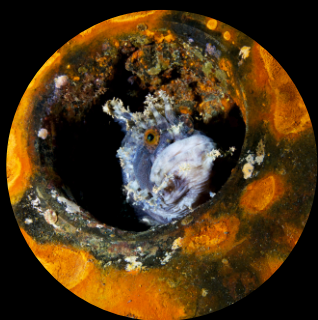
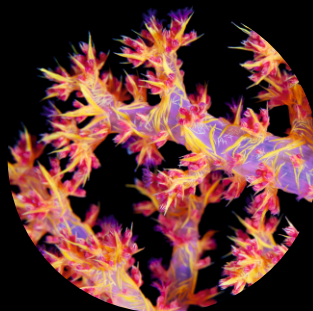
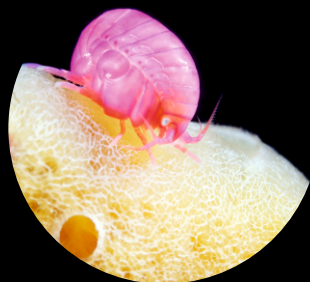




IV МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
**«МОРСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
И ОБРАЗОВАНИЕ:
MARESEDU-2015»**
СБОРНИК ТЕЗИСОВ
19-24 ОКТЯБРЯ 2015 Г.
МОСКВА, ЛОМОНОСОВСКИЙ КОРПУС МГУ

 **marine
research Education 2015**



Организаторы конференции:

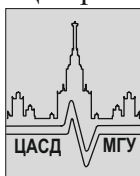
- Учебно-Научный Центр ЮНЕСКО-МГУ по морской геологии и геофизике;
- Центр морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова;
- Биологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова;
- Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова;
- Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова;

Спонсоры:



Координатор конференции:

Центр анализа сейсмических данных МГУ имени М.В. Ломоносова



Россия, г. Москва, Ленинские горы,
владение 1, строение 77, офис 104
тел.: +7(495)930-85-52
факс.: +7(495)930-80-58
email: info@msuseismic.com

При поддержке: Грант РФФИ 15-05-20889



Информационные партнеры:



О конференции



Учебно-Научный Центр ЮНЕСКО-МГУ по морской геологии и геофизике, Центр морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова, Биологический, Географический и Геологический факультеты МГУ имени М.В. Ломоносова рады приветствовать Вас на IV международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование: MARESEDU-2015».

Первая конференция «Морские исследования и образование», собравшая вместе ученых, работающих на передовом крае научного освоения Мирового океана и преподавателей университетов, готовящих морские научные кадры, состоялась 24 октября 2012 года, в День рождения выдающегося морского геолога и педагога, профессора Михаила Константиновича Иванова. Конференция нашла широкий отклик в среде ученых, преподавателей и профессионалов-практиков и с тех пор проводится ежегодно. Конференция 2015 года посвящена 70-летию Михаила Константиновича Иванова.

В рамках конференции участникам предлагается обсудить состояние и перспективы развития комплексных исследований Мирового океана, актуальные проблемы природопользования и сохранения биоразнообразия в водных пространствах, освоение ресурсов континентального шельфа, а также достижения науки в области морской геологоразведки и экомониторинга и современные методические подходы к исследованию обширных акваторий различными методами.

Конференция организуется и проводится под председательством
САДОВНИЧЕГО ВИКТОРА АНТОНОВИЧА, ректора МГУ имени М.В. Ломоносова, Академика РАН.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

ТРОФИМОВ ВИКТОР ТИТОВИЧ (сопредседателя организационного комитета)	<i>Проректор МГУ имени М.В. Ломоносова, д.г.-м.н., профессор</i>
ДОБРОЛЮБОВ СЕРГЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ (сопредседателя организационного комитета)	<i>Член-корреспондент РАН, и.о. декана Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, д.г.н., профессор</i>
КИРПИЧНИКОВ МИХАИЛ ПЕТРОВИЧ (сопредседателя организационного комитета)	<i>Академик РАН, декан Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, д.б.н., профессор</i>
ПУЩАРОВСКИЙ ДМИТРИЙ ЮРЬЕВИЧ (сопредседателя организационного комитета)	<i>Академик РАН, декан Геологического факультета, д.г.-м.н., профессор</i>

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

АХМАНОВ ГРИГОРИЙ ГЕОРГИЕВИЧ (Председатель программного комитета)	<i>Доцент, руководитель кафедры ЮНЕСКО по морской геологии и геофизике, директор Учебно-научного Центра ЮНЕСКО-МГУ по морской геологии и геофизике при геологическом факультете, к.г.н.</i>
ДЕМИДОВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ (Сопредседатель программного комитета)	<i>Доцент, с.н.с. кафедры океанологии Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, к.г.н.</i>
СУБЕТТО ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ (Сопредседатель программного комитета)	<i>Директор Института водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, д.г.н.</i>
ТОКАРЕВ МИХАИЛ ЮРЬЕВИЧ (Сопредседатель программного комитета)	<i>директор Центра анализа сейсмических данных МГУ, старший преподаватель кафедры сейсмометрии и геоакустики Геологического факультета МГУ</i>
ЦЕТЛИН АЛЕКСАНДР БОРИСОВИЧ (Сопредседатель программного комитета)	<i>Директор Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова, профессор биологического факультета МГУ, д.б.н.</i>

Члены организационного комитета:

КОРОСТ ДМИТРИЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ	<i>Директор Центра морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова, к.г.-м.н.</i>
МОКИЕВСКИЙ ВАДИМ ОЛЕГОВИЧ	<i>Заведующий лабораторией экологии прибрежных донных сообществ Института океанологии им. П.П. Шириова РАН, д.б.н.</i>
ШАБАЛИН НИКОЛАЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ	<i>Исполнительный директор Центра морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова</i>

Оглавление

Пленарные доклады	11
Mikhail Ivanov – a new mud volcano sitting on deep-reaching transform faults in the SW Iberian Margin (NE Atlantic).....	12
Shaping the Polytechnicians of the Ocean	15
The giant Troll pockmark field (Northern North Sea): deglaciation, piercements and methanogenic carbonates.....	16
Lake Baikal seeps and mud volcanoes: what can we learn from thermal data in the sediments?	18
Озера и палеолимнологические реконструкции Lakes and palaeolimnological reconstructions	20
Training through research program and its floating university facility.....	24
Проект Class@Baikal: развивая традиции Международной Программы «Обучение-через-исследование (Плавучий Университет)»	27
Арктический плавучий университет: полярный вектор развития идей М. К. Иванова	32
Генерация цунами подводными оползнями	34
Реакции белух на шум электроискрового сейсмического прибора «Спаркер».....	38
Integrated environmental studies of the Arctic	40
Геофизические исследования на акваториях.....	42
Устные доклады	42
Состояние и перспективы развития регистрирующих систем для сейсмоакустических исследований на акваториях.....	43
Моделирование глубинного строения окраинных морей Тихого океана вдоль геотраверсов	45
Комплекс геолого-геофизических исследований для изучения железомарганцевых конкреций абиссальных котловин в провинции Кларион-Клиппертон и кобальтоносных марганцевых корок на гайотах Магеллановых гор, Тихий океан – сходство и различия.....	49
Опыт применения технологии частотно-резонансной обработки и интерпретации данных ДЗЗ для оперативной оценки ресурсов углеводородов на шельфе	52
Комплексные глубинные сейсмические исследования Карибского бассейна	56
Численное решение задач сейсморазведки в арктических условиях сеточно-характеристическим методом	59
Комплексные исследования островодужных подводных вулканов северо-западной части Тихого океана	63
Геологические опасности, их роль в природоохранных программах и использование геофизических методов для их выявления, оценки и картирования	66
Возможности георадиолокации при изучении четвертичных отложений в озерах Карелии	67
Совместное решение двух обратных задач для изолированных гравитационных аномалий модельных структур внутреннего ядра Земли	69
Геофизические исследования на акваториях.....	72
Стендовые доклады	72
Геолого-геофизические исследования морских донных ландшафтов юго-восточной части Балтийского моря.....	73

Сравнение методов седиментации и лазерной дифракции в анализе гранулометрического состава морских донных отложений	77
Морская биология	80
Устные доклады	80
Оценка первичной продукции эстуариев рек Раздольная и Суходол (залив Петра Великого, Японское море).....	81
Исследование бентосного сообщества озера Нижнего Ершовского в марте 2015 г.....	84
Новейшие биоакустические методы исследования морской фауны.....	86
Морфологические особенности строения раковины моллюска-камнеточца <i>Petricola lithophaga</i> (Retzius, 1788) (Mollusca: Veneridae) с крымского побережья Чёрного моря	98
Зимняя экология арктического зоопланктона – a Big Black Box.....	101
Winter ecology of the arctic zooplankton – a Big Black Box.....	103
Седиментационный поток взвешенного органического фосфора в верхнем слое глубоководной области Черного моря	104
Наблюдения за морскими млекопитающими в морях Баренцевом, Карском, Лаптевых и Восточно-Сибирском в рамках экспедиции «Кара-Зима-2015»	108
Морская биология	111
Стендовые доклады	111
Комплексное изучение и картографирование донных ландшафтов восточной части Ругозерской губы в районе острова Высокий (Кандалакшский залив, Белое море)	112
Исследование бентосного сообщества Кисло-Сладкого озера, отделяющегося от Белого моря, зимой 2015 г.	116
Исследование бентосного сообщества озера Еловый Наволок в июле 2015 г.	118
Изучение гидрофобных компонентов растворенного органического вещества природных вод	121
Hydrocarbons in the lakes near the Kandalaksha Bay of the White Sea.....	124
Изучение распределения моллюсков и других массовых беспозвоночных по глубинам озера на Зеленом мысу	125
Изучение спектральными и микроскопическими методами зеленых серных бактерий в стратифицированных системах с нарушенной циркуляцией воды.....	129
Исследование гидрологических характеристик в лагуне на Зеленом мысу	133
Исследование бентосного сообщества Кисло-Сладкого озера в марте 2015 г, после заморной зимы	136
Популяционная структура двустворчатого моллюска-вселенца <i>Anadara kagoshimensis</i> на Северо-Кавказском побережье Черного моря.....	139
Географическая изменчивость гистопатологических характеристик двустворчатого моллюска <i>Anadara kagoshimensis</i> и ее связь с биоаккумуляцией тяжелых металлов в Российском секторе Черного моря.....	140
Исследование бентосного сообщества озера Трехцветного в июле 2015 г.	144
Исследование бентосного сообщества озера На Зеленом Мысу в марте 2015 г.....	148
Исследование бентосного сообщества Кисло-Сладкого озера в июле 2015 г: мониторинг в течение заморного года	151
Сравнение оптических и физико-химических характеристик аноксигенных фотосинтетиков из отделяющихся от Белого моря водоемов в летний и зимний периоды	155

Почему ужом обыкновенный (<i>Ophioglossum vulgatum</i> L.) характерен для сообществ берегов отделяющихся от Белого моря водоемов	158
Измерения и анализ энергии гидрометеорологией	161
Исследование содержимого желудков трески в рамках учебной практики по зоологии беспозвоночных в Кандалакшском заповеднике	165
Описание сообщества макрозообентоса в местах кормлений некоторых видов уток в Лувеньгском архипелаге.	168
Новые особенности строения аппарата питания семги (<i>Salmo salar</i>).	172
Исследование макрозообентоса озера На Зеленом Мысу в июле 2015 г.	176
Изучение вертикального распределения некоторых микроорганизмов в лагуне на Зелёном мысу	179
Особенности пространственно-временной изменчивости взвешенного органического фосфора в верхнем слое пелагиали Черного моря	183
Микрофитобентос Юго-Западной части Карского моря	187
Определение численности криптофитовых водорослей <i>rhodomonas</i> sp. в лагуне на зеленом мысу и отработка способа ее определения методом спектрофотометрии	193
Спектральное изучение зеленых серных бактерий из отделяющихся от Белого моря водоемов	196
Spectral study of green sulfur bacteria from the White sea separating reservoirs	198
Динофизис как причина вымирания моллюсков в лагуне На Зеленом Мысу	201
Океанология	204
Устные доклады	204
Термохалинная циркуляция Северной Атлантики и ее моделирование для современного климата с использованием боксовой модели	205
Особенности гидролого-гидрохимической структуры вод шельфа и материкового склона морей Содружества и Амундсена	209
Особенности гидрохимической структуры вод центральной части Арктического бассейна	212
Ветро-волновой режим Черного и Балтийского морей	215
Особенности распределения коэффициента вертикальной турбулентной диффузии для различных естественных бассейнов Мирового океана	217
Структура и динамика вод прибрежной части Балтийского моря вблизи побережья Калининградской области.	219
Численное моделирование течений в прибрежной зоне Южного берега Крыма	222
Изменчивость меридиональной циркуляции и переноса тепла в Северной Атлантике по данным контактных наблюдений и реанализов	225
Новый инструмент оперативной оценки свойств гидрофизических неоднородностей водной толщи в океане – сейсмическая океанография	229
Приливы в изолированных морях: Балтийском, Черном и Каспийском	232
Комплексные гидрометеорологические исследования в бухтах Крыма и Севастополя (февраль-июль 2015 г.)	235
Событие локальной вентиляции аэробной зоны в северо-восточной части Черного моря в ноябре 2014 г.	238
Влияние ледового покрова в арктике на турбулентные потоки тепла между океаном и атмосферой	243

О проявлении квазипериодических внешних сил в ритмичности Эль-Ниньо – Южного колебания	247
Новая методология изучения Аральского моря.....	251
О причинах формирования аномалий температуры в верхнем слое Северной Атлантики	255
Гидрологическая структура вод Балтийского пролива.	257
Океанология	261
Стеновые доклады	261
Изменчивость поля аномалий уровня моря в Юго-Восточной части Балтийского моря по данным спутниковых измерений.	262
Заключение.....	265
Гидрометеорологические наблюдения Голубой и Геленджикской бухт.....	266
Сезонная изменчивость водных масс Балтийского моря	268
Моделирование профиля равновесия подводного берегового склона в программных пакетах Delft3D и X-Beach	272
Сравнительный анализ характеристик приземного ветра п-ва Крым и прилегающей к нему акватории Черного моря по разным типам данных.....	275
Сезонная изменчивость термической и соленостной структур прибрежных вод Балтийского моря у берегов Калининградской области	278
Сезонная изменчивость прозрачности вод в глубоководных районах Черного моря в XX столетии	282
Моделирование течений в многорукавной приливной устьевой области Северной Двины	286
Классификация прибрежных ландшафтов с помощью данных дистанционного зондирования Земли на примере литорали и сублиторали окрестностей ББС МГУ.	290
Воспроизведение структуры и переносов водных масс Атлантики в численных моделях	295
Гидрохимические условия в прибрежных водах Балтийского моря.....	297
Исследования вихревой активности в Баренцевом море по спутниковым данным	301
Динамика вод в Балтийском проливе и его окрестностях	304
Экспресс анализ состава морской воды по данным пассивного оптического зондирования прибрежных акваторий с борта судна.....	307
Гидрологическая структура вод Балтийского моря вблизи Самбийского полуострова по данным экспедиционных наблюдений в 2015 году.	309
Прямое численное моделирование аттракторов внутренних волн, их устойчивости и каскадных процессов.....	313
Ледовые условия у Южного материка в начале XIX в. и в последние 40 лет.....	318
Анализ долгопериодной изменчивости термохалинных характеристик вод в Гренландском море в 1950-2012 годах	323
Восстановление полей дрейфа морского льда по данным радиолокаторов с синтезированной апертурой.....	326
Закономерности формирования гидрологической структуры вод на западном шельфе Черного моря на основе численного моделирования.	330
Зависимость направлений течения вдоль Самбийского полуострова от направления ветра	331
Численный анализ трансформации загрязняющих веществ, течений и сгонно-нагонных процессов в Азовском море	332

Морская геология.....	336
Устные доклады	336
Газо-геохимические исследования углеводородных газов донных осадков озера Байкал: предварительные результаты Второй международной научно-исследовательской экспедиции Class@Baikal-2015.....	337
Опыт участия в исследованиях гидротермальной активности на внутренних океанических комплексах Срединно-Атлантического хребта.....	339
Формирование аутигенных карбонатов в различных обстановках субаквального диагенеза.....	343
Неволновые факторы морфолитогенеза береговой зоны Кандалакшского залива Белого моря (результаты мониторинга на ББС МГУ в 2009-2015 гг.).....	345
Гравитационные процессы на склоне Кукуйской гривы озера Байкал (по результатам экспедиций TTR-Class@Baikal 2014 и 2015 гг.).....	348
Эффект различий свойств осадков в окрестности подводных грязевых вулканов и различий в цикличности их активности на процесс гидратообразования в морском дне (по результатам математического моделирования).....	350
Геофизические поисковые признаки придонных газовых гидратов озера Байкал: на примере сипа «Красный Яр»	353
О глубине корней грязевых вулканов озера Байкал	355
About the depth of roots of mud volcanoes in Lake Baikal	356
История формирования дельт проливов у о. Сенгейский (Баренцево море)	358
Геологическое строение юрско-мелового комплекса вала Шатского (Черное море)	361
Морская геология.....	365
Стеновые доклады	365
Architecture and lithofacies of deep sea turbidite systems: an integrated approach from a field outcrop-to a seismic-scale observation dedicated to geosciences students.....	366
Генезис бэровских бугров	368
Исследование теплопроводности и температуры донных отложений озера Байкал.....	371
Глория дрифт – контурит или гемитурбидит?	375
Газо-геохимическое исследование углеводородных газов зон фокусированной разгрузки озера Байкал (структуры Голоустное и Красный Яр) по результатам экспедиции Class@Baikal-2015	377
Свойства донных отложений в районе структуры «Санкт-Петербург» озера Байкал.....	379
Гравитационные процессы на подводных склонах озера Байкал.....	380
Морфоструктура дна Мирового океана на учебной геоморфологической карте Мира	381
Геолого-геофизические исследования центральной части глубоководной осадочной системы Хурай озера Байкал.....	385
Оползни на восточном склоне о. Сахалин.....	386
Свойства грязевулканической брекчии грязевого вулкана “Большой” озера Байкал	388
Исследования состава и свойств углеводородных газов донных отложений озера Байкал, отобранных во Второй международной научно-исследовательской экспедиции Class@Baikal-2015	389
Гидрология	391
Устные доклады	391

Современные особенности ледового режима рек Арктического побережья Европейской территории России.....	392
Долговременные фазы многолетних изменений речного стока крупнейших рек южного макросклона Русской равнины.....	395
Гидролого-морфологические условия в гиперприливном устье реки Пенжина в теплое время года и их влияние на водную биоту	399
Оценка последствий строительства водохранилищ в бассейне р. Селенги.....	402
Исследование и моделирование параметров гидрологического режима эстуариев Мезени и Кулоя для целей проектирования Мезенской приливной электростанции	406
Изменения гравитационного поля в бассейнах крупных рек России по данным GRACE.....	411
Антропогенные изменения величины и режима стока воды рек, впадающих в моря Российской Арктики	412
Построение зоны затопления для речной сети с элементами моделирования распространения воды по рельефу.....	415
Штормовые нагоны и сгоны вод в Обской губе и гидрохимические характеристики вод.....	419
Комплексные исследования водных объектов побережья Белого моря в зимний период.....	423
Приливные волны в эстуарии	427
Классификация устьевых областей рек Южного острова Новой Земли по гидролого-морфометрическим характеристикам	431
Прогнозирование уровней воды в нижнем течении р. Виллой при прохождении дождевых паводков.....	434
Гидрология	437
Стендовые доклады	437
Исследования уровня режима водных объектов северо - западного побережья Белого моря.....	438
Гидрологические, гидрохимические и микробиологические условия меромиктических водоемов губы Канда, отделенных от Белого моря дамбой	441
Роль паводков в современном водном режиме рек Европейской территории России (ЕТР)	446
Исследования содержания тяжёлых металлов в монгольской части бассейна р. Селенга в 2012-2014гг	449
Многолетняя изменчивость физико-химических параметров в частично изолированной лагуне на Зеленом Мысу (Карельский берег Белого моря) Long-term variability of physical and chemical parameters in a partially isolated lagoon at the Cape Zeleny (Karelian coast of the White Sea)	451
Палеолимнологические исследования на Онежском полуострове Белого моря.	455
Оценка опасности русловых процессов и неблагоприятных гидрологических явлений на полугорных реках на примере участка р.Катунь в пределах Уймонского расширения ее долины	457
Динамика потока в приливном эстуарии р.Мезени	460
Рациональное природопользование	462
Устные доклады	462
Имитационное моделирование интегрированной политрофической марикультуры	463
Информационное обслуживание пользователей с помощью ресурсов и сервисов ЕСИМО.....	467
Новейшая тектоника в развитии квазиприродных экосистем	469
Регламент экологических работ в прибрежной зоне и на акваториях	473

Система распределения химических элементов в гидросфере как экологический стандарт	477
Стратегическое управление природной рентой прибрежных арктических зон.....	481
Гидрогеологическое обоснование системы мониторинга на объекте нефтяного загрязнения.....	485
Современный опыт минимизация негативного антропогенного воздействия на морских млекопитающих в условиях ограниченной видимости.	488
Морское пространственное планирование в юго-восточной части Балтийского моря.....	492
Географические проблемы выбора трассы и сооружения постоянного транспортного перехода через Керченский пролив	496
Рациональное природопользование	501
Стендовые доклады	501
Изучение качества воды на территории Забайкальского Национального парка зимой 2015 г.....	502
The study of water quality in the territory Zabaikalsky National Park in winter 2015.....	505
Многолетний мониторинг морфолитодинамики косы Тузла	506
Морской пластик: проблема и возможные пути ее решения.	508
Оценка качества морских вод Черного моря на примере Анапского района Краснодарского края.....	510

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ, ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ВОДОЕМОВ ГУБЫ КАНДА, ОТДЕЛЕННЫХ ОТ БЕЛОГО МОРЯ ДАМБОЙ

Саввичев А.С.¹, Демиденко Н.А.², Савенко А.В.³, Покровский О.С.⁴, Калмацкая О.В.⁵, Харчева А.Н.⁵

¹ Институт микробиологии имени С.Н. Виноградского РАН, г. Москва, e-mail: savvichev@mail.ru; ² Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова, г. Москва, e-mail: demidenko_nikola@mail.ru; ³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, e-mail: Alla_Savenko@rambler.ru; ⁴ Национальный исследовательский Томский государственный университет, e-mail: oleg@get.obs-mip.fr; ⁵ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физический факультет, e-mail: kalmackaya@physics.msu.ru, harcheva.anastasiya@physics.msu.ru

Целью изучения гидрологического, гидрохимического, гидробиологического и микробиологического состояния меромиктических водоемов губы Канда Белого моря является оценка изменения природных условий при антропогенном отделении морских заливов для строительства приливных электростанций, опреснения морских бассейнов, развития марикультуры.

Строительство железнодорожной дамбы на Мурман в 1915 г. и автодороги «Кола» Санкт-Петербург – Мурманск через центральную часть губы Канда изменило ее гидрологический режим. Губа Канда – глубоко вдающийся в материк небольшой фиорд, длиной 22 км, расположенный в вершине Кандакшского залива Белого моря. Строительство дамб многократно снизило водообмен между губой и морем [4]. В настоящее время колебания уровня воды в морской части губы не превышают 0,5 м, хотя до зарегулирования здесь был выражен приливный цикл, характерный для Кандакшского залива. Нарушение водообмена привело к застойным явлениям, в результате чего соленые воды на глубинах более 10 м практически лишены кислорода, а придонные слои насыщены сероводородом. Гидрологический режим Канда-губы – это сложный и сжатый во времени техногенный вариант процесса отчленения от моря системы крупных озер, где можно наблюдать совместное присутствие пресных и морских водных масс. Горизонтальная и вертикальная структура вод достаточно устойчива, что позволяет сосуществовать в пределах губы пресноводным и морским видам животных. Вследствие изоляции произошло изменение гидрологического и гидрохимического режимов, а затем микробиологических и гидробиологических условий губы, ранее сходных с условиями прилегающей части Кандакшского залива [1–3].

Соленость вод губы Канда изменяется в широком диапазоне: от 0,2 до 22,2‰. В поверхностном опресненном горизонте сумма ионов постепенно увеличивается от 0,2–0,4 мг/л в кутовой части губы до 3–6‰ к морскому плесу. В придонном горизонте соленость вод колеблется от 13,8 до 21,9‰. Для всей губы характерно сильное опреснение поверхностных слоев: в центральной и кутовой частях в летний период поверхностная соленость обычно не превышает 1,9‰ и только в июле 1962 г., после очень жаркого и сухого периода, она достигала 3,6‰ [3]. В морской части губы поверхностная соленость колеблется от 2,6‰ в западной части до 6,5‰ у фильтрующей железнодорожной дамбы.

Для вертикального распределения солености характерно наличие двух основных водных масс: пресноводно-солонатоводного миксолимниона и высокосоленого монимолимниона, разделенных между собой хемоклином. Толщина слоя опресненных вод изменяется в разных районах губы от 1 до 10 м. Эти воды обильно насыщены кислородом (80–100%), хорошо прогреваются в летний период, содержат много углекислоты и органических веществ. Летом 1963 г. опресненный слой до 4–5‰ в морской части составлял не более 2 м; в центральной части опреснение от 1,8‰ до 4‰ распространялось до четырехметровой глубины.

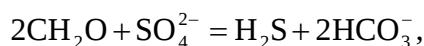
Ниже расположен слой мощностью 2–4 м с резким возрастанием солености (гало- или хемоклин), обычно совпадающий с термоклинном. Хемоклин характеризуется высоким (иногда до 10‰ на 1 м) градиентом солености. Глубже 8–10 м залегают высокосоленые воды, являющиеся в кутовой и центральной частях почти застойными. Последние практически лишены кислорода (иногда до его полного отсутствия), насыщены углекислотой (от 57 до 350 мг/л) и в нижних слоях – растворенным сероводородом (до 7–8 мг/л, иногда до 11,5 мг/л). Температура придонного

горизонта остается низкой (3,2–4,5°C) в течение всего года, опускаясь в самых глубоких участках до 2,7°C. Соленость в морской части губы достигает 18‰ на глубине 4–6 м, постепенно увеличиваясь до 23‰ у дна. В центральной части губы с глубиной происходит резкое возрастание солености: от 3–4‰ на глубине 4 м до 15,5‰ на глубине 10 м и до 19‰ в самых глубоких участках [3]. В кутовой части губы в придонном горизонте максимальная соленость отмечается весной и осенью (соответственно 5 и 9‰) [1]. Единственные обитатели этих вод – анаэробные бактерии. Границы между водными массами особенно резко обозначены в период летней стратификации. Осеннее и весеннее перемешивание вод приводит к частичному размыванию галоклина и осолонению нижних горизонтов миксолимниона.

По данным гидрологической съемки, проведенной в морской части губы Канда в зимний период в конце января 2015 г., толщина льда на акватории составляла в среднем 42 см, высота снежного покрова на льду достигала 15 см. Глубины на гидрологических станциях изменялись от 8 м в западной части плеса до 17 м в центральной части у о. Крокалий. В западной части морского плеса температура воды в поверхностном горизонте, где вода практически пресная, была равной 0°C; в центральной части с повышенной соленостью поверхностных вод составляла –0,2°C. С глубиной температура воды увеличивалась, и в придонном горизонте достигала 2,8°C у западной, более мелководной, части по сравнению с 2,3–2,5°C в центральной части с глубинами 13–17 м.

Соленость воды в зимний период в поверхностном горизонте изменялась от 0,2‰ в западной части морской акватории губы до 1,6‰ в центральной части у о. Крокалий. Верхний слой воды подо льдом был значительно распреснен и составлял толщину 5–6 м от поверхности. Соленость в этом слое постепенно увеличивалась с глубиной до 5‰. Ниже располагался слой мощностью 1–2 м с резким возрастанием солености (галоклин), совпадающий с термоклинном и характеризующийся высоким (10–12‰ на 1 м) градиентом солености. Ниже галоклина соленость постепенно возрастала к придонным горизонтам и на всех станциях на глубине 10 м составляла 20‰. В западной части морской акватории глубиной 8 м соленость у дна составляла 19,2‰.

Солевой состав вод губы Канда практически не испытывает сезонных изменений. Воды принадлежат к хлоридному классу, группе натрия. Так, из табл. 1 видно, что в центральной части губы у дер. Федосеевка (Федосеевский плес) с глубиной на вертикали 14 м содержание хлоридов от поверхности ко дну увеличивается от 7,8 до 9,7 г/л, составляя 45,8–44,7 %-экв, натрия – от 4,2 до 5,5 г/л (37,7–39,0 %-экв). Вторым по значимости катионом является магний, относительное содержание которого составляет 8,7–8,9 %-экв. Доля ионов кальция в зимний период не превышает 1,9 %-экв, калия – 0,8 %-экв. Относительное содержание сульфатов от поверхности до глубины 10 м колеблется в диапазоне 4,7–4,9 %-экв, снижаясь до 3,6%-экв в придонных горизонтах, где происходит интенсивная сульфатредукция. Еще более чувствительным индикатором этого процесса служит рост карбонатной щелочности:



в результате чего содержание гидрокарбонатов в зоне сульфатредукции резко возрастает с 0,2 до 1,4 %-экв. Незначительная изменчивость солевого состава вод губы Канда и близость отношений концентраций главных ионов к содержанию хлоридов в водах губы и припая в открытом море (за исключением придонных горизонтов с аномалиями сульфатов и гидрокарбонатов, обусловленных протеканием сульфатредукции) свидетельствует об определяющей роли беломорских вод в формировании гидрохимического режима губы (табл. 2).

Существование устойчивой восстановительной среды в придонных слоях губы определяет специфику распределения растворенных форм биогенных элементов (табл. 3), для которых характерно резкое увеличение концентраций, начиная с глубины 12 м, происходящее, по-видимому, за счет диффузии из поровых растворов донных отложений.

Таблица 1 Основной солевой состав вод центральной части губы Канда, Федосеевский плес, январь 2015 г.

Горизонт, м	Соленость S, ‰	Содержание главных ионов													
		Cl		SO ₄		HCO ₃		Na		K		Mg		Ca	
		мг/л	%-экв	мг/л	%-экв	мг/л	%-экв	мг/л	%-экв	мг/л	%-экв	мг/л	%-экв	мг/л	%-экв
3,0	13,8	7800	45,84	1093	4,74	74,4	0,25	4160	37,68	155	0,83	520	8,91	168	1,75
8,0	14,5	8010	44,59	1189	4,89	76,9	0,25	4510	38,70	162	0,82	550	8,93	185	1,82
10,0	15,4	8567	44,68	1252	4,82	98,8	0,30	4806	38,64	173	0,82	586	8,92	197	1,82
12,0	17,5	9682	44,64	1082	3,68	453	1,22	5488	39,01	187	0,78	657	8,84	224	1,83
13,0	17,6	9730	44,70	1050	3,56	514	1,37	5512	39,03	191	0,79	647	8,67	232	1,88

Таблица 2 Отношение концентраций главных ионов к содержанию хлоридов (i/Cl) в водах губы Канда (центральный Федосеевский плес) и припая в открытом море, январь 2015 г.

Горизонт, м	Соленость S, ‰	Отношение i/Cl					
		SO ₄	HCO ₃	Na	K	Mg	Ca
Губа Канда							
3,0	13,8	0,140	0,010	0,533	0,020	0,067	0,022
8,0	14,5	0,148	0,010	0,563	0,020	0,069	0,023
10,0	15,4	0,146	0,012	0,561	0,020	0,068	0,023
12,0	17,5	0,112	0,047	0,567	0,019	0,068	0,023
13,0	17,6	0,108	0,053	0,566	0,020	0,066	0,024
Припай в открытом море							
1,0	27,3	0,141	0,008	0,556	0,022	0,066	0,021
2,0	27,5	0,140	0,008	0,563	0,021	0,070	0,022
3,5	27,5	0,138	0,008	0,566	0,022	0,067	0,021

Таблица 3 Содержание биогенных элементов в водах центральной части губы Канда, Федосеевский плес, январь 2015 г.

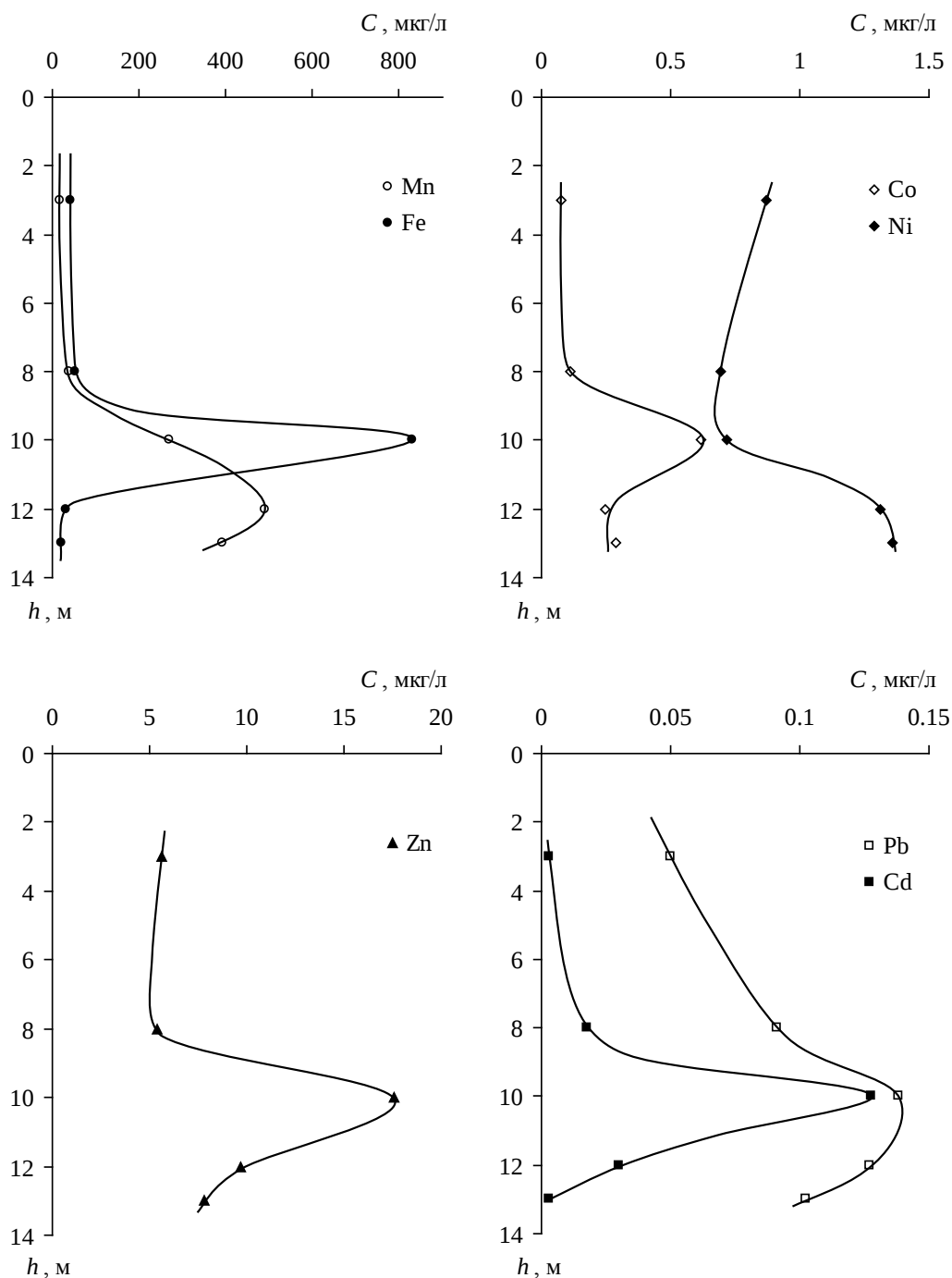
Горизонт, м	Соленость S, ‰	Концентрации растворенных форм, мг/л			P _{орг} /P _{мин}
		Si	P _{мин}	P _{орг}	
3,0	13,8	1,73	0,012	0,007	0,62
8,0	14,5	1,65	0,014	0,006	0,39
10,0	15,4	2,96	0,123	0,024	0,19
12,0	17,5	13,9	3,01	0,190	0,06
13,0	17,6	17,8	3,83	0,188	0,05

Концентрация кремния в миксолимнионе (от поверхности до 8 м) была невысокой и составляла около 1,7 мг/л, повышаясь до 3,0 мг/л у границы хемоклина на глубине 10 м. В придонных горизонтах под влиянием диффузии из поровых вод содержание кремния возрастало на порядок, достигая максимума (17,8 мг/л) на глубине 13 м.

Концентрации минерального и органического фосфора в поверхностном горизонте до глубины 8 м, также как и содержание кремния, были минимальны (соответственно 0,012–0,014 и 0,006–0,007 мг/л), увеличиваясь до 0,12 и 0,02 мг/л на глубине 10 м и резко возрастая в придонных горизонтах (соответственно до 3,0–3,8 мг P_{мин}/л и 0,19 мг P_{орг}/л). При этом доля органических соединений в общем количестве растворенного фосфора от поверхности ко дну снижалась с 62 до 5% (табл. 3), что отражает увеличение степени минерализации органического вещества с глубиной. Отмечавшиеся в январе 2015 г. концентрации фосфатов (минерального фосфора) в поверхностных водах имеют тот же порядок величины, что и в октябре 1959 г., тогда как в придонных водах такие высокие концентрации обнаружены впервые, что свидетельствует об усилении застойных явлений в мимолимнионе.

В спектрах поглощения и флуоресценции глубинных слоев воды полосы поглощения пигментов и флуоресценции хлорофиллов обнаружены не были, что свидетельствует об отсутствии водорослей и зеленых серобактерий в образцах. Спектры поглощения образцов воды характеризуются монотонным спадом значений

оптической плотности с увеличением длины волны, что типично для гуминовых веществ природной воды и водных почвенных вытяжек.



Вертикальное распределение растворенных форм тяжелых металлов в водах центральной части губы Канда, Федосеевский плес, январь 2015 г.

Распределение тяжелых металлов по глубине (рисунок, табл. 4) контролируется двумя процессами. В аэрированном миксолимнионе происходит окисление растворенных форм двухвалентных марганца и железа с образованием коллоидных оксигидроксидов Mn(IV) и Fe(III) , которые концентрируются в слое галоклина из-за повышения плотности среды и снижения скорости седиментации, что наиболее хорошо видно по профилю распределения железа. При образовании оксигидроксиды Mn(IV) и Fe(III) сорбируют Co, Ni, Zn, Pb и Cd, концентрации которых снижаются до минимальных значений. В восстановительных условиях, обусловленных протеканием процесса сульфатредукции, оксигидроксиды Mn(IV) переходят в более растворимый карбонат или, возможно, сульфид Mn(II) , а

оксигидроксиды Fe(III) замещаются столь же труднорастворимым сульфидом Fe(II). Вертикальное распределение микроэлементов зависит от их связи с железом или марганцем: Co, Zn, Pb и Cd ведут себя подобно железу, тогда как распределение Ni подобно распределению марганца.

Таблица 4 Содержание тяжелых металлов в водах центральной части губы Канда, Федосеевский плес, январь 2015 г.

Горизонт, м	Соленость S, ‰	Концентрации растворенных форм ³² , мкг/л						
		Mn	Fe	Co	Ni	Zn	Pb	Cd
3,0	13,8	19,1	42,7	0,074	0,87	5,60	0,050	0,003
8,0	14,5	37,0	52,2	0,109	0,69	5,42	0,091	0,017
10,0	15,4	270	829	0,615	0,72	17,6	0,139	0,128
12,0	17,5	489	30,4	0,250	1,31	9,65	0,127	0,030
13,0	17,6	392	19,8	0,286	1,36	7,81	0,103	0,003

Таким образом, в небольшой по своей протяженности губе Канда складывается чрезвычайно своеобразный режим с широким диапазоном изменчивости гидрологических и гидрохимических параметров. Гидролого-гидрохимическая зональность водоема определяет его биологическую структуру. В кутовой и центральной частях губы жизнь почти полностью сосредоточена в миксолимнионе и в верхней кромке хемоклина, в морской части граница обитания гидробионтов опускается ниже, однако вследствие дефицита кислорода не достигает максимальных глубин. Фауна таких участков обеднена вследствие выпадения из состава биоценозов наиболее оксифильных организмов.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России (грант БИО-ГЕО-КЛИМ 14.B25.31.001) и РНФ (гранты 14-37-00038 и 15-17-10009).

Список литературы

1. Галкина Л.А., Позднякова Л.Е., Цеев Т.Я. Губа Канда и ее обитатели // Океанология. 1963. Т. 3. № 5. С. 898–906.
2. Иванов Н.О., Китаев В.П., Чеченков А.В. Особенности гидрофауны Канда-губы Белого моря // Итоги и перспективы изучения биологических ресурсов Белого моря. Л.: ЗИН АН СССР, 1983. С. 37–44.
3. Смирнова Т.С. Донная фауна губы Канда Белого моря // Гидробиологич. журн. 1965. Т. 1. № 4. С. 27–33.
4. Юрченко С.В., Корякин А.С. Техногенные воздействия на губу Канда, Белое море // Материалы IV Всероссийск. научн. конф. с международным участием «Экологические проблемы северных регионов и пути их решения». 2–5 октября 2012 г. Апатиты, 2012. Ч. 2. С. 171–173.

The purpose of studies of the hydrological, hydrochemical, hydrobiological, and microbiological conditions of the meromictic reservoirs of the Kanda Bay of the White Sea is the estimation of a change in the natural conditions with the anthropogenic separation of marine gulf for the building of tidal power plants, distillation of marine barrier basin, development of mariculture.

³² Сумма истинно растворенной и коллоидной фракций.