исследовалась по результатам наблюдений автономных донных станций (АДС) в периоды 07.10-21.11.2014, 01.09-16.12.2015 и 18.12.2015-16.06.2016.

Важной особенностью гидрологического режима шельфа Приморского края является осенний апвеллинг (сентябрь-октябрь), развивающийся одновременно с началом осенне-зимнего конвективного перемешивания. При этом значительная стратификация вод залива, характерная для режима летнего даунвеллинга, трансформируется в квази-однородную структуру. Подъем изолиний к берегу указывает, что режим апвеллинга сохраняется и в зимний сезон (ноябрь 2014 и март 2016 гг.).

В заливе Восток на колебания уровня моря в большей степени оказывают влияние сгонно-нагонные явления. Так же преобладают сгонно-нагонные и дрейфовые течения. Для периодов наблюдений 01.09-16.12.2015 и 18.12.2015-16.06.2016 величина приливных течений в придонном слое в 3-4 раза меньше остаточных. Наибольшие скорости течения наблюдались в приповерхностном слое (1.8 м) и достигали 66.8 см/с, а средняя величина составила 21.8 см/с. Скорости течений на придонном горизонте были распределены достаточно равномерно по всем направлениям, преобладали течения со скоростями менее 10 см/с. Результирующий перенос в придонном слое был небольшим (0.8 см/с).

Спектральный анализ, выполненный по результатам наблюдений АДС, позволил выявить следующие закономерности изменчивости гидрологических параметров. Для наблюдений уровня моря и придонного течения значительный энергетический вклад вносят колебания суточного и полусуточного периодов. Инерционный период выделяется в наблюдениях придонных температуры и течения. Для рядов уровня моря, придонных температуры и течения прослеживается периодичность интенсификации колебаний в высокочастотной области (порядка 19-21 суток).

Трехмерная структура каскадинга на склоне залива Петра Великого (по результатам экспедиции на НИС «Профессор Гагаринский» 10-24 марта 2016 г.)

Лобанов В.Б., Семкин П.Ю., Сергеев А.Ф., Шлык Н.В., Лазарюк А.Ю., Тищенко П.П., Баннов В.А.,
Аксентов К.И., Васильева Л.Е., Калинин В.В., Суховеев Е.Н.
ТОИ ДВО РАН, lobanov@poi.dvo.ru

Склоновая конвекция (каскадинг), развивающаяся в заливе Петра Великого в зимний период, играет важную роль в вентиляции толщи вод Японского моря, включая промежуточный, глубинный и придонные слои. В зимние периоды 2012-2014 гг. нами были зарегистрированы проявления каскадинга в центральной части склона залива, когда языки холодных шельфовых вод прослеживались до глубин более 1100 м. В марте 2016 г. в экспедиции рейса № 69 НИС «Профессор Гагаринский», наряду со съемкой шельфа и склона всего залива, более детальные СТД-съемки были выполнены в западной части, в районе залива Посыет. Здесь установлено проявление склоновой конвекции (каскадинга) до глубин 400-600 м, в то время как в центральной части залива аномалии, связанные с каскадингом, достигали 180 м, а в восточной части, в районе о. Аскольд, заливов Восток и Находка в период съемки отсутствовали. Детальные съемки склона западной части залива с поперечными пересечениями языков каскадинга с шагом между СТД-станциями 0.5-1 км позволили получить трехмерную структуру этих объектов. Их толщина составляла 50-200 м протяженность - до 5-20 км. Таким образом, западная часть залива Петра Великого в марте становится районом интенсивного взаимодействия и трансформации глубинной шельфовой и глубинной япономорской водных масс. В период экспедиции источником наиболее холодных и соленых вод, принимающих участие в формировании в заливе Петра Великого полей плотных каскадинговых вод, наряду с Амурским заливом, является северная часть Уссурийского залива. Особенностью распределения мутности на всех разрезах являются области повышенных значений в слое 500-1500 м, примыкающие к континентальному склону и обусловленные, в том числе, каскадингом. При этом отмечается снижение уровня мутности в присклоновых аномалиях с увеличением крутизны склона. Области повышенной мутности на склоне маркируют вдоль- и поперексклоновую адвекцию вод. Распределение мутности на разрезах указывает на существование в присклоновой области поперечной циркуляции, образующей вместе с областью апвеллинга вертикальную циркуляционную ячейку. Установлены присклоновые области пониженного содержания кислорода на глубинах 800-1500 м, совпадающие с расположением присклоновых аномалий мутности. Работа выполнена при поддержке программы приоритетных исследований ДВО РАН «Дальний Восток».

Загрязнение вод залива Угловой в теплый и холодный периоды года

Лосев О.В.¹, Петухов В.И.¹, Петрова Е.А.²
¹ДВФУ, losev_ov@dvfu.ru, petukhovv@mail.ru
²ТОИ ДВО РАН, petrova@poi.dvo.ru

В северо-восточной части Амурского залива расположена небольшая акватория с известными скоплениями устриц - залив Угловой, на побережье которого располагаются пригороды г. Владивосток и г. Артем. Городская среда является одним из главных источников поступления загрязняющих веществ (ЗВ) в прибрежную часть залива Петра Великого. Наиболее распространённые ЗВ прибрежных районов – тяжелые металлы (ТМ) и нефтепродукты (НП). Важным событием, с точки зрения экологического состояния исследуемой акватории, было завершение строительства низководного моста в 2012 г. (в гортле залива), который стал дополнительным источником поступления ЗВ.

В настоящей работе использованы материалы зимнего (16.02.2016 г.) и осеннего (19.09.2016 г.) отборов проб воды в заливе Угловой, проведенных Инженерной школой ДВФУ совместно с ТОИ ДВО РАН. Анализ проб выполнен в экоаналитической лаборатории (ЦКП МЦАК ИШ ДВФУ). Определение ТМ (Fe, Mn, As, Hg, Cu, Pb, Ni) в морской воде выполнено методом атомно-абсорбционной спектроскопии, НП – методом инфракрасной спектроскопии. Для оценки загрязнения вод залива Угловой был рассчитан индекс загрязненности вод (ИЗВ) на основе методических рекомендаций (МР 1988).

Содержание ЗВ в морской воде прибрежной части залива Петра Великого в пределах года может значительно изменяться под влиянием множества факторов: гидрометеорологические условия, динамические процессы, величина речного стока, объем поступления ЗВ и активность биоты. По результатам исследований, самый высокий уровень загрязнения выявлен в зимний период на станциях основной части залива Угловой (III-VI класс качества, «умеренно грязные» – «очень грязные»), кроме того, у северного побережья залива обнаружена минимальная концентрация растворенного кислорода (1.6 мг/л). Это значительно отличается от осенних данных (II класс качества, «чистые»). На станциях вблизи низководного моста (горло залива) в теплое время года, в результате усиления динамических процессов, наблюдался более высокий уровень загрязнения (III-V класс качества, «умеренно загрязненные» - «грязные»), чем зимой (II класс качества, «чистые»). Кроме того, пониженное содержание растворенного кислорода (5.4-4.6 мг/л) в сентябре зафиксировано в районе низководного моста. Немаловажным фактором, повлиявшим на распределение ЗВ в заливе Угловой в теплый период, был тайфун «Лайонрок», который предшествовал пробоотбору (31.08.2016 г.).

Современное экологическое состояние бухты Северной Славянского залива (залив Петра Великого, Японское море)

Лучин В.А.¹, Григорьева Н.И.²

¹ТОИ ДВО РАН, vlad_luchin@mail.ru

²ИБМ НИЦМБ ДВО РАН, grigoryeva04@mail.ru

Накопленный многолетний материал и проведенные исследования последних лет (2015-2016 гг.) позволили охарактеризовать экологические условия в б. Северной Славянского залива, а также описать современное состояние морского дна.

Максимальные температуры (свыше 20⁰С) наблюдаются в течение трех месяцев с июля по сентябрь, минимальные – в зимние месяцы. Максимальные опреснения зафиксированы в июле-августе (до 17‰ у поверхности и до 30‰ у дна). Минимальные показатели содержания растворенного кислорода наблюдаются в августе-сентябре (до 5,8-5,9 мл/л у поверхности воды и до 4,8-5,0 мл/л. у дна). Водородный показатель (рН) в июне-сентябре может снижаться повсеместно до 7,89-7,98.

По данным 2015-2016 гг. в летний период в акватории выделяется верхний квазиоднородный слой (до 3 м) и слой сезонного термоклина. Нижняя часть сезонного термо- и галоклина имеет небольшую вертикальную протяженность и существенно большие значения вертикальных градиентов (температуры около 3,3 °С/м и солёности – 0,6-0,7 ‰/м). При усилении ветра и волнения в акватории часто возникает слой перемешивания, в вершине бухты распространяющийся до придонных горизонтов 5-6 м, на выходе – до 9-10 м, иногда до глубины 15 м, как это наблюдалось в августе 2015 г. В средних и придонных горизонтах наблюдается сильная адвекция вод, возможен занос гипоксических вод из Амурского залива (Tishchenko et al., 2016).

Минимальные глубины (до 5-7 м) отмечены в прибрежных районах северной и северо-западной частей бухты, максимальные (9-19 м) – в центральной части. Выявлено, что площадь, занимаемая мягкими илами, которые по более ранним исследованиям занимали лишь центральную часть бухты (Мануйлов, 1990), значительно увеличилась, т.к. в современных условиях происходит более обильное поступление терригенного материала наряду с ускоренными темпами поступления биогенных и хемогенных компонентов осадков из-за наличия в бухте плантаций марикультуры.

Таким образом, по современным представлениям, б. Северная, включая мелкие бухточки, входящие в ее состав, представляет собой единую экосистему северо-западной части Славянского залива. Можно с уверенностью сказать, что морские плантации стали существенным компонентом прибрежной экосистемы.

Штормовой нагон в заливе Петра Великого, вызванный тайфуном Лайонрок (29.08 – 1.09.2016 г.)

Любицкий Ю.В.

ФГБУ «ДВНИГМИ», yuvadlub@gmail.com

В конце августа 2016 г. из-за проливных дождей, вызванных тайфуном Лайонрок, на территории Приморского края возникли наводнения, во время которых были затоплены населённые пункты, разрушены хозяйственные объекты и транспортные коммуникации.

Менее известно, что под действием тайфуна на северо-западном побережье Японского моря сформировался штормовой нагон, один из самых больших за всю историю наблюдений в этом районе. Были затоплены прибрежные дороги на о. Русский, зоны отдыха и пляжи в Амурском и Уссурийском заливах, пирсы в Спортивной Гавани, Токаревская коса.

Максимальная величина нагона по данным наблюдений над уровнем моря в береговых пунктах составила 60–75 см. Как свидетельствуют результаты численного гидродинамического моделирования явления, штормовой нагон был наиболее значительным в заливе Петра Великого и на прилегающем к нему побережье КНДР. Отмеченная особенность объясняется аномальным характером траектории движения тайфуна, который после выхода в Японское море перемещался в северо-западном направлении в район залива Петра Великого.

Повышение уровня моря относительно прилива в заливе Петра Великого происходило в течение почти двух суток. Подъём уровня моря начался в срок 06 час 29 августа Всемирного скоординированного времени (ВСВ), когда тайфун находился в Тихом океане юго-восточнее о. Хонсю. Максимум нагона в различных береговых пунктах, расположенных на побережье залива Петра Великого, сформировался практически синхронно – в период времени с 22 час 30.08 до 03 час 31.08 ВСВ (8–13 часов местного времени 31 августа). В это время тайфун, глубина которого составляла 972 гПа, был расположен в непосредственной близости к заливу Петра Великого. После выхода тайфуна на сушу (в срок 18 час ВСВ 31 августа) и его быстрого заполнения, величина штормового нагона начала уменьшаться и явление вскоре прекратилось.

Возможность возникновения штормового нагона в заливе Петра Великого во время тайфуна Лайонрок была успешно предусмотрена (с заблаговременностью более 48 часов) численным гидродинамическим методом краткосрочного прогноза уровня моря, разработанным в ФГБУ «ДВНИГМИ», который в настоящее время проходит оперативные испытания.

Гидрологический режим бухты Новик (о. Русский) в холодный период года

Марьина Е.Н., Лазарюк А.Ю.

ТОИ ДВО РАН, maryina@poi.dvo.ru

Актуальность изучения гидрологического режима бухты Новик (о. Русский) обусловлена не только возросшей интенсивностью её эксплуатации (рекреационной, промысловой, градостроительной), но и слабой изученностью в силу исторических обстоятельств.

В работе использовались данные регулярных гидрологических съёмок в б. Новик в холодные периоды 2015-16 и 2016-17 годов, а также рабочие архивы метеоданных станции WMO_ID=31960 (Владивосток-гора). Массив натурных наблюдений включает STD данные более 900 станций и результаты измерения параметров ледового покрова.

Анализ метеоданных текущего десятилетия, 2009-2017 гг., показал аномально-тёплый характер погодных условий исследуемых холодных периодов, которые различаются по суммарному количеству осадков. Зимой 2015-16 гг. выпало около 84 мм осадков (на 25% выше нормы), а аналогичный показатель текущей зимой оказался на 20% её ниже.

Согласно STD данным, полученным в бухте Новик, к окончанию осеннего сезона конвективные процессы, вызванные радиационным охлаждением, формируют квазиоднородную по вертикали водную массу близкую к температуре замерзания с солёносным градиентом вдоль оси бухты. В конце ноября солёность вод кутовой части бухты всегда ниже, чем в районе о. Елены (на 0,7 psu по данным 2015 г. и до 1 psu в 2016 г.). В дальнейшем, на стадии формирования ледового покрова бухты происходит интенсивное выделение рассола, солёность вод на мелководье (кутовая часть) растёт быстрее, и в

течение декабря пространственный градиент исчезает. Эти воды, благодаря более высокой плотности, формируют дрейфовый поток (по рельефу дна) на север к о. Елены, который, в свою очередь, порождает в верхнем подлёдном слое компенсационный заток поверхностных вод из Амурского залива. Наблюдается характерная для акваторий северного полушария циклоническая циркуляция вод в б. Новик. Температурный фон в придонном слое, как правило, выше на 0,3-0,4°C, чем в подлёдном из-за притока тепла от донных осадков. В результате, в течение стадии роста льда на большинстве станций CTD зондирований наблюдается характерная двухслойная термохалинная структура.

На стадиях стабилизации и разрушения ледового покрова придонный слой высокосолёных вод в б. Новик постепенно исчезает, интегральные показатели термохалинных параметров его водной массы демонстрируют тренды противоположной направленности: рост температуры и падение солёности.

Морфотектонические комплексы северо-западной окраины Японского моря

Мельниченко Ю.И., Белоус О.В., Казанский Б.А., Леонова Т.Д., Лепешко В.В.
ТОИ ДВО РАН, yumel@poi.dvo.ru

Взаимосвязь и взаимодействие континентальных и океанических влияний в динамике морфотектонической системы Японского моря остается не разрешенной и постоянной проблемой. В докладе основное внимание уделяется морфотектоническим комплексам северо-западной окраины моря, участвующим в структурообразовании южно-приморской прибрежной зоны. В качестве комплексов (показателей динамики морфотектонических систем) рассматриваются (С.М. Тащи, 1988) овеянные потоки энергии-массы: горные породы и их структуры, формы и уровни их структурной организации.

С этих позиций сущность тектонического процесса Япономорской окраины рассматривается как взаимное проникновение литосферных и мантийных масс во взаимодействии Амурской континентальной плиты и Северо-Западного геоблока Тихого океана под влиянием осевого вращения планеты. Единовременным взаимодействием этих сил обусловлено развитие морфотектонических систем центрального типа и вихревых образований. С ними связано формирование в регионе вулканогенных и дислокационных (тектогенных) потоков и их комбинаций. Приводится строение и структура потоков. Рассматривается динамика седиментогенного потока, обусловленного тектоническими дислокациями. Осуществлена морфотектоническая типизация северо-западного континентального шельфа Японского моря.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 15-05-06638, программы Дальний Восток. 15-1-1-017).

Особенности вертикального распределения температуры, солёности и содержания рассола во льду бухты Новик

Мельниченко Н.А., Тюевев А.В., Савченко В.Г., Харламов П.Ю.
ДВФУ, melnich@geo.dvfu.ru

Приведены результаты изучения вертикального распределения температуры (**T**), солёности (**S**) и содержания жидкой фазы (рассола) (**Q_l**) в порах морского льда с использованием метода ЯМР на различных стадиях льдообразования льда, полученные в результате натурных экспериментов на льду б. Новик (о. Русский) в зимний период 2013 г. Приведены закономерности смещений слоев с минимальными **T**, **S** и **Q_l** в средних слоях льда **Q_l** для различных периодов льдообразования. Полученные профили температуры и солёности сравниваются с аналогичными профилями для полярных районов. Отмечены сходства и существенные различия в этих закономерностях для умеренных и высоких широт. Указаны основные причины различий с известными литературными данными. Данные экспериментов по определению содержания рассола (**Q_l**) в порах натурального морского льда находятся в хорошем согласии с результатами аналогичных лабораторных определений **Q_l** в замороженной морской воде как с использованием метода ЯМР, так и других методов. Приведены примеры различных проявлений эффектов запоминания предшествующих погодных условий в характерах вертикальных профилей указанных характеристик.

Распределение параметров карбонатной системы на северо-восточном шельфе о. Сахалин

Мизгин А.О.¹, Вах Е.А.^{1,2}, Тищенко П.Я.²
¹ДВФУ, mizgin.aleksey@mail.ru
²ТОИ ДВО РАН

Интерес к северо-восточному шельфу о. Сахалин связан прежде всего с тем, что эта акватория является местом нагула охотско-корейской (западной) популяции серых китов. Серые киты включены в Красную книгу России. В тоже время, эта акватория подвергается мощному антропогенному воздействию – здесь стоят нефтяные платформы, на которых осуществляется нефтедобыча. Нефтедобыча представляет собой экологическую угрозу для всей акватории восточного шельфа Сахалина и в первую очередь сохранению и развитию популяции Серых китов.

В 71 рейсе НИС «Профессор Гагаринский», в период с 7 июля по 10 июля 2016 года, было выполнено 33 гидролого-гидрохимических станции на северо-восточном склоне о. Сахалин. Пробы воды отбирались 4-х литровым батометром Нискина с поверхностного и придонного горизонта. Измеряемыми параметрами карбонатной системы были – рН и ТА, из которых рассчитывались значения $pH_{in situ}$, pCO_2 , DIC. Измерения рН проводились потенциометрическим методом в ячейке безжидкостного соединения со стеклянными рН и рNa электродами фирмы “Orion”. ЭДС двух стеклянных электродов относительно одного и того же электрода сравнения измеряли с точностью 0.1 мВ рН-метром EA-940 фирмы “Orion”. Анализ щелочности проводился прямым титрованием в открытой ячейке соляной кислотой (0.02N) со смешанным индикатором (метиловый красный + метиленовый голубой) (Бруевич, 1944).

Проведенные измерения параметров карбонатной системы показали, что: значение рН варьируется от 7,996 до 8,228 в шкале «total hydrogen ion concentration», а ТА - общая щелочность от 1,544 до 2,274 (мМоль/кг).

Из данных рН и щелочности рассчитывались параметры карбонатной системы: $pH_{in situ}$ (от 7.953 до 8.294), DIC – Растворенный неорганический углерод от 1.448 до 2.201 (мМоль/кг), pCO_2 – парциальное давление углекислого газа от 141.6 до 456.3 мкатм). Установлено, что поверхностные воды на северо-восточном шельфе о. Сахалин недосыщены по отношению к атмосферному углекислому газу. Основная причина такого состояния – высокая продукция органического вещества, которая ассимилирует углекислый газ, тем самым понижает его парциальное давление.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 15-05-03796-а и программы “Дальний Восток” № 15-И-1-010.

Мультисенсорное спутниковое зондирование ледяного покрова залива Петра Великого

Митник Л.М., Хазанова Е.С.
ТОИ ДВО РАН, mitnik@poi.dvo.ru

Определение из космоса площади и сплоченности морских льдов в Арктике, Антарктике и в полярных морях выполняются более 40 лет. С 1987 г. глобальные оценки основаны на данных пассивного микроволнового (МВ) зондирования. Пространственное разрешение яркостных температур T_y , измеряемых МВ радиометрами, составляет десятки - сотни квадратных километров, что препятствует получению детальных сведений о ледяном покрове зал. Петра Великого. Заметно более высоким разрешением (десятки - сотни квадратных метров) обладают радиолокаторы с синтезированной апертурой (РСА), установленные на спутниках Sentinel – 1А и 1В (рабочая длина волны $\lambda = 5,6$ см) и ALOS-1 и 2 ($\lambda = 23$ см). РСА измеряют интенсивность сигналов, рассеянных подстилающей поверхностью в направлении на спутник - удельную эффективную площадь рассеяния (УЭПР). Измерения в МВ диапазоне (длины волн от 30 см до 1мм) могут быть выполнены независимо от времени суток и от большинства форм облачности. Вариации T_y и УЭПР зависят от геометрии зондирования, параметров приборов (длин волн, поляризации), от характеристик и сплоченности льда. Важным дополнением к данным РСА служат изображения в видимом и ИК-диапазонах длин волн со спутников серии Landsat и Sentinel-2, пространственное разрешение которых близко к разрешению

РСА. Информативными количественными характеристиками в ИК-диапазоне является радиационная температура $T_{\text{рад}}$, а в видимом диапазоне - спектральное альbedo поверхности A . В работе выполнен анализ изображений ледяного покрова залива Петра Великого, полученных в 2007-2017 гг. спутниковыми РСА сантиметрового и дециметрового диапазона, спектральных изображений в видимом диапазоне и радиационных температур со спутников Landsat. Показано, что совместный анализ близких по времени видимых, ИК и РСА-изображений позволяет повысить правильность классификации типов льда, обнаруживать полыньи, зоны формирования льда и зоны торосов, оценивать температуру поверхности и толщину льда, его заснеженность и загрязненность. Спутниковые данные, полученные над зал. Петра Великого и над зал. Терпения, и сопутствующие наледные измерения могут быть использованы для оценки влияния на радиационные характеристики и альbedo ледяного покрова антропогенных факторов: пыли и черного углерода.

Предельно допустимый уровень загрязнения и сообщества макрозообентоса

Мощенко А.В., Белан Т.А., Лишавская Т.С., Борисов Б.М.
ДВНИГМИ, avmoshchenko@mail.ru

Сообщества организмов могут существовать в двух «крайних» вариантах: «биологически сбалансированном» (БС) и «физически контролируемом» (ФК). Первые развиваются в биотопах с относительно стабильными и благоприятными условиями среды, вторые — при сильном воздействии некоего жесткого внешнего фактора (или факторов). Интуитивно, степень загрязнения, при которой БС начнет переход к ФК — и есть тот уровень, который следует считать предельно допустимым. Цель работы: определить уровень загрязнения, при котором начинаются перестройки сообществ, и соотнести его с «точкой старта» преобразования от БС к ФК состоянию.

В работе использованы данные, полученные в 1996-2007 гг. на различных акваториях зал. Петра Великого. Работы выполняли по единой схеме с отбором проб воды и осадков стандартными методами и их дальнейшей обработкой по общепринятым методикам. Всего обследовано 228 станций, на 132 из них отобраны 332 пробы для анализа сообществ макрозообентоса. Сопоставление биологических параметров (плотность, биомасса, экологические индексы, статистика Кларка) и абиотических переменных (интегральных и полученных методами факторного анализа) производили при помощи пошагового регрессионного анализа с последующей процедурой множественной линейной регрессии.

Показано, что при «жестком» внешнем воздействии (загрязнении) примерно в 70 % от возможного уровня наблюдается инверсия вкладов «естественных» и «антропогенных» факторов в изменчивость параметров сообществ. Начинается и прогрессирует коренная перестройка, которая выражается в массовом появлении и быстром росте обилия видов — положительных индикаторов загрязнения, снижении разнообразия, изменении размерно-возрастного состава, причем доминантами становятся виды оппортунисты — относительно мелкие, с коротким жизненным циклом. Вместе с тем, переход от БС к ФК состоянию происходит, когда воздействие суммы абиотических факторов объясняет более 70% дисперсии интегральных характеристик сообществ и связь параметров обилия отдельных видов с общей биомассой и плотностью поселения резко возрастает. При этом указанная выше перестройка проявляется, когда влияние факторов среды объясняет около 60 % дисперсии (из них на загрязнение приходится примерно 36 %). Таким образом, донное население начинает адаптироваться к изменению степени загрязнения гораздо раньше, чем становится «физически контролируемым», причем, скорее всего, именно этот уровень следует считать предельно допустимым.

О механизмах взаимодействия вод шельфа и открытого моря

Навроцкий В.В.¹, Лобанов В.Б.¹, Ляпидевский В.Ю.², Павлова Е.П.¹, Храпченков Ф.Ф.¹

¹ТОИ ДВО РАН, vnavr@poi.dvo.ru
²ИГиЛ СО РАН

Континентальные шельфы морей и океанов являются пограничными зонами океана. В них происходит наиболее активное взаимодействие океана, суши и атмосферы, в которое включены как

природные, так и антропогенные гидрофизические, биологические и геоморфологические процессы. В связи с высокой биологической продуктивностью и не менее высокой степенью негативного антропогенного воздействия проблему физических и биологических взаимодействий можно рассматривать как первоочередную. Эти взаимодействия происходят в очень разномасштабных областях (от мелководной прибрежной зоны до открытого моря, прилегающего к континентальному склону) и решающим образом зависят от динамических процессов, осуществляющих перенос вещества, импульса, тепла и энергии во всех направлениях, т.е. ведущих к вертикальному и горизонтальному перемешиванию шельфовых и прилегающих к шельфу вод.

Исследования взаимосвязей динамических и биологических процессов в большинстве случаев разделены по масштабам изучаемых процессов: а) течения, приливы и вихри (мезо- и субмезомасштабные) рассматриваются как основные факторы в области континентального склона и прилегающей части открытого моря, б) внутренние волны и турбулентность - в прибрежных зонах, где происходит наиболее интенсивный обмен веществом между сушей и морем.

Анализ спутниковых данных о концентрации хлорофилла в зал. Петра Великого (Японское море) и результатов экспериментальных и теоретических исследований тепловых и динамических процессов в прибрежной зоне моря показывает, что основным механизмом переноса энергии между крупномасштабными процессами вне шельфа и мелкомасштабными процессами в прибрежной зоне, обеспечивающим поток необходимого для биопродукции вещества из прибрежной зоны и вентиляцию шельфовых вод, являются внутренние волны различных типов.

Новые серийные приборы и системы для океанологических исследований

Никитин П.А.¹, Сильвестрова К.П.^{1,2}, Мысленков С.А.^{2,3}

¹ООО «НТЦ Инфомар», infomar.ntc@gmail.com

²ИО РАН

³Географический факультет МГУ им.М.В.Ломоносова

НТЦ Инфомар более 15 лет обеспечивает поддержку научных и изыскательских организаций современной измерительной аппаратурой ведущих производителей океанографической техники, в том числе AANDERAA Data Instruments и SAIV (Норвегия), SonTek (США), General Acoustics, Sea&Sun и Hydrobios (Германия), StarOddi (Исландия).

За последние несколько лет производители обновили свою линейку серийно выпускаемых приборов, повысив как точность измерений и количество измеряемых параметров, так и предлагая новые датчики и измерительные системы, расширяющие возможности установки долговременных автономных подводных платформ с рабочими глубинами до 6000 м, океанографических якорных буев для сбора и передачи данных в реальном времени, приборов для полигонных исследований. Целью настоящего сообщения является обзор новых серийных приборов и измерительных систем, а также их технических характеристик.

Внутренний прилив в заливе Петра Великого

Новотрясов В.В., Захарков С.П., Степанов Д.В.

ТОИ ДВО РАН, vadimnov@poi.dvo.ru

Внутренние приливы представляют характерную особенность прибрежной зоны окраинных морей России, включая Японское море. Залив Петра Великого известен, как место повышенной динамической активности бароклинных волновых движений. Анализ наблюдений, проведенных в этом районе ранее показал, что от кромки шельфа в сторону берега распространяются бароклинные возмущения, порождённые взаимодействием приливного потока с областью резкого поднятия дна на кромке шельфа.

Следует отметить, что из работ, посвящённых внутренним волнам динамика внутренних гравитационных волн (ВГВ) с периодами приливных гармоник в прибрежной зоне Японского моря анализировалась фрагментарно. Это объясняется как трудоёмкостью получения исчерпывающей информации об этом явлении, так и сложностью теоретического моделирования волновых движений в реальных акваториях.

В работе представлены результаты гидрологических исследований в шельфовой – прибрежной зонах залива, выполненных в осенний период в различные годы. Установлено, что в этот период здесь формируется характерная плотностная стратификация вод. Она включает верхний квазиоднородный слой глубиной ~ 20 м, сильно стратифицированный промежуточный слой с частотой плавучести более 20 цикл/час плавно переходящий в слабо стратифицированный придонный слой. Получены оценки амплитуд регулярных, с периодичностью приливной гармонике M2 вертикальных смещений изотерм в промежуточном слое и максимальных значений скоростей приливных течений в приповерхностном и придонном слоях. Показано, что температурные возмущения возбуждаются на кромке шельфа и распространяются в береговую зону со скоростью близкой к скорости распространения 1-й моды ВГВ с частотой приливной гармонике M2. С использованием простейшей модели этих волн с приливной частотой дана интерпретация натуральных данных полученных в заливе Посьета осенью в различные годы.

Аномалии углеводородных газов в районе бухты Суходол Уссурийского залива

Обжиров А.И., Окулов А.К., Окулов А.К., Телегин Ю.А.
ТОИ ДВО РАН, obzhirov@poi.dvo.ru

Бухта Суходол расположена в северо-восточной части Уссурийского залива. Район на севере находится на границе с Шкотовским бурогольным бассейном, на западе ограничен Муравьевским, на востоке - Дунайским разломами.

В результате исследований природных газов в подземных водах гидрогеологических скважин, пробуренных на берегу бухты Суходол Уссурийского залива, установлено высокое содержание углеводородных газов (метана – 0.3-3.0 мл/л, этана – 0.003 мл/л, пропана и бутана около 0.0003 мл/л соответственно) в воде на всех горизонтах до глубины 300 м. Аномалии углекислого газа (30-50 мл/л) зафиксированы в воде на более глубоких гидрогеологических горизонтах. Сделан вывод о том, что источником углеводородных газов является палеобассейн с нефтегазосодержащими осадочными отложениями, происхождение углекислого газа возможно магматическое.

В результате исследования придонного слоя воды бухты установлены не высокое содержание метана. Максимальное количество метана в придонном слое не превысило 130 нл/л, в то время как в скважинах расположенных на берегу бухты содержание метана превышает фон в 100000 раз.

Важно, что в гидрологической скважине № 10, расположенной в устье долины реки Суходол установлено высокое содержание метана 24536 нл/л, повышенное содержание углекислого газа, этана-17,2 ppm, фоновое содержание гелия и водорода около 2.5 ppm.

Таким образом, в регионе верхней части Уссурийского залива присутствуют аномальные поля углеводородных газов, что характеризует перспективы поиска углеводородов и, возможного, влияния газов на развитие биологических сообществ.

Субмезомасштабные вихри залива Петра Великого

Островский А.Г.¹, Файман², Лобанов В.Б.³, Сергеев А.Ф.³, Парк Ю.-Дж.⁴

¹ИО РАН

²ФГБУ «ДВНИГМИ», osasha@ocean.ru

³ТОИ ДВО РАН

⁴Korea Institute of Ocean Science and Technology

На основе анализа данных натуральных измерений и численного моделирования циркуляции синоптического и субсиноптического масштабов исследуются особенности вихревой динамики в заливе Петра Великого в зимне-весенний период 2010 г. Данные температуры и солёности получены с помощью заякоренного профилографа Аквалог в период с 27 февраля по 14 марта в точке с координатами 132° в.д. и 42.5° с.ш. В качестве модели используется численная гидродинамическая модель ROMS (Regional Ocean Modeling System).

Область моделирования включает всю акваторию залива Петра Великого и прилегающую часть Японского моря. Шаг сетки по горизонтали – 600 метров. Результаты моделирования показали возникновение двух струй Приморского течения: первая следует над континентальным склоном, вторая

– на шельфе. Географическая точка постановки Аквалога находится в зоне второй ветви Приморского течения. В модели в Уссурийском заливе в период постановки Аквалога были воспроизведены антициклон в северной части и циклонический вихрь в центральной части. Восточнее пролива Босфор-Восточный находится циклонический вихрь. В течение следующей недели на периферии двух вихрей, циклонического в центральной части и антициклонического в северной, возникали мелкие вихри противоположных вращений. К третьему марта в центральной части залива уже формируется антициклонический вихрь, на периферии которого отчетливо видны циклонические вихри меньшего масштаба.

Мониторинг гидрофизических процессов в заливе Петра Великого

Пивоваров А.А.¹, Смирнов С.В.², Кошелева А.В.¹, Самченко А.Н.¹, Швырев А.Н.¹, Ярошук И.О.¹

¹ТОИ ДВО РАН, pivovarov@poi.dvo.ru

²ИАПУ ДВО РАН, smirnoffl@poi.dvo.ru

Для мониторинга гидрофизических процессов в заливе Петра Великого применена пространственно-распределенная система автономных измерителей давления и температуры, предназначенная для исследований внутренних и поверхностных гравитационных волн, включая приливы, сейши, ветровое волнение в мелководной части океанического шельфа. Экспедиционные работы проводились в восточной части залива Посыета, включая бухты Троицы и Витязь, в осенний период 2016 г. Интерпретация и совместный анализ результатов измерений выполнены с привлечением пространственно-временных параметров для собственных и вынужденных колебаний, полученных с применением численных моделей.

В базовом варианте регистраторов используется платиновый датчик температуры серии HEL-700. Во всех регистраторах давления использовались датчики D0.4-T $\frac{3}{4}$ термостабилизированные тензометрические преобразователи избыточного давления. Дискретизация измеренного гидростатического давления производится в 16-ти разрядном АЦП, что позволяет достаточно подробно представить данные в динамическом диапазоне значений. Применение стандартных энергонезависимых SD карт с объемом памяти от 2 до 32 Гбайт позволяет проводить продолжительные натурные эксперименты и задавать избыточную частоту дискретизации. Наиболее простой задачей для системы является измерение уровня моря или приливов, которое основано на регистрации гидростатического давления столба воды. Методически более сложной задачей является измерение поверхностного волнения, поскольку зарегистрированные пульсации гидростатического давления, индуцированные поверхностными гравитационными волнами, необходимо пересчитывать в характеристики волнения при помощи соответствующих передаточных функций

Физические принципы и технические системы для мониторинга природных и техногенных утечек газа

Половинка Ю.А., Максимов А.О.

ТОИ ДВО РАН, yrvlad@poi.dvo.ru, maksimov@poi.dvo.ru

В докладе представлены результаты исследования возможности использования гидроакустических антенн подводных аппаратов, в режиме обращающих во времени зеркал для диагностики подводных утечек. В новом направлении “time-reversal acoustics” сигнал, излученный локализованным источником, регистрируется преобразователями антенной решетки, обращается во времени, излучается в среду и фокусируется на источнике. Два фактора: локальный характер излучения звука и резонансная природа излучения пузырьков при их рождении – приводят к чрезвычайно эффективному механизму рассеяния обращенной волны на всплывающей пелене пузырьков. В качестве приложений рассматриваются особенности диагностики утечек на газопроводе материк – о. Русский и эманация метана из подводных угольных пластов в Амурском заливе.

Циркуляция синоптического и субсиноптического масштабов в заливе Петра Великого и прилегающей части Японского моря

Пономарев В.И., Файман П.А., Дубина В.А., Лазарюк А.Ю.
ТОИ ДВО РАН, ponomarev710@poi.dvo.ru, pvi711@yandex.ru

На основе численного гидродинамического моделирования разномасштабной циркуляции, анализа спутниковой информации и данных СТД съемок исследуются внутригодовая изменчивость системы течений и особенности циркуляции синоптического и субсиноптического масштабов в различных районах залива Петра Великого в теплый и холодный периоды года. Выполнены численные эксперименты с двумя существенно отличающимися вихререзающими гидродинамическими моделями, а именно со слоистой квазиизопичнической моделью в Z-системе координат, разработанной в Морском гидрофизическом институте РАН (МГИ, г. Севастополь), и известной американской моделью ROMS, сформулированной в комбинированной S системе координат.

Географическая область моделирования циркуляции включает залив Петра Великого и значительно большую по площади прилегающую часть Японской котловины. Наибольшее горизонтальное разрешение в этих экспериментах составляет 0.5 и 0.6 км соответственно. В численных экспериментах, выполненных в 2016-2017 гг., задавались средние суточные метеорологические условия конкретных лет из NCEP реанализа и архивов спутниковых данных, а в предшествующих экспериментах - средние за 20 лет ежесуточные метеорологические поля NCEP реанализа. Показаны общие особенности и отличия результатов этих экспериментов.

Анализ данных спутниковых наблюдений, имеющихся океанографических съемок и моделирования циркуляции с помощью двух различных моделей показали близкие основные особенности изменчивости вихревой структуры течений на внешнем шельфе залива Петра Великого и в прилегающей части моря, а также в мелководных районах Амурского и Уссурийского заливов. Показаны формирование и эволюция вихрей субсиноптического масштаба, как перемещающиеся на периферии синоптических вихревых образований, так и составляющих их внутреннюю структуру.

Работа поддержана грантом РФФИ 15-05-03805, проектов Дальний Восток №№ 15-И-1-003 и 15-И-1-047. Часть исследований, касающаяся численных экспериментов по моделированию разномасштабной циркуляции в заливе Петра Великого с помощью системы ROMS, выполнена в рамках проекта № 16--17--10025 Российского Научного Фонда.

Структура кайнозойских отложений депрессии Амурского залива

Прокудин В.Г., Валитов М.Г., Кононец С.Н.
ТОИ ДВО РАН, prokudin@poi.dvo.ru

Амурский залив расположен западнее полуострова Муравьева-Амурского и архипелага императрицы Евгении. В структурном отношении он относится к подводному продолжению Южно-Приморской тектонической зоны (ее Спутинской подзоны), которая представляет собой наложенную мезо-кайнозойскую впадину. Геолого-геофизические исследования на акватории залива проводились, в основном, в экспедициях ТОИ АН СССР (с 1991 г. - ТОИ РАН). Кроме того, работы выполнялись ДВГИ АН СССР, Приморским территориальным геологическим управлением (ПТГУ) и ФГУП «ВНИИОкеангеология». В разных объемах были выполнены: гравиметрия, магнитометрия, одноканальное сейсмическое профилирование (НСП), бурение, изучение донных осадков трубками и черпаками, батиметрия. Анализ геолого-геофизических материалов позволяет сделать следующие выводы:

- Депрессия Амурского залива заложилась на континентальной окраине в позднем палеоцене. Структурный план депрессии определяется разломами СВ простирания при подчиненном значении разломов меридионального, широтного и СЗ простираний.

- Основная масса континентальных терригенных отложений, заполняющих депрессию, накопилась в эоцене - нижнем миоцене в процессе погружения ее фундамента (амплитудой до 700-1100 м) и подъема блока полуострова Муравьева-Амурского.

- Тектоническая активизация в среднем миоцене сопровождалась трапповым вулканизмом на западном борту депрессии и интенсивным подъемом восточного борта, в результате которого отложения чехла были частично эродированы и сформировался асимметричный профиль грабена.

- Меридиональным горстом (по линии п-ов Песчаный – о-ва Попова и Рейнеке) грабен Амурского залива делится на два осадочных бассейна с депоцентрами на широте м. Красный и м. Створный. Эти континентальные суббассейны развивались обособленно до неоплейстоцена, когда сформировались хорошо выраженные палеорула бассейнов рек палео Раздольная и палео Амба – Барабашевка.

- Подъем уровня моря в позднем неоплейстоцене привел к затоплению обоих суббассейнов и к установлению здесь в голоцене режима морского осадконакопления.

Изменения среды Амурского залива (Японское море) в позднем голоцене на основе диатомовых водорослей

Прушковская И.А.

ТОИ ДВО РАН, prushkovskaya@poi.dvo.ru

Целью настоящего исследования являлось реконструкция изменения среды Амурского залива в позднем голоцене на основе изучения диатомовых водорослей. Для этого был изучен таксономический и экологический состав диатомей, их количественное соотношение и содержание в осадках. Материалом исследования послужила колонка LV66-3 из Амурского залива (66 рейс НИС «Академик М.А. Лаврентьев», 2014 г.). Возраст осадков определялся методом радиоуглеродного датирования, и составляет около 4000 лет (Акуличев и др., 2016).

По содержанию диатомей на г осадка и экологической структуре диатомовых комплексов колонка подразделяется на 2 основных горизонта. Нижний горизонт (инт. 470-200 см; ~ 2000-200 гг. до н. э.) характеризуется относительно высоким содержанием диатомей (до 1,65 млн. экз./г). Доминируют бентосные эстуарные виды, субдоминируют планктонные неритические виды. Количество океанических и пресноводных видов незначительно, они отмечены лишь в нескольких интервалах нижней части колонки. Формирование осадков этого горизонта происходило в нестабильных условиях, но часто они были близки к современным. Верхний горизонт (инт. 200-0 см, 200 г. до н.э. по 2000 г. н.э.) отличается заметным уменьшением содержания диатомей (0,18-0,56 млн. экз./г) и увеличением процентного содержания тепловодных видов. Постоянными компонентами данного интервала являются бентосные эстуарные виды, отмечено высокое количество пресноводных, в том числе и вымерших видов. Экологическая структура диатомовых комплексов характеризуется сокращением количественного состава бентосных и неритических видов. По видовому разнообразию и по численности, по-прежнему, доминируют бентосные виды (64,93%), субдоминируют неритические (23,13%). Заметно увеличивается количество пресноводных видов (10,09%), большая часть из которых представлена вымершими в неогене (7,90%). Наибольшее количество пресноводных диатомей наблюдается в осадках 1200-1900 гг. Большая часть этого периода характеризовалась глобальным похолоданием (малый ледниковый период). Самый верхний интервал (20-0 см, с 1950 г.) характеризуется резким возрастанием количества диатомей, а их видовой состав и экологическая структура диатомовых комплексов свидетельствуют о накоплении осадков в условиях глобального потепления.

Работа проводилась при финансовой поддержке РФФИ (№15-05-06845) и частично по программам ФНИ ТОИ ДВО РАН (тема № АААА-А17-117030110033-0) и "Дальний Восток" (проекты №15-И-1-004о).

Состояние экосистемы бухты Новик (залив Петра Великого) в условиях загрязнения

Раков В.А.

ТОИ ДВО РАН, vladimir.rakov@mail.ru

В связи со строительством объектов саммита АТЭС на о. Русский в 2010-2011 гг. был построен комплекс сооружений, предназначенный для очистки хозяйственно-бытовых стоков, рассчитанных на 10 тысяч тонн стоков в сутки. Проект очистных сооружений разработан в 2011 г. ООО «ПроектГеоСтрой» (Москва), инженерно-экологические изыскания для него выполнены ООО «Бюро водно-экологических

проблем» (Москва), и в настоящее время объект эксплуатируется Краевым унитарным предприятием «Приморский водоканал». Объект введен в эксплуатацию в 2011 г. без проведения государственной экологической экспертизы, и очистные сооружения о. Русский продолжают эксплуатироваться в настоящее время. Основное замечание сводится к тому, что стоки из очистных сооружений напрямую сбрасываются в ручей, который впадает в вершину или кутовую часть мелководной бухты Новик, что приводит к нарушению его гидрологического режима, загрязнению вод и гибели многих представителей морской фауны.

Изучение промысловых беспозвоночных в б. Новик были начаты в 1931 г. южно-приморской гидробиологической экспедицией под руководством А.И. Разина. Были нанесены на карты скопления двусторчатых моллюсков и иглокожих, оценены их запасы. Однако вскоре все исследования в бухте были прекращены и возобновились только спустя 60 лет, главным образом, с целью изучения биоразнообразия и оценки возможностей использования ее акватории для марикультуры.

В настоящее время в б. Новик обнаружен ряд новых видов морских животных, определен видовой состав и количественные показатели (численность и биомасса) фито- и зоопланктона, макробентоса. Выяснено, что практически на всей акватории доминируют морские виды, что объясняется слабым речным стоком. Максимальные показатели биологической продуктивности характерны для устричников, которые доминируют в юго-восточной половине бухты. Однако из-за усиливающегося загрязнения бухты сточными водами, с которыми поступает опресненная и закисленная вода, отмечены случаи массовой гибели донных беспозвоночных и рыб в кутовой части бухты. Для сохранения экосистемы б. Новик необходимо прекратить сброс сточных вод, и перенаправить его в открытый районы Уссурийского залива на большие глубины.

Многолетние изменения в сообществах планктона и бентоса бухты Врангеля в период строительства и реконструкции порта «Восточный»

Раков В.А., Федоренко Ю.В., Еловская О.А., Косьяненко А.А., Васильева Л.Е.

ТОИ ДВО РАН,

vladimir.rakov@mail.ru, lulya81@mail.ru, olesya-sharova@mail.ru, lara.vasileva2013@yandex.ru

В период с 2004 по 2014 гг. фитопланктон б. Врангеля включал 31 вид микроводорослей из 6 отделов. Преобладали диатомовые (23 вида) и динофлагеллятовые (14), а другие представлены 1-2 видами. Плотность варьировала от 47503 до 923350 кл/л, в среднем 325963 кл/л; биомасса – от 253 до 700 мг/м³, в среднем 462 мг/м³. Отмечен осенний пик плотности и биомассы, обусловленный развитием *Asterionellopsis glacialis* (35% от общей плотности и 40% от общей биомассы) и *Chaetoceros sp.* (25%).

В зоопланктоне б. Врангеля отмечено 42 группы и идентифицировано 28 видов. Общая биомасса колебалась от 62 до 706 мг/м³, а плотность - от 5900 до 49788 экз./м³. Среднегодовое значение плотности составило 29393 экз./м³, а биомассы – 471 мг/м³. Копеподы были доминирующей группой по численности (55-85%) и биомассе (50-80%). Преобладали два вида - *O. similis* и *P. newmani*, а также *A. hudsonica*.

Меропланктон б. Врангеля имел небольшую плотность. Собраны икра и личинки 14 видов рыб из 4 семейств. Наибольшим видовым разнообразием отличилось семейство Pleuronectidae (6 видов). В весенне-летний период 2005 г. зарегистрировано 4 вида личинок рыб, а икры не отмечено, а в сентябре и октябре 2010 г. появились еще *Hexagrammos stelleri*, *Limanda aspera*, *Kareius bicoloratus*, *Limanda punctatissima*, и *Hexagrammos otakii* и *H. octogrammus*. В апреле 2011 г. к ним добавилось семейства Cottidae с 4 видами, и Pleuronectidae с 3 видами камбал (*Platichthys stellatus*, *Pseudopleuronectes yokohamae* и *P. herzensteini*), а летом - японский анчоус.

Бентосные сообщества в б. Врангеля в последние десятилетия подвергаются сильнейшему антропогенному воздействию, связанному с работами по строительству и реконструкции причалов, дноуглублениями и загрязнениями дна угольной пылью. До строительства порта «Восточный» в этой бухте были крупные скопления промысловых беспозвоночных. К настоящему времени в б. Врангеля появились сообщества обрастаний причальных стенок. Биомасса бентоса на мягких грунтах в местах дноуглублений очень низкая – в пределах 0,6 – 90 г/м², а у входа в бухту повышается до 150 – 350 г/м². Видовой состав мейобентоса насчитывает более 50 видов из 15 таксономических групп, а макробентоса – более 30 видов из 5 типов беспозвоночных животных. Фитобентос сильно обеднен ввиду практически полного отсутствия прибрежного мелководья, и неширокий пояс водорослей существует на причальных стенках порта.

Газогеохимические и акустические наблюдения в области пузырьковой разгрузки метана в заливе Петра Великого

Саломатин А.С., Буров Б.А., Обжиров А.И., Ли Б.Я.
ТОИ ДВО РАН, salomatina@poi.dvo.ru

Представлены результаты газогеохимических и акустических исследований в недавно обнаруженной области пузырьковой разгрузки метана в заливе Петра Великого Японского моря на бровке шельфа южнее мыса Гамова. В этой области, наряду с повышенными концентрациями метана в придонном водном слое и аномально высокими до 3500 нМ/л в верхнем слое (10 – 40 см) донных осадков, были зарегистрированы более 100 слабых «газовых факелов» (ГФ) в интервале глубин 110 – 250 метров. Количество ГФ на одном квадратном километре морского дна в данном районе N и поток газа F выходящий из морского дна в виде всплывающих пузырьков составили соответственно $N \sim 80$ ед./км² и $F \sim 30$ ммоль/ км²с

Структура и динамика вод в бухте Золотой Рог осенью 2009 г.

Сергеев А.Ф., Лобанов В.Б., Воронин А.А., Горин И.И., Гуленко Т.А., Щербинин П.Е.
ТОИ ДВО РАН, sergeev@poi.dvo.ru

В период октябрь – ноябрь 2009 г. в бухте Золотой Рог выполнены 27 СТД-станций и проведены измерения течений в ее южной и северной частях: на 13 станциях со временем экспозиции от 0.5 до 1 часа, на 1 станции - 26 суток. Измерения течений выполнялись доплеровским акустическим измерителем и рассчитывались по интервалам глубин 1 м. Установлено, что особенностями циркуляции вод бухты является многослойность ее вертикальной структуры и наличие противоположных потоков как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. По гидрологическим показателям восточная половина бухты, по сравнению с западной, характеризовалась повышенной температурой и мутностью и пониженной соленостью и кислородом. В средней части бухты, где она меняет направление, формируется фронт. За весь период наблюдений средние и максимальные скорости течений в поверхностном слое и в слое от 7 м до дна составляли соответственно: 7-24 и 27-55 см/с и 6-8 и 26-40 см/с. Основными факторами формирования циркуляции в бухте наряду с приливами и пресноводным стоком р. Объяснения являются ветер и адвекция вод из пролива Босфор-Восточный. При северо-западном ветре, осуществляющем сгон поверхностных вод из бухты на юг, в промежуточном слое в бухту почти по всей ее ширине входит компенсационное течение из пролива Босфор-Восточный. Слабый поток в бухту наблюдается и в придонном слое. При юго-восточном ветре течение из пролива Босфор-Восточный и поверхностное ветровое осуществляют нагон вод в бухту. В западной половине бухты компенсационный вынос вод при северо-западном и юго-восточном ветре происходит у восточного берега соответственно в придонном и промежуточном слое. При северо-западном ветре из бухты выходит поток с двумя максимумами скорости в поверхностном и подповерхностном слоях. В восточной половине бухты входящие в промежуточном слое по всей ее ширине потоки сходятся при юго-восточном ветре и расходятся при северо-западном. Здесь также отмечалась двухслойная циркуляция вод - в поверхностном слое при юго-восточном ветре имел место вынос вод, при северо-западном преобладал перенос к южному берегу. В придонном слое при юго-восточном ветре возникает вынос вод у южного берега бухты, при северо-западном вынос наблюдается у обоих берегов. Проведенные измерения позволяют предположить, что в период исследований как при юго-восточном, так и при северо-западном ветре для всей акватории бухты в целом была характерна антициклоническая схема циркуляции.

Генотоксический мониторинг морских прибрежных акваторий

Слободскова В.В.¹, Кукла С.П.¹, Журавель Е.В.², Челомин В.П.¹

¹ТОИ ДВО РАН, slobodskova@poi.dvo.ru

²ДВФУ

Постоянно растущие масштабы производства и использования широкого спектра химических соединений в различных областях народного хозяйства приводят к хроническому загрязнению прибрежных морских акваторий. Воздействие различных видов загрязнений на водные экосистемы является важной и актуальной международной проблемой современной экологии и токсикологии. Особое значение загрязнения морских прибрежных акваторий обусловлено негативным влиянием токсикантов на живые организмы, действие которых проявляется только после их поглощения и накопления клеточными структурами организма.

В этой связи представляется наиболее целесообразным применение молекулярных маркеров отражающих общее изменение физиологического состояния организма в ответ на воздействие неблагоприятных факторов среды. Известно, что некоторые химические агенты классифицируются как генотоксиканты и способны взаимодействовать с молекулами ДНК, индуцируя повреждения в их структуре.

В нашей работе мы провели генотоксический мониторинг прибрежных акваторий залива Петра Великого и прилегающих акваторий с использованием метода ДНК-комет. В качестве объектов исследования были использованы двустворчатые моллюски, доминанты прибрежных сообществ: *Crenomytilus grayanus*, *Mizuhopecten yessoensis*, *Corbicula japonica*.

В ходе проведенного мониторинга, можно сделать вывод, что естественная среда обитания, не имеющая антропогенной нагрузки, является более благоприятной для морских организмов. При этом хроническое загрязнение прибрежных вод ведет к накоплению деструктивных изменений в ДНК гидробионтов. Учитывая исключительную роль генома в функционировании биологической системы, выявленные повреждения в структуре молекулы ДНК, следует отнести к наиболее важным проявлениям неблагоприятного воздействия среды. Потенциальные экологические последствия такого влияния на отдельные особи могут реализовываться через нарушение динамики на популяционном уровне и уровне сообществ.

Новые данные радиоляриевго анализа для обоснования стратиграфического положения осадочных отложений островов центральной части залива Петра Великого

Смирнова О.Л., Съедин В.Т., Терехов Е.П.

ТОИ ДВО РАН, Smirnova@poi.dvo.ru; sedin@poi.dvo.ru; terekhov@poi.dvo.ru

В представленной работе обсуждаются результаты биостратиграфических исследований, основная цель которых состояла в обосновании стратиграфического положения методами радиоляриевго анализа палеонтологически осадочных образований, распространённых на островах центральной части залива Петра Великого (СЗ Японского моря) и, на этой основе проведение сопоставлений изученных интервалов с радиоляриями с отложениями, содержащими одновозрастные радиолярии из разрезов Южного Сихотэ-Алиня и других регионов для выработки представлений об их корреляции с эпизодами проявлений биосферных перестроек.

Для решения поставленной задачи по экспедиционным материалам Лаборатории Геологических формаций ТОИ ДВО РАН (сборы 2016 г.) проведено изучение комплексов радиолярий из коллекций шлифов (67 шт.), отобранных из частных разрезов терригенных, вулканомиктовых и кремнисто-глинистых отложений островов Камень Матвеева, Большой Пелес и Рейнике. Предшествующие данные по установлению возраста этих осадков отсутствуют за исключением находки единичных экземпляров представителей семейства *Ruesticyrtiidae* (*Triassocampe*), зародившегося вблизи границы раннего и среднего триаса и вымершего в начале норийского яруса позднего триаса, ранее установленной нами в кремнисто-терригенных слоях частного разреза о. Камень Матвеева (Изосов и др. 2013). Для исправления этой ситуации информативно проанализировать комплексы радиолярий, которые впервые получены в ходе настоящих исследований. Таксоны радиолярий из новых сборов были идентифицированы посредством сравнения с таксонами, описанными в хорошо известной литературе по радиоляриям верхнего мезозоя Тетической, Атлантической и Тихоокеанской областей.

Получены следующие результаты: 1). На основе корреляционного анализа вновь выявленных комплексов радиолярий впервые во всех обследованных местонахождениях удалось обосновать и проследить присутствие отложений конца среднего - позднего триаса. 2). Пограничные слои триаса и юры впервые прослежены в наиболее представительном разрезе переслаивающихся терригенных, вулканомиктовых и кремнисто-глинистых отложений острова Камень Матвеева, общей мощностью около 60м. Установлено, что отложения триаса отделены от перекрывающих слоёв, охарактеризованных комплексом радиолярий, таксономически наиболее близким к характерному комплексу раннеюрской радиоляриевой зоны *Parahsuum simplum*, метровым маркирующим слоем мелкозернистых вулканомиктовых песчаников. 3). Новые данные радиоляриевых анализов позволили нам обосновать стратиграфическое положение осадочных отложений островов центральной части залива Петра Великого, отнести их к пограничным слоям триаса и юры и провести обоснованные сопоставления вновь изученных отложений с их возрастными аналогами Южного Сихотэ-Алиня и сопредельных территорий.

Роль атмосферного воздействия в изменчивости теплосодержания вод Японского моря по данным ретроспективного численного моделирования в период с 1948 по 2009 гг.

Степанов Д.В., Клещева Т.И.
ТОИ ДВО РАН, step-nov@poi.dvo.ru

Используя данные ретроспективного численного моделирования циркуляции Японского моря (ЯМ), проведенного на высоком пространственном разрешении ($1/12^\circ$ по широте и долготе), при условии ведущей роли атмосферного воздействия в формирование ее изменчивости проанализированы особенности климатической изменчивости теплосодержания вод (ТСВ) ЯМ с 1948 по 2009 годы. Основное внимание было уделено анализу особенностей пространственно-временной изменчивости ТСВ приповерхностного (от 0 до 300 м) и промежуточного (от 300 до 1000 метров) слоев ЯМ, а также возможных причин этих изменений.

На основе ЕОФ-анализа выявлены зоны экстремальной потери (накопления) тепла водами ЯМ. Для приповерхностного слоя эти зоны связаны с центральной, северной и юго-восточной частями ЯМ. Для промежуточного слоя максимальная дисперсия ТСВ получена в северо-западной части ЯМ (напротив залива Петра Великого). Анализ главных компонент ведущих мод ЕОФ-разложения показал, что в изменчивости ТСВ приповерхностного слоя преобладают колебания с периодом 2-3 года, 5-7 лет, а также 15-17-летние изменения. Для ТСВ промежуточного слоя характерны изменения на масштабах 5-6 лет и событие 22-25 лет.

Анализ причинно-следственных связей между аномалиями ТСВ приповерхностного слоя и атмосферным давлением на свободной поверхности ЯМ показал, что изменения ТСВ на внутри-декадных и декадных масштабах могут быть обусловлены Арктическим и Северо-Тихоокеанским колебаниями.

Применение систем долговременного подводного видеонаблюдения для регистрации и анализа состояния морского биоразнообразия прибрежных акваторий залива Петра Великого

Суботэ А.Е., Фищенко В.К., Зимин П.С., Гончарова А.А.
ТОИ ДВО РАН, as@poi.dvo.ru

Системы стационарного подводного видеонаблюдения все более широко используются в мире для долговременного наблюдения за состоянием прибрежных экосистем. В составе разворачиваемой учеными ТОИ ДВО РАН сети оперативного научного мониторинга залива Петра Великого в настоящее время используются три такие системы. Две из них были установлены в 2013 и 2014 годах в бухте Алексева (остров Попова, Амурский залив). Еще одна система установлена в 2016 г. в бухте Витязь (залив Посыета). Закрепленные в герметичных боксах IP-камеры непрерывно наблюдают статичные подводные сцены. По заданному временному расписанию информация с камер (моментальные снимки и

короткие видеозаписи) пересылается в базы данных общей системы мониторинга. Для предоставления данных пользователям разработан Web-сервис «Подводное видео ТОИ ДВО РАН».

К системам видеонаблюдения прилагается комплекс программ, позволяющих визуальный анализ состояния биоразнообразия дополнить количественными методиками. Одна из программ на основе анализа видео обнаруживает движущихся рыб и подсчитывает их количество. Другая программа полезна при исследовании малоподвижных биологических объектов, совершающих визуально заметные периодические движения частями своего тела для поддержания жизненно важных функций – дыхания, питания, кровотока. В частности, с помощью этой программы были выполнены исследования процесса махания ногами молодых и взрослых особей ухоногих рачков – балянусов. С помощью взмахов ног балянус обеспечивает приток воды с питательными веществами в свою раковину. Программа регистрирует изменения средней яркости видео в местах, где во время взмахов появляются и исчезают ноги балянусов. Установлено, что у взрослых особей основная частота махания летом варьируется от 0.7 до 1.1 Гц, зимой она падает почти в 3 раза, до 0.3-0.4 Гц. Летом наблюдается существенно различие в стабильности частоты махания и непрерывности процесса махания для разных особей. Особенность зимних наблюдений – очень высокая стабильность частоты махания, практически полное отсутствие остановок процесса махания. Особенность молодых особей балянусов – очень высокая частота махания ногами, до 3-4 взмахов в секунду.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» на 2015-2017 гг. (проекты 15-I-4-062, 17-I-1-066 э).

Геологические исследования вулканических построек Центральной котловины Японского моря в период с 2010 по 2015 гг.

Съедин В.Т., Коптев А.А., Лопатников Е.А.
ТОИ ДВО РАН, sedin@poi.dvo.ru

Основной объем геологических исследований с использованием драгирования в Японском море выполнен в 70-80-ые годы прошлого столетия. В этот период было проведены детальные полигонные работы практически на всех крупных возвышенностях Японского моря. В конце прошлого и в начале этого века такие работы в Японском море не проводились. Геологические работы с использованием драгирования возобновились, начиная с 2010 года. Изучались вулканические постройки Центральной котловины, расположенные в эконормзоне России. Повышенный интерес к этим структурам обусловлен наличием на их склонах Fe-Mn образований. Исследования выполнялись в комплексных экспедициях в 52-ом (2010 г.), 58-ом (2011 г.), 64-ом (2013 г.) и в 68 -ом (2014 г) рейсах НИС «Академик М.А. Лаврентьев». Начальники экспедиций – М.Г. Валитов, В.Б. Лобанов и Д.Д. Каплуненко. Полученные в этих рейсах материалы частично отражены в публикациях (Астахова и др., 2015; Карнаух и др., 2013; Леликов и др., 2013; Съедин и др., 2013 и др.) и в отчетах по вышеуказанным рейсам. Цель настоящего доклада обобщить результаты геологических исследований, полученных в этих экспедициях.

Основные результаты, проведенных геологических работ сводятся к следующему:

1 – Изучено 6 вулканических построек Центральной котловины, в том числе 3 из них - впервые (гора Петра Великого, хребет Васильковского, горст Стащука). Уточнен их рельеф и определены особенности геологического строения;

2 – Установлено, что на всех изученных структурах поднят типовой комплекс пород (вулканиты, слаболитифицированные осадочные породы, Fe-Mn и Q-глауконитовые образования), характерный для других вулканических построек Центральной котловины;

3 – На всех шести постройках драгированы разнообразные Fe-Mn образования, а на горсте Стащука впервые в Японском море подняты обломки чистого пирролизита;

4 – Особенности морфологии всех изученных структур указывают на влияние тектонического фактора на формирование их современного рельефа. Все вулканические постройки представляют собой короткие хребты меридионального простирания. Они сформировались в зоне глубинных разломов меридионального направления, продолжающихся в Японское море с континента.

Основные особенности геологического строения островов центральной части залива Петра Великого

Сьедин В.Т., Терехов Е.П., Смирнова О.Л., Гаврилов А.А.
ТОИ ДВО РАН, sedin@poi.dvo.ru

На акватории залива ПВ имеется множество мелких и крупных островов, которые могут быть объединены в 3 группы по их географическому расположению: 1- острова западной, 2 – центральной и 3 - восточной части залива. Острова центральной части залива (Русский, Попова и др.) локализованы в полосе, которая протягивается в юго-западном направлении мористее п-ва Муравьева-Амурского на расстояние около 60 км.

Настоящая работа посвящена геологическим исследованиям, которые выполнялись начиная с 2005 г. на островах центральной части залива ПВ - от о-ва Русский до о-ва Большой Пелис и Матвеева. Изучение показало, что на всех островах в разных соотношениях развиты одни и те же типы магматических и осадочных пород, взаимоотношения между которыми позволяют говорить об их относительных возрастах. Предлагается новая возрастная (временная) схема формирования различных типов пород для островов центральной части залива ПВ (эталонным объектом является о-в Попова).

- Наиболее древними породами здесь являются осадочные образования поспеловской свиты, развитые в северной части о-ва Русский (P₁₋₂ ps).

- Более молодыми (позднепермскими) по возрасту породами островов центральной части залива ПВ являются гранитоиды седанкинского комплекса (Тип 1) и их одновозрастные вулканические образования (комагматы?) владивостокской свиты;

- Стратиграфически выше пород седанкинского комплекса и владивостокской свиты залегают осадочные образования триасового возраста;

- Выше осадочных пород триасового возраста залегают образования андезитовой толщи, которые представлены главным образом вулканитами среднего состава;

- Лейкократовые мелко-среднезернистые габбро пограничного комплекса располагаются выше образований андезитовой толщи;

- Стратиграфически выше лейкократовых габбро находятся «меланократовые габброиды» (базиты, долериты, ранее - диабазы) муравьевского комплекса;

- кислые вулканиты – это разновозрастные образования. Часть из них – это позднепермские породы владивостокской свиты, а часть – относится к молодым (триасовым, или триас-юрским ?) образованиям;

- Розовые лейкократовые гранит-порфиры (островной комплекс) являются типоморфными и самыми молодыми образованиями островов центральной части залива ПВ. Согласно определениям возраста (163-167 млн. лет), они формируются в средне-позднеюрское время.

Таким образом, согласно проведенным исследованиям с учетом взаимоотношений между породами, данных изотопного возраста и палеонтологических определений именно так представляется последовательность геологических событий на островах центральной части залива Петра Великого.

Работа выполнена при финансовой поддержке экспедиционного гранта программы «Дальний Восток» № проекта 16-1-1-006 Э.

Средства исследования поля температуры ледяного покрова

Тагильцев А.А., Черанев М.Ю., Гончаров Р.А., Швецов Г.П.
ТОИ ДВО РАН, atagiltsev@poi.dvo.ru

Информация о распределении температуры в толще ледового покрова позволяет получать представление о теплофизических свойствах льда, процессах его развития и разрушения на данной акватории, и имеет важное значение в гидрологии, океанологии, при проектировании морских инженерных сооружений.

Поскольку температура на поверхности льда близка к температуре воздуха, а в нижней части покрова соответствует температуре замерзания воды, поверхностная температура льда испытывает значительные изменения, следуя за температурой воздуха, в то время как температура на нижней границе льда почти постоянна. Динамике температурных полей соответствуют колебания механических напряжений, процессы изменения химического и биологического состава льда. Для получения текущей

информации о градиенте температуры в ледовом покрове нами разработаны и апробированы в натуральных условиях Амурского залива технические средства, позволяющие проводить как прямые контактные измерения температуры в ледовом покрове, так и в извлекаемых из него кернах.

Как показала практика применения данных средств, более высокая надежность и точность измерений может быть получена с использованием матрицы термодатчиков (терморамы), предназначенной для автономного измерения температуры льда и температуры прилегающих областей воздушной и водной среды. Терморамы могут быть установлены на акватории как в процессе становления льда. Так и «вмораживанием» в полынье, в том числе, с последующей переустановкой в другом районе. Другое автономное и портативное устройство позволяет обеспечить многоканальное измерение температуры в керне, извлеченном из ледового покрова, путем установки температурных зондов в подготовленные углубления керна. Для измерений распределения температурного поля в прилегающих к ледовому покрову средах разработаны и апробированы как всепогодные автономные приборы, цифровые термогирилянды.

Особенностью устройств является использование в измерительной части цифровых термодатчиков среднего класса точности, многоканальность, регистрация данных в энергонезависимой памяти, передача данных по кабелю и беспроводным каналам связи, передача данных при подключении устройств к локальной сети.

Сезонная изменчивость поверхностной циркуляции вод северной части Японского моря

Таранова С.Н., Жабин И.А
ТОИ ДВО РАН, taranova@poi.dvo.ru

По данным поверхностных дрейфующих буев рассмотрена сезонная изменчивость циркуляции вод в северной части Японского моря. Сравнение схем циркуляции, полученных для характерных месяцев (январь, апрель, июль и октябрь) показало, что в течение года основные особенности поля поверхностных течений сохраняются. Зимой наблюдается усиление циклонического круговорота над Японской глубоководной котловиной, связанное с зимними муссонными ветрами. Летом усиливается поток вод Цусимского течения вдоль побережья о. Хоккайдо. Приморское течение хорошо выражено в районе северного Приморья. Проведено сравнение карт поверхностных течений, полученных при помощи поверхностных дрейфтеров и рассчитанных течений по данным спутниковых наблюдений.

Петромагнитные характеристики магматических пород берегового обрамления залива Посьета (залив Петра Великого, Японское море)

Теличко А.С., Бессонова Е.А., Зверев С.А.
ТОИ ДВО РАН, a_telichko@mail.ru

Изучение петромагнитных характеристик горных пород необходимо для обоснованной интерпретации аномального магнитного поля. Исследования магнитных свойств горных пород берегового обрамления залива Посьета выполнены на основе измерений магнитной восприимчивости горных пород в береговых обнажениях. Магматические образования кислого состава, выходы которых обрамляют залив Посьета на востоке и с запада характеризуется в основном невысокими значениями магнитной восприимчивости. Относительно высоко магнитны гранодириты гамовского комплекса изученные на северном побережье бухты Пемзоява - серые гнейсовидные породы характеризуются достаточно высокой магнитной восприимчивостью $(4-32) \cdot 10^{-3}$ ед. СИ. В их составе кварц 20-25 %, плагиоклаз 40-50 % (олигоклаз-андезин), калиевый полевой шпат до 15 %, биотит и амфибол 5-15 %. Интенсивно намагничиваются магматические образования основного состава в районе исследований. Магнитная восприимчивость средне-зернистых габбро бухты Калевала $(0 - 52,5) \cdot 10^{-3}$ ед. СИ.

Позднерифейский петротипический массив полуострова Суслова более чем на 90 % сложен габбро с фациальным переходом в кортландит в южной части. Магнитная восприимчивость этих пород изменяется в пределах $(21-63) \cdot 10^{-3}$ ед. СИ. Наиболее высокими значениями магнитной восприимчивости $(60-68) \cdot 10^{-3}$ ед. СИ характеризуются гидротермально измененные габбро с жильной магнетитовой минерализацией, приуроченные к многочисленным тектонически ослабленным зонам, которые могут

проявляться как участки тектонических дислокаций, прожилковые системы или отдельные прожилки. Гидротермальные изменения пород на рассматриваемой территории развиты повсеместно и характеризуются различной минерализацией, следствием которой может быть также уменьшение магнитной восприимчивости габбро до $(0.4-25) \cdot 10^{-3}$ ед. СИ.

Анализ магнитной восприимчивости горных пород выявил резкую дифференциацию магматических образований по магнитным свойствам, которая предполагает высокую эффективность применения магнитных съёмок для выявления интрузивных тел различного состава, участков аномальной концентрации магнитных минералов в зонах вторичных изменений и др.

Гипоксия вод Дальневосточного морского заповедника

Тищенко П.Я.¹, Барабанщиков Ю.А.¹, Ивин В.В.², Михайлик П.Ю.¹, Семкин Т.А.¹,

Стунжас П.А.³, Тищенко П.П.¹

¹ТОИ ДВО РАН, tpavel@poi.dvo.ru

²ИБМ ДВО РАН

³ИО РАН

В 2013 г. совместно с Институтом Биологии моря и Институтом океанологии РАН впервые была обнаружена область сероводородного заражения с отсутствием кислорода в южном районе Дальневосточного морского заповедника возле о. Фуругельма. С помощью подводного аппарата "SubFighter-3000" 12 августа 2013 г. была зафиксирована массовая гибель бентосных организмов (звезды, морские черви) во впадине, расположенной между о. Фуругельма и береговой линией залива Петра Великого. В 2014 г. были проведены масштабные гидрохимические исследования залива Петра Великого в 62-м рейсе НИС "Профессор Гагаринский", которые показали отсутствие гипоксии.

В 2014 г., в период с 21 июня 2014 по 20 мая 201, была установлена мониторинговая гидрологическая станция WQM (Water Quality Monitor) фирмы Wet Labs, оснащенная датчиками давления, температуры, электропроводности, кислорода. В течение одиннадцати месяцев, каждые три часа производилась запись датчиков. Данные этой станции выявили сезонный характер гипоксии. Причиной формирования гипоксии является микробиологическое разложение "избыточной" биомассы фитопланктона в отсутствие проникновения фотосинтетически активной радиации. Причиной разрушения гипоксии является осенний апвеллинг и зимняя конвекция. Средняя скорость формирования гипоксии равна 6.6 мкмоль/(кг·сут). Общая площадь акватории, находящейся в условиях гипоксии, составляла 15 – 20 км². Скорость разрушения гипоксии была 40 мкмоль/(кг·сут). В докладе обсуждаются основные источники биогенных веществ в формировании "избыточной" биомассы фитопланктона. Вероятной причиной образования "избыточного" фитопланктона является эвтрофикация вод заповедника рекой Туманной.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ 15-05-03796-а, 16-55-50071, программы "Дальний Восток".

Вертикальные колебания в поле плотности под сезонным термоклином на континентальном склоне в северо-западной части Японского моря

Трусенкова О.О.¹, Лазарюк А.Ю.¹, Островский А.Г.²,

Лобанов В.Б.¹, Каплуненко Д.Д.¹

¹ТОИ ДВО РАН, trolia@poi.dvo.ru

²ИО РАН

Для Японского моря характерны узкий шельф и значительные уклоны рельефа дна. В частности, на континентальном склоне северо-западной части моря градиент глубины (уклон поперек склона) достигает 0.1, что создает благоприятные условия для развития различных мод шельфовых волн, которые тесно связаны со следующим вдоль берега на юго-запад Приморским течением. Вследствие гидродинамической неустойчивости в этой зоне развиваются синоптические и мезомасштабные (субсиноптические) вихри, которые перемещаются с течением на юго-запад. С динамическими структурами связаны интенсивные вертикальные движения и смещения изопикнических поверхностей

по вертикали, которые сложно зарегистрировать по данным судовых наблюдений. В этой зоне (на 42.53° с.ш., 133.80° в.д., глубина места – 440 м) с 18 апреля по 15 октября 2015 г. была установлена заякоренная буйковая станция, на которой с помощью автономного сканирующего профилографа «Аквалог» выполнялись измерения океанологических параметров с высокой временной дискретностью. Целью работы является выявление вертикальных колебаний плотности воды по измерениям «Аквалога».

В работе используются измерения температуры и солёности (электропроводности), производимые с помощью «Аквалога» 4 раза в сутки в слое между 64 и 260 м. В этом слое, залегающем ниже сезонного пикноклина субарктической структуры вод, характерной для этой части Японского моря, аномалии плотности, рассчитанной по значениям температуры и солёности, изменяются в пределах от 26.9 до 27.3 кг/м³ (в период измерений). Для анализа выбрана изоповерхность с аномалией плотности 27.15 кг/м³, которая залегает на глубинах 64–260 м в течение всего периода измерений, и рассчитана глубина ее залегания. Колебания изоповерхностей в диапазоне аномалий плотности 27.0 – 27.25 кг/м³ являются, в целом, согласованными.

Для выявления разномасштабных колебаний глубины залегания изоповерхности 27.15 кг/м³ применялось преобразование Хуанга, с помощью которого было выделено 5 т.н. собственных функций (Intrinsic Mode Functions – IMF), описывающих колебания, симметричные относительно среднего, частота которых уменьшается с номером моды. Для каждой из этих функций оценивались мгновенные частоты (периоды) на основе преобразования Гильберта и вейвлет-преобразования. IMF 1 описывает высокочастотный шум, вероятно, связанный с ошибками данных, IMF 2 соответствуют колебания с периодами 2 – 3.5 дней, которые находятся в диапазоне естественного синоптического периода атмосферы. Периоды колебаний, связанных с IMF 3, составляют 5–10 дней, что соответствует времени жизни мезомасштабных и синоптических вихрей в этом районе. IMF 4 описывает наиболее регулярные колебания (с постоянной амплитудой) с периодом около половины месяца, что позволяет связать их с прохождением волновых образований над континентальным склоном в районе постановки «Аквалога». IMF 5 и остаточный член совместно описывают внутrigодовые изменения: углубление изоповерхности 27.15 кг/м³ от июня к середине августа и поднятие в течение следующего месяца, после чего заметных изменений не наблюдалось.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-05-00899 и гранта № 15-1-1-047 программы приоритетных исследований ДВО РАН «Дальний Восток».

Влияние дексаметазона на оксидантно-антиоксидантный баланс в двух типах фагоцитов голотурии *Eupentacta fraudatrix*

Уланова О.А., Долматова Л.С.
ТОИ ДВО РАН, olga_shitkova@mail.ru

Дальневосточная голотурия *Eupentacta fraudatrix* – перспективный вид для использования в качестве фармакологического сырья и выращивания в мариккультуре. В этой связи важно изучать иммунитет этих животных и возможности его регуляции. Ключевую роль в иммунных реакциях голотурий играют фагоциты – аналоги макрофагов позвоночных. Избыточную продукцию активных форм кислорода (АФК) в фагоцитах ограничивает антиоксидантная ферментная система. У позвоночных модуляция оксидантно-антиоксидантного баланса иммуноцитов может осуществляться глюкокортикоидными гормонами. Наличие двух типов фагоцитов у голотурий (Dolmatova, Ulanova, 2015), а также обнаружение у иглокожих стероидных гормонов (Lafond, Mathieu, 2007) позволяют предполагать, что эти гормоны могут модулировать иммунный ответ голотурий через оксидантно-антиоксидантный баланс отдельных типов фагоцитов. Целью работы явилось исследование влияния синтетического глюкокортикоидного гормона дексаметазона (Dex) на оксидантно-антиоксидантный баланс в двух типах фагоцитов голотурии *E. fraudatrix*.

Фагоциты Ф1 и Ф2 типов получали центрифугированием в ступенчатом градиенте плотности фиколла-верографина и инкубировали 24 ч с буфером (контроль) или Dex (100 мкМ). Об уровне продукции АФК судили по восстановлению нитросинего тетразолия (НСТ). Активность каталазы и супероксиддисмутазы (СОД) определяли спектрофотометрически.

Выявлено, что Dex оказывал на активность СОД в фагоцитах противоположное действие: увеличивал активность фермента в Ф1 и снижал в Ф2. Активность каталазы при инкубации с Dex в Ф1 не изменялась, а в Ф2 увеличивалась в 1,5 раза по сравнению с контролем. При этом в Ф1 Dex

увеличивал уровень НСТ только в 1,5 раза, что указывает на то, что в Ф1 продукция АФК ингибировалась СОД. В Ф2 Dex увеличивал уровень НСТ в 7,5 раз. По видимому, действие Dex приводило к значительному росту уровня АФК в Ф2 на фоне недостаточной ферментной защиты. Можно предположить, что Dex способствует увеличению функциональной активности Ф2 в большей степени, чем в Ф1.

Полученные результаты о характере влияния Dex на Ф1 и Ф2 свидетельствуют в пользу предположения о наличии у голотурий стероидной регуляции. Кроме того, полученные данные могут быть использованы при разработке технологий аквакультуры иглокожих для повышения их иммунной защиты.

Настройка Региональной океанографической модели (ROMS) на гидрометеорологические условия залива Петра Великого и прилегающей северо-западной части Японского моря

Файман П.А., Данченков М.А., Олейников И.С.
ДВНИГМИ, pavel.fayman@gmail.com

С помощью региональной океанографической модели (ROMS) была рассчитана циркуляция вод залива Петра Великого за период с 2009 по 2010 год. Был проведен анализ сезонной изменчивости и верификация результатов моделирования на основе экспедиционных съемок ДВНИГМИ, которые проводились на акватории залива Петра Великого в соответствующие года. Область моделирования лежит в пределах 129.5° в.д. – 135.5° в.д., 40.5° с.ш.-43.5° с.ш. Шаг сетки равен 600 метрам, количество слоев равно 32. Метеорологические поля основаны на данных реанализов NCEP-DOE AMIP-II Reanalysis (потоки тепла и влаги) и Daily ASCAT global wind field (ветер). Начальные и граничные условия основаны на данных реанализа Japan Coastal Ocean Prediction Experiment Reanalysis (JCOPE). Результаты расчетов показали, что Приморское течение имеет сложную структуру и состоит из двух струй. Первая струя следует над континентальным склоном, вторая струя следует на шельфе и имеет сильную синоптическую изменчивость. Между шельфовой струей и берегом формируются антициклонические вихри.

О возможности оценки характеристик морского волнения в заливе Посъета с использованием данных широкополосной сейсмической станции и приливного гравиметра, установленных на мысе Шульца

Фищенко В.К., Голик А.В., Валитов М.Г., Кулинич Р.Г.
ТОИ ДВО РАН, fischenko@poi.dvo.ru

В составе системы научного мониторинга залива Петра Великого есть приборы, регистрирующие микросейсмические колебания Земли в диапазоне частот от 0.05 до 0.5 Гц. Основной причиной этих колебаний принято считать морские процессы, прежде всего волнение. Так, на мысе Шульца установлены широкополосная сейсмическая станция и высокоточный приливной гравиметр gPhone LaCoste. Последний прибор измеряет приливные и нерегулярные вариации силы тяжести в диапазоне частот от 0 до 0.5 Гц. Сравнение данных сейсмостанции и гравиметра в диапазоне частот «морских микросейсм» (0.05-0.5) Гц выявило их очень высокую коррелированность – до 0.98. Это свидетельствует, что в данном диапазоне гравиметр фактически аналогичен сейсмографу и также может быть использован в качестве измерителя микросейсм Земли.

В апреле 2016 г. в заливе Посъета недалеко от о. Фуругельма, в 25 км от мыса Шульца был установлен океанографический буй Fugro OCEANOR. Это дало основание для проведения исследования взаимосвязи характеристик регистрируемого буем волнения с данными сейсмостанции и гравиметра. Для сравнения с сейсмическими данными нами использовались т.н. «высоты значительных волн», формируемые буем с частотой один отсчет в час. Поскольку буй функционировал нестабильно, с перерывами, то для сравнения был выбран максимально длительный интервал непрерывной записи – 60 суток (с 21 апреля по 21 июня 2016 г.). Из баз данных системы научного мониторинга залива были

выбраны соответствующие записи сигналов сейсмостанции и гравиметра. Далее были рассчитаны их Фурье-спектрограммы, отображающие временную динамику частотного состава сигналов, затем проведено интегрирование спектрограмм по диапазону частот 0.1-0.5 Гц. Результирующие сигналы фактически представляют собой временные сигналы изменения мощности морских микросейсм на мысе Шульца. Сравнение их с сигналом волнения с буя показало высокую коррелированность – до 0.9.

Результаты выполненных исследований дают основание полагать, что показания сейсмической станции и приливного гравиметра, наряду с другими известными методами, могут быть использованы для оценки высоты морского волнения в прибрежных водах залива Петра Великого.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» на 2015-2017 гг. (проекты 15-I-4-062, 17-I-1-066 э, 15-I-1-014).

Регистрация аномально долгопериодных волн зыби средствами системы научного наблюдения залива Петра Великого

Фищенко В.К., Суботэ А.Е., Зимин П.С., Гончарова А.А.
ТОИ ДВО РАН, fischenko@poi.dvo.ru

Специалистами ТОИ ДВО РАН с 2008 года ведется развертывание системы комплексного оперативного наблюдения побережья и акваторий залива Петра Великого. Использование разнообразных территориально распределенных средств наблюдения позволяет более полно и комплексно исследовать протекающие в заливе природные процессы. В докладе приводится пример исследования случая прохождения в заливе Петра Великого аномально долгопериодных волн зыби.

Ранее волны зыби неоднократно регистрировались в заливе различными средствами наблюдения. Важной характеристикой зыби является ее период. Типовые значения наблюдавшихся нами периодов – 7-11 сек, в очень редких случаях регистрировались волны с периодами до 13-14 сек. 5-7 октября 2016 г. в спектрограмме данных видеоволномера, установленного в бухте Алексева (о. Попова), был замечен характерный для зыби линейный частотный трек длительностью около полутора суток. Трек имел линейный наклон в сторону увеличения частоты зыби (уменьшения ее периода), что указывало на то, что источник зыби был далеко от места наблюдения и возбужденные источником волны претерпевали дисперсию частотного состава на пути следования. Но основной особенностью трека было то, что его начальная часть соответствовала периодам зыби около 17 сек, что ранее нами не наблюдалось. Чтобы исключить возможность технической ошибки, были привлечены данные других средств наблюдения. В это время проводилась регистрация сигнала колебаний бакена возле о-ва Скребцова (40 км от о. Попова) с помощью установленной в здании института камеры (1.5 км от бакена). Несмотря на грубость такой системы наблюдения в спектрограмме ее данных также был обнаружен аналогичный частотный трек зыби. Этот же трек был обнаружен в спектрограммах горизонтальной компоненты сейсмической станции на мысе Шульца (70 км от о. Попова) и данных донного лазерного измерителя вариаций давления гидросферы, расположенного в бухте Витязь вблизи мыса Шульца. С использованием автоматически собираемых в нашей системе мониторинга синоптических карт Японского метеорологического агентства установлено, что наиболее вероятным источником зыби является тропический шторм Chaba, проходивший в это время вблизи берегов Японии.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» на 2015-2017 гг. (проекты 15-I-4-062, 17-I-1-066 э).

Генотоксичность – новый биохимический критерий в оценке качества морской среды

Челомин В.П.
ТОИ ДВО РАН, chelomin@poi.dvo.ru

**Статистические закономерности гидрохимического режима.
Система неконсервативных химических показателей в прибрежной зоне моря**

Шевцова О. В.
ТОИ ДВО РАН, OV_shevtsova@mail.ru

Подробно исследована выявленная ранее на примере Амурского зал. закономерность системы неконсервативных химических показателей в прибрежных водах: дробно-степенные связи между их суточными стандартными отклонениями s^* и коэффициентами вариации v^* и среднесуточными значениями $\langle P \rangle$, $s^* = \xi \langle P \rangle^\gamma$ и $v^* = \lambda \langle P \rangle^{-\mu}$ ($\gamma = 0.6-0.8$, $\mu = 0.2-0.4$, $\gamma + \mu = 1$, $\xi = \lambda$ при $\langle P \rangle = 10^{-2}-10^{-4}$ мг/кг). В систему входили определенные стандартными методами HCO_3^- , O_2 , CO_3^{2-} , CO_2 , SiO_3 , NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} и NO_2^- .

Рассматривается физический смысл параметров γ , μ и ξ , λ , механизм формирования полученных соотношений, их практическая значимость.

Параметры γ , μ меняются в относительно узких пределах и характеризуют данную систему химических показателей в данной точке наблюдений при данных условиях. Параметры ξ , λ изменчивы и характеризуют точку наблюдений, а именно, совокупное влияние факторов изменчивости на эти показатели в данной точке в период наблюдений.

К пониманию механизма обсуждаемых дробно-степенных связей подводит их аналогия известному из статистической физики соотношению между вариациями числа частиц идеального газа и их средним значением, которое описывается законом Пуассона: $\langle (\Delta N)^2 \rangle^{0.5} / \langle N \rangle = \langle N \rangle^{-0.5}$, где $\langle (\Delta N)^2 \rangle^{0.5}$ – стандартное отклонение от среднего $\langle N \rangle$.

Найденным связям подчиняются хлорофиллы X_{la} , X_{lb} , X_{lc} и растворенные Cu , Mn , Zn , Fe . Очевидно, и другие вещества с $\langle P \rangle = 10^{-2}-10^{-4}$ мг/кг, включая загрязняющие, будут вести себя также. По оценкам, вещества с $\langle P \rangle < 0.01-0.2$ мг/кг, должны проявлять высокую изменчивость с $v^* > 33\%$. Этот факт всегда следует учитывать в различных исследованиях.

Степенные связи справедливы и для других прибрежных вод: шельфа о.Сахалин (Охотское море), фьорда Эзкёра (о.Короля Георга, Антарктика), над Гданьской впадиной (Балтийское море). Можно полагать, что они справедливы и для других районов Океана.

В естествознании известно множество сложных систем со степенным описанием (часто с похожими γ , μ), и порождающие их механизмы активно изучаются. Поэтому исследование найденных связей важно не только с точки зрения особенностей функционирования именно гидрохимических систем, статистического описания комплексного химического режима морских и эстуарных вод, прогноза временной изменчивости различных веществ, но и для решения более широких задач – познания общих принципов формирования сложных систем и дробно-степенных законов в природе.

**Гидродинамические и геоморфологические процессы в районе строительства
угольного терминала порт "Вера" (Уссурийский залив Японского моря)**

Шевченко Г.В., Горбунов А.О., Королев П.Ю.
ИМГиГ ДВО РАН, g.shevchenko@imgg.ru

В сентябре-ноябре 2014 г. в районе м. Открытый (западное побережье Уссурийского залива Японского моря), в котором планируется строительство угольного морского терминала «Порт Вера», были проведены комплексные океанологические и геоморфологические исследования. Для изучения гидродинамического режима, были установлены: цифровая метеостанция, два измерителя волнения на различной глубине, измеритель течений и колебаний уровня моря. Выполнено маршрутное обследование побережья, батиметрические работы на четырех поперечных берегу галсах и на них отобраны пробы поверхностного донного грунта (дважды).

За период наблюдений на погодные условия в районе проведения экспериментальных исследований оказывала влияние серия циклонов. Максимальные скорости ветра 10-минутного осреднения С-СЗ румбов достигали 15 м/с.

Приливы играли относительно небольшую роль в колебаниях уровня моря (около 40% в общей дисперсии), максимальный возможный размах составляет 40 см. Непериодические колебания уровня

также невелики, в пределах полуметра несмотря на ряд штормовых ситуаций. Приливные течения ориентированы вдоль берега и не превышают 5 см/с по величине. Непериодические течения обусловлены воздействием ветра и общей антициклонической циркуляцией вод в заливе (доля течений Ю румба 46.8%), максимальные значения скорости достигали 40-45 см/с.

За период наблюдений отмечено 2 сильных и несколько умеренных штормов. В целом, преобладало короткопериодное волнение, но при штормах главную роль играли волны зыби, приходящие с акватории Японского моря. При штормовых ситуациях формируются инфрагравитационные волны, как распространяющиеся в сторону берега и формирующие волновой нагон, так и движущиеся вдоль берега захваченные краевые волны с периодами 45-65 и 15-20 с.

Береговой участок разделен на три части. На северном и южном участках, выступающих в море, отмечена абразия, скорость которой незначительна, из-за прочности пород и наличия протяженного мелководного бенча. Средний, вогнутый участок, защищен пляжем, и относительно стабилен. Кроме абразии, опасность вызывают склоновые и лотковые селевые потоки, блоковые оползни и обвальнo-осыпные процессы, развитые на мысовых участках.

Сезонная изменчивость океанологических условий в акватории, прилегающей к юго-западному побережью о. Сахалин

Шевченко Г.В.¹, Частиков В.Н.², Марыжихин В.Е.²

¹ИМГиГ ДВО РАН, g.shevchenko@imgg.ru

²СахНИРО

Акватория, прилегающая к юго-западному побережью о. Сахалин, отличается значительной динамикой и, как следствие, существенными вариациями гидрологического режима. На него оказывают влияние теплое Цусимское и холодное Западно-Сахалинское течения (ЗСТ). До сих пор не установилось окончательного мнения по поводу происхождения пояса холодных вод у берегов полуострова Крильон и наличия противотечения течению Соя, которое выносит более холодные и менее соленые охотоморские воды в южную часть Татарского пролива. Средние многолетние распределения температуры и солености, рассчитанные для различных месяцев года по всем выполненным на стандартном разрезе Перепутье – о.Монерон океанологическим съемкам, являются наиболее подходящим материалом для изучения сезонных вариаций гидрологического режима в данном районе.

Зима (январь-март). Для зимнего сезона характерен выраженный заток охотоморских холодных вод низкой солености вблизи берега о. Сахалин. Влияние теплого Цусимского течения минимально, оно проявляется главным образом с западной стороны о. Монерон на глубинах более 50 м. Западно-Сахалинское течение отсутствует.

Весна. Для весеннего сезона (апрель-июнь) характерны зарождение Западно-Сахалинского и активизация теплого Цусимского течений. С июня распределение солености носит достаточно равномерный характер.

Лето. Для летнего сезона (июль-сентябрь) характерны максимальные значения температуры, наличие холодных вод вблизи берега Сахалина, однородное распределение солености. В сентябре прогрев поверхностных вод достигает своего максимума (19-20°C), а значения плотности – минимальных значений. Сентябрь - период максимальной интенсивности Западно-Сахалинского течения.

Осень (октябрь-декабрь). Для октября характерны снижение температуры поверхностного слоя, оттеснение теплых вод от берега Сахалина, наличие вод низкой солености на значительных площадях, уменьшение градиента поля плотности, что указывает на ослабление Западно-Сахалинского течения. Для ноября и декабря типично существенное выхолаживание вод поверхностного слоя, усиление влияния охотоморских вод низкой солености, начинает формироваться прибрежный поток северного направления. Западно-Сахалинское течение прекращает свое существование.

Биогеохимические свойства вод залива Петра Великого по спутниковым данным

Штрайхерт Е.А., Захарков С.П.
ТОИ ДВО РАН, straj@poi.dvo.ru

Биогеохимические свойства приповерхностного слоя водоёмов могут быть разграничены по спутниковым данным о цвете вод. К показателям, характеризующим биогеохимические свойства вод (БГХП) можно отнести концентрацию и флуоресценцию хлорофилла-*a* (K_{chl} и Φ_{chl}), показатели поглощения света детритом и жёлтым веществом (a_{dg}), обратного рассеяния света взвешенными частицами (b_{bp}). Целью работы является изучение изменчивости указанных выше показателей по спутниковым данным на разрезах в Амурском заливе (АЗ) и на разрезе, проходящем вдоль берега в заливе Посъета (ЗП) вблизи острова Фурунгельма.

В работе использовались данные о цвете вод со спутниковых сенсоров MODIS-Aqua и GOCI-COMS уровня 1 с мая по сентябрь 2007, 2008, 2013, 2014 гг. Также использовались данные о температуре поверхности моря датчика MODIS-Aqua. Данные были взяты с сайта <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>. Их обработка была выполнена с помощью программного обеспечения SeaDAS версий 6.4 и 7.3. Изменчивость БГХП сопоставлялась со скоростью и направлением ветра, количеством атмосферных осадков. Эти данные были получены для гидрометеорологических станций Владивосток и Посъет через сайт <http://rp5.ru> и со спутника TRMM для районов, ограниченных координатами 1) 42.5°-43.5° с.ш.; 131°-132.2° в.д. и 2) 42.2°-42.7° с.ш.; 130.5°-131.2° в.д. через систему Giovanni (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>). Суточная изменчивость БГХП была сопоставлена с графиком хода уровня моря в пункте "Владивосток" (<http://esimo.oceanography.ru/tides>).

Выявлены закономерности в распределении БГХП на разрезах в АЗ и ЗП при ветрах северных и южных, западных направлений с учётом выпадения атмосферных осадков. В конце августа - начале сентября с преобладанием ветров северного направления отмечено увеличение показателей a_{dg} и Φ_{chl} в приповерхностном слое вод, что связано началом ветрового и конвективного перемешивания вод и накоплением органики в подповерхностных слоях. При выпадении значительного количества атмосферных осадков возможен сброс вод водохранилищами, находящимися на реках Седанка и Богатая. На распределениях БГХП за 2013/08/09 прослеживается поток от восточного к западному берегу АЗ. При этом показатель b_{bp} в ЗП был повышен по сравнению с другими днями.

Научное издание

**ТРЕТЬЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ОКЕАНОГРАФИЯ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО И
ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ»**

26-28 апреля 2017 г., г. Владивосток, ТОИ ДВО РАН

Тезисы докладов

Тезисы докладов печатаются в авторской редакции

Составитель оригинал-макета:

О.О. Трусенкова

Обложка – А.В. Серeda

Подписано к печати 24.03.2017 г.

Сетевое (on-line) электронное издание

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева
690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, 43
Тел.(423)2311-400, факс (423)2312-573, email: pacific@vlad.ru

