



**РОССИЯ  
В ДЕСЯТИЛЕТИИ ООН  
НАУК ОБ ОКЕАНЕ**

Москва 2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МИРЭА – РОССИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Институт комплексных исследований национальной морской политики

---

# **РОССИЯ В ДЕСЯТИЛЕТИИ ООН НАУК ОБ ОКЕАНЕ**

Тезисы докладов на Первой Всероссийской  
научно-практической конференции с международным  
участием «Россия в Десятилетии ООН наук об океане»

---

Москва 2022

**Россия в Десятилетии ООН наук об океане** (Тезисы докладов на Первой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия в Десятилетии ООН наук об океане»), М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2022. – 380 с.

Издание посвящено результатам научных исследований, наиболее значимым мероприятиям и инициативам по достижению целей объявленного ООН Десятилетия наук об океане. Представлены материалы Первой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия в Десятилетии ООН наук об океане», проведенной в октябре 2022 года под эгидой Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации и Межведомственной национальной океанографической комиссии (МНОК), при поддержке Минобрнауки России и отражающие определенные ожидаемые результаты Десятилетия ООН наук об океане (Вдохновляющий океан; Чистый океан; Здоровый океан; Предсказуемый океан; Безопасный океан; Доступный океан; Продуктивный океан). Публикуемые тезисы приведены в авторской редакции.

## Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	14
ПРОГРАММА РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ.....	17
РЕЗОЛЮЦИЯ Всероссийской конференции с международным участием «Россия в десятилетия ООН наук об океане .....	38
<b>ВДОХНОВЛЯЮЩИЙ ОКЕАН.....</b>	<b>41</b>
<i><b>Заседание Межведомственной комиссии по морскому культурному и историческому наследию Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации.....</b></i>	<i><b>42</b></i>
<i><b>Тезисы докладов на Круглом столе «Приоритеты развития яхтенного туризма в современных условиях».....</b></i>	<i><b>46</b></i>
<i>И.Л. Петров. ОКЕАН ПОДДЕРЖИВАЕТ НАШУ ЖИЗНЬ, И МЫ, В СВОЮ ОЧЕРЕДЬ, ДОЛЖНЫ ПОДДЕРЖИВАТЬ ЖИЗНЬ ОКЕАНА.....</i>	<i>46</i>
<i>С.Н. Гмыра. СТРОИТЕЛЬСТВО ЯХТ, КАТАМАРАНОВ, ХАУСБОТОВ В РОССИИ. РЕАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....</i>	<i>47</i>
<i>С.Н. Гмыра. ПОСЕЛКИ ХАУСБОТОВ. ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИВЛЕЧЬ ТУРИСТИЧЕСКИЕ ПОТОКИ В ЯХТЕННУЮ ИНДУСТРИЮ.....</i>	<i>49</i>
<i>О.А. Шебзухова. МАРИНЫ И МОРСКИЕ РЕКРЕАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ НА АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ. БУДУЩЕЕ ПРИМОРСКИХ ГОРОДОВ .....</i>	<i>51</i>
<b>ЧИСТЫЙ ОКЕАН .....</b>	<b>54</b>
<i><b>Тезисы докладов на Круглом столе «Азиатские окраинные моря и Тихий океан: современные вызовы» .....</b></i>	<i><b>55</b></i>
<i>В.Б. Лобанов. ДЕСЯТИЛЕТИЕ МОРСКИХ НАУК ООН НА ТИХОМ ОКЕАНЕ: ФЛАГМАНСКИЕ ПРОГРАММЫ ВЕДУЩИХ МЕЖДУНАРОДНЫХ НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ .....</i>	<i>55</i>
<i>Г.А. Кантакоев. ПЛАСТИК В МОРСКИХ ВОДАХ: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ТИХОГО ОКЕАНА .....</i>	<i>58</i>
<i>А.П. Педченко. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД МИКРОПЛАСТИКОМ: ИССЛЕДОВАНИЯ ВНИРО В МОРЯХ АРКТИКИ И СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА....</i>	<i>59</i>
<i>Н.В. Шабалин. ВОСТОЧНАЯ АРКТИКА И ТИХИЙ ОКЕАН: ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ.....</i>	<i>62</i>
<i>Е.Г. Сомова, Ю.А. Гальшева. МОНИТОРИНГ СРЕДЫ И МАКРОБЕНТОСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ МОРСКОМ БИОСФЕРНОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ПРИРОДНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ.....</i>	<i>63</i>
<i>А.Д. Лапто, Л.В. Данилова. ИНСТРУМЕНТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО МОРЕПОЛЬЗОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....</i>	<i>66</i>
<i>К.А. Винников. ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА ДВФУ – НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ ПО МОРСКИМ НАПРАВЛЕНИЯМ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СО СТРАНАМИ АТР .....</i>	<i>70</i>
<i><b>Тезисы докладов на Круглом столе «Факторы, влияющие на экосистему Черного моря и их изменчивость» .....</b></i>	<i><b>73</b></i>
<i>Т.А. Шиганова. ЧЕРНОЕ МОРЕ КАК РАЙОН ДОНОР И РЕЦИПИЕНТ ДЛЯ МОРЕЙ ЮЖНОЙ ЕВРАЗИИ.....</i>	<i>73</i>
<i>Е.В. Алексеенко, Т.А. Шиганова, А.С. Казьмин. МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЧЕРНОМ МОРЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВСПЫШЕК РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕТЕЛЫХ ВИДОВ .....</i>	<i>76</i>
<i>Г.В. Батурова, А.М. Коновалов. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ СЦЕНАРИЕВ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ</i>	

ЧЕРНОМОРСКИХ РЕГИОНОВ С УЧЕТОМ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ .....	78
<i>А.Г. Зацепин, А.Г. Островский, К.П. Сильвестрова, В.А. Телегин, С.А. Мысленков, С.Б. Куклев, В.И. Баранов, В.В. Очередник, О.И. Подымов.</i> СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНА «ГЕЛЕНДЖИК» ИО РАН: ВЫЯВЛЕНИЕ РАЗНОМАСШТАБНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ И ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ТРЕНДОВ .....	80
<i>А.С. Казьмин.</i> МУЛЬТИДЕКАДНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ АБИОТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ЧЕРНОМ МОРЕ .....	81
<i>В.К. Часовников, Т.А. Шиганова, П.А. Бородулина.</i> ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ, СВЯЗАННАЯ С ВАРИАЦИЯМИ КЛИМАТА .....	82
<i>А.В. Федоров.</i> ВИДОВОЙ СОСТАВ ФИТОПЛАНКТОНА И ЕГО ИЗМЕНЧИВОСТЬ В ГОЛУБОЙ И ГЕЛЕНДЖИКСКОЙ БУХТАХ (г. ГЕЛЕНДЖИК) В НОЯБРЕ 2021 ГОДА.....	85
<i>М.П. Погожева, Д. Гонзалес-Фернандес, И.П. Третьяк, Ю. Котельникова, Н. Мачидадзе, К. Билашвилли, Г. Ханке.</i> МОРСКОЙ МУСОР В ЧЕРНОМ МОРЕ.....	87
<i>А.Н. Коршенико.</i> ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОД ЧЕРНОГО МОРЯ .....	89
<i>И.В. Любимов, Г.А. Колочкина, М.В. Чикина, У.В. Симакова, В.Л. Семин., А.Б. Басин.</i> СТРУКТУРА И ДИНАМИКА МАКРОЗООБЕНТОСА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО СЕКТОРА ЧЕРНОГО МОРЯ.....	91
<i>О.Н. Быхалова.</i> КОМПЛЕКСНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЗАПОВЕДНИКЕ «УТРИШ».....	94
<b>Тезисы докладов на Круглом столе «Микропластик и пластиковый мусор в океане» .....</b>	<b>97</b>
<i>И.П. Чубаренко.</i> МИРОВОЙ ОКЕАН ПЛАСТИКА.....	97
<i>С.В. Пахомова.</i> ОЦЕНКА МИКРОПЛАСТИКОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АРКТИКИ: ПРОБЛЕМЫ И ДОСТИЖЕНИЯ .....	98
<i>О.В. Ильина, А.М. Лазарева, А.Н. Рак, В.И. Ипатов, М.С. Полякова.</i> ПЛАСТИКОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ БАРЕНЦЕВА И БЕЛОГО МОРЕЙ: ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕМЕДИАЦИИ .....	100
<i>А.А. Ершова.</i> О ШЕСТОМ МУСОРНОМ ПЯТНЕ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ.....	102
<b>ЗДОРОВЫЙ ОКЕАН .....</b>	<b>105</b>
<b>Тезисы докладов на Круглом столе «Экосистемы Северного Ледовитого океана, его морей и стратегически важных районов южной Атлантики в условиях меняющегося климата» .....</b>	<b>106</b>
<i>В.В. Иванов.</i> ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В СИСТЕМЕ «ОКЕАН – МОРСКОЙ ЛЕД – АТМОСФЕРА», ВЫЗВАННЫЕ СОКРАЩЕНИЕМ АРКТИЧЕСКОГО МОРСКОГО ЛЬДА .....	106
<i>С.А. Солдатенко.</i> ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СЕВЕРНО-ЛЕДОВИТОМ ОКЕАНЕ ПРИ СОВРЕМЕННОМ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА .....	108
<i>А.Ф. Сажин, Н.Д. Романова, С.А. Мошаров, Н.А. Беляев, А.И. Копылов, Е.А. Заботкина.</i> ПЛАНКТОННАЯ МИКРОБИОТА МОРЕЙ ВОСТОЧНОЙ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ .....	111
<i>А.В. Весман.</i> ПЛАСТИКОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ В СЕВЕРНОМ ЛЕДОВИТОМ ОКЕАНЕ.....	113
<i>С.В. Кашин, Н.Н. Антипов, М.С. Молчанов.</i> МОНИТОРИНГ СТРАТЕГИЧЕСКИ ВАЖНЫХ РАЙОНОВ ЮЖНОЙ АТЛАНТИКИ (ПРОЛИВ БРАНСФИЛД).....	114
<b>Тезисы докладов на Круглом столе «Устойчивое развитие и Балтийский квест» .....</b>	<b>117</b>
<i>Н.Н. Луговой.</i> АКТИВИЗАЦИЯ РАЗМЫВА БЕРЕГОВ КАЛИНИНГРАДСКОГО ПОЛУОСТРОВА В XXI ВЕКЕ: ПРОЯВЛЕНИЯ, ПРИЧИНЫ, ПРОГНОЗ .....	117
<i>Н.С. Белов.</i> ОЦЕНКА ДИНАМИКИ АККУМУЛЯТИВНЫХ ФОРМ НА ПОБЕРЕЖЬЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ .....	119

<i>Г.А. Фоменко, М.А. Фоменко. УСТОЙЧИВОСТЬ И ЗДОРОВЬЕ ОКЕАНА: НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ИНФОРМАЦИОННОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ</i> .....	121
<i>С.Ю. Гулюгин, В.М. Амосова, А.С. Зезера. ПЕРСПЕКТИВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО РЫБОЛОВНОГО ПРОМЫСЛА В БАЛТИЙСКОМ МОРЕ</i> .....	123
<i>Ю.А. Майорова, И.П. Жуковская. СОХРАНЕНИЕ МОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «КУРШСКАЯ КОСА»: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ</i> .....	126
<b>ПРЕДСКАЗУЕМЫЙ ОКЕАН</b> .....	<b>129</b>
<b><i>Тезисы докладов на Круглом столе «Цифровой двойник Каспийского моря»</i></b> .....	<b>130</b>
<i>А.Г. Костяной. ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК КАСПИЙСКОГО МОРЯ</i> .....	130
<i>А.Г. Костяной, А.И. Гинзбург, И.В. Серых, С.А. Лебедев. РЕГИОНАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА КАСПИЙСКОГО МОРЯ</i> .....	131
<i>Е.Д. Вязилов. СОСТАВ ДАННЫХ ДЛЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА КАСПИЙСКОГО МОРЯ</i> ...	132
<i>О.Ю. Лаврова, М.И. Митягина. СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ</i> .....	135
<i>С.К. Попов, С.А. Лебедев. МЕЖГОДОВАЯ И СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАСХОДОВ ВОДЫ ЧЕРЕЗ СПУТНИКОВЫЕ РАЗРЕЗЫ 133 И 209 В КАСПИЙСКОМ МОРЕ ПО ДАННЫМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ</i> .....	138
<i>В.Н. Малинин. СТАНЕТ ЛИ КАСПИЙ ВТОРЫМ АРАЛОМ?</i> .....	141
<i>Marina Soilemezidou. PARTICIPATORY GOVERNANCE FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE CASPIAN SEA REGIME / СОВМЕСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕЖИМА КАСПИЙСКОГО МОРЯ</i> .....	143
<b><i>Тезисы докладов на Круглом столе «Геосистемы и минеральные ресурсы открытого океана и переходных зон «континент-океан»</i></b> .....	<b>147</b>
<i>М.Г. Валитов. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОИ ДВО РАН В ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЯХ ТИХОГО ОКЕАНА</i> .....	147
<i>К.С. Ганзей, В.В. Жариков. ПЛАНИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРИБРЕЖНО-МОРСКОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ДАЛЬНОМ ВОСТОКЕ РОССИИ: РОЛЬ ГЕОСИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОПЕРЕЖАЮЩЕМ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ РЕГИОНА</i> .....	149
<i>Nguyen Hoang, Le Duc Anh, Tran Thi Huong. MANTLE GEODYNAMICS AND SOURCE DOMAIN OF THE EAST VIETNAM SEA OPENING-INDUCED VOLCANISM IN VIETNAM AND NEIGHBORING REGIONS</i> .....	152
<i>Д.В. Рябчук, В.А. Жамойда, А.Ю. Сергеев, Е.О. Петров, И.А. Неевин, Л.М. Буданов, А.В. Бартова. НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ И РЕЛЬЕФЕ ДНА ПРИБРЕЖНО-ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО МОРЯ</i> .....	153
<i>А.Л. Пономарева. ГЕОМИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМА МИРОВОГО ОКЕАНА</i> .....	155
<i>В.Т. Съедин, С.П. Плетнев. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИИ МАГЕЛЛАНОВЫХ ГОР (ТИХИЙ ОКЕАН)</i> .....	157
<i>П.Е. Михайлик, А.И. Ханчук, Д.П. Савельев. РУДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕВЕРНОЙ ПАЦИФИКИ</i> .....	163
<i>Р.В. Жарков. ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ: ГЕОСИСТЕМНЫЕ И ЭКОСИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ</i> .....	166
<i>А.О. Холмогоров. ГАЗОГИДРАТНЫЕ ПРОВИНЦИИ АКВАТОРИИ ОСТРОВА САХАЛИН НА ОСНОВЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО, ГЕОФИЗИЧЕСКОГО, СЕЙСМИЧЕСКОГО И ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ</i> .....	168
<i>Н.С. Сырбу. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ МЕТАНА И УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ЮЖНОЙ ЧАСТИ О. САХАЛИН ПО ДАННЫМ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ</i> .....	170
<i>М.В. Шакирова, Р.Б. Шакиров, А.И. Обжиров. ГАЗОГИДРАТЫ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ</i> .....	173

<i>Р.Б. Шакиров, М.В. Валитов, А.В. Белов.</i> ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ МСБ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РФ.....	176
<i>Р.Б. Шакиров.</i> НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЛЕКСНЫХ МОРСКИХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЮЖНО-КИТАЙСКОМ МОРЕ.....	180
<b>Тезисы докладов на Круглом столе «Применение современных моделей Мирового океана для анализа и прогнозирования состояния экосистем морей России и стратегически важных для страны районов Мирового океана».....</b>	<b>183</b>
<i>Е.С. Нестеров, В.Д. Жупанов, А.В. Федоренко.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА НА НЕАРКТИЧЕСКИХ МОРЯХ РОССИИ.....	183
<b>Тезисы докладов на Круглом столе «Мониторинг современного состояния морей России».....</b>	<b>186</b>
<i>Е.В. Островская.</i> МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ.....	186
<i>Е.А. Захарчук, В.Н. Сухачев, Н.А. Тихонова.</i> ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....	188
<i>В.Б. Лобанов, В.А. Лучин, И.Д. Ростов, О.О. Трусенкова, Л.И. Мезенцева, Е.В. Устинова, Г.В. Хен.</i> СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МОРСКИХ АКВАТОРИЯХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА РОССИИ.....	190
<b>БЕЗОПАСНЫЙ ОКЕАН.....</b>	<b>192</b>
<b>Тезисы докладов на Круглом столе «Кадастр морских берегов России: задел, проблемы и перспективы».....</b>	<b>193</b>
<i>Г.Г. Гогоберидзе, Е.А. Румянцева.</i> КОНЦЕПЦИЯ КАДАСТРА МОРСКИХ БЕРЕГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	193
<i>Е.М. Бурнашов, Б.В. Чубаренко.</i> КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ КАК ПИЛОТНЫЙ ПРОЕКТ ПО СОЗДАНИЮ КАДАСТРА БЕРЕГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	195
<i>М.Н. Григорьев.</i> КАДАСТР И БАЗА ДАННЫХ МОРСКИХ БЕРЕГОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ.....	197
<i>Г.А. Фоменко, М.А. Фоменко.</i> РАЗВИТИЕ ПРИРОДНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЧЕТА СУШИ И ОКЕАНА В РОССИИ.....	200
<i>С.А. Огородов, С.В. Бадина.</i> ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА БЕРЕГОВЫЕ ПРОЦЕССЫ: ВЗАИМООТНОШЕНИЕ СУБЪЕКТОВ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ МОРЕЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	202
<i>И.А. Репин.</i> ВНЕДРЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ ПРИРОДНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЧЕТА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	204
<i>В.В. Крыленко, Р.Д. Косьян, М.В. Крыленко.</i> РОССИЙСКИЕ БЕРЕГА ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАВКАЗА В 21 ВЕКЕ.....	207
<i>М.В. Крыленко, В.В. Крыленко.</i> ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИНЫ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ МОРЯ.....	209
<i>А.В. Баранская, С.А. Огородов, Д.М. Богатова, А.В. Новикова, М.Д. Другов, Н.Г. Белова, О.В. Кокин, С.В. Мазнев.</i> СЕГМЕНТАЦИЯ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ: ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ДИНАМИКА, УРОВЕНЬ МОРЯ.....	212
<i>Д.М. Богатова, С.А. Огородов, С.В. Бадина, А.В. Баранская, Н.Г. Белова.</i> ТЕХНОГЕННЫЙ ФАКТОР ДИНАМИКИ БЕРЕГОВ ПЕЧОРСКО-КАРСКОГО РЕГИОНА.....	212
<i>В.В. Афанасьев, А.Б. Фаустова.</i> ВКЛАД РОССИИ В ГЛОБАЛЬНУЮ КАРТУ СОЛЕННЫХ МАРШЕЙ (САХАЛИНСКИЙ РЕГИОН).....	213
<i>В.В. Афанасьев, А.Б. Фаустова.</i> ПРИБРЕЖНЫЕ МАРШИ И ИЛОВЫЕ ОСУШКИ САХАЛИНА В КОНТЕКСТЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ.....	215

<i>Е.А. Румянцева, Г.Г. Гогоберидзе. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ БЕРЕГОВЫХ ЭКО-СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ИНСТРУМЕНТАРИЯ КАДАСТРА МОРСКИХ БЕРЕГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</i> .....	218
<i>Е.А. Румянцева, Г.Г. Гогоберидзе. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РИСКОВ АРКТИЧЕСКОГО БЕРЕГОВОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ КАДАСТРА МОРСКИХ БЕРЕГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</i> .....	219
<b>Тезисы докладов на Круглом столе «Мониторинг и изучение вредоносного цветения воды в российских водах Мирового океана»</b> .....	221
<i>К.А. Винников, С.А. Семенченко, Ю.А. Гальшиева, О.В. Нестерова, Т.В. Бойченко, А.Д. Пелех. МАСШТАБНЫЙ КРАСНЫЙ ПРИЛИВ НА КАМЧАТКЕ ОСЕНЬЮ 2020 ГОДА И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ</i> .....	221
<i>Т.Ю. Орлова. ВЦВ В РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ ТИХОГО ОКЕАНА И АРКТИКИ КАК ВОЗРАСТАЮЩАЯ УГРОЗА ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА И ПРИБРЕЖНЫМ ЭКОСИСТЕМАМ</i> ..	223
<i>Д.Д. Данилин, Г.Г. Жигадлова, С.Г. Коростелев, К.Э. Санамян, Н.П. Санамян, А.М. Токранов. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ ПОСЛЕ ВРЕДНОСНОГО ЦВЕТЕНИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ ОСЕНЬЮ 2020 ГОДА</i> .....	225
<i>В.В. Рожнов, М.А. Соловьева, М.С. Мамаев, С.В. Найденко. МОРСКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ В ВОДАХ КАМЧАТКИ И ФЕНОМЕН ВЦВ</i> .....	228
<i>В.Б. Лобанов, А.Ф. Сергеев, П.Ю. Семкин, П.П. Тищенко, П.Я. Тищенко. ВОЗМОЖНЫЕ АБИОТИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАТАСТРОФЫ В АВАЧИНСКОМ ЗАЛИВЕ КАМЧАТКИ В 2020 ГОДУ</i> .....	230
<i>А.И. Алексанин. ВОЗМОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ВРЕДНОСНОЙ МИКРОВОДОРΟΣЛИ И СТАДИИ ЕЕ ЦВЕТЕНИЯ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ОКЕАНА</i> .....	231
<i>В.В. Суслин, Т.Я. Чурилова, Т.В. Ефимова, Н.В. Моисеева, Е.Ю. Скороход. ТРЕХКАНАЛЬНЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА А: ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ «ЦВЕТЕНИЯ» ВОДЫ</i> .....	233
<i>В.В. Замшин, О.И. Четркова. ИССЛЕДОВАНИЕ СПУТНИКОВЫМИ МЕТОДАМИ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПРИБРЕЖНЫЕ АКВАТОРИИ КАМЧАТКИ</i> .....	235
<i>О.А. Дмитриева, А.С. Семенова, Е.Ю. Казакова. МОНИТОРИНГ ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНЫХ «ЦВЕТЕНИЙ» ВОДЫ В МЕЛКОВОДНЫХ ЗАЛИВАХ И ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В РАЙОНЕ КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА</i> .....	238
<b>ДОСТУПНЫЙ ОКЕАН</b> .....	<b>241</b>
<b>Тезисы докладов на Круглом столе «Плавучий университет в Десятилетии наук об Океане – объединяя усилия развиваем возможности»</b> .....	242
<i>О.А. Рутенко, К.А. Винников. РЕАЛИЗАЦИЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «ТИХООКЕАНСКИЙ ПЛАВУЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ»</i> .....	242
<i>О.В. Степаньян. «ПЛАВУЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ» ЮНЦ РАН НА НИС «ДЕНЕБ» И НИС «ПРОФЕССОР ПАНОВ»: ОБУЧЕНИЕ ЧЕРЕЗ ИССЛЕДОВАНИЯ</i> .....	243
<i>А.В. Тертышников. ИТОГИ ВЫПОЛНЕНИЯ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ С АПУ</i> ..	246
<i>Н.Б. Степанова, Е.В. Колтовская, Л.И. Хатмуллина. НОВЫЕ ШАГИ В РАЗВИТИИ ПРОГРАММЫ «ПЛАВУЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ» В РАМКАХ ДЕСЯТИЛЕТИЯ НАУК ОБ ОКЕАНЕ ООН</i> .....	248
<b>Тезисы докладов на Круглом столе «Технологии мониторинга и контроля качества и продуктивности морской среды дистанционными и контактными методами»</b> .....	249



<i>Т.Я. Чурилова, Т.В. Ефимова, Н.В. Моисеева, Е.Ю. Скороход, В.В. Суслин.</i> ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И ПРОДУКТИВНОСТИ ВОД.....	249
<i>В.В. Суслин, С.Ф. Пряхина, Т.Я. Чурилова, Т.В. Ефимова, Н.В. Моисеева, Е.Ю. Скороход.</i> РЕГИОНАЛЬНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ БИООПТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ .....	251
<i>Д.И. Глуховец.</i> РЕГИОНАЛЬНЫЕ СПУТНИКОВЫЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАЧЕНИЙ БИООПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОД РОССИЙСКИХ МОРЕЙ .....	252
<i>П.В. Лобанова, А.С. Малышева, С.К. Кузьмина.</i> РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРОДУКТИВНОСТИ ВОД НА ПРИМЕРЕ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА И СЕВЕРО-ЕВРОПЕЙСКОГО БАССЕЙНА АРКТИКИ .....	254
<i>Е.Н. Корчёмкина.</i> РЕГИОНАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ДИСТАНЦИОННОЙ ОЦЕНКИ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА «А» В ЧЕРНОМ МОРЕ .....	256
<i>А.А. Мольков, И.А. Капустин, С.В. Федоров, В.В. Пелевин.</i> ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПРОДУКТИВНЫХ ВОД ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ НА ПРИМЕРЕ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА .....	258
<i>Н.А. Князев, О.Ю. Лаврова.</i> КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ НА ПРИМЕРЕ АВАРИИ НА СИРИЙСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ 23 АВГУСТА 2021 ГОДА .....	260
<i>И.А. Суторихин, А.А. Донцов, С.А. Литвиненко.</i> ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА «А» В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ УЧАСТКОВ АКВАТОРИИ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И СОПРЯЖЕННЫХ КОНТАКТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	262
<i>К.Р. Назирова.</i> РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛЮМОВ Р. СУЛАК И Р. ТЕРЕК НА ОСНОВЕ ДАННЫХ КОНТАКТНЫХ И ДИСТАНЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	264
<b>Тезисы докладов на Круглом столе «Информационное взаимодействие и доступ к цифровым данным, информации и знаниям в области океана и морской деятельности» .....</b>	<b>267</b>
<i>А.А. Федоров, А.И. Юровских, Н.Н. Михайлов, А.А. Воронцов, Е.Д. Вязилов, К.В. Белова, Д.А. Мельников, В.Ю. Бахмутов.</i> ОБ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ ВОЕННОЙ ПОДСИСТЕМЫ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИИ ОБ ОБСТАНОВКЕ В МИРОВОМ ОКЕАНЕ .....	267
<i>М.А. Кириченко, С.П. Горбунова.</i> ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЕСИМО: «МОНИТОРИНГ МОРСКИХ И ПРИБРЕЖНЫХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ» .....	271
<i>Н.Н. Михайлов, С.В. Белов, К.В. Белова, А.А. Воронцов, Е.Д. Вязилов, А.В. Козловцев, Д.А. Мельников, А.С. Михеев, Н.В. Пузова.</i> ЕСИМО КАК ПРООБРАЗ ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИИ И ЗНАНИЙ ОБ ОКЕАНЕ И МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, СЕРВИСОВ УПРАВЛЕНИЯ И ДОСТУПА К НИМ.....	275
<i>Е.Д. Вязилов, Н.Н. Михайлов, Д.А. Мельников, А.С. Михеев, А.В. Козловцев.</i> СКВОЗНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ: ОТ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ДО ЦИФРОВЫХ ЗНАНИЙ В ОБЛАСТИ ОПАСНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ОКЕАНАХ И МОРЯХ НА ОСНОВЕ ЕСИМО .....	277
<i>С.В. Белов, Н.Н. Михайлов.</i> О ПРОЕКТЕ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	279
<i>А.А. Воронцов, Н.Н. Михайлов.</i> СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СБОРА И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ МОРСКИХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МИНИСТЕРСТВ (ВЕДОМСТВ) РФ В ГОСФОНД ВНИИГМИ-МЦД И ЕСИМО .....	281

<b>Тезисы докладов на Круглом столе «Оперативная информация об океанической среде в актуальных задачах гидроакустики»</b> .....	284
<i>В.В. Коваленко.</i> ОПЕРАТИВНАЯ ОКЕАНОГРАФИЯ В ИНТЕРЕСАХ ГИДРОАКУСТИКИ. ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА СОГЛАСОВАННОЙ С ПОЛЕМ ОЖИДАЕМОГО СИГНАЛА ОБРАБОТКИ .....	284
<i>Р.М. Вильфанд, Ю.Д. Реснянский, Б.С. Струков, А.А. Зеленко.</i> УСВОЕНИЕ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ КАК ОДНА ИЗ КЛЮЧЕВЫХ ЗАДАЧ ОПЕРАТИВНОЙ ОКЕАНОЛОГИИ .....	286
<i>А.Н. Серебряный.</i> ШИРОКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ADCP ДЛЯ МОНИТОРИНГА МОРСКОЙ СРЕДЫ .....	289
<i>А.И. Малеханов.</i> ОЧНОСТЬ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ ОБ ОКЕАНИЧЕСКОЙ СРЕДЕ КАК ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ .....	290
<i>В.И. Ермолаев.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ОКЕАНИЧЕСКОЙ СРЕДЫ .....	293
<b>Тезисы докладов на Круглом столе «Перспективные технологические разработки в сфере исследования морской среды»</b> .....	296
<i>С.В. Изюмов, Н.М. Легкий, В.А. Телегин.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭФФЕКТИВНОГО ОКИСЛЕНИЯ И ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (ТЕОД-ТЕХНОЛОГИИ) ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ «ВЕЧНЫХ» ФТОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОПАДАЮЩИХ В МИРОВОЙ ОКЕАН С ПЛАСТИКОВЫМ МУСОРОМ.....	296
<b>ПРОДУКТИВНЫЙ ОКЕАН</b> .....	<b>298</b>
<b>Тезисы докладов на Круглом столе «Биологические ресурсы внутренних европейских морей Российской Федерации»</b> .....	299
<i>Е.Н. Скуратовская, Т.Н. Климова, Д.Н. Куцын, И.В. Вдодович, Ю.А. Загородняя.</i> СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА ИХТИОФАУНЫ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ КРЫМА (ЧЕРНОЕ МОРЕ) В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	299
<i>Д.Ф. Афанасьев, Л.А. Живоглядова.</i> КСЕНОРАЗНООБРАЗИЕ АЗОВСКОГО МОРЯ И ЕГО РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ.....	301
<i>В.Т. Пака.</i> О ВОЗДЕЙСТВИЯХ ЗАТОПЛЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ НА МОРСКУЮ ЭКОСИСТЕМУ: НАКОПЛЕННЫЕ ЗНАНИЯ И НЕРЕШЕННЫЕ ЗАДАЧИ.....	302
<i>Н.А. Мильчакова.</i> ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЧЕРНОМ МОРЕ.....	304
<i>Е.Н. Пономарева.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ РЕПРОДУКТИВНЫХ КЛЕТОК РЕДКИХ, ИСЧЕЗАЮЩИХ И ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ВИДОВ РЫБ ЮЖНЫХ МОРЕЙ РОССИИ.....	306
<b>Тезисы докладов на презентации научно-популярного издания «Синяя экономика: термины и определения»</b> .....	308
<i>И.Н. Капырин.</i> СОВМЕСТНАЯ МОРСКАЯ ПОВЕСТКА ДНЯ ДЛЯ ЧЕРНОГО МОРЯ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ .....	308
<i>М.Л. Колесникова.</i> «СИНЯЯ» ЭКОНОМИКА: ОПЫТ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА.....	310
<i>А.А. Евдокимова.</i> ПРЕЗЕНТАЦИЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОГО ИЗДАНИЯ «BLUE ECONOMY: ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ» .....	312
<b>Тезисы докладов на Круглом столе «Развитие морской деятельности на региональных направлениях национальной морской политики»</b> .....	316
<i>Ю.В. Кулинецев.</i> ОСОБЕННОСТИ РОССИЙСКО-КИТАЙСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В АРКТИКЕ.....	316
<i>О.В. Филатова.</i> СОХРАНЕНИЕ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ: ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ.....	319
<i>Г.Е. Гиголаев.</i> III КОНФЕРЕНЦИЯ ООН ПО МОРСКОМУ ПРАВУ И ПОЗИЦИЯ РЕЙГАНОВСКОЙ АДМИНИСТРАЦИИ .....	322

<i>С.А. Семенов.</i> РАЗВИТИЕ СЕВЕРНОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА .....	324
<b>ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ НА СЕССИИ «ОКЕАН И ЗДОРОВЬЕ»</b> .....	329
<i>И.Г. Мосягин.</i> РОЛЬ И МЕСТО МОРСКОЙ МЕДИЦИНЫ .....	329
<i>И.Г. Мосягин.</i> ХОД РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ МОРСКОЙ МЕДИЦИНЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ДО 2030 ГОДА .....	331
<i>А.Б. Гудков, О.Н. Попова.</i> ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ СИСТЕМЫ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У НОВОБРАНЦЕВ УЧЕБНОГО ЦЕНТРА ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ .....	334
<i>А.С. Свистов, А.В. Чумаков.</i> О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ СОВРЕМЕННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ И СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ .....	336
<i>Д.С. Руднев, Е.А. Царькова.</i> ТАМЕРОН, КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИММУНОМОДУЛЯТОР И АНТИОКСИДАНТ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ ПЕРСОНАЛА НА КОРАБЛЯХ ВМФ И ГРАЖДАНСКОГО ФЛОТА, В ТОМ ЧИСЛЕ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ ПРИ COVID-19 .....	339
<i>В.А. Мурынин, А.А. Зубарев.</i> АКТУАЛЬНОСТЬ ОПЫТА ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ ПРИ ОКАЗАНИИ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ОБЫЧНЫМИ ВИДАМИ ОРУЖИЯ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ.....	340
<i>А.Т. Тягнерев, Д.В. Ковлен, Э.Н. Безкишкий.</i> МЕДИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНЫХ МОРСКИХ ПОХОДОВ .....	344
<i>Д.А. Суров, М.С. Коржук, Р.В. Еселевич, В.Г. Гребеньков, В.М. Иванов, В.А. Акулинин, В.М. Коржу к, И.С. Лепетинский.</i> ЦИФРОВЫЕ ДАННЫЕ – ПЕРСПЕКТИВА МОРСКОЙ МЕДИЦИНЫ? ....	347
<i>А.С. Дыбин.</i> АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГИГИЕНИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ И САНИТАРНОГО ПРОСВЕЩЕНИЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ	350
<i>А.О. Иванов, В.А. Петров, А.В. Киндзерский, Я.В. Куданов, И.В. Майоров, Н.А. Моргунов, В.В. Пет ров, А.М. Носов, А.А. Танова, Д.В. Сафонов, А.В. Степанов.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ДЫХАТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ .....	353
<i>А.В. Чумаков.</i> «ДИСБАРОГЕННАЯ ОСТЕОАРТРОПАТИЯ» КАК ОТРАЖЕНИЕ СЛЕДОВЫХ СИСТЕМНЫХ ПРОЦЕССОВ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ НА ПРЕДЕЛЬНЫХ ГЛУБИНАХ: РОЛЬ ВОСПАЛЕНИЯ.....	356
<i>Е.Р. Бойко, Н.Н. Потолицына.</i> ОПЫТ КОРРЕКЦИИ ВИТАМИННОГО БАЛАНСА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА У УЧАСТНИКОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ .....	359
<i>Е.В. Вербицкий.</i> МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАСПИЙСКОГО ТЮЛЕНЯ .....	360
<b>ПРОТОКОЛ</b> заседания Научно-экспертного совета Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации от 28 октября 2022 г. № 2(54).....	363.
<b>РЕЗОЛЮЦИИ КРУГЛЫХ СТОЛОВ</b> Всероссийской конференции с международным участием «Россия в десятилетии ООН наук об океане .....	362

## ПРИВЕТСТВИЯ УЧАСТНИКАМ КОНФЕРЕНЦИИ

Уважаемые участники и гости первой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием  
«Россия в Десятилетии ООН наук об океане»!

Морская коллегия при Правительстве Российской Федерации неоднократно рассматривала на своих заседаниях вопросы, связанные с реализацией в России объявленного ООН Десятилетия, посвященного наукам об океане, в том числе и работу Национального комитета, осуществляющего координацию мероприятий на национальном уровне.

Несомненно, проводимая в РГУ МИРЭА Конференция станет важным научно-популярным мероприятием, направленным на повышение доступности для населения результатов научных исследований, поддержку наиболее значимых мероприятий и инициатив по достижению Целей объявленного ООН Десятилетия наук об океане, а также на привлечение молодежи, студентов и молодых ученых к исследованиям Мирового океана и морской деятельности в целом.

Несмотря на искусственно создаваемые политические и экономические барьеры, не снижается интерес к морским научным исследованиям, проводимым в нашей стране.

Выражаю уверенность, что в ходе работы Конференции будет достигнуто развитие новых партнерских отношений между наукой, образованием, органами управления, деловыми кругами и обществом в области проведения исследований Мирового океана и использования их результатов; инициирование совместной разработки новых проектов и программ в рамках Десятилетия; привлечение новых заинтересованных сторон к решению задач и достижению результатов Десятилетия.

Желаю всем участникам Конференции успешной и плодотворной работы!

Заместитель Председателя  
Правительства Российской Федерации -  
Министр промышленности и торговли  
Российской Федерации,  
председатель Морской коллегии  
при Правительстве Российской Федерации



Д.В.Мантуров



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ  
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

**ЗАМЕСТИТЕЛЬ МИНИСТРА**

Тверская ул., д. 11, стр. 1, 4, Москва, 125009  
Тел.: (495) 547-13-16  
e-mail: [info@minobrnauki.gov.ru](mailto:info@minobrnauki.gov.ru)  
<http://www.minobrnauki.gov.ru>

№ \_\_\_\_\_  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Участникам Всероссийской  
научно-практической конференции  
с международным участием  
«Россия в Десятилетии ООН наук  
об океане»

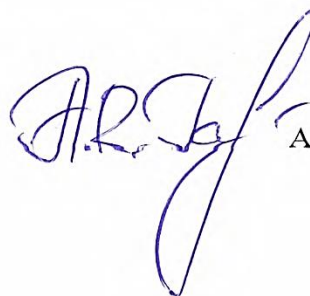
Уважаемые коллеги!

Приветствую вас на первой Всероссийской научно-практической конференции «Россия в Десятилетии ООН наук об океане».

Наша страна принимает активное участие в Десятилетии, призванном повысить эффективность использования океанов и побережий на благо человечества. В план работы включены российские проекты по укреплению межведомственного и межрегионального сотрудничества, которые связывают науку об океане с потребностями общества, внедряют инновационные технологии и содействуют защите Мирового океана и его ресурсов от чрезмерного антропогенного воздействия.

Уверен, что открытие столь представительной международной площадки для диалога будет способствовать конструктивному взаимодействию ученых и практиков, а также популяризации действий Российской Федерации в рамках Десятилетия ООН наук об океане.

Желаю вам плодотворной работы, расширения взаимовыгодного сотрудничества и воплощения новых прорывных идей!

  
А.Р. Гатиятов

**Приветственное слово руководителя Росгидромета,  
заместителя председателя МНОК России И.А. Шумакова  
к участникам конференции**

Конференция «Россия в Десятилетии ООН наук об океане» посвящена серьезным и актуальным вопросам. Интерес ученых к проблемам Мирового океана не ослабевает и в современных непростых условиях.

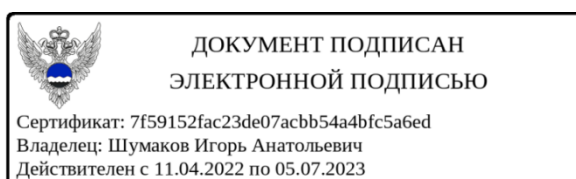
Росгидромет является одним из ведомств, тесно связанных с Мировым океаном. В Росгидромете разрабатываются технологии оперативного диагноза и прогноза гидротермодинамики морского льда и ветрового волнения для морей Российской Федерации. Эти работы выполняются с использованием российских моделей морской циркуляции и ветрового волнения, реализованных на современном уровне развития численного моделирования. Эти и другие, не менее актуальные вопросы, касающиеся целей и основных направлений действий по реализации Десятилетия ООН наук об океане в целях устойчивого развития, будут освещены в ходе открывающейся сегодня конференции и вызовут несомненный интерес у широкого круга специалистов.

К числу приоритетных научных и научно-технологических задач в условиях сложной международной обстановки относится создание систем и комплексов для проведения измерений гидрометеорологических параметров на морской наблюдательной сети с использованием отечественной элементной базы и программного обеспечения. Такие работы развернуты сейчас совместными усилиями ФГБУ «ГОИН», ФГБУ «ААНИИ», Института океанологии Российской академии наук и организаций промышленности. Задача данного мероприятия – дать возможность свободно обмениваться мнениями и наметить наиболее перспективные пути развития.

Надеемся, что Конференция будет способствовать повышению доступности для широкой общественности результатов научных исследований, поддержке наиболее значимых мероприятий и инициатив по достижению целей объявленного ООН Десятилетия наук об океане и привлечению молодежи, студентов и молодых ученых к исследованиям Мирового океана и морской деятельности в целом.

Уверен, что Конференция пройдет в конструктивном и созидательном ключе и принесет желаемые результаты.

Успешной вам работы!



И.А. Шумаков

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В РТУ МИРЭА (Технопарк «Альтаир») в период 24-28 октября под эгидой Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации и Межведомственной национальной океанографической комиссии (МНОК), при поддержке Минобрнауки России прошла Первая Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Россия в Десятилетии ООН наук об океане». Конференция проходила в рамках Форума, объединяющего, кроме нее, XI Международную научно-практическую конференцию «Морские исследования и образование», проводимую Центром морских исследований Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, а также международное мероприятие «Наука об океане: аспекты международного сотрудничества в Арктике», проводимое на площадке Научно-исследовательского центра «Курчатовский институт».

Организация работы конференции проводилась Институтом комплексных исследований национальной морской политики (директор – Балыбердин А.Л.), структурным подразделением РТУ МИРЭА, осуществляющим работы по научному обеспечению морской деятельности. В частности, Институт проводит разработку концепции и формирование платформы для информационного обеспечения реализации национальной морской политики в части науки и образования, проводимых морских научных исследований, реализации целей и основных направлений действий России по реализации Десятилетия ООН, посвященного науке об океане в интересах устойчивого развития», а также осуществляет, по заказу Минобороны России, комплексную оценку состояния национальной безопасности в области морской деятельности.

В конференции приняли участие представители федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации, органов исполнительной власти приморских субъектов Российской Федерации, иностранных государств, научно-исследовательских и образовательных организаций, подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации и другим ведомствам, организаций, связанных с морской деятельностью, в том числе представители Клуба адмиралов и генералов Военно-Морского Флота – всего более 300 человек. Кроме того, в дистанционном режиме принимали участие в конференции еще около 200 человек.

В приветственном слове к участникам конференции заместителя Председателя Правительства Российской Федерации – Министра промышленности и торговли Российской Федерации, председателя Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации Дениса Валентиновича Мантурова указывалось на важность проведения конференции, которая станет значимым научно-популярным мероприятием, направленным на повышение доступности для населения результатов научных исследований, поддержку наиболее значимых мероприятий и инициатив по достижению целей объявленного ООН Десятилетия наук об океане,

а также на привлечение молодежи, студентов и молодых ученых к исследованию Мирового океана и морской деятельности в целом.

Активное участие в работе конференции принял исполнительный секретарь Межправительственной Океанографической Комиссии (МОК) ЮНЕСКО, заместитель Генерального директора ЮНЕСКО Владимир Эдуардович Рябинин, приславший приветствие участникам конференции, а также выступивший с пленарным докладом совместно с руководителем Научно-координационного океанологического центра ИО РАН Сергеем Михайловичем Шаповаловым.

В соответствии с программой конференции ее участники в течение пяти дней, каждый из которых был посвящен определенным ожидаемым результатам Десятилетия (Вдохновляющий океан; Чистый океан; Здоровый океан; Предсказуемый океан; Безопасный океан; Доступный океан; Продуктивный океан), приняли участие в работе 20 тематических круглых столов, а также 6 специальных тематических сессий, объединенных общим названием «Океан и здоровье». На полях конференции была проведена презентация научно-популярного издания «Blue economy: термины и определения», первого подобного издания в Российской Федерации, в которой приняли участие представители МИД России и Минэкономразвития России.

Работа конференции была направлена на: развитие новых партнерских отношений между наукой, образованием, органами управления, деловыми кругами и обществом в области проведения исследований Мирового океана и использования их результатов; инициирование совместной разработки новых проектов и программ в рамках Десятилетия; привлечение новых заинтересованных сторон к решению задач и достижению результатов Десятилетия.

Особое внимание в работе конференции было уделено утвержденной указом Президента в июле этого года Морской доктрине Российской Федерации. В частности, в резолюции конференции отмечается своевременность и важность принятия новой Морской доктрины, системообразующего документа стратегического планирования в сфере национальной морской политики, для развития и укрепления морского потенциала Российской Федерации.

Морская доктрина нацеливает органы государственной власти Российской Федерации, организации – субъекты морской деятельности на повышение эффективности реализации национальной морской политики на ее функциональных и региональных направлениях. Доктриной сделаны акценты на расширение морских научных исследований, направленных на получение системных знаний о Мировом океане, изучение его ресурсов и пространств в интересах социально-экономического развития и укрепления национальной безопасности. Также сделаны акценты на повышении прикладной направленности исследований Мирового океана.

В ходе конференции именитые специалисты и видные ученые обсудили актуальные вопросы развития и популяризации потенциала науки о Мировом океане. Были представлены проекты, направленные на повышение доступности результатов исследований и значения Мирового океана для человека.



Также в рамках конференции прошли выставки, форсайт-сессии и конкурсные мероприятия по лучшим научным работам, видеороликам и 3D-моделям среди студентов. По итогам конкурсных мероприятий определены победители и вручены соответствующие награды.

## ПРОГРАММА РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ<sup>1</sup>

Время	Мероприятие/доклад/выступление	Координатор/ модератор
<b>24 октября 2022 года</b>		
9:30	Регистрация участников, подключение к онлайн трансляции	
<b>ОТКРЫТИЕ КОНФЕРЕНЦИИ</b>		
<i>Зал № 1</i>		
10:00 – 11:00	Пленарная сессия	
<i>Ссылка для подключения:</i> <a href="https://events.webinar.ru/31487827/774692623">https://events.webinar.ru/31487827/774692623</a>		
11:15 – 13:00	Знакомство участников с представленными выставками и экспозициями	
13:00 – 15:00	<i>Перерыв</i>	
15:00 – 18:00	<b>ВДОХНОВЛЯЮЩИЙ ОКЕАН</b>	
<i>Зал № 1</i>		
15:00 – 15:30	Океан в музыке, живописи, культуре	
15:30 – 18:00	Круглый стол «Приоритеты развития яхтенного туризма в современных условиях» <i>Ссылка для подключения:</i> <a href="https://events.webinar.ru/31487827/606949329">https://events.webinar.ru/31487827/606949329</a>	Сологуб С.В.
<i>Зал № 4</i>		
15:30 – 18:00	Заседание Межведомственной комиссии по морскому культурному и историческому наследию Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации <i>Ссылка для подключения:</i> <a href="https://events.webinar.ru/31487827/388938706">https://events.webinar.ru/31487827/388938706</a>	Попов В.А.
<b>25 октября 2022 года</b>		
10:00 – 13:00	<b>ЧИСТЫЙ ОКЕАН</b>	
<i>Зал № 1</i>		
10:00 – 10:30	Видеопредставление «Виды и источники загрязнения морей и океанов. Антропогенный фактор»	
10:30 – 13:00	Круглый стол «Азиатские окраинные моря и Тихий океан: современные вызовы» <i>Ссылка для подключения:</i> <a href="https://events.webinar.ru/31487827/103306219">https://events.webinar.ru/31487827/103306219</a>	Лобанов В.Б.
<i>Зал № 2</i>		
10:30 – 13:00	Сессия «Океан и Здоровье» (Часть 1. Обсуждение значения Океана для человека и взаимного влияния Океана и человека. Роль и место морской медицины) <i>Ссылка для подключения:</i> <a href="https://events.webinar.ru/31487827/523490549">https://events.webinar.ru/31487827/523490549</a>	Мосягин И.Г.

<sup>1</sup> Приводится редакция Программы, которая была размещена на сайте Конференции, а также направлена по электронным адресам всем зарегистрированным участникам

<b>Зал № 3</b>		
10:30 – 13:00	Круглый стол «Факторы, влияющие на экосистему Черного моря и их изменчивость»	Шиганова Т.А.
	<i>Ссылка для подключения:</i> <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1866297135">https://events.webinar.ru/31487827/1866297135</a>	
<b>Зал № 4</b>		
10:30 – 13:00	Круглый стол «Микропластик и пластиковый мусор в океане»	Завьялов П.О.
	<i>Ссылка для подключения:</i> <a href="https://events.webinar.ru/31487827/822150513">https://events.webinar.ru/31487827/822150513</a>	
13:00 – 15:00	<b>Перерыв</b> выставочные мероприятия: стенды социальных инициатив, демонстрация видеороликов волонтерских проектов и конкурсных работ видеороликов	
15:00 – 18:00	<b>ЗДОРОВЫЙ ОКЕАН</b>	
<b>Зал № 1</b>		
15:00 – 15:30	Видеопредставление «Экологически благополучный и жизнеспособный океан. Поможем ему вместе»	
15:30 – 18:00	Круглый стол «Экосистемы Северного Ледовитого океана, его морей и стратегически важных районов южной Атлантики в условиях меняющегося климата»	Иванов В.В.
	<i>Ссылка для подключения:</i> <a href="https://events.webinar.ru/31487827/241924833">https://events.webinar.ru/31487827/241924833</a>	
<b>Зал № 2</b>		
15:00 – 18:00	Сессия «Океан и Здоровье» (Часть 2. Приоритеты развития морского здравоохранения в Российской Федерации)	Мосягин И.Г.
	<i>Ссылка для подключения:</i> <a href="https://events.webinar.ru/31487827/917759040">https://events.webinar.ru/31487827/917759040</a>	
<b>Зал № 3</b>		
15:00 – 18:00	Круглый стол «Устойчивое развитие и Балтийский квест»	Сивков В.В.
	<i>Ссылка для подключения:</i> <a href="https://events.webinar.ru/31487827/573797384">https://events.webinar.ru/31487827/573797384</a>	
<b>26 октября 2022 года</b>		
10:00 – 13:00	<b>ПРЕДСКАЗУЕМЫЙ ОКЕАН</b>	
<b>Зал № 1</b>		
10:00 – 10:30	Установочный доклад «Численные модели – инструмент изучения океана 21-го века»	Яковлев Н.Г.
10:30 – 13:00	Круглый стол «Цифровой двойник Каспийского моря»	Костяной А.Г.
	<i>Ссылка для подключения:</i> <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1613962409">https://events.webinar.ru/31487827/1613962409</a>	
<b>Зал № 2</b>		
10:00 – 13:00	Сессия «Океан и Здоровье» (Часть 3. Организация медицинского обеспечения экипажей судов и кораблей, трудовых коллективов на объектах морской деятельности)	Мосягин И.Г.
	<i>Ссылка для подключения:</i> <a href="https://events.webinar.ru/31487827/937785912">https://events.webinar.ru/31487827/937785912</a>	
<b>Зал № 3</b>		
10:30 – 13:00	Круглый стол «Геосистемы и минеральные ресурсы открытого океана и переходных зон «континент-океан»	Шакиров Р.Б.

	Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1516009501">https://events.webinar.ru/31487827/1516009501</a>	
<b>Зал № 4</b>		
10:30 – 13:00	Круглый стол «Применение современных моделей Мирового океана для анализа и прогнозирования состояния экосистем морей России и стратегически важных для страны районов Мирового океана»	Грицун А.С.
	Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1077535398">https://events.webinar.ru/31487827/1077535398</a>	
<b>Зал № 5</b>		
10:30 – 13:00	Круглый стол «Мониторинг современного состояния морей России»	Грузинов В.М.
	Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/274737660">https://events.webinar.ru/31487827/274737660</a>	
13:00 – 15:00	<b>Перерыв</b> продолжение выставочной программы и демонстрация конкурсных работ видеороликов	
15:00 – 18:00	<b>БЕЗОПАСНЫЙ ОКЕАН</b>	
<b>Зал № 1</b>		
15:00 – 15:40	«Опасные явления, связанные с Мировым океаном. Системы оповещения. Способы реагирования»	Фролов А.В.
	«Состояние и основные направления развития системы предупреждения о цунами России»	Камаев Д.А.
	«Изменения среднего уровня Мирового океана: причины и последствия»	Медведев И.П.
15:40 – 18:00	Круглый стол «Кадастр морских берегов России: задел, проблемы и перспективы»	Гогоберидзе Г.Г.
	Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/285092782">https://events.webinar.ru/31487827/285092782</a>	
<b>Зал № 2</b>		
15:00 – 18:00	Сессия «Океан и Здоровье» (Часть 4. Актуальные вопросы военно-морской, водолазной медицины, медицинского обеспечения аварийно-спасательных операций на море)	Мосягин И.Г.
	Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/357083014">https://events.webinar.ru/31487827/357083014</a>	
<b>Зал № 4</b>		
15:40 – 18:00	Круглый стол «Мониторинг и изучение вредоносного цветения воды в российских водах Мирового океана»	Винников К.А.
	Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1299371106">https://events.webinar.ru/31487827/1299371106</a>	
<b>27 октября 2022 года</b>		
10:00 – 13:00	<b>ДОСТУПНЫЙ ОКЕАН</b>	
<b>Зал № 1</b>		
10:00 – 10:30	Установочный доклад «Как мы изучаем океан: от морских станций 19-го века к технологиям века 21-го»	Добролюбов С.А.
10:30 – 13:00	Круглый стол «Плавающий университет в Десятилетии наук об Океане – объединяя усилия развиваем возможности»	Степанова Н.Б.

	Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1718059877">https://events.webinar.ru/31487827/1718059877</a>	
<b>Зал № 2</b>		
10:00 – 13:00	Сессия «Океан и Здоровье» (Часть 5. Адаптация членов экипажей кораблей и судов к условиям морских рейсов. Клинические особенности заболеваемости членов экипажей)	Мосягин И.Г.
	Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/426691635">https://events.webinar.ru/31487827/426691635</a>	
<b>Зал № 3</b>		
10:30 – 13:00	Круглый стол «Технологии мониторинга и контроля качества и продуктивности морской среды дистанционными и контактными методами»	Чурилова Т.Я.
	Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/391920677">https://events.webinar.ru/31487827/391920677</a>	
<b>Зал № 4</b>		
10:30 – 13:00	Круглый стол «Информационное взаимодействие и доступ к цифровым данным, информации и знаниям в области океана и морской деятельности»	Шаймарданов В.М.
	Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1369278479">https://events.webinar.ru/31487827/1369278479</a>	
<b>Зал № 5</b>		
10:30 – 13:00	Круглый стол «Оперативная информация об океанической среде в актуальных задачах гидроакустики»	Селезнев И.А.
<b>Зал № 6</b>		
10:30 – 13:00	Круглый стол «Перспективные технологические разработки в сфере исследования морской среды»	Коноплин А.Ю.
	Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1137546377">https://events.webinar.ru/31487827/1137546377</a>	
13:00 – 15:00	<b>Перерыв</b> ознакомление с выставкой научно-популярных изданий по проблемам Мирового океана, демонстрация конкурсных работ видеороликов	
15:00 18:00	<b>ПРОДУКТИВНЫЙ ОКЕАН</b>	
<b>Зал № 1</b>		
15:00 – 15:30	Видеопредставление «Современные проблемы продуктивности океана и стабильное развитие морского хозяйства»	
15:30 – 18:00	Круглый стол «Биологические ресурсы внутренних европейских морей Российской Федерации»	Скуратовская Е.Н.
	Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1863699457">https://events.webinar.ru/31487827/1863699457</a>	
<b>Зал № 2</b>		
15:00 – 18:00	Сессия «Океан и Здоровье» (Часть 6. Использование продукции Океана в здравоохранении, фармацевтике, косметологии, пищевой промышленности, для обеспечения питания населения приморских регионов)	Мосягин И.Г.
	Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1850284597">https://events.webinar.ru/31487827/1850284597</a>	

<b>Зал № 3</b>		
15:30 – 18:00	Круглый стол «Развитие морской деятельности на региональных направлениях национальной морской политики» Презентация научно-популярного издания «Синяя экономика: термины и определения» <i>Ссылка для подключения:</i> <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1378253115">https://events.webinar.ru/31487827/1378253115</a>	Коновалов А.М. Евдокимова А.А.
<b>28 октября 2022 года</b>		
<b>ДЕСЯТИЛЕТИЕ ПРОДОЛЖАЕТСЯ</b>		
<b>Зал № 1</b>		
10:00 – 12:00	Пленарная сессия	Оргкомитет
12:00 – 14:00	Заседание НЭС Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации	Клячко Л.М.
<i>Ссылка для подключения:</i> <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1353365367">https://events.webinar.ru/31487827/1353365367</a>		

## ПРОГРАММА РАБОТЫ КРУГЛЫХ СТОЛОВ

Время	Мероприятие/доклад/выступление	Докладчик
<b>24 октября 2022 года</b>		
15:00 – 18:00	<b>ВДОХНОВЛЯЮЩИЙ ОКЕАН</b>	
15:30 – 18:00	<b>Заседание Межведомственной комиссии по морскому культурному и историческому наследию Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации</b>	
	Итоги Межведомственного совещания по вопросам стратегии развития сети детских морских объединений и профильных морских классов	Березкин А.А. (МФРЦ ДОД)
	Опыт использования объектов морского культурного и природного наследия в образовательной практике Санкт-Петербургского государственного автономного профессионального образовательного учреждения «Морская техническая академия имени адмирала Д.Н. Сенявина»	Урядов А.К. (СпбМТК)
	Морской музей как образовательная среда. Образовательные практики Музея Мирового океана.	Буданов А.М. (ФГБУК «Музей мирового океана»)
	Морское природное и культурное наследие». Новая образовательная программа магистратуры БФУ им. И.Канта	Баширова Л.Д. (БФУ им. И. Канта)
	О вкладе маринистической литературы в дело воспитания новых поколений российских моряков	Шигин В.В., писатель – маринист
	О внесении изменений в Федеральный закон «О Музейном фонде Российской Федерации и музеях в Российской Федерации» и Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации»	Чечель Н.В. (Минкультуры России) Гриднева Ю.А. (Минкультуры России)

		Клюев В.В. (Минтранс России) Трунин Е.Г. (ФАУ «РКО»)
	Сохранение морского наследия России за рубежом	Сивкова С.Г. (Музей мирового океана)
15:30 – 18:00	<b>Круглый стол «Приоритеты развития яхтенного туризма в современных условиях»</b>	
	Инфраструктура Яхтинга – драйвер развития береговой зоны регионов и городов	Гришин Н.А. (ФГБУ «РААСН»)
	Действующее законодательство РФ в области яхтинга, создание условий для развития отечественного яхтостроения, развитие инфраструктуры (ВКС)	Петров И.Л. (АЯЧМ)
	Строительство яхт, катамаранов, хаусботов в России. Реальность и перспективы. Возможность привлечь туристические потоки и яхтенную индустрию	Гмыра С.Н. (Байкал Яхт Групп)
	Марины и морские рекреационные комплексы на азово-черноморском побережье. Будущее приморских городов.	Шебзухова О.А. (ООО «ЦРРТ «Новые горизонты»)
<b>25 октября 2022 года</b>		
10:00 – 13:00	<b>ЧИСТЫЙ ОКЕАН</b>	
10:30 – 13:00	<b>Круглый стол «Азиатские окраинные моря и Тихий океан: современные вызовы»</b>	
	<i>Ссылка для подключения:</i> <a href="https://events.webinar.ru/31487827/103306219">https://events.webinar.ru/31487827/103306219</a>	
	Десятилетие морских наук ООН на Тихом океане: флагманские программы ведущих международных научных организаций.	Лобанов В.Б. (ТОИ ДВО РАН)
	Международная программа CREAMS: 30-летний опыт сотрудничества в Японском море и необходимость комплексного подхода.	Трусенкова О.О. (ТОИ ДВО РАН)
	Приоритетные направления развития мониторинга и прогноза вредоносного цветения воды в азиатско-тихоокеанском регионе.	Орлова Т.Ю. (ННЦМБ ДВО РАН)
	Микропластик в морских водах: современные вызовы и комплексные решения для Тихого океана.	Кантаков Г.А. (ДЭКО)
	Восточная Арктика и Тихий океан: проблемы развития экологического обеспечения Северного морского пути.	Шабалин Н.В. (ЦМИ МГУ)
	Дальневосточные моря как платформа для развития устойчивого международного сотрудничества в области исследования и освоения Мирового океана в условиях политической турбулентности.	Середа А.В.
	Современные траектории развития образования в контексте комплексного изучения морских экосистем.	Лобанова П.В. (СПбГУ)
	Институт Мирового океана ДВФУ – научно-технологический и образовательный центр компетенций по морским направлениям развития экономики региона и взаимодействия со странами АТР	Винников К.А. (ДВФУ)

10:30 – 13:00	<b>Сессия «Океан и Здоровье» (Часть 1. Обсуждение значения Океана для человека и взаимного влияния Океана и человека. Роль и место морской медицины)</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/523490549">https://events.webinar.ru/31487827/523490549</a></i>	
	Роль и место морской медицины. Морская медицина как наука и учебная дисциплина. Взаимосвязь морской медицины с другими медицинскими дисциплинами	Мосягин И.Г. (Главное командование ВМФ)
	Комплексность правового регулирования в морском здравоохранении	Воронкова С.В. (ФГБУН НИИ ПММ)
	Актуальные вопросы нормативного правового регулирования в сфере морского здравоохранения	Плутницкий А.Н. (Минздрав России)
	Об организации разработки и особенностях новой Морской доктрины Российской Федерации	Попов А.М. (Главное командование ВМФ)
	Погодно-климатические факторы и смертность населения в Российской Арктике (на примере военнослужащих в современных условиях)	Гржибовский А.М. (ФГБОУ ВО СГМУ)
	Развитие пандемии новой коронавирусной инфекции на приморских территориях. Эволюция заболеваемости и изменчивости вируса	Симакина О.Е. (ФГБНУ «ИЭМ»)
	Психоневрологические нарушения у людей в эпоху эпидемий вирусных инфекций (ВКС)	Рассохин В.В. (ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова)
	Проявление эпидемического процесса COVID-19 и динамика геновариантов SARS-CoV-2 на территории Российской Федерации	Углева С.В. (ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора)
10:30 – 13:00	<b>Круглый стол «Факторы, влияющие на экосистему Черного моря и их изменчивость»</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1866297135">https://events.webinar.ru/31487827/1866297135</a></i>	
	Шиганова Т.А. (ИО РАН) Черное море как район донор и реципиент для морей южной Евразии	Шиганова Т.А. (ИО РАН)
	Моделирование физических и биогеохимических процессов в Черном море как инструмент прогнозирования всплесков развития желетелых видов	Алексеенко Е.В., Шиганова Т.А., Казьмин А.С. (ИО РАН)
	Методологические основы и алгоритмы построения сценариев социально-экономического развития черноморских регионов с учётом прогнозируемых изменений природно-климатических факторов.	Коновалов А.М., Батурова Г.В. (РТУ МИРЭА)
	Система мониторинга прибрежной зоны Черного моря на примере полигона «Геленджик» ИОРАН: Выявление разномасштабной изменчивости и долговременных трендов.	Зацепин А.Г. (ИО РАН)
	Мультидекадная изменчивость абиотических параметров в Черном море.	Казьмин А.С. (ИО РАН)



	Изменчивость гидрофизических и гидрохимических параметров в северо-восточной части Черного моря, в контексте изменений климата	Часовников В.К. Шиганова Т.А., Бородулина П.А. (ИО РАН)
	Видовой состав фитопланктона и его изменчивость в Геленджикской и Голубой бухтах Черного моря	Федоров А.В.
	Морской мусор в Черном море.	Погожева М.П. (ФГБУ «ГОИН»)
	Загрязнение Черного моря	Коршенко А.Н.
	Структура и динамика макрозообентоса северо-восточного сектора Черного моря	Любимов И.В.
10:30 – 13:00	<b>Круглый стол «Микропластик и пластиковый мусор в океане»</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/822150513">https://events.webinar.ru/31487827/822150513</a></i>	
	Мировой океан пластика	Чубаренко И.П.
	Микрообрастания и биодеструкция морского пластика	Сапожников Ф.В.
	Оценка микропластикового загрязнения Арктики: проблемы и достижения	Пахомова С.В.
	Пластиковое загрязнение прибрежной зоны Баренцева и Белого морей: происхождение, токсикологические риски и перспективы ремедиации	Ильина О.В.
15:00 – 18:00	<b>ЗДОРОВЫЙ ОКЕАН</b>	
15:30 – 18:00	<b>Круглый стол «Экосистемы Северного Ледовитого океана, его морей и стратегически важных районов южной Атлантики в условиях меняющегося климата»</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/241924833">https://events.webinar.ru/31487827/241924833</a></i>	
	Современные океанографические исследования в Арктике и их основные результаты	Махотин М.С. (АНИИ)
	Изменения в содержании пресной воды в Арктическом бассейне и сокращение морского ледяного покрова при глобальном потеплении	Алексеев Г.В. (АНИИ)
	Обратные связи в системе «океан – морской лед – атмосфера», связанные с сокращением арктического морского льда	Иванов В.В. (АНИИ)
	Проблемы адаптации морских арктических экосистем океане при современном потеплении	Солдатенко С.А. (АНИИ)
	Вклад российских исследований в изучение планктонных экосистем Северного Ледовитого океана	Кособокова К.Н. (ИО РАН)
	Планктонная микробиота морей восточной Российской Арктики	Романова Н.Д. (ИО РАН)
	Влияние сроков освобождения ото льда на «цветение» фитопланктона в тихоокеанском секторе Арктики и их изменения	Кивва К.К. (ВНИРО)
	Пластиковое загрязнение в Северном Ледовитом океане	Весман А.В. (АНИИ)
	Мониторинг стратегически важных районов южной Атлантики (пролив Брансфилд)	Кашин С.В., Антипов Н.Н., Молчанов М.С. (АНИИ)
	Состав и структура планктонных сообществ атлантического сектора Антарктики	Орлов А.М. (ИО РАН)

15:00 – 18:00	<b>Сессия «Океан и Здоровье» (Часть 2. Приоритеты развития морского здравоохранения в Российской Федерации)</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/917759040">https://events.webinar.ru/31487827/917759040</a></i>	
	Российские врачи в экспедициях по исследованию и освоению Русского Севера	Симоненко В.Б. (ВМА им. С.М.Кирова)
	Военно-морская кафедра АГМИ-АГМА-СГМУ как форпост морского медицинского образования на Севере России (ВКС)	Барачевский Ю.Е. (ФГБОУ ВО СГМУ)
	Приоритеты развития морского здравоохранения в Российской Федерации. Ход реализации Концепции развития морской медицины в Российской Федерации до 2030 года	Мосягин И.Г. (Главное командование ВМФ)
	Климат и инфекции	Малеев В.В. (ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора)
	Изменения климата и здоровье населения России. Анализ ситуации и прогнозные оценки	Ревич Б.А. (ИНП РАН)
	О ходе реализации Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации в сфере здравоохранения	Бобровницкий И.П. (МОО «Ассоциация полярников»)
	Физиологические реакции системы внешнего дыхания у новобранцев учебного центра Военно-Морского Флота в Арктической зоне Российской Федерации	Гудков А.Б. Попова О.Н. (ФГБОУ ВО СГМУ)
	Метеорологические факторы и артериальное давление у населения Европейского Севера	Растокина Т.Н. (ФГБОУ ВО СГМУ)
15:30 – 18:00	<b>Круглый стол «Устойчивое развитие и Балтийский квест»</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/573797384">https://events.webinar.ru/31487827/573797384</a></i>	
	Пространственно-временная эволюция Балтийского моря: палеогеографический аспект (ВКС)	Субетто Д.А. (РГПУ им. А.И. Герцена)
	Опасные экзогенные геологические процессы Российской Балтики	Рябчук Д.В. Жамойда В.А. Сергеев А.Ю. Ковалева О.А. Буданов А.М. Неевин И.А. (ВСЕГЕИ)
	Активизация размыва берегов Калининградского полуострова в XXI веке: проявления, причины и прогноз	Луговой Н.Н. (БФУ им. И. Канта)
	Оценка динамики аккумулятивных форм на побережье Калининградской области (ВКС)	Белов Н.С. (БФУ им. И. Канта)
	Комплексный подход к берегозащите в Калининградской области	Бурнашов Е.М. (ГБУ КО «Балт- берегозащита»)
	Эвтрофикация Балтийского моря в настоящем и будущем климате	Еремина Т.Р. (РГГМУ)

	Возможности реанализа и прогнозирования физических полей при планировании и выполнении натурных исследований	Пака В.Т. (ИО РАН)
	Внутригодовая динамика «бросов» водорослей на калининградское побережье Балтийского моря (ВКС)	Домнин Д.А. (ИО РАН)
	Исследование метана в Юго-Восточной Балтике (ВКС)	Ульянова М.О. (ИО РАН)
	Методы измерения потоков парниковых газов в морских условиях (ВКС)	Репина И.А. (ИФА РАН)
	Перспективы устойчивого развития российского рыболовного промысла в Балтийском море (ВКС)	Гулюгин С.Ю. Амосова В.М. Зезера А.С. (ВНИРО)
	Сохранение морского побережья в национальном парке «Куршская коса»: проблемы и пути решения (ВКС)	Майорова Ю.А. (Национальный парк «Куршская коса»)
	Устойчивость и здоровье океана: информационные вызовы	Фоменко Г.А. (НПО «Институт устойчивых инноваций»)
<b>26 октября 2022 года</b>		
10:00 – 13:00	<b>ПРЕДСКАЗУЕМЫЙ ОКЕАН</b>	
10:30 – 13:00	<b>Круглый стол «Цифровой двойник Каспийского моря»</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1613962409">https://events.webinar.ru/31487827/1613962409</a></i>	
	Цифровой двойник Каспийского моря	Костяной А.Г. (ИО РАН)
	Региональное изменение климата Каспийского моря	Костяной А.Г. (ИО РАН)
	Изменение уровня Каспийского моря	Лебедев С.А. (ГЦ РАН)
	Состав данных для цифрового двойника Каспийского моря	Вязилов Е.Д. (ВНИИГМИ-МЦД)
	Спутниковый мониторинг нефтяного загрязнения Каспийского моря	Лаврова О.Ю. (ИКИ РАН)
	Межгодичная и сезонная изменчивость расходов воды через спутниковые разрезы 133 и 209 в Каспийском море по данным гидродинамического моделирования»	Попов С.К. (Гидрометцентр России)
	Станет ли Каспий вторым Аралом?	Малинин В.Н. (РГГМУ)
	Время действовать в среде Каспийского моря: сосредоточить внимание на нескольких задачах в рамках научного сотрудничества стран Каспийского бассейна	Hamid Lahijani
	Совместное управление для устойчивого развития режима Каспийского моря	Marina Soilemezidou
	Банк экспертных данных для Каспийского моря	Кравченко П.Н. (ЧОУВО «МУ им. С.Ю.Витте»)

10:00 – 13:00	<b>Сессия «Океан и Здоровье» (Часть 3. Организация медицинского обеспечения экипажей судов и кораблей, трудовых коллективов на объектах морской деятельности)</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/937785912">https://events.webinar.ru/31487827/937785912</a></i>	
	Международное руководство по морской медицине. От истоков мореплавания до настоящего времени	Денисенко И.В. (Международная Ассоциация Морского Здравоохранения)
	Медицинское обеспечение Северного морского пути (ВКС)	Лупачев В.В. Попов В.В. (ФГБОУ ВО СГМУ)
	Стратегии адаптационных перестроек организма человека в арктических и приарктических регионах Российской Федерации (ВКС)	Аверьянова И.В. Луговая Е.А. (НИЦ «Арктика» ДВО РАН)
	Инновационные методы оценки протромбогенной активности в условиях морского арктического рейса (ВКС)	Воробьева Н.А. (ФГБОУ ВО СГМУ)
	О перспективах использования современных инновационных медицинских технологий в условиях Арктики	Свистов А.С. Чумаков А.В. (ВМА им. С.М.Кирова)
	Тамерон как универсальный иммуномодулятор и антиоксидант для обеспечения здоровьесбережения персонала на кораблях ВМФ и гражданского флота, в том числе для лечения и реабилитации при Covid-19	Руднев Д.С. (АНО ИИФ) Царькова Е.А. (АксиМед)
	Опыт использования морского госпитального судна «Иртыш» в дальней морской и океанской зонах	Минаев Н.В. (Тихоокеанский флот)
	Морская медицина как часть удаленного здравоохранения	Карпов А.Б. (Ассоциация «Илотздрав»)
10:30 – 13:00	<b>Круглый стол «Геосистемы и минеральные ресурсы открытого океана и переходных зон «континент-океан»</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1516009501">https://events.webinar.ru/31487827/1516009501</a></i>	
	«Минерально-сырьевая база прикурильской части Охотского моря и Тихого океана с демонстрацией влияния степени изученности акватории на увеличение ресурсного потенциала	Юрченко Ю.Ю. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»)
	Геофизические исследования ТОИ ДВО РАН в Дальневосточных морях Тихого океана	Валитов М.В. (ТОИ ДВО РАН)
	Планирование и развитие прибрежно-морского природопользования на Дальнем Востоке России: роль геосистемных исследований в опережающем социально-экономическом развитии региона	Ганзей К.С. (ТИГ ДВО РАН)
	Mantle geodynamics and source domain of the East Vietnam Sea opening-induced volcanism in Vietnam and neighboring regions (на русском языке)	Др. Ле Дык Ань (Dr. Le Duc Anh) Институт морской геологии и геофизики

		Вьетнамской академии наук и технологий.
	Новые данные о геологическом строении и рельефе прибрежно-шельфовой зоны Восточно-Сибирского моря по данным геологического картирования»	Рябчук Д.В. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»)
	Геологическое картирование российской Балтики – новые методы, палеогеографические реконструкции, минерально-ресурсный потенциал	Рябчук Д. В. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»), Сивков В.В. (ИО РАН).
	Геомикробиологические системы Мирового океана	Пономарева А.Л. (ТОИ ДВО РАН)
	Геологические этапы эволюции и минеральные ресурсы Магеллановых гор (Тихий океан)	Съедин В.Т. (ТОИ ДВО РАН)
	Рудный потенциал Северной Пацифики	Михайлик П.Е. (ДВГИ ДВО РАН)
	Гидротермальные системы Курильских островов: геосистемные и экосистемные аспекты	Жарков Р.В. (ИМГиГ ДВО РАН)
	Морская горная отрасль Дальнего востока РФ, реальность и перспективы	Белов А.В. (ДВФУ)
	Газогидратные провинции акватории острова Сахалин на основе геологического, геофизического, сейсмического и гидрологического районирования	Холмогоров А.О. (ТОИ ДВО РАН)
	Исследование динамики газогеохимических полей метана и углекислого газа южной части о. Сахалин по данным экспедиционных исследований и спутниковых наблюдений	Сырбу Н.С. (ТОИ ДВО РАН)
	Газогидраты западной части Тихого океана: фундаментальные и прикладные аспекты	Шакиров Р.Б. и др. (ТОИ ДВО РАН)
10:30 – 13:00	<p><b>Круглый стол «Применение современных моделей Мирового океана для анализа и прогнозирования состояния экосистем морей России и стратегически важных для страны районов Мирового океана»</b></p> <p>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1077535398">https://events.webinar.ru/31487827/1077535398</a></p>	
	Оперативное и ретроспективное моделирование циркуляции Северного Ледовитого океана и его морей на основе российской модели INMOM для решения научных и практических задач	Дианский Н.А. (МГУ)
	Почему нужны и на что способны новые подходы к прогнозу морского волнения	Слюняев А.В. (ИПФ РАН)
	Моделирование и прогноз характеристик ледяного покрова на неарктических морях России	Нестеров Е.С. (Гидрометцентр России)
	Вихререзающее моделирование Субполярного круговорота Северной Атлантики	Вереземская П.С. (ИО РАН)
	Сверхдолгосрочное прогнозирование состояния Земной системы	Грицун А.С. (ИВМ РАН)

10:30 – 13:00	<b>Круглый стол «Мониторинг современного состояния морей России»</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/274737660">https://events.webinar.ru/31487827/274737660</a></i>	
	Мониторинг состояния Каспийского моря	Островская Е.В. (ФГБУ «КаспМНИЦ»)
	О современном состоянии Черного и Азовского морей	Булыгин А.М. (ФГБУ «ГОИН»)
	Современные гидрометеорологическое условия и экологическое состояние Черного и Азовского морей	Дьяков Н.Н. (СО ГОИН)
	Изменчивость гидрометеорологических процессов и кислородного режима Балтийского моря в современных климатических условиях	Захарчук Е.А. (СПО ГОИН)
	Современные климатические изменения в морских акваториях дальневосточного региона России	Трусенкова О.О. (ТОИ ДВО РАН)
15:00 – 18:00	<b>БЕЗОПАСНЫЙ ОКЕАН</b>	
15:40 – 18:00	<b>Круглый стол «Кадастр морских берегов России: задел, проблемы и перспективы»</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/285092782">https://events.webinar.ru/31487827/285092782</a></i>	
	Концепция кадастра морских берегов Российской Федерации	Гогоберидзе Г.Г. Румянцева Е.А. (ФГБОУ ВО «МАГУ»)
	Визуализация рисков арктического берегового природопользования как составляющая кадастра морских берегов Российской Федерации	Гогоберидзе Г.Г. Румянцева Е.А. (ФГБОУ ВО «МАГУ»)
	Вклад России в глобальную карту соленых маршей (Сахалинский регион)	Афанасьев В.В. Фаустова А.Б. (ФГБОУ ВО «СахГУ»)
	Влияние хозяйственной деятельности на береговые процессы: взаимоотношение субъектов природопользования в береговой зоне морей Российской Федерации	Огородов С.А. Бадина С.В. (МГУ)
	Внедрение действующих международных статистических стандартов в области природно-экономического учета в Российской Федерации	Репин И.А. (Росстат)
	Кадастр и база данных морских берегов Восточной Сибири (ВКС)	Григорьев М.Н. (ИМЗ СО РАН)
	Калининградская область как пилотный проект по созданию кадастра берегов Российской Федерации	Бурнашов Е.М. (ГБУКО «Балтберего-защита») Чубаренко Б.В. (АО ИО РАН)
	Оценка устойчивости береговых эко-социо-экономических систем как составляющая инструментария кадастра морских берегов Российской Федерации	Гогоберидзе Г.Г. Румянцева Е.А. (ФГБОУ ВО «МАГУ»)

	Прибрежные марши и иловые осушки Сахалина в контексте климатических изменений	Афанасьев В.В., Фаустова А.Б. (ФГБОУ ВО «СахГУ»)
	Проблемы определения длины береговой линии моря	Крыленко М.В. Крыленко В.В. (Южное отделение ИО.РАН)
	Развитие природно-экономического учета суши и океана в России	Фоменко Г.А. (НПО «Институт устойчивых инноваций») Фоменко М.А. (АНО НИПИ «Кадастр»)
	Российские берега черноморского побережья Кавказа в 21 веке	Крыленко В.В. Косьян Р.Д. Крыленко М.В. (Южное отделение ИО.РАН)
	Сегментация береговой линии арктических морей России: происхождение, динамика, уровень моря	Баранская А.В. Огородов С.А. Богатова Д.М. Новикова А.В. Другов М.Д. Белова Н.Г. Кокин О.В. Мазнев С.В. (МГУ)
	Техногенный фактор динамики берегов Печорско-Карского региона	Богатова Д.М. Огородов С.А. Бадина С.В. Баранская А.В. Белова Н.Г. (МГУ)
15:00 – 18:00	<b>Сессия «Океан и Здоровье» (Часть 4. Актуальные вопросы военно-морской, водолазной медицины, медицинского обеспечения аварийно-спасательных операций на море)</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/357083014">https://events.webinar.ru/31487827/357083014</a></i>	
	Актуальность опыта Великой Отечественной войны при оказании медицинской помощи при поражении обычными видами оружия в настоящее время (Видеозапись)	Мурынин В.А. Зубарев А.А. (ФГБУ «1472 ВМКГ»)
	Проблемы оценки состояния здоровья моряков в Российской Федерации и пути их решения	Бумай О.К. (ФГБУН НИИ ПММ ФМБА)
	Совершенствование системы аварийного реагирования Федерального медико-биологического агентства при радиационных авариях и инцидентах в Арктической зоне Российской Федерации и на трассе Северного морского пути	Грабский Ю.В. (ФГБУН НИИ ПММ)
	Состояние и проблемные вопросы подготовки врачей по водолазной медицине в России (ВКС)	Мясников А.А. (ВМА им. С.М. Кирова)

	Заболееваемость корабельных специалистов во время дальних морских походов (ВКС)	Данилов Д.А. (Медицинская служба крейсера)
	Основные области и средства применения инновационных лечебных смесей газов с повышенным содержанием инертных газов	Петров В.А. (ООО «НИИ ГЕРОПРО»)
	Медико-психологическая реабилитация специалистов после длительных морских походов	Тягнерёв А.Т. (ВУНЦ ВМФ)
	Опыт медицинского обеспечения автономных водолазных спусков в снаряжении закрытого типа с использованием гипероксических дыхательных смесей (ВКС)	Исрафилов З.М. (ВМА им. С.М. Кирова)
	Инновационные методы и средства продления Золотого часа для обеспечения эвакуации раненого или травмированного в лечебное учреждение в условиях отдаленных районов Крайнего Севера	Петров В.А. (ООО «НИИ ГЕРОПРО»)
15:40 – 18:00	<b>Круглый стол «Мониторинг и изучение вредоносного цветения воды в российских водах Мирового океана»</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1299371106">https://events.webinar.ru/31487827/1299371106</a></i>	
	Масштабный красный прилив на Камчатке осенью 2020 года и его последствия	Винников К.А. (ИМО ДВФУ)
	ВЦВ в российском секторе Тихого океана и Арктики, как возрастающая угроза здоровью человека и прибрежным экосистемам	Орлова Т.Ю. (ННЦМБ ДВО РАН)
	Результаты изучения восстановительного потенциала прибрежных экосистем юго-восточной Камчатки после ВЦВ осенью 2020 г.	Коростелев С.Г. (КФ ТИГ ДВО РАН)
	Морские млекопитающие в водах Камчатки и феномен ВЦВ	Рожнов В.В. (ИПЭЭ РАН)
	Возможные абиотические факторы экологической катастрофы в Авачинском заливе Камчатки в 2020 году	Лобанов В.Б. (ТОИ ДВО РАН)
	Возможности и проблемы распознавания вредоносной микроводоросли и стадии ее цветения по данным спутникового дистанционного зондирования океана	Алексанин А.И. (ИАПУ ДВО РАН)
	Трехканальный региональный спутниковый алгоритм оценки концентрации хлорофилла а: инструмент для диагностирования «цветения» воды	Суслин В.В. (МГИ РАН)
	Исследование спутниковыми методами естественных и антропогенных воздействий на прибрежные акватории Камчатки	Замшин В.В. (НИИ «АЭРОКОСМОС»)
	Цианобактериальные цветения и цианотоксины в Южной Балтике и ее прибрежных лагунах	Ежова Е.Е. (АО ИО РАН)
	Потенциально-токсичные цианобактерии Финского залива	Ланге Е.К. (АО ИО РАН)
	Мониторинг цианобактериальных цветений в мелководных заливах Южной Балтики	Дмитриева О.А. (АО ИО РАН)
<b>27 октября 2022 года</b>		
10:00 – 13:00	<b>ДОСТУПНЫЙ ОКЕАН</b>	
10:30 – 13:00	<b>Круглый стол «Плавучий университет в Десятилетии наук об Океане – объединяя усилия развиваем возможности»</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1718059877">https://events.webinar.ru/31487827/1718059877</a></i>	



	Комплексные геолого-геофизические и гидробиохимические исследования в Ладожском озере. «Обучение-через-исследования»	Половков В.В. (СПбГУ)
	Реализация научно-образовательной программы «Тихоокеанский плавучий университет»	Рутенко О.А., Винников К.А. (ДФУ)
	Научно-образовательная экспедиция «Арктический плавучий университет – 2022»	Сабуров А.А. (САФУ)
	Продвижение Плавучих университетов. Опыт 2021-2022 годов	Смирнова Ю.В. (АНО «Обучение через исследования»)
	Новые шаги в развитии программы Плавучий университет в рамках Десятилетия наук об Океане ООН «Плавучий университет» ЮНЦ РАН на НИС «Денеб» и НИС «Профессор Панов»: обучение через исследования	Степанова Н.Б. (МФТИ, ИО РАН) Степаньян О.В. (ФИЦ РАН)
	Итоги выполнения гелиогеофизических проектов с АПУ	Тертышников А.В. (ФГБУ ИПГ)
	Плавучий университет ЮНЕСКО-МГУ (TTR-«Training-through-Research»)	Токарев М.Ю. Ахманов Г.Г. Полудеткина Е.Н. Потемка А.К. (МГУ)
	Плавучие Университеты и промышленные партнеры: опыт взаимодействия, проблемы и перспективы	Шабалин Н.В. (ООО «ЦМИ МГУ»)
	Результаты апробации отдельных модулей научно-просветительской программы «ОКЕАНИЯ: школа под парусами»	Медведева В.Н. (Музей Мирового океана)
10:00 – 13:00	<b>Сессия «Океан и Здоровье» (Часть 5. Адаптация членов экипажей кораблей и судов к условиям морских рейсов. Клинические особенности заболеваемости членов экипажей)</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/426691635">https://events.webinar.ru/31487827/426691635</a></i>	
	Цифровые данные – перспектива морской медицины?	Коржук М.С. (ВМА им. С.М.Кирова)
	Особенности адаптации моряков в условиях длительного плавания	Войтенко А.В. (1477 военно-морской клинический госпиталь)
	Аллостатическая нагрузка – фактор развития хронических заболеваний	Зачиняев Г.В. (1477 военно-морской клинический госпиталь)
	Актуальные вопросы гигиенического воспитания и санитарного просвещения	Дыбин А.С. (ВЧ 69008)
	Опыт применения методики интервальных гипер-гипооксических дыхательных тренировок подогретыми кислородно-гелиевыми смесями в процессе подготовки водолазов (ВКС)	Гаврилов Е.В. (ЧВВМУ)

	Исследованные свойства и лечебные эффекты дыхательных смесей с повышенным содержанием инертных газов	Моргунов Н.А. (ООО «НИИ ГЕРОПРО»)
	Использование барокомплекса «Спаситель» ФГБУ «1472 ВМКГ» Минобороны России в повседневной деятельности	Демуров Б.О. (1472 Военно-морской клинический госпиталь)
	Феномен «диуреза давления»: механизмы возникновения и физиологическое значение в практике медицинского обеспечения водолазных работ (ВКС)	Шитов А.Ю. (ВМА им. С.М.Кирова)
	Дисбарогенная остеоартропатия» как отражение следовых системных процессов после длительного пребывания на предельных глубинах: роль воспаления	Чумаков А.В. (ВМА им. С.М.Кирова)
10:30 – 13:00	<p><b>Круглый стол «Технологии мониторинга и контроля качества и продуктивности морской среды дистанционными и контактными методами»</b></p> <p><i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/391920677">https://events.webinar.ru/31487827/391920677</a></i></p>	
	Оценка состояния водных экосистем на основе показателей качества и продуктивности вод	Чурилова Т.Я. (ФИЦ ИнБЮМ)
	Развитие методов спутникового мониторинга аномальных процессов в морских экосистемах на основе многоспектрального подхода	Станичный С.В. (ФГБУН ФИЦ МГИ РАН)
	Региональный спутниковый биооптический алгоритм для Черного и Азовского морей	Суслин В.В. (ФГБУН ФИЦ МГИ РАН)
	Региональные спутниковые алгоритмы для оценки значений биооптических характеристик вод российских морей	Глуховец Д.И. (ИО РАН)
	Разработка и применение моделей для анализа пространственно-временной изменчивости продуктивности вод на примере Атлантического океана и Северо-Европейского бассейна Арктики	Лобанова П.В. (СПбГУ)
	Региональный алгоритм дистанционной оценки концентрации хлорофилла «а» в Черном море	Корчемкина Е.Н. (ФГБУН ФИЦ МГИ РАН)
	Об особенностях дистанционного мониторинга продуктивных вод внутренних водоемов на примере Горьковского водохранилища	Мольков А.А. (ФГАОУ ВО ННГУ)
	Особенности разработки и области применения биооптических алгоритмов в Дальневосточном регионе	Салюк П.А. (ТОИ ДВО РАН)
	Комплексное использование спутниковых данных высокого пространственного разрешения для мониторинга аварийных разливов нефти на примере аварии на Сирийском побережье 23 августа 2021 года	Князев Н.А. (ИКИ РАН)
	Оценка концентрации хлорофилла «а» в поверхностном слое участков акватории Новосибирского водохранилища по данным спутникового зондирования и сопряженных контактных измерений	Суторихин И.А.

10:30 – 13:00	<b>Круглый стол «Информационное взаимодействие и доступ к цифровым данным, информации и знаниям в области океана и морской деятельности»</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1369278479">https://events.webinar.ru/31487827/1369278479</a></i>	
	Об основных направлениях развития военной подсистемы единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане	Федоров А.М.
	Опыт применения ЕСИМО: «Мониторинг морских и прибрежных особо охраняемых природных территорий федерального значения Российской Федерации»	Кириченко М.А. Горбунова С.П. (ФГБУ «РФИ Минприроды России»)
	Информационное обеспечение морских научных исследований Мирового океана	Батурова Г.В., Коновалов А.М. (РГУ МИРЭА) Шаповалов С.М. (ИО РАН)
	ЕСИМО как прообраз цифровой экосистемы данных, информации и знаний об океане и морской деятельности, сервисов управления и доступа к ним (ВКС)	Михайлов Н.Н. (ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»)
	Сквозная схема управления и обработки данных: от данных наблюдений до цифровых знаний в области опасных гидрометеорологических явлений в океанах и морях на основе ЕСИМО	Вязилов Е.Д. (ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»)
	О проекте единой государственной информационной политики обеспечения морской деятельности (видеозапись)	Белов С.В. (ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»)
10:30 – 13:00	<b>Круглый стол «Оперативная информация об океанической среде в актуальных задачах гидроакустики»</b>	
	Оперативная океанография в интересах гидроакустики. Проблемные вопросы реализации метода согласованной с полем ожидаемого сигнала обработки.	Коваленко В.В. (Научный совет РАН)
	Усвоение океанографических данных как одна из ключевых задач оперативной океанографии	Вильфанд Р.М. (ФГБУ «Гидрометцентр России»)
	Широкие возможности ADCP для мониторинга морской среды	Серебряный А.Н. (АО «АКИН»)
	Возможности гидроакустических приемных систем в зависимости от характера информации об окружающей океанической среде	Глелова Г.М. (НИИ физики ЮФУ)
	Точность априорной информации об океанической среде как фактор эффективности обработки гидроакустических сигналов	Малеханов А.И. (ИПФ РАН)
	Оптимизация применения гидроакустических средств в условиях пространственно-временной изменчивости океанической среды	Ермолаев В.И. (АО «Концерн «Океанприбор»)
	Проблематика техногенного подводного шума объектов морской техники и направления его системных исследований	Таровик В.И. (ФГУП «КГНЦ»)

	Особенности использования информации оперативной океанологии для решения прикладных задач гидроакустики	Жильцов Н.Н. (АО «ГНИНГИ»)
10:30 – 13:00	<b>Круглый стол «Перспективные технологические разработки в сфере исследования морской среды»</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1137546377">https://events.webinar.ru/31487827/1137546377</a></i>	
	Разработки ИПМТ ДВО РАН для исследования морской среды	Борейко А.А. (ИПМТ ДВО РАН)
	Результаты и перспективы использования подводных аппаратов для исследования глубоководных экосистем	Коноплин А.Ю. Михайлов Д.Н. Костенко В.В. Боровик А.И. (ИПМТ ДВО РАН)
	Результаты и перспективы использования подводных аппаратов для исследования глубоководных экосистем	Кузнецов А.Л. (ННЦМБ ДВО РАН) Коноплин А.Ю. (ИПМТ ДВО РАН)
	Возможности лагранжевого моделирования крупномасштабного переноса водных масс в Мировом океане на основе теории динамического хаоса	Будянский М.В. Пранц С.В. Улейский М.Ю. Файман П.А. Удалов А.А. Дидов А.А. (ТОИ ДВО РАН)
	Использование технологии эффективного окисления и деструкции органических соединений (ТЕОД-технологии) для очистки воды от «вечных» фторорганических соединений, попадающих в Мировой океан с пластиковым мусором	Изюмов С.В. Легкий Н.М. Телегин В.А.
	Автоматизация исследований подводной экосистемы с помощью нейросетевых технологий	Якушкин О.О. Павлова Е.Д. Пен Е.А. Половков В.В. Фрих-Хар А.Ю. (СПбГУ) Терехина Я.Е. Буланова А.А. Шабалин Н.В. (МГУ)
15:00 18:00	<b>ПРОДУКТИВНЫЙ ОКЕАН</b>	
15:30 – 18:00	<b>Круглый стол «Биологические ресурсы внутренних европейских морей Российской Федерации»</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1863699457">https://events.webinar.ru/31487827/1863699457</a></i>	
	Экологические основы формирования разнообразия донных сообществ Черного моря в современных условиях морепользования	Петров А.Н. (ФИЦ ИнБЮМ)
	Современное состояние биоразнообразия прибрежных акваторий Крыма (Черное море) в условиях климатических изменений и антропогенного воздействия	Скуратовская Е.Н. (ФИЦ ИнБЮМ)

	Ксеноразнообразие Азовского моря и его ресурсный потенциал	Афанасьев Д.Ф. (ФГБНУ ВНИРО)
	Паразиты гидробионтов-вселенцев в Азово-Черноморском бассейне	Корнийчук Ю.М. (ФИЦ ИнБЮМ)
	О воздействиях затопленного химического оружия на морскую экосистему: накопленные знания и нерешенные задачи	Пака В.Т. (АО ИО РАН)
	Рациональное природопользование в прибрежных зонах для их устойчивого развития в рамках десятилетия наук об океане ООН	Мильчакова Н.А. (ФИЦ ИнБЮМ)
	Перспективы методов глубокого замораживания репродуктивных клеток редких, исчезающих и хозяйственно ценных видов рыб южных морей России	Пономарева Е.Н. (ЮНЦ РАН)
	Марикультура двустворчатых моллюсков как элемент увеличения биоразнообразия и рационального использования ресурсов Чёрного моря	Рябушко В.И. (ФИЦ ИнБЮМ)
15:00 – 18:00	<b>Сессия «Океан и Здоровье» (Часть 6. Использование продукции Океана в здравоохранении, фармацевтике, косметологии, пищевой промышленности, для обеспечения питания населения приморских регионов)</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1850284597">https://events.webinar.ru/31487827/1850284597</a></i>	
	Научная разработка и производство препаратов, продуктов функционального питания и изделий медицинского назначения на основе глубокой переработки возобновляемых биоресурсов Арктической зоны Российской Федерации	Крылов И.А. (ФГБОУ ВО СГМУ)
	Морепродукты как фактор передачи инфекционных патогенов	Подколзин А.Т. (ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора)
	Показатели витаминного статуса участников комплексной арктической экспедиции «УМКА-2022»	Бойко Е.Р. (ИФ Коми НЦ УрО РАН)
	Системы активной тепловой защиты специалистов при проведении аварийно-спасательных и подводных работ на примере изделий АНО «Институт инженерной физики»	Андрух О.Н. (АНО ИИФ)
	Технология дополненной реальности применительно к морской хирургии	Гребеньков В.Г. (ВМА им. С.М.Кирова)
	Морфогенетические особенности каспийского тюленя	Вербицкий Е.В. (ЮНЦ РАН)
	Актуальность и методики контроля функционального состояния экипажей подводных лодок в условиях дальнего плавания в Арктической зоне (ВКС)	Шагвалиев А.Г. (Флагманский врач)
	Новые возможности аутогемотрансфузии для военно-морской хирургии	Сенчик К.Ю. (ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова») Лавошников М.В.

15:30 – 18:00	<b>Презентация научно-популярного издания «Синяя экономика: термины и определения» Круглый стол «Развитие морской деятельности на региональных направлениях национальной морской политики»</b> <i>Ссылка для подключения: <a href="https://events.webinar.ru/31487827/1378253115">https://events.webinar.ru/31487827/1378253115</a></i>	
	Повестка стратегических исследований и инноваций для Черного моря: прошлое, настоящее и будущее	Капырин И.Н. (МИД России)
	«Синяя» экономика: опыт Европейского союза	Колесникова М.Л. (ИЕ РАН)
	Развитие концепции «синей» экономики	Егорова А.И. (ЦЭМИ РАН)
	Особенности российско-китайского сотрудничества в Арктике	Кулинцев Ю.В. (ИКиСА РАН)
	Атлантическое и Индоокеанское направления морской политики России: африканская составляющая и её перспективы	Сугаков Г.К. (ИАФр РАН)
	ЕСОР Programme – программа поддержки молодых специалистов в морских областях в рамках Десятилетия ООН наук об океане	Костяная Е.А. (ИО РАН)
	Достижение Цели 14 в области устойчивого развития (Сохранение морских экосистем): тенденции и проблемы	Филатова О.В. (ИФУР РАНХиГС)
	Третья Конференция ООН по морскому праву и позиция рейгановской администрации	Гиголаев Г.Е. (ИВИ РАН)
	О формировании Северного транспортного коридора	Семёнов С.А. (ИФУР РАНХиГС)
	О студенческой форсайт-сессии по теме: «Перспективные технологии в морехозяйственной деятельности в целях стратегической устойчивости России в горизонте до 2035 года»	Семенов С.А. Филатова О.В. (ИФУР РАНХиГС) Морозов А.А. (РТУ МИРЭА)

## **РЕЗОЛЮЦИЯ**

### **Всероссийской конференции с международным участием «Россия в десятилетии ООН наук об океане»**

Участники Всероссийской конференции с международным участием «Россия в десятилетии ООН наук об океане», организованной Национальным комитетом по Десятилетию ООН, посвященному науке об океане в интересах устойчивого развития, под эгидой Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации и при поддержке Минобрнауки России и состоявшейся 24-28 октября 2022 г. в Москве, **благодарят** руководство РТУ МИРЭА за помощь, оказанную в проведении Конференции.

**Заслушав и обсудив** широкий круг вопросов по направлениям в соответствии с ожидаемыми результатами Десятилетия

- (i) **«Вдохновляющий океан»;**
- (ii) **«Чистый океан»;**
- (iii) **«Здоровый океан»;**
- (iv) **«Предсказуемый океан»;**
- (v) **«Безопасный океан»;**
- (vi) **«Доступный океан»;**
- (vii) **«Продуктивный океан»;**

#### **УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ ОТМЕЧАЮТ:**

Десятилетие ООН наук об океане является уникальной возможностью для всех заинтересованных сторон опереться на имеющийся опыт и объединить будущие усилия на всех уровнях для поиска научно обоснованных практических решений, чтобы улучшить состояние Мирового океана и способствовать повышению качества жизни населения Земли;

уровень современных знаний человечества недостаточен для практического решения проблем Мирового океана, необходимо переходить от качественного их описания к количественному, которое пока далеко не полно;

в новой редакции Морской доктрины Российской Федерации учтены цели, задачи и ожидаемые результаты Десятилетия ООН наук об океане;

развитие международного сотрудничества в рамках Десятилетия ООН, в том числе участие российских ученых и специалистов в международных программах, может стать движущей силой дальнейшего исследования и освоения Мирового океана в современных внешнеполитических условиях;

важнейшим инструментом для достижения целей Десятилетия ООН может стать разработка и реализация комплексных (включая межведомственные) программ, в том числе:

межведомственной программы развития и модернизации на современной технологической основе российской системы предупреждения о цунами (СПЦ) на дальневосточном побережье Российской Федерации и создании новой СПЦ для Чёрного моря;

межведомственной программы по изучению причин и прогнозированию изменения состояния экосистем Мирового океана, возникающих в результате природного и антропогенного воздействия;

межведомственной программы Десятилетия ООН наук об океане в Российской Федерации;

федеральной целевой программы «Морская горно-геологическая отрасль»;

межведомственной комплексной морской горно-геологической программы морских научных исследований в целях оценки потенциала минерально-сырьевой базы акваторий в пределах ИЭЗ РФ и нейтральных водах;

межведомственной федеральной целевой программы по изучению причин и прогнозированию явлений вредоносного цветения воды;

для подготовки надежных морских экосистемных прогнозов необходимо создание системы регулярного спутникового, надводного и подводного мониторинга морских акваторий и формирование общедоступных баз данных, позволяющих получать достоверные и оперативные оценки состояния морей и их изменчивости, при этом необходимо обеспечить переход от иностранных космических систем дистанционного зондирования на отечественные системы с обеспечением регулярного бесплатного доступа к получаемым данным;

для кадрового обеспечения достижения целей Десятилетия ООН необходимо развитие гибкой системы комплексного образования в области морских наук и управления морской деятельностью, а также разработка и поддержка научно-образовательных проектов Десятилетия ООН в России;

в целях развития экспедиционной научной деятельности в рамках программы «Плавающий университет – обучение через исследования» необходимо создание системы координации этих работ с исследованиями, проводимыми организациями, подведомственными заинтересованным федеральным органам исполнительной власти.

#### **УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ ПРИЗЫВАЮТ:**

руководство федеральных органов исполнительной власти и государственных корпораций, участвующих в государственном управлении морской деятельностью, а также подведомственных им структур, принимающих участие в подготовке государственных и межгосударственных решений, повысить внимание к вопросам научного изучения на современном технологическом уровне состояния морской среды, рационального освоения биологических, минеральных и энергетических ресурсов Мирового океана, сохранения экосистем морей России;



связанные с морской деятельностью государственные корпорации и промышленные предприятия, РФФИ и фонды обратить особое внимание на важность финансирования научных исследований, направленных на достижение результатов Десятилетия ООН наук об океане в Российской Федерации;

федеральные органы исполнительной власти, обеспечивающие судостроение в стране, поддержать дальнейшее строительство современного научного флота. Организации, эксплуатирующие научный флот, развивать комплексность океанографических экспедиций и достижение максимальной эффективности эксплуатации флота;

Министерству промышленности и торговли Российской Федерации уделить особое внимание развитию системы конструкторских бюро и предприятий промышленности по производству отечественных приборов и оборудования для исследований Мирового океана;

ответственные министерства и ведомства обеспечить целевой характер проводимых морских научных исследований, их преемственность в достижении прикладных задач, полноценную систему обмена научными данными;

расширить полномочия и повысить вклад приморских субъектов Российской Федерации в комплексное освоение прибрежных акваторий, развитие аква- и марикультуры, поддержание экологической безопасности и сохранение объектов культурного наследия;

в целях развития потенциала поддержать и обеспечить дальнейшее развитие программы «Обучение через исследования – Плавающие университеты» на внутреннем и международном уровне.

## **ВДОХНОВЛЯЮЩИЙ ОКЕАН**

*Вдохновляющий и влекущий к себе океан,  
понимаемый и ценимый обществом  
в качестве источника благосостояния человека  
и фактора устойчивого развития*

Рассмотрение проектов и инициатив, направленных на обеспечение осознания широкими слоями общества экономической, социальной и культурной значимости океана и понимание ими всего спектра функций океана, влияющих на здоровье и благополучие населения, удивляющих и восхищающих

**Заседание Межведомственной комиссии по морскому культурному и историческому наследию Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации**

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Межведомственной комиссии по морскому культурному и историческому наследию Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации, адмирал



В.А. Попов

**ПРОТОКОЛ  
заседания Межведомственной комиссии  
по морскому культурному и историческому наследию  
Морской коллегии  
при Правительстве Российской Федерации  
МОСКВА**

24 октября 2022 г.  
№ 1 (23)

**ПРЕДСЕДАТЕЛЬСТВОВАЛ**  
председатель Межведомственной комиссии  
по морскому культурному и историческому наследию  
Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации, адмирал  
**В.А. ПОПОВ**

**ПРИСУТСТВОВАЛИ:**  
члены Межведомственной  
комиссии по морскому  
наследию Морской коллегии  
при Правительстве Российской  
Федерации и их представители

Попов В.А., Балыбердин А.Л.,  
Сивкова С.Г., Боярский П.В.,  
Гордиенко А.Н., Добролюбов С.А.,  
Зайцев К.А., Константинов А.Н.,  
Кузиванов А.М., Наумов Ю.М.,  
Окороков А.В.

приглашенные:  
от федеральных органов  
исполнительной власти и  
Российской академии наук

Чечель Н.В., Клюев В.В.

от научных и образовательных учреждений, общественных объединений, предприятий и организаций

Березкин А.А., Урядов А.К.,  
Баширова Л.Д., С.А. Мозговой,  
А.М. Буданов, А.Н. Шуткин, И.Н.  
Кочергина

## **I. Объекты морского культурного и природного наследия как основа образования и воспитания будущих морских специалистов.**

Заслушав выступления Директора морского федерального ресурсного центра дополнительного образования детей Березкина Андрея Алексеевича, заместителя директора СпбМТК по информатизации и внешним связям Урядова Александра Константиновича, заместителя Генерального директора ФГБУК «Музей-заповедник Музей Мирового океана» Буданова Алексея Михайловича, Директора НОЦ «Геоэкология и морское природопользование» БФУ им. И.Канта Башировой Лейлы Джангировны, Межведомственная комиссия рекомендует:

1. Министерству транспорта РФ (Федеральному агентству морского и речного транспорта), Федеральному агентству по рыболовству, Военно-Морскому флоту РФ, Госкорпорации «Росатом» (ФГУП «Атомфлот»), Объединенной судостроительной корпорации (ОСК), Министерству просвещения РФ, Министерству науки и высшего образования РФ, в целях организации непрерывного морского образования в стране включить в свои образовательные программы морского профиля обязательное посещение всеми категориями обучающихся объектов морского культурного и природного наследия России – центров патриотического и экологического воспитания.
2. Поддержать инициативу Министерства транспорта РФ и Министерства просвещения РФ, заявленную на межведомственном совещании 9.09.2022, по обобщению имеющегося опыта реализации дополнительных общеобразовательных программ морского направления и представлению его на Всероссийском совещании работников дополнительного образования в декабре 2022 года. Лучшие практики рекомендовать для межрегионального распространения с привлечением учреждений, подведомственных Министерству культуры РФ.  
Срок – 4 кв. 2022 г.
3. Просить Министерство культуры РФ в целях патриотического воспитания включать ежегодно на постоянной основе в Национальную программу развития детского туризма «Моя Россия» объекты морского культурного и природного наследия, прежде всего морские музеи.
4. Региональным органам государственной власти во взаимодействии с ДОСААФ России возродить в регионах на постоянной основе (начиная с 2023 года) Клубы юных моряков, судомodelистов, включить

проведение ежегодных водных походов в программы дополнительного образования.

5. Морскому федеральному ресурсному центру дополнительного образования детей разработать единый федеральный календарь на 2023 г. историко-патриотических межрегиональных мероприятий морской направленности для детей и молодежи и в дальнейшем выпускать его ежегодно.

Срок – 4 кв. 2022 г.

6. Одобрить создание первой в России магистратуры по морскому культурному и природному наследию, созданной на базе БФУ им. И. Канта и СевГУ. Рекомендовать выпускникам морских профильных учебных заведений поступление в магистратуру.
7. Поддержать идею создания подводных парков России в целях подготовки специалистов подводной археологии и водолазного дела. Рекомендовать создаваемый в п. Янтарный Калининградской области подводный парк в качестве образовательной площадки для учащихся морских профильных учебных заведений.
8. Поддержать инициативу журнала «Нептун XXI век» о создании музея водолазного и спасательного дела в Москве.
9. Предложить к плану работы Морской коллегии при Правительстве РФ на 2023 г. рассмотреть вопрос «Об использовании в процессе образования и воспитания морских специалистов объектов морского культурного исторического и природного наследия».

## **2. О перспективах сохранения музейных судов. Внесение в Законодательство Российской Федерации понятия «Судно-музей».**

Заслушав выступления Заместителя директора Департамента музеев и внешних связей МК РФ Чечель Наталии Васильевны, Директора Департамента государственной политики в области морского и внутреннего водного транспорта Министерства транспорта РФ Клюева Виталия Владимировича, о предложениях по внесению в законодательство Российской Федерации понятия «Судно-музей», Главного специалиста ФГБУК «Музей-заповедник Музей Мирового океана» Шуткина Алексея Николаевича о сохранении музейных судов и внесении в законодательство понятия «судно-музей» Межведомственная комиссия рекомендует:

1. Минкультуры России и Минтрансу России продолжить разработку законопроекта в рамках межведомственной рабочей группы по вопросам, связанным с разработкой проекта нормативного правового акта, устанавливающего статус «Музейное судно».
2. Просить ФАУ «Российское классификационное общество» и Минтранс России разработать правила освидетельствования музейных судов.

Срок – 2 кв. 2023 г.

3. Рекомендовать Министерству культуры РФ содействовать регулярному проведению доковых ремонтов исторических судов в целях их длительного сохранения, выступить заказчиком разработки методики консервации металлических корпусов музейных судов через один из подведомственных научно-исследовательских институтов.

Срок – 1 кв. 2023 г.

### **3. Сохранение морского наследия России за рубежом.**

Заслушав доклад Генерального директора ФГБУК «Музей-заповедник Музей Мирового океана» Сивковой Светланы Геннадьевны о проблемах сохранения объектов морского наследия России за рубежом, Межведомственная комиссия рекомендует:

1. Просить Министерство иностранных дел РФ совместно с Федеральным агентством по делам Содружества Независимых Государств, соотечественников, проживающих за рубежом, и по международному гуманитарному сотрудничеству (Россотрудничество) провести работу по актуализации свода объектов морского наследия России за рубежом и взять под опеку объекты морского культурного наследия, находящиеся в зоне их ответственности.
  2. Предоставить данный свод для анализа и обобщения в подведомственное учреждение Министерства культуры РФ – Институт культурного и природного наследия им. Д.С. Лихачева, ФГБУК «Музей-заповедник «Музей Мирового океана».
3. Рекомендовать Министерству иностранных дел РФ с 2023 года по итогам консультаций с Межведомственной комиссией по морскому наследию ежегодно представлять к присуждению знака «Морское наследие России» наиболее важные объекты, связанные с морской историей России за рубежом.

Срок – с 4 кв. 2023 г.

И.о. ответственного секретаря

А.М. Буданов

**Тезисы докладов на Круглом столе  
«Приоритеты развития яхтенного туризма  
в современных условиях»**

**ОКЕАН ПОДДЕРЖИВАЕТ НАШУ ЖИЗНЬ, И МЫ, В СВОЮ  
ОЧЕРЕДЬ, ДОЛЖНЫ ПОДДЕРЖИВАТЬ ЖИЗНЬ ОКЕАНА**

*И.Л. Петров,*

Ассоциация яхтсменов Черного моря

Человеческая цивилизация на протяжении всей своей истории придумывала себе ценности. Собственно, цивилизацией-то человечество и стало, выработав некую систему нравственных координат и материальных приоритетов. Последние из века в век менялись, следуя за развитием прогресса, однако некоторые ценности, относящиеся к самым что ни на есть базовым потребностям, остаются неизменными. Например, вода. Жизнь вышла из воды. Не потому ли нас всегда так к ней тянет? Генетическую память невозможно обмануть. Языковую память тоже:....как в воду глядеть,... возвращаться к истокам,.... входить в одну и ту же реку... Каждый из нас навскидку припомнит еще пару десятков выражений, связанных с водой. Вода – самая естественная потребность и главная ценность для всего живого. Люди испокон веков селились у воды. Специалисты по геополитике даже утверждают, что глобальные военные конфликты будущего будут связаны именно с водой, а не золотом, какого бы цвета оно ни было.

Быть у воды, смотреть на воду, купаться в воде, будь то Лазурный берег, норвежские фьорды, Черное море или Москва река – это то, к чему все стремятся вне зависимости от пола, возраста, жизненных позиций, религиозных убеждений и политических предпочтений. А там, где есть вода, есть и яхты. Яхты и вода – друзья не разлей вода. Извините за тавтологию. Ведь яхта для того и нужна, чтобы почувствовать воду, слиться с ней в некоем метафизическом единстве.

Множество университетов, исследовательских центров и научных деятелей нуждаются в помощи яхтсменов в исследованиях Мирового океана. И каждый яхтсмен или моряк может оказать посильную помощь и внести свой вклад в науку!

Изменения в Мировом океане могут иметь непоправимые последствия для жизни на суше. От морей и океанов зависит все – от погодных условий до производства продуктов питания и путешествий. Когда знаменитый моряк и основатель ARC Джимми Корнелл решил обновить свою книгу «Атлас океана Корнелла», он был потрясен изменениями в океанических течениях. И это те изменения, что произошли только при его жизни.

Джимми добавил следующее во введение ко второму изданию: «Моряки гораздо лучше осведомлены о том, что происходит в океанах, и не сомневаются в том, что изменения происходят, но [моряки] просто смиряются с ними. И каждый, кто не верит, что это происходит, должен просто отправиться в плавание по Северо-Западному проходу или воочию увидеть Тихоокеанское мусорное пятно». Работа

Корнелла давно включает в себя фиксацию изменений, происходящих в океанической среде и климате. Для этого он обратился к нескольким научным организациям, а во время экспедиции Aventura IV в 2014 году. Тогда Джимми принял участие в исследовании Secchi Disk Foundation. Исследование Secchi Disk Foundation – это долгосрочный научный проект, который в этом году отмечает свое десятилетие. В рамках программы изучается плотность фитопланктона в Мировом океане, который необходим для всех видов морской жизни, а также для нашей жизни на Земле. Фитопланктон, а не растущие на планете Земля растения и трава, является главным источником кислорода в атмосфере. Для этого исследования привлекались и привлекаются обычные яхтсмены.

Кроме Secchi Disk Foundation есть великое множество других проектов, которые ищут энтузиастов-яхтсменов. Оливер Бирдон руководит проектом Sail Britain, который предлагает возможность проводить эксперименты в море на борту собственной яхты, включая изучение загрязнения микропластиком и отслеживание морских млекопитающих. Оливер говорит: «Моряки и яхтсмены имеют непосредственный доступ к морю и поэтому могут гораздо легче, экономичнее и быстрее собирать данные. Более того, не нужно собирать большие и медленные исследовательские суда. И также важно приобщать молодое поколение яхтсменов к сохранению Мирового океана.

Каждый может принять участие в изучении океана. Если у вас есть лодка и вы хотите внести свой вклад в морскую «гражданскую науку», установите контакт с партнером или командой исследователей, которым нужны данные, которые вы можете собрать.

## **СТРОИТЕЛЬСТВО ЯХТ, КАТАМАРАНОВ, ХАУСБОТОВ В РОССИИ. РЕАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

*С.Н. Гмыра,*  
г. Москва, Baikal Yachts Group

На сегодня, по сравнению с другими развитыми и экономически успешными странами мира, к огромному сожалению, одной из самых несправедливо заброшенных и неразвитых отраслей является отрасль гражданского судостроения, и все что относится к категории маломерных судов. А следом, за этим печальным фактом, и туристический сектор отдыха на воде, равно как и оздоровление, в России также не развивается, не приносит стране прибыль и процветание, при том, что в России огромные водные ресурсы и самая разнообразная и богатая природа береговых линий.

Честно признавать проблемы, не закрывать глаза на реальную правду «на местах» – успешное начало для их решения. На сегодня в России нет необходимого уровня и понимания, нет взаимосвязанности, целостности инфраструктуры и комплексной программы для отдыха на воде. Те лица, в чьих служебных полномочиях, финансовых возможностях и силах, не понятно по каким причинам,



не предоставляют в России нашим туристам и гостям из других стран надлежащего качества и уровня сервисных услуг на воде, тогда, как другие страны успешно и целенаправленно развивают это направление, и за счет, в том числе, наших туристов активно развивают свою экономику и обеспечивают рабочие места своим гражданам.

У нас отдыхать очень дорого, а сервис хуже не куда, поэтому люди стремятся отдыхать за границей! Необходимо переломить это укоренившееся у наших соотечественников печальное и обреченное мнение. Пора уже перестать быть доисторическими, отставшими от современности, радующимися морально и физически устаревшим лодкам, людьми в самой богатой и огромной стране! Не для удивления и зависти иностранцев, а для удовлетворения собственного чувства достоинства и уважения к самим себе, нам необходимо новое экономическое чудо-прорыв в судостроении!!! За счет новых идей, форм, решений.

Уже достаточно давно наблюдается огромная потребность в отдыхе на воде, в путешествиях по водным артериям России. Особенно остро это стало ощутимо во время пандемии коронавируса и санкций со стороны европейских стран, спровоцировавшей закрытие границ и введения прочих ограничений на передвижение граждан. Туризм и отдых, как и оздоровление, на воде имеет колоссальные перспективы развития рынка, обеспечения населения надлежащим сервисом на собственной Родине, деньги будут оставаться в России и будут работать на экономику России, и главное, это необходимо для повышения уровня патриотизма, любви и гордости за Россию. Работая в яхтенной индустрии с 2006 года, получив необходимые знания в международной яхтенной индустрии и досконально изучив яхтенный рынок изнутри России, могу сказать, что попытки создать интересные и востребованные туристические маршруты на частных яхтах и катерах возникали спонтанно и периодически, но к сожалению, такие начинания ограничены, как по масштабам, так и по возможностям – своими силами нескольких яхт-клубов и ассоциацией маломерных судов.

Для успешного развития экономики России, создания высокого уровня конкурентоспособности нашей страны в мире, создания огромного количества рабочих мест, рождения новых производителей и компаний, обеспечения, в первую очередь, нашего населения достойным отдыхом и лечением на воде, и привлечения гостей, а также новых инвестиций, необходимо обратить серьезное внимание на развитие гражданского судостроения, маломерного и частного, различных типов судов: яхты, катамараны, хаусботы, супер и мегаяхты.

Опираясь на весь опыт работы в яхтенной индустрии и, работая уже в сфере яхтостроения более 10 лет, предлагаю, создать под эгидой Министерства Промышленности и Торговли РФ три научно-производственных кластера, которые будут заниматься развитием этого направления в России. Такие кластеры можно создать на базе нескольких верфей, расположенных, к примеру, в Нижнем Новгороде и области, Санкт-Петербурге и области, Ростове-на-Дону или Азове.

Для начала, необходимо создать научно-производственное предприятие на базе одной из верфей, которые выставлены на продажу владельцами в Нижнем Новгороде. Поскольку, это географический центр, с точки зрения логистики движения по воде и по поставкам оборудования. Провести реконструкцию и оснастить современным оборудованием. В комплекс включить следующие цеха и подразделения:

Конструкторское бюро с комплексом трехмерного моделирования и расчетами корпуса и всех систем. Заменить САД программные комплексы зарубежных производителей на разработки российских фирм.

Подготовить и оснастить 3 отапливаемых цеха для сборки корпусов: стальные корпуса, алюминиевые корпуса, композитные корпуса. Длина цеха 70-80 метров, ширина 24 метра.

Подготовить и оснастить необходимым оборудованием цеха: заготовка, обработка и нарезка металла на лазерном оборудовании, цеха судосборки с крановым оборудованием, токарно-фрезерный комплекс оборудования, деревообрабатывающий цех, оборудование для формования композитных корпусов и деталей.

Следует обратить внимание на то, что только яхтенный рынок Италии имеет оборот порядка 3-х миллиардов евро каждый год, и каждый год эта цифра становится все выше. Сейчас на яхты в Европе выстроилась очередь до 2024 - 2025 года. И достаточно большая доля желающих построить или купить готовую яхту это Заказчики из России.

С 2016 года компания «Байкал Яхт Групп» построила несколько катамаранов и яхт и сейчас в процессе строительства яхта 23 метра, яхта 17 метров, катамаран 17х7 метров. А в каталоге имеем дизайн-проекты 14 яхт, 12 катамаранов, 14 хаусботов, которые нравятся покупателям и в России, и в Европе, и в Азии. Но, этого очень мало. Исходя из запросов и изучения мнения клиентов и людей, имеющих достаточный материальный доход, то можно сделать вывод – люди все-таки стремятся строиться за границей, потому что нет должного доверия российскому производителю-судостроителю, страх, что получится вместо красивого современного судна очередной «утюг», «топор» и т.д. Капитал уходит за границу и по нашим водным артериям продолжают ходить, так сказать, старые «утюги» и «топоры», или переделки, которые выдают за новшество, но зато кому-то удобно – старые простые и отработанные формы, не надо думать об эстетике и комфорте и можно больше клепать что привыкли.

## **ПОСЕЛКИ ХАУСБОТОВ. ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИВЛЕЧЬ ТУРИСТИЧЕСКИЕ ПОТОКИ В ЯХТЕННУЮ ИНДУСТРИЮ**

*С.Н. Гмыра,*  
г. Москва, Baikal Yachts Group

Для развития туристической направленности на воде, нужна целевая программа развития марин и стоянок на воде. Необходимо создать промежуточные

базы на воде для развития туристического маршрута от Санкт-Петербурга до Крыма, в которые входят, как минимум,: стоянка для катеров и яхт длиной до 25 метров рассчитанная на 10 мест (пять катеров, пять яхт), заправочный комплекс с дизельным топливом и бензином, комплекс отдыха на берегу (гостиница на 20 - 30 мест). Базы разумнее размещать между большими городами с удаленностью 50-100 км друг от друга. Это позволит туристам на воде чувствовать себя безопасно и комфортно, знать стоянки и быть уверенными в маршрутах.

Такой комплексный подход в направлении развития маломерного флота и культуры отдыха на воде, позволит привлечь как российских, так и европейских, весьма искушенных и привыкших к высокому сервису и яхтенной культуре, владельцев катеров и яхт. В конечном итоге, вполне реально создать в России, условно говоря, Европейскую кругосветку. Любой житель России или житель европейских стран сможет обойти вокруг европейской части континента через Балтийское море, Атлантический океан, Средиземное море, Черное море, Азовское, Дон, Волгу и вернуться в Балтику, и наоборот. Это, конечно, при надлежащей безопасной политической ситуации и мира в этих регионах. Но мир будет достигнут, а Россия сейчас имеет возможность стать туристической Меккой для владельцев катеров и яхт европейского континента.

Еще одно перспективное направление в маломерном судостроении, требующее к себе особого внимания, это развитие поселков на воде, как на базе стационарных домов (floating house), так и на базе самоходных домов на воде (houseboat). Недорогие (демократичные) по стоимости, по сравнению с яхтами и катамаранами, такие хаусботы будут пользоваться большой популярностью среди жителей и гостей нашей страны. Как показывает практика изучения отдыха на воде в зарубежных странах, например, в Германии, Голландии, Франции, на каналах, и в Америке и Австралии, где практически на каждом большом озере стоят поселки на воде из хаусботов, пользуются огромным спросом у людей и приносят прибыль таким странам. Такие дома на воде и хаусботы могут как раз строиться с программой господдержки в новых производственных кластерах.

Россия имеет все необходимые ресурсы и инструменты, чтобы стать одной из самых великих и успешных, самодостаточных держав. Необходимо, чтобы при поддержке и активной инициативе Министерства промышленности и торговли РФ, Министерства Экономического Развития и под эгидой Морской Коллегии при Правительстве РФ появилась программа развития и производства гражданского судостроения, маломерного флота, программа водномоторного и парусного туризма, как по внутренним водным путям, так и морские маршруты. Все в наших руках, если меньше в деле намеренно злостных бюрократов и больше профессионалов, успешное развитие нашей страны и благополучное будущее наших детей зависит от наших шагов сейчас, это наш шанс остаться в доброй памяти потомков и занять достойное место в российской истории как второй подвиг после Петра Великого в судостроении и развитии водного туризма.

## **МАРИНЫ И МОРСКИЕ РЕКРЕАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ НА АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ. БУДУЩЕЕ ПРИМОРСКИХ ГОРОДОВ**

*О.А. Шебзухова,*  
г. Сочи, группа компаний «Альянс  
Марин Девелопмент»

Черное море, в отличие от Средиземного, не обладает развитой сетью марин – яхтенных портов, обеспечивающих туристическую привлекательность побережья. Тем не менее, на черноморском побережье Турции оборудованы десятки марин, портов и даже аэропорт на искусственной территории.

Россияне занимают второе место в мире по покупке яхт, но на Черноморском побережье России всего две марины.

Мировое сообщество неумолимо обсуждает вновь строящиеся марины, управление и реконструкцию существующих, наращивает объёмы производства и туристической индустрии.

Десятки и сотни марин служат прибежищем сотен тысяч яхт и основой туризма прибрежных городов иностранных государств.

Тем временем, беззащитные перед штормами, пляжи и набережные черноморских курортов продолжают разрушаться, а обеспечение безопасного вдольберегового сообщения невозможно без строительства защищенных акваторий.

Акватории Чёрного и Азовского морей значительно различаются по площади, глубинам и условиям волнения на открытой воде и в береговой зоне. Прибрежный рельеф неоднороден – от крутых и высоких скалистых береговых склонов на Черноморском побережье до равнинных прибрежных территорий на Азовском и западе Крыма. Эти особенности создают значительные различия в условиях навигации на акваториях Чёрного и Азовского морей, накладывая специфические требования к обеспечению безопасной стоянки и судоходства в морской береговой зоне Краснодарского края, т.е. проектным решениям по строительству марин.

Разработка концепции инфраструктуры яхтенного туризма на Азово-Черноморском побережье РФ была инициирована экспертами группы компаний «Альянс Марин Девелопмент» в 1994 году (автор проекта – Н.А. Гришин). Документ лег в основу недавно принятой правительством РФ «Концепции развития яхтенного туризма на период до 2030 года», на основании поручения Президента РФ.

Концепция развития инфраструктуры яхтинга Краснодарского края предусматривает функционирование на морском побережье Краснодарского края 21-й марины и морских рекреационных комплексов вместимостью более чем 10000 судов.

Разработка и обоснование решений по созданию благоустроенной и безопасной береговой зоны – результат работы группы специалистов на протяжении десятилетий. В начале 2000-х получено положительное заключение Главгосэкспертизы РФ «Концепции развития Центральной набережной

1998 - 2003 гг.» В 2021 году на эту же территорию был объявлен международный конкурс на проект развития Центральной набережной. Еще в 2008 году проект марины островного типа «Коста марина» привлек внимание японских девелоперов, которые мечтали создать экзотический проект «Остров Сакура» на Черном море.

В практическую плоскость проектные решения Гришина перешли во время реконструкции Сочинского морского порта. Была создана марина на 380 яхт и искусственный земельный участок площадью 7 гектар. Стоимость хранения плавсредств на сегодняшний день в Гранд Марине одна из самых дорогих в Европе. Это объясняется не повышенным качеством услуг, а тотальным дефицитом парковочных мест на побережье. На искусственном земельном участке с прекрасными рекреационными характеристиками сейчас расположена штрафная стоянка автомобилей.

Ведется поиск оптимальных решений по реконструкции Порта Геленджик в марину с современной туристической инфраструктурой.

Как ускорить затянувшийся процесс освоения и благоустройства побережья самых теплых в России Черного и Азовского морей?

Немедленно приступить к строительству нескольких марин и морских рекреационных комплексов в наиболее значимых с градостроительной точки зрения местах.

Повышенному вниманию к единственному в России субтропическому городу-курорту Сочи, более 80 % территории которого занимает Сочинский Национальный парк, способствовала реализация в кратчайшие сроки сложного проекта – строительство инфраструктуры для проведения Зимних Олимпийских игр 2014 года, сосредоточенной ныне в районе г. Сириус (бывший Адлерский район г. Сочи и пос. Красная поляна).

Сегодня курортная территория должна обеспечить потребности в размещении и отдыхе более чем 8 млн человек ежегодно (в соответствии с решениями разработчика НИИПГ Концепции генерального плана г. Сочи). Для этого необходимо строительство новых туристических объектов: гостиниц, санаториев, набережных и пляжей, транспортной инфраструктуры по всему побережью.

Таким образом, строительство четырех пилотных марин и морских рекреационных комплексов в районе города Сочи является своевременным, целесообразным, экономически обоснованным и соответствует социальному запросу россиян.

На примере марины «Каньон прохладный» в Лазаревском районе г. Сочи рассмотрим принцип строительства подобных объектов в условиях береговой полосы Сочи. Как правило, железнодорожная полоса подходит непосредственно к морю и в тех местах, где создание естественных пляжей невозможно, необходимо создавать марины. Капитализация прилегающих территории в непопулярных местах побережья за счет строительства марин простимулирует качественное комплексное развитие всей территории. В непосредственной близости от марины «Каньон

прохладный» разработан инвестиционный проект многофункционального комплекса «Коллизей» вместимостью около 10 000 человек одновременно.

Морской рекреационный комплекс состоит из гидротехнических сооружений, искусственного земельного участка (ИЗУ) и курортно-рекреационной застройки с современными общественными пространствами.

Морской рекреационный комплекс «Коста Марина», так полюбившийся японцам, сейчас обрел вторую жизнь. Сегодня проходят согласования проектной документации на создание ИЗУ. «Коста Марина» обеспечит Хосту столь необходимой набережной, пляжами откосно-ступенчатого типа, многофункциональным общественным центром.

Самый масштабный по объемам строительства и инвестиций морской рекреационный комплекс «Южный риф» окажет революционное влияние на все побережье России.

Искусственный земельный участок занимает площадь более 100 га, а объекты, расположенные на нем, должны стать архитектурными шедеврами Черноморского побережья России. Являясь ТПУ (транспортно-пересадочным узлом), «Южный риф» позволит сократить трафик в деловой центр старого Сочи, став южным Сити.

Строительство взлетно-посадочных полос в море – популярная мировая практика. Марина в Джубге обладает огромным потенциалом создания морского и авиахаба в Туапсинском районе.

На все объекты разработаны ТЭО, обосновывающие возврат инвестиций, механизмы сотрудничества в формате ГЧП, стратегии управления и эксплуатации.

Только при слаженной работе профильных министерств и организаций с инициаторами проекта экспертами группы компаний Альянс Марин Девелопмент, с применением тщательно проработанных инженерных решений возможно создание качественных и безопасных объектов – морских рекреационных комплексов на Азово-Черноморском побережье России.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гришин Н.А. Концепция развития инфраструктуры яхтинга и прибрежного морского пассажирского сообщения на Азово-Черноморском побережье Краснодарского края // Архитектура Сочи /опубликовано 04.04.2021 г.

2. Козинская О.В., Козинский О.Ф., Шарафутдинов В.Н. Онищенко Е.В., Гришин Н.А., Сивоконь Н.А., Козинская Д.О. "О ПРОБЛЕМАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИХ КУРОРТНЫХ АГЛОМЕРАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. (Russian) //Архитектон: известия вузов. №4 (68) Декабрь, 2019 / ISSN 1990–4126 3. Гришин Н.А. Влияние инфраструктуры морского туризма и транспорта на стратегию развития черноморского побережья Краснодарского края //XVII ОБЩЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ «СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В РЕГИОНАХ И ГОРОДАХ РОССИИ» /Материалы Форума.

4. Захарова Н.В. Концепция комплексного развития Головинки была представлена на Российском инвестиционном форуме//«Архитектура Сочи» /опубликовано 24.02.2018 г.

5. Шебзухова О.А. Развитие Лазаревского района через инвестпроекты// Архитектура Сочи /опубликовано 13.03.2018 г.

## **ЧИСТЫЙ ОКЕАН**

*Чистый океан с выявляемыми,  
купируемыми или устраняемыми  
источниками загрязнения*

Рассмотрение проектов и инициатив, направленных на изучение, восстановление, охрану и разумное использование морских экосистем, выявление, купирование или устранение источников загрязнения морской среды

**Тезисы докладов на Круглом столе  
«Азиатские окраинные моря и Тихий океан:  
современные вызовы»**

**ДЕСЯТИЛЕТИЕ МОРСКИХ НАУК ООН НА ТИХОМ ОКЕАНЕ:  
ФЛАГМАНСКИЕ ПРОГРАММЫ ВЕДУЩИХ МЕЖДУНАРОДНЫХ  
НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ**

*В.Б. Лобанов,*  
г. Владивосток, ТОИ ДВО РАН

Десятилетие ООН, посвященное наукам об океане в интересах устойчивого развития, получило поддержку практических всех организаций, занимающихся исследованием и освоением Мирового океана, подготовкой специалистов в области морских наук, эксплуатацией и управлением морскими ресурсами во всем мире. В Азиатско-тихоокеанском регионе подготовка к Десятилетию ведущими международными организациями, такими как Подкомиссия Межправительственной океанографической комиссии (МОК) ЮНЕСКО по западной части Тихого океана (ИОС/WESTPAC, ВЕСТПАК) и Северотихоокеанская организация по морским наукам (PICES, ПАЙСЕС), началась незамедлительно после его объявления. В итоге этими организациями был сформирован ряд проектов в поддержку реализации Десятилетия.

Подкомиссия МОК ЮНЕСКО по западной части Тихого океана (ВЕСТПАК)

Подкомиссия ВЕСТПАК (<https://ioc-westpac.org/>) является наиболее многочисленной организацией в западной части Тихого. В ее работе участвуют 20 стран региона, включая Россию, конференции ВЕСТПАК собирают более 800 участников. Среди проектов ВЕСТПАК, в которых активно участвует Россия следует отметить «Глобальную систему наблюдения океана для северо-восточной Азии (NEAR-GOOS)», один из первых проектов Глобальной системы наблюдения океана (ГСНО, GOOS), начатый в 1996 г. Китаем, Кореей, Россией и Японией. В ходе реализации проекта налажен обмен оперативной и архивной океанологической информацией, развитие технологий контроля и обработки данных, современных морских прогнозов и ряд других инициатив. В частности, следует отметить программу «Климатический мониторинг Японского моря вдоль ежегодно повторяющихся разрезов», выполняемую с 2011 г. ТОИ ДВО РАН и Японским метеорологическим агентством. Среди других инициатив ВЕСТПАК – проект «Здоровые и продуктивные окраинные моря Азии», который направлен на изучение системы азиатских морей от Охотского моря до морей, омывающих Индонезию, а также начатый в 2020 г. по инициативе России проект «Комплексные исследования газогидратов и потоков метана в индо-тихоокеанском регионе (CoSGas)».

В качестве флагманской программы Десятилетия, реализуемой ВЕСТПАК, был предложен проект «Совместное изучение Куроисио и прилегающих районов – 2»,



который в настоящее время готовится к запуску (Ando et al., 2021). «Совместное изучение Курошио и прилегающих районов (СИК)» была первой международной программой на Тихом океане. Она проводилась в 1965-1975 гг. и СССР играл в ней ключевую роль. Советскими научно-исследовательскими судами было проведено 40 морских экспедиций, что соответствует около 12 % от общего количества экспедиций программы, и выполнено около 25 % общего количества океанографических станций (Danchenkov, Lobanov, 2019). Кроме получения принципиально новой детальной информации о структуре и динамике течения Курошио, от его истоков к востоку от Филиппин до области субарктического фронта к востоку от Японии, Программа СИК оказала огромное влияние на развитие морских исследований в регионе – были созданы первые океанографические центры данных, развиты методы обработки измерений и международного обмена, возникли океанографические общества в ряде стран, она послужила толчком к созданию Подкомиссии ВЕСТПАК. Новый проект СИК-2 должен также послужить более плотному объединению усилий ученых различных стран и интеграции различных направлений морских наук.

#### Северотихоокеанской организации по морским наукам ПАЙСЕС

Область интересов Северотихоокеанской организации по морским наукам (ПАЙСЕС, [www.pices.int](http://www.pices.int)) охватывает северную часть Тихого океана, к северу от 30 с.ш., включая окраинные моря Азии. В организации участвуют 6 стран, расположенных по обе стороны бассейна. Основная задача ПАЙСЕС – исследование широкого спектра изменений, происходящих в океане и их воздействия на морскую экосистему. Важным преимуществом является разработанный ПАЙСЕС комплексный подход к изучению экосистемы океана – исследование так называемой социально-экологической природной системы, которая включает климат, процессы в океане, морскую экосистему и социальную систему, во всем разнообразии взаимодействия этих составляющих (Bograd et al., 2019). В качестве флагманской программы для Десятилетия PICES, совместно с ее атлантическим партнером ICES, был разработан проект глобальной сети знаний по морским наукам SmartNet, поддержанный и утвержденный ООН. Другая программа, которая готовится сейчас ПАЙСЕС совместно с Северотихоокеанской комиссией по анадромным рыбам (NPAFC) – проект «Воздействие процессов бассейнового масштаба на прибрежную зону (BESI)». Это будет комплексная система, включающая мониторинг океана, исследование, разработку новых подходов, выдачу рекомендаций, способная адаптироваться к изменяющимся условиям.

#### Проекты ТОИ ДВО РАН

Определенные ранее 7 целей десятилетия сводятся к трем основным направлениям: (а) получение новых знаний о природе океана, (б) развитие системы управления морскими ресурсами и (в) развитие потенциала и обучение. В соответствии с этим на первый призыв формирования проектов Десятилетия в ТОИ был подготовлен проект «Морские исследования, управление и образование в северо-западной части Тихого океана и азиатских окраинных морях –

транснациональная консолидация», который был рассмотрен и поддержан Международным управляющим советом Десятилетия.

Проект основан на консолидации научных исследований, их результатов (продуктов), необходимых для создания эффективной системы управления, и развития необходимого для этих научных исследований потенциала, включающего инфраструктуру и подготовку квалифицированных кадров, требуемых для решения актуальных задач исследования и освоения океана, способных адаптироваться к меняющимся условиям. Предполагается, что в этом проекте будут участвовать соседние страны АТР и ведущие международные научные организации и, в частности, указанные выше, а также будет развиваться взаимодействие и формирование совместных инициатив с Региональным проектом ЮНЕП для северо-западной части Тихого океана (НОУПАП, NOWPAP), Программой Азиатско-тихоокеанского экономического сотрудничества (АТЭС, АРЕС), другими международными организациями и программами.

Среди ожидаемых результатов проекта ТОИ можно отметить следующие:

выход на международный уровень проведения исследований по наиболее актуальным проблемам морей Дальнего Востока на основе активного участия в ведущих международных программах Десятилетия, формирующихся в регионе;

создание научно обоснованной международной инновационной системы управления морской средой для решения проблем, связанных с исследованием и освоением океана, в интересах устойчивого социально-экономического и политического развития Дальнего Востока России.

Заключение

Развитие международного сотрудничества в АТР в рамках Десятилетия ООН может стать драйвером мирового сотрудничества в области исследования и освоения Мирового океана в условиях современной политической турбулентности.

Устойчивое управление морскими ресурсами требует формирования многоуровневой системы государственного управления, разработки и принятия соответствующей законодательной и нормативно-правовой базы

Необходима поддержка научно-образовательных проектов Десятилетия ООН в России, формирование отечественной программы Десятилетия, например, на базе возрождения Государственной программы «Мировой океан», и финансовое обеспечение ее реализации.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ando K., Lin X., Villanoy C., Danchenkov M., Lee J.-H., He H.-J., Liu Q., Liu Y., Lobanov V., Ma X.-L., Mulyadi H.A., Nagano A., Ren J.-L., Syahailatua A., Tian Y., Wu L., Zhang J., Zhang L., Zhao M., Zheng J., Ma S., Zhu W. Half-Century of Scientific Advancements Since the Cooperative Study of the Kuroshio and Adjacent Regions (CSK) Programme – Need for a new Kuroshio Research. *Progress in Oceanography*, 2021, 193 (C12): 102513, DOI:10.1016/j.pocean. 2021.102513. p.1-35.

2. Bograd S.J., Kang S., Di Lorenzo E., Horii T., Katugin O.N., King J.R., Lobanov V.B., Makino M., Na G., Perry R.I., Qiao F., Rykaczewski R.R., Saito H., Therriault T.W., Yoo S. and Batchelder H. Developing a Social-Ecological-Environmental

System Framework to Address Climate Change Impacts in the North Pacific // *Frontiers in Marine Science*, 2019, V6, June 2019, P.1-11. doi.org/10.3389/fmars.2019.00333

3. Danchenkov M.A., Lobanov V.B. Role of the USSR in the Cooperative Study of the Kuroshio and Adjacent Regions (1965–1979). In: 25th Anniversary of the IOC Sub-Commission for the Western Pacific and the 70th Anniversary of UNESCO. Eds. T.Huh, M.Fukuyo. IOC-WESTPAC. Bangkok, 2019, pp. 12-24.

## **ПЛАСТИК В МОРСКИХ ВОДАХ: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ТИХОГО ОКЕАНА**

*Г.А. Кантаков,*

г. Южно-Сахалинск, НПО «ДЭКО»

Рассматривается проблема пластикового загрязнения Северной Пацифики с целью ее представления для научного сообщества в свете современных представлений и знаний. Количество массы пластика в океане известно приблизительно, с декларацией плотности на морской поверхности ~ 6К на км<sup>2</sup> [1]. По опубликованным наблюдениям в Субарктическом поясе Пацифики [2] не происходит увеличение его содержания, в сравнении с результатами экспедиций 1985-1988 [3]. Делается акцент на пластиковый парадокс, который заключается в десятках миллионов тонн пластика, сбрасываемого в Мировой океан и вероятным отсутствием его накопления кроме известных 5 зон аккумуляции пластика в границах олиготрофных районов, две из которых находятся в Тихом океане. Обсуждена роль глобального конвейера Мирового океана, а также вероятное влияние вертикальных переносов на перераспределение пластика [4]. Дано современное представление об источниках пластика в океане, когда речной и технологический сбросы пластика, включая атмосферный перенос, вероятно, сравнимы с его количеством в океане, перераспределяемым между экосистемами и биотопами. Главным научным вопросом современных исследований пластика в океане является не только его размерные классы и их перераспределения в океане, но, современные уровни загрязнения акваторий в целом, их биоты, способы и скорости элиминации пластика из экосистем и биотопов водных сред. Комплексным решением изучения пластика в северной Пацифике может стать организация междисциплинарной, многолетней, интернациональной экспедиции по его сетным и иным количественным сборам в океане, дистанционным измерениям, а также и, обязательно, специализированных наблюдений биоты с целью сравнения с предыдущими (1980-е гг.) уровнями загрязнения и привлечением новой – биотической части в исследования из-за недостаточности сведений о влиянии биоты на пластик. Таким образом, международная научная кооперация в масштабе Северной Пацифики становится важной и неизбежной для исследований глобальных районов Мирового океана. Рабочая группа PICES WG42 [5] оптимальна для планирования и организации международной пластиковой экспедиции под эгидой ООН в период Десятилетия наук об океане в Северной Пацифике, как и другие организационные подходы и решения в рамках международного сотрудничества.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Bohdan K. 2022. Estimating global marine surface microplastic abundance: systematic literature review. *Science of The Total Environment*. V. 832.155064. ISSN 0048-9697. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155064>.
2. Egger M., Nijhof R., Quiros L., Leonel G., Royer S.-J., McWhirter A., Kantakov G., Radchenko V., Pakhomov E., Hunt B. and Lebreton L. A spatially variable scarcity of floating microplastics in the eastern North Pacific Ocean. *2020 Environ. Res. Lett.* 15 114056. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abbb4f>.
3. Day R., Shaw D., Ignell S. 1990. PP.247-266. The quantitative distribution and characteristics of neuston plastic in the North Pacific Ocean, 1984-1988. Corpus ID: 39860287. In: Shomura RS, Godfrey ML (eds) *Proceedings of the Second International Conference of Marine Debris, 2-7 April 1989*. Honolulu. Hawaii. Memo.NHFS.NOM-TM-HMFS-SWFSC-154.
4. Ключевиткин А.А., Гладышев С.В., Кравчишина М.Д., Новигатский А.Н., Ерошенко Д.В., Лохов А.С., Коченкова А.И. Геологические и гидрологические исследования в Северной Атлантике в 2017 г. на разрезе по 59°30' с.ш. (68-й рейс научно-исследовательского судна «Академик Мстислав Келдыш») // *Океанология*. – 2019. – Т. 59. – №1. – С. 177-180. doi: 10.31857/S0030-1574591177-180.
5. PICES, 2020. Report of the Working Group 42 on Indicators of Marine Plastic Pollution. Ed. R.Rutka. North Pacific Marine Science Organization. Canada. Retrieved from <https://policycommons.net/artifacts/2122599/working-group-42-on-indicators-of-marine-plastic-pollution/2877897/> on 22 Oct 2022. CID: 20.500.12592/1pgw1m.

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД МИКРОПЛАСТИКОМ: ИССЛЕДОВАНИЯ ВНИРО В МОРЯХ АРКТИКИ И СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

*А.П. Педченко,*  
г. Москва, ФГБНУ «ВНИРО»

Сведения об антропогенном загрязнении пластиком биотопов экосистем Арктики подтверждено многодисциплинарными исследованиями ученых разных стран [1]. Материалы научных публикаций позволяют говорить, что вопрос о степени загрязнения пластиком биотопов экосистем морей Арктики требует детального многодисциплинарного изучения, несмотря на значительное увеличение внимания к данной проблеме в последние годы. Широкая вариация оценок степени загрязнения вод пластиком в научных публикациях, вероятно связанная с применением различных не верифицированных между собой методов сбора проб и подходов к их обработке, что обосновало необходимость разработки руководства по мониторингу микропластика и морского мусора в рамках Программы арктического мониторинга и оценки состояния [2].

Исследования и модельные расчеты показали, что основную роль в поступлении пластика в Арктический регион играют динамические потоки в гидросфере и атмосфере из Северо-Восточной Атлантики [3; 4; 5] и северной части Тихого океана [6; 7; 8].

Представлены результаты исследований, выполненных в 5 научных рейсах ФГБНУ «ВНИРО» по единой методике в 2019-2022 гг., для количественной оценки загрязнения МП поверхностных вод морей северной части Тихого океана (2 рейса на НИС «Профессор Кагановский» в 2019 и НИС «ТИНРО» в 2022 гг) и Арктики (3 рейса на НИС «Профессор Леванидов» в 2019, барк «Седов» в 2020 и НИС «Вильнюс» в 2021 гг).

Год	Районы наблюдений						Всего проб
	Баренцево море (восточная часть)	Карское море	Море Лаптевых	Восточно-Сибирское море	Чукотское море	Северная часть Тихого океана	
2019	0/0	8/16	1/0	7/2	23/11	45/129	84
2020	2/2	11/10	6/1	6/9	1/0	2/2	28
2021	43/112*	0/0	0/0	0/0	0/0		43
2022						32/21*	32
Всего проб	45/114*	19/26	7/1	13/11	24/11	79/152*	187

Примечание: \* – предварительные данные; числитель – количество станций (проб) микропластика, знаменатель – количество обнаруженных фрагментов пластика.

Сбор проб на поверхности морей выполняли по единой методике нейстонной сетью Манта, оснащенной счетчиками протока воды, на внутренней стороне циркуляции судна (НИС «Профессор Леванидов», 2019) или по ходу движения судна (НИС «Профессор Кагановский», 2019; барк «Седов», 2020; НИС «Вильнюс», 2021; НИС «ТИНРО», 2022), на скорости 2.5-3.5 узла в течение 15 минут после выхода сети на режим лова. Площадь облова ограничивалась линейными размерами рамки устьевой части сети (0,60x0,15 м). Использование счетчиков для определения пройденного пути, площади облова и объема воды, прошедшего через рамку сети позволило учесть влияние дрейфа, разнонаправленных течений, волнения на уловистость сети. Это также позволило получить количественные оценки загрязнения микропластиком, и сравнивать результаты наблюдений 5 экспедиций между собой.

Определение размеров частиц микропластика основывалось на визуальном исследовании с помощью цифровых микроскопов, вес каждой из выделенных частиц определяли на аналитических весах с точностью до 0,0001 мкг. Фрагменты микропластика, собранные в арктических морях идентифицировали на ИК- спектрофотометре IRTraser-100 (Shimadzu, Япония) автоматическим сравнением со встроенной и пополняемой библиотекой спектров STJ-Europe Spectral Database. Для проб из Пацифики проводился анализ методом спектроскопии комбинационного рассеяния RAMAN.

Количественные оценки содержания микропластика в пробах воды, полученные в экспедициях 2019-2022 гг. позволяют говорить о низкой степени загрязнения микропластиком вод Арктических морей, Прибрежной западной части Берингова моря, залива Аляска и сопредельных с ним вод по сравнению с другими

районами Мирового океана. Так, наиболее масштабные сборы проб микропластика в 2019 г. показали, что средние показатели загрязнения микропластиком (менее 5,0 мм) вод залива Аляска (3020 шт./км<sup>2</sup>) были выше чем таковые в Арктических морях (Чукотское – 2221 шт./км<sup>2</sup>; Восточно-Сибирское – 2479 шт./км<sup>2</sup>; Карское – 1866 шт./км<sup>2</sup>).

Исследования содержания микропластика в поверхностных водах материкового шельфа Берингова, Чукотского, Восточно-Сибирского, Карского и Баренцева морей, выполненные на барке «Седов» в августе-октябре 2020 г. и на обширной акватории восточной части Баренцева моря на НИС «Вильнюс» в сентябре-октябре 2021 г. подтвердили результаты оценки 2019 г. Наибольшая встречаемость частиц пластика была отмечена в Баренцевом и Карском морях. В ходе исследований 2019-2021 гг. не выявлены места локализации частиц полимеров в границах российской части Арктических морей и обследованных участков северной части Тихого океана. Помимо фрагментов пластика в границах мелководного шельфа и южной части Карского моря в пробах отмечали синтетические волокна, как правило, на участках выноса речного стока.

Можно предположить, что увеличение западного переноса воздушных масс и «атлантификация» экосистемы западной части Арктики способствовали более активному поступлению пластика в Арктический регион из субарктических районов Северной Атлантики. Косвенным подтверждением этого предположения могут служить более высокие показатели загрязнения поверхностных вод в западной части Баренцева моря [5] по сравнению с данными о загрязнении вод, собранными в экспедициях ФГБНУ «ВНИРО» в его восточной части и в Карском море. Также можно предположить, что в результате прошедших климатических изменений сохранится высокая нагрузка пластика на экосистемы морей Северного Ледовитого океана. Этому будут способствовать сохраняющиеся тенденции уменьшения площади ледового покрова, характер его распределения и изменение продолжительности безледного периода в Арктических морях, что позволит более интенсивно использовать трассу Северного морского пути, увеличить трафик транспортных и туристических судов, а также расширить зоны рыболовства в Арктическом регионе.

Учитывая важность количественной оценки пластика в водной среде и его воздействия на биоту, с 2020 г. специалисты ФГБНУ «ВНИРО» осуществляют его регистрацию в водных биологических ресурсах в промысловых районах. В настоящее время отработывается методика сбора, обработки и анализа собранных данных.

Автор выражает благодарность коллегам НОЦ «Нанотехнологии» Инженерной школы ФГАОУ ВО ДВФУ за помощь в идентификации проб микропластика.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Bergmann, M., Collard, F., Fabres, J. et al. Plastic pollution in the Arctic. *Nat Rev Earth Environ* 3, 323–337 (2022). <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00279-8>

2. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). AMAP litter and microplastics monitoring guidelines. Version 1.0, 257 pp (AMAP, 2021).
3. van Sebille, E. et al. A global inventory of small floating plastic debris. *Environ. Res. Lett.* 10, 124006 (2015).
4. van Sebille, E. et al. The physical oceanography of the transport of floating marine debris. *Environ. Res. Lett.* 15, 023003 (2020).
5. Cózar, A. et al. The Arctic Ocean as a dead end for floating plastics in the North Atlantic branch of the Thermohaline Circulation. *Sci. Adv.* 3, e1600582 (2017).
6. Mu, J. et al. Microplastics abundance and characteristics in surface waters from the Northwest Pacific, the Bering Sea, and the Chukchi Sea. *Mar. Pollut. Bull.* 143, 58–65 (2019).
7. Kim, S.-K. et al. Importance of seasonal sea ice in the western Arctic ocean to the Arctic and global microplastic budgets. *J. Hazard. Mater.* 418, 125971 (2021).
8. Mountford, A. S. & Morales Maqueda, M. A. Modeling the accumulation and transport of microplastics by sea ice. *J. Geophys. Res.* 126, e2020JC016826 (2021).

## **ВОСТОЧНАЯ АРКТИКА И ТИХИЙ ОКЕАН: ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ**

*Н.В. Шабалин,*  
г. Москва, Центр морских  
исследований МГУ  
имени М.В. Ломоносова

Экологическая безопасность, соответствие российским и международным экологическим стандартам и лучшим природоохранным практикам – приоритетные цели при развитии Северного морского пути (СМП) и Арктического региона в целом.

Экологическая безопасность включает: (1) научно-методические подходы и технологии, (2) нормативное обеспечение их использования и (3) мониторинг окружающей среды и биоразнообразия для сбора необходимой и достаточной информации о состоянии морских экосистем с целью своевременного принятия управленческих решений, оценки их эффективности и последующей корректировки при необходимости.

Существующие программы экологического мониторинга в акватории Арктической зоны (АЗ) Российской Федерации сфокусированы на отдельных компонентах среды или акваториях (порты, лицензионные участки недропользователей) и не охватывают весь СМП – интегральная и систематическая оценка отсутствует, единой базы данных нет.

Недостаточность систематизированных публичных данных о состоянии окружающей среды в акватории СМП на международном уровне тормозит развитие транзитного судоходства. Для решения этой проблемы Госкорпорацией «Росатом» была инициирована разработка Программы экологического мониторинга СМП как предварительной методологии, последовательности и планов работ и реализация

пилотного набора мероприятий, направленных на проведение комплексных исследований и мониторинга надводной и подводной экологической безопасности в акватории АЗ РФ в соответствии с российскими и международными стандартами и наилучшими мировыми практиками.

В основу подхода реализации программы положен опыт выполнения комплексных исследований и разработки документации как для инвестиционных проектов, так и для научных программ (российских и международных).

В результате, в 2021-2022 гг. была проведена инвентаризация накопленных данных о состоянии и изученности морских акваторий по трассе СМП, выделены приоритетные районы и параметры для мониторинга состояния окружающей среды, испытаны и показали свою эффективность цифровые сервисы по контролю экологической безопасности СМП на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Проведен пилотный экологический мониторинг на 50 комплексных станциях в ходе попутных исследований по маршрутам судов «Росатома». Создана международная группа экспертов, в которую вошли представители ведущих научных и природоохранных организаций из России и Европы.

Совместно с экспертным сообществом разработана Рамочная программа экологического мониторинга акватории СМП, в которой обоснован с научной и законодательной точки зрения необходимый объем дальнейших работ.

Ожидается, что данный проект ляжет в основу системы государственного экологического мониторинга в акватории СМП, создаваемой в соответствии с Планом развития СМП до 2035 года ГК «Росатом» совместно с Минприроды России, что является важной государственной задачей, позволяющей создать национальный инструмент для контроля экологической безопасности в Арктике, базирующийся на современных технологиях и наилучших мировых и российских практиках и нормативных подходах. Для его полноценной реализации необходима кооперация, обмен опытом и данными между судоходными компаниями и грузоотправителями, Госкорпорацией, учеными и Минприроды России в области экологического мониторинга, изучения и охраны окружающей среды и биоразнообразия.

## **МОНИТОРИНГ СРЕДЫ И МАКРОБЕНТОСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ МОРСКОМ БИОСФЕРНОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ПРИРОДНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ**

*Е.Г. Сомова,*  
г. Владивосток, ФГБУ «Земля  
леопарда»;  
*Ю.А. Гальшева,*  
г. Владивосток, ДВФУ, ИМО

Представлен научно-обоснованный подход к управлению туристско-рекреационной деятельностью в бухте Астафьева Дальневосточного морского



биосферного государственного природного заповедника. Приведены первые результаты комплексного экологического мониторинга лето-осень 2022 года.

Введение. В социально-экономической структуре Приморского края Хасанский район, на территории которого расположен Дальневосточный морской биосферный государственный природный заповедник (далее – Дальневосточный морской заповедник или ДВМБГЗ), специализируется на развитии туристско-рекреационной отрасли. Благоприятные природно-климатические условия, контрастное соседство морских побережий и хвойно-широколиственных лесов, высокое разнообразие культурно-исторических и природных достопримечательностей наряду с относительно развитым дорожно-транспортным сообщением побуждают десятки тысяч жителей со всего Дальнего Востока России провести отпуск именно здесь. В последние годы намечается тенденция перераспределения части туристического потока к одной из самых живописных песчаных бухт охранной зоны Дальневосточного морского заповедника – б. Астафьева.

Конфликт интересов между сохранением экологически ценных заповедных бухт, собственниками приграничных земельных участков и высоким социальным спросом на пляжный отдых в охранной зоне ДВМБГЗ не утихает уже который год. Не раз звучали предложения о необходимости научно-обоснованного расчета допустимых рекреационных нагрузок и мониторинга отклика биоты на туристско-рекреационное воздействие [1,2,3].

В начале 2022 года ФГБУ «Земля леопарда», под управлением которого находится ДВМБГЗ, приняло решение взять стихийный туризм в б. Астафьева под контроль. В результате была разработана Программа комплексного экологического мониторинга б. Астафьева, реализуемая совместно с Институтом Мирового океана Дальневосточного федерального университета.

#### Материалы и методы

Для оценки экологического состояния акватории бухты Астафьева выбраны нормируемые химические показатели, интегрально отражающие качество водной среды, в том числе возможное влияние человека на морскую среду:

- величина БПК<sub>5</sub>, отражающая наличие метаболитной органики, выделяемой организмами, находящимися в воде и органики, поступающей со стоком с суши;
- концентрация растворенного кислорода, являющаяся интегральным показателем, свидетельствующим о благополучии или неблагополучии состояния водных экосистем.
- массовая концентрация аммонийного азота и фосфат-ионов как показателей биогенного загрязнения.

В качестве санитарно-эпидемиологического индикатора рекреационной нагрузки выбраны следующие нормируемые микробиологические показатели:

- количество колониобразующих единиц *E.coli*, колифагов, энтерококков, стафилококков и общих колиформных бактерий (ОКБ).

Экологическое благополучие донного населения оценивается по составу, обилию и распределению организмов макробентоса, фиксация которых производится фото и видеосъемкой, выполняемой легководолазом.

Обязательная составляющая мониторинга – оценка единовременной рекреационной нагрузки: подсчет количества отдыхающих в будни и выходные дни согласно «Временной методики определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха» [4]. Во время подсчета количества отдыхающих дополнительно фиксировали характер туристско-рекреационной деятельности: наличие автотранспорта в пляжной зоне, купание, сбор гидробионтов, сбор растений в букеты, мытье посуды и пр.

В аккредитованные лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае» и Эколого-аналитического центра ДВФУ были переданы 75 проб на микробиологические показатели, 60 проб на химические показатели. Фото-видеофиксация подводных ландшафтов и донного населения производилась при помощи легкого водолаза, использующего камеру go-pro и сопровождалась фиксацией координат и глубины.

#### Результаты и выводы

Согласно первым результатам нашего исследования состояние акватории оценивается как удовлетворительное. Анализ проб морской воды показал, что химические показатели находятся в пределах нормы на протяжении всего рекреационного сезона. Микробиологические показатели превысили норму на двух станциях в начале сезона, когда единовременная рекреационная нагрузка на б. Астафьева составила 114 человек (из них 20 человек в воде), что вероятнее всего связано с привнесением условно-патогенных микроорганизмов ручьями, впадающими недалеко от точек отбора проб. Во время пиковой рекреационной нагрузки в августе и в конце рекреационного сезона (в сентябре) данные показатели были в пределах нормы и практически не отличались от фоновых значений.

Подводная фото- и видеосъемка донных ландшафтов (подводное ландшафтное профилирование), а также фиксация самого донного населения показала, что бухта Астафьева относится к типичным морским экосистемам юга Приморья. При данной степени антропогенной нагрузки сохраняются локальные популяции распространенных видов беспозвоночных, а также скопления ценных, в том числе краснокнижных видов (дальневосточный трепанг). Дальнейшее обследование несомненно позволит выявить экологически значимые аспекты состава и структуры донных сообществ, более точно оценить биоразнообразие и экологическую значимость биоты данного участка ДВМБГЗ.

Многие годы спецификой российских биосферных резерватов была концепция их развития как «международной сети мониторинга». Для дальнейшей успешной работы в рамках Всемирной сети биосферных резерватов отечественным биосферным заповедникам необходимо, опираясь на уже накопленные знания и имеющиеся данные о функционировании региональных природных экосистем,

формировать зоны сотрудничества и активнее подключаться к апробации механизмов устойчивого взаимодействия общества и природы. В этом контексте Программа экологического мониторинга ДВМБГЗ, полностью соответствует задачам программы «Человек и биосфера» (МАБ) ЮНЕСКО, а результаты экологического мониторинга лягут в основу принятия дальнейших управленческих решений об увеличении/уменьшении туристического потока, планирования и реализации мер снижения возможного негативного воздействия человека на среду и биоту Дальневосточного морского заповедника.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Малютин А.Н. Заповедное море. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2008. – 128 с.
2. Хорошев А.В., Чижова В.П., Чубарь Е.А., Гульбина А.А., Малютин А.Н. Ландшафтно-экологические основания планирования рекреационных нагрузок в охранной зоне Дальневосточного морского заповедника // Проблемы региональной экологии, 2016. С. 81-86.
3. Деркачёва Л.Н., Куликов А.П. Биоразнообразие заповедников Приморского края – основа развития познавательного туризма // Наука и туризм: стратегии взаимодействия. Барнаул, 2017. С. 37-49.
4. Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок. – Москва, – 1987. – 17 С.

#### ИНСТРУМЕНТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО МОРЕПОЛЬЗОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*А.Д. Лаппо, Л.В. Данилова,*  
г. Санкт-Петербург, Научно-  
исследовательский проектный  
институт аква-территориального  
планирования Ермак Северо-Запад

Цель 3 Плана реализации Десятилетия наук об океане, – расширение использования знаний и понимания океана и развитие потенциала для содействия решениям в области устойчивого развития, – направлена на увеличение роли науки в разработке решений для устойчивого развития, включая совершенствование и применение инструментов планирования и управления. Устойчивое развитие морских секторов экономики без ущерба для экологического состояния окружающей среды способно обеспечить экономический рост и благосостояние населения, но потребует серьезной адаптации экономической деятельности для минимизации антропогенного влияния и компенсации негативных последствий климатических изменений. Океан должен остаться источником продовольствия и других ресурсов для жителей земли.

Основным методом обеспечения рационального устойчивого морепользования является комплексное управление морской деятельностью. В какой-то мере его основы были заложены в концепции комплексного управления прибрежными

зонами (КУПЗ), охватывающей море и приморскую территорию как единый объект управления. Методические документы и пилотные проекты КУПЗ разрабатывались для Санкт-Петербурга и Калининграда. В последние 15 лет вопросы комплексного управления морскими акваториями получили новый импульс развития благодаря поддержке Межправительственной Океанографической Комиссии ЮНЕСКО, региональным комиссиям по охране окружающей среды (HELCOM на Балтийском море, Бухарестская конвенция на Черном море), международным организациям (АТЭС в Тихоокеанском регионе). В 3-й международной конференции по морскому пространственному планированию в Барселоне в ноябре 2022 года участвуют представители 87 стран со всего мира находящихся в процессе разработки морских пространственных планов или на стадии их имплементации (схема распространения МПП в мире приведена на рис.1).

Необходимость совместного комплексного подхода приморских стран к регулированию морской деятельностью в границах водного бассейна в полной мере уже проявилась на Балтийском, Баренцевом и Черном морях. В ближайшее время следует ожидать резкого повышения заинтересованности в совместных подходах и решениях для акваторий Каспийского моря, Дальневосточных и Арктических морей РФ.

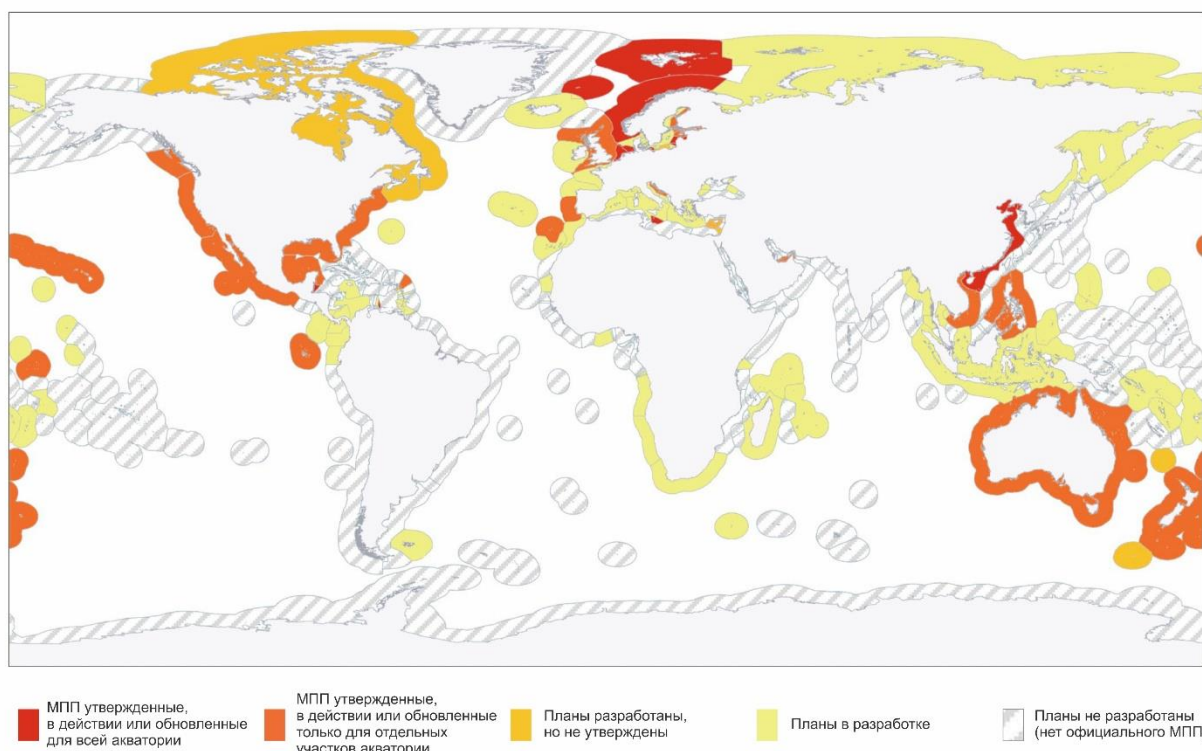


Рисунок 1. Глобальный статус МПП в 2019 [1]

Комплексное управление морской акваторией требует:

Сбора и анализа соответствующих знаний о природной среде и морской/приморской экономике;

Формирования иерархической структуры органов управления с четко определенными полномочиями;

Разработки и принятия соответствующей федеральной и региональной законодательной базы;

Взаимодействия с бизнесом и населением

Пространственного планирования территории/акватории;

Экологической оценки последствий морской деятельности.

К сожалению, в Российской Федерации вопросы морского пространственного планирования до настоящего времени представляют интерес преимущественно для научной общественности и приморского населения; компоненты, требуемые для обеспечения комплексного подхода к управлению деятельностью на морских акваториях, отсутствуют. В то же время большинство сопредельных России приморских стран в той или иной степени уже реализуют на практике комплексное управление морскими акваториями, опираясь на инструменты морского пространственного планирования.

Особенно далеко в этом направлении продвинулись страны-члены ЕС региона Балтийского моря, где в рамках реализации Директивы ЕС по МПП (2014) и Плана действий ХЕЛКОМ по Балтийскому морю на период до 2030 года уже разворачиваются интеграционные процессы по координации действий на морских акваториях.

Для обеспечения устойчивого морепользования в современных условиях могут и должны использоваться инструменты:

Базы данных о состоянии природной среды и ведущейся хозяйственной деятельности;

Сценарии социально-экономического развития морских акваторий и приморских территорий с учетом, в том числе, последствий возможного изменения климата, и разработанный на их основе прибрежно-морской компонент Стратегии социально-экономического развития приморских субъектов РФ;

Сочлененное территориальное и морское пространственное экосистемное планирование, отражающее особенности взаимодействия «суша-море»;

Комплексная (стратегическая) оценка воздействия планируемой деятельности на окружающую среду;

Непрерывный мониторинг состояния морской среды и экономической деятельности;

Взаимодействие с общественностью и заинтересованными сторонами на всех этапах на основе инструментов вовлеченного проектирования;

Трансграничные консультации.

Выстраивание системы комплексного управления на базе конкретных подсистем управления морепользованием должно включать определение уполномоченных органов власти всех уровней, подготовку специалистов, разработку и принятие соответствующих законодательных актов, формирование баз данных (предпочтительно сопряженных с ФГИС ТП и ЕСИМО), сбор мнений и консультации со стейкхолдерами и сопредельными странами. В значительной степени этот механизм прописан в Предложениях в Дорожную карту продвижения

морского пространственного планирования в Российской Федерации, разработанных институтом Ермак Северо-Запад совместно с РГГМУ в 2022 г. [2]. Реализация Дорожной карты, согласно предложенному плану-графику (рис.2), позволит за 5-7 лет разработать морские пространственные планы акваторий окраинных морей РФ и создаст основу для разработки планов комплексного управления морскими акваториями.

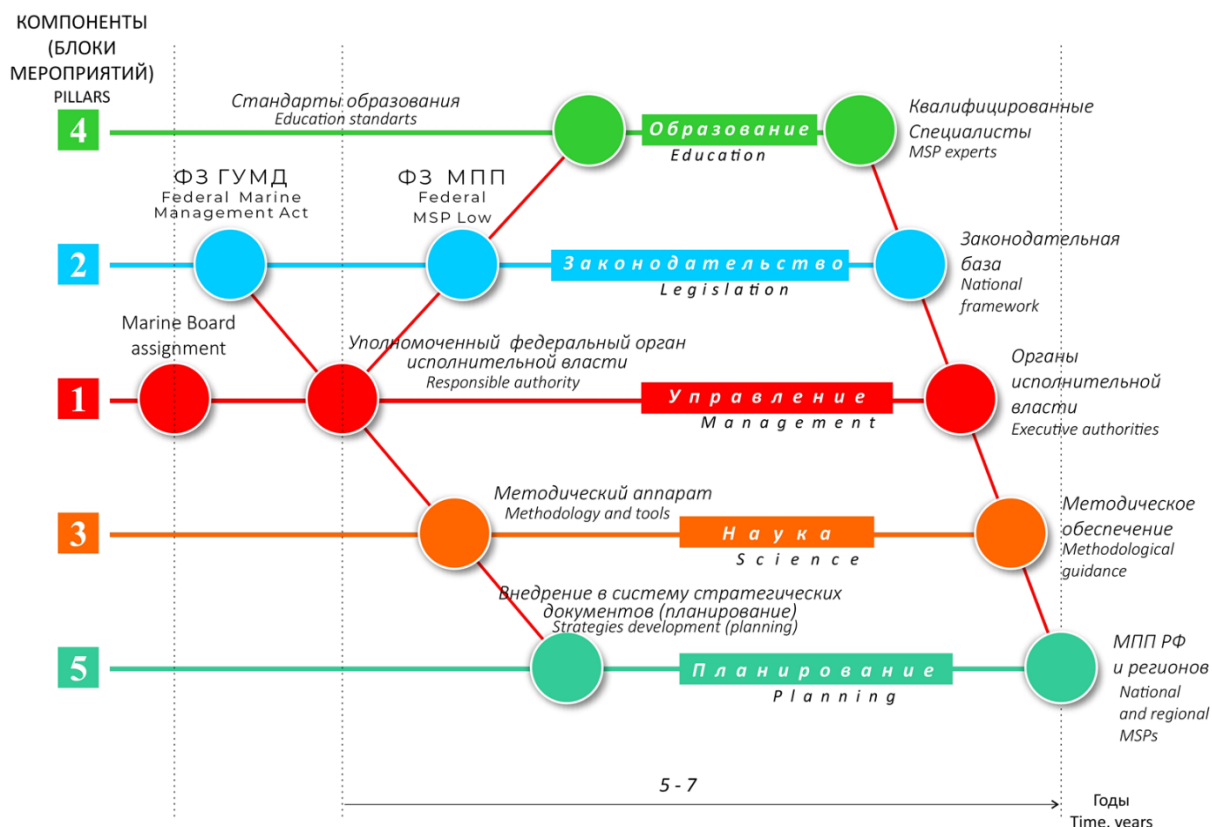


Рисунок 2. Блок-схема Дорожной карты продвижения МПП в Российской Федерации

Предложения в проект Дорожной карты в настоящее время находятся на рассмотрении в Министерстве экономического развития Российской Федерации.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Santos C.F. Integrating climate change in ocean planning / C.F. Santos, T. Agardy, F. Andrade H. Calado L.B. Crowder C.N. Ehler S. García-Morales E. Gissi B.S. Halpern M.K. Orbach et al. // Nat. Sustain. 2020, 3, 505–516
2. Лаппо А.Д. Предложения в проект плана мероприятий (дорожную карту) продвижения морского пространственного планирования в Российской Федерации / А.Д. Лаппо, Л.В. Данилова, Т.Р. Еремина, Н.Л. Плинка, В.С. Семеошенкова, М.В. Шилин // Институт Ермак Северо-Запад. Санкт-Петербург, 2021. Доступно на сайте: [https://drive.google.com/file/d/1Qq8LakR6m7b2B3\\_FytY34wVXwuQdcy38/view](https://drive.google.com/file/d/1Qq8LakR6m7b2B3_FytY34wVXwuQdcy38/view).

**ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА ДВФУ –  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
КОМПЕТЕНЦИЙ ПО МОРСКИМ НАПРАВЛЕНИЯМ РАЗВИТИЯ  
ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СО СТРАНАМИ АТР**

*К.А. Винников,*  
г. Владивосток, Институт  
Мирового океана (Школа)  
Дальневосточного федерального  
университета

В заявке Дальневосточного федерального университета (ДВФУ) на участие в Программе стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» (ПСАЛ «Приоритет-2030») приоритет стратегического проекта «Мировой океан» был очевиден. Это связано с тем, что географическое расположение вуза и задачи развития экономики Дальнего Востока России неразрывно связаны с изучением и рациональным использованием ресурсов Мирового океана. Поэтому большинство приоритетных разработок ДВФУ хотя бы косвенно связаны с морскими технологиями. Для развития необходимых компетенций и достижения превосходства в области морских технологий ДВФУ активно взаимодействует и осуществляет интеграцию своих коллективов с ведущими научными школами Дальневосточного отделения Российской академии наук и партнерскими вузами, также расположенными на морском побережье (БФУ имени И. Канта, САФУ имени М.В. Ломоносова, СевГУ). С другой стороны, у университета уже выработаны прочные партнерские связи с представителями крупных российских компаний, которые могут быть заинтересованы в разработке и внедрении предлагаемых ДВФУ морских технологий.

Основным исполнителем и координатором стратегического проекта «Мировой океан» в ДВФУ стал Институт Мирового океана (ИМО ДВФУ), созданный в начале 2021 года. Стратегическая цель создания нового подразделения в ДВФУ стала острой необходимостью запуска на базе университета комплекса научно-технологических и образовательных программ по морским направлениям, в том числе в рамках мероприятий ПСАЛ «Приоритет-2030». Поэтому все инновационные решения технологических, научных и образовательных задач стратегического проекта «Мировой океан» нацелены на создание современных морских технологий и подготовку высокопрофессиональных специалистов в области морских наук, в том числе для развития транспортной отрасли, морских биотехнологий, сельского хозяйства, рыбного промысла, аквакультуры, добычи и переработки полезных ископаемых, туристического сектора, а также для обеспечения безопасности прибрежных акваторий на Дальнем Востоке России.

ИМО ДВФУ при реализации стратегического проекта «Мировой океан» обозначил для себя ряд вызовов, решение которых должно способствовать опережающему развитию экономики региона: изменение климата, выбросы парниковых газов, истощение запасов морских биоресурсов, загрязнение

прибрежных морских акваторий, технологическое отставание в развитии отечественных морских биотехнологий, технологий геологоразведки и технологий эффективной добычи полезных ископаемых на разных глубинах океана. Поэтому в рамках стратегического проекта «Мировой океан» было предложено шесть инновационных научно-технологических проектов: (1) создание карбонового полигона и карбоновых акваферм для разработки и испытания технологий секвестрации углерода и других активных газов; (2) создание цифровых двойников дальневосточных морей для прогнозирования состояния морской среды и климатических изменений в океане; (3) разработка аквакультурных технологий для эффективного искусственного воспроизводства гидробионтов; (4) разработка технологий экологического мониторинга и контроля прибрежных морских акваторий для обеспечения безопасности дальневосточных морей; (5) разработка новых продуктов общего потребления из морских гидробионтов; (6) разработка подводных робототехнических комплексов нового поколения с использованием технологий интеллектуальных систем управления.

В 2022 году в рамках стратегического проекта «Мировой океан» был дан старт только одному проекту – «Технологии контроля состояния здоровья и улучшения показателей роста объектов аквакультуры». Для его реализации в ИМО ДВФУ была создана новая научно-исследовательская лаборатория «Морская микробиология». Целью данного проекта является разработка комплекса пробиотиков и технологий аквакультуры для объектов аквакультуры, выращиваемых на предприятиях Приморского края. За прошедший год сотрудниками лаборатории была разработана база данных штаммов бактерий, обладающих полезными свойствами для поддержания активного роста и здорового состояния промысловых видов крабов. Внедрение данной технологии должно позволить региональным предприятиям аквакультуры повысить свою рентабельность за счет увеличения качества выращиваемой продукции. Особенно отрадно видеть, что основными исполнителями этого проекта являются молодые выпускники Института Мирового океана, которые решили остаться работать в ДВФУ.

Несмотря на ограниченную поддержку из ПСАЛ «Приоритет-2030», ИМО ДВФУ в 2022 году реализовал ряд важных научных и образовательных проектов, направленных на решение задач и выполнение индикаторных показателей стратегического проекта «Мировой океан». Среди них можно выделить несколько: организацию направления «Мировой океан» в рамках всероссийской студенческой олимпиады «Я-профессионал», организацию дальневосточной площадки и участие в проведении всероссийской школы «Плавучий университет – 2022», организацию и проведение студенческой научно-образовательной экспедиции «Тихоокеанский плавучий университет: сохранение морских прибрежных экосистем Камчатки», организацию и проведение международной научной конференции «International Conference on Ocean Sciences», запуск и координацию программы Минобрнауки России по исследованию экологии Камчатки после масштабного вредоносного цветения воды осенью 2020 года, подготовку программы и запуск мероприятий по



созданию и функционированию «Дальневосточного карбонового полигона» в Приморском крае, проведение двух международных онлайн-лабораторий «Чистый океан» и «Здоровый и устойчивый океан» в рамках мероприятий Десятилетия ООН наук об океане.

За полтора года своего существования ИМО ДВФУ также открыл ряд новых магистерских программ по морским направлениям, включая две сетевые программы совместно с БФУ им. И. Канта и СевГУ. Соблюдая заданные темпы своего развития и продолжая тесную кооперацию с партнерскими организациями, ИМО ДВФУ должен уже в ближайшем будущем заслужить статус международного научно-технологического и образовательного центра компетенций по морским направлениям развития экономики Дальнего Востока и взаимодействия со странами АТР.

**Тезисы докладов на Круглом столе  
«Факторы, влияющие на экосистему Черного моря  
и их изменчивость»**

**ЧЕРНОЕ МОРЕ КАК РАЙОН ДОНОР И РЕЦИПИЕНТ ДЛЯ МОРЕЙ  
ЮЖНОЙ ЕВРАЗИИ**

*Т.А. Шиганова,*  
Москва, ИО РАН

Во второй половине XX столетия произошел рост числа чужеродных видов в экосистемах морей и прибрежных районов океанов. Это связано с намеренным вселением промысловых видов и кормовых объектов, развитием марикультуры, случайным заносом видов при преднамеренной интродукции, проникновением организмов через проливы и вновь построенные каналы. Однако основным вектором проникновения морских организмов стали морские суда. Установка с начала 1980-х гг. на судах танков для балластных вод вместе с общей интенсификацией судоходства привели к глобализации процесса переноса организмов. В настоящее время между водоемами ежедневно перемещаются тысячи видов флоры и фауны различных таксономических групп, от простейших организмов до рыб. Многие из них успешно натурализуются в новых для них биотопах, особенно в пострадавших от разного рода антропогенных воздействий. Появление чужеродных видов в Мировом океане стало одной из причин изменения биоразнообразия и обеднения промысловых ресурсов. Из этого следуют серьезные экологические и экономические последствия.

Изолированные и полу-изолированные моря юга России, а также моря Евразии особенно уязвимы для вселения и натурализации чужеродных видов. Все эти моря, за исключением Средиземного, имеют низкую соленость по сравнению с океанической. Структура сообществ в них достаточно консервативна, ввиду полного отсутствия (Каспийское, Аральское моря) или слабого обмена с другими морями или океаном (Черное и Азовское моря). Для них характерно низкое видовое разнообразие. Нарушения, произошедшие под воздействием антропогенных факторов во второй половине XX века, сделали их восприимчивыми для натурализации чужеродных видов. В результате вселения даже одного агрессивного вида оказалось достаточно, чтобы привести к полной структурно-функциональной перестройке экосистемы водоема. В настоящее время известно более 1000 видов, за исключением лессепских мигрантов (видов, проникших через Суэцкий канал в Средиземное море), внесенных в морские водоемы юга Европы. В последнее десятилетие повышение температуры поверхностного слоя морей привело к увеличению числа тропических видов, сумевших проникнуть в Средиземное море, и средиземноморских – в Черное. В связи с этим, изучение чужеродных видов, векторов их проникновения, степени воздействия на экосистемы и факторов,

лимитирующих их численность – одна из важнейших задач современной экологии морей.

Из морей Понто-Каспийского бассейна Черное море имеет наиболее тесную связь с океаном через проливы и развитое судоходство. Вследствие этого оно во второй половине XX века стало водоемом-реципиентом большого числа морских и солоноватоводных видов. Нарушенная экосистема Черного моря способствовала натурализации большинства этих видов. Повышение температуры верхнего перемешанного слоя Черного моря в последние десятилетия способствовало натурализации термофильных видов, как попавших с судами, так и проникших через Босфор из Средиземного моря (Рис.1).



Рисунок 1. Схема путей вселения видов в Черное море: районы-доноры (кружки) и схематичный путь вселения (стрелки) чужеродных видов в Черное море



Рисунок 2. Районы-доноры и процент натурализовавшихся видов из них в чужеродной фауне Черного моря (без паразитов)

Наибольшее число видов проникли и в другие моря Понто-Каспийского бассейна после строительства Волга-Дон канала и установки танков для балластных вод. Значительное число черноморских видов также проникло в эти моря, включая Аральское (Рис.3). Колонизация чужеродными видами морей Понто-Каспия, привела к серьезным экологическим проблемам и социально-экономическим потерям [1].

Значительное число чужеродных видов было занесено с судами из прибрежных атлантических вод Северной Америки (Рис.1). Именно виды из этого региона оказали наибольшее влияние на черноморскую экосистему. Большинство их принадлежит к морским эврибионтным организмам, имеющим широкое распространение в прибрежных водах океанов. Среди них: гребневики *Mnemiopsis leidyi* A.Agassiz, 1865, *Beroe ovata* Bruguière, 1789, ракообразные *Amphibalanus eburneus* (Gould, 1841), *A.improvisus* (Darwin, 1854), *Acartia tonsa* Dana, 1849.

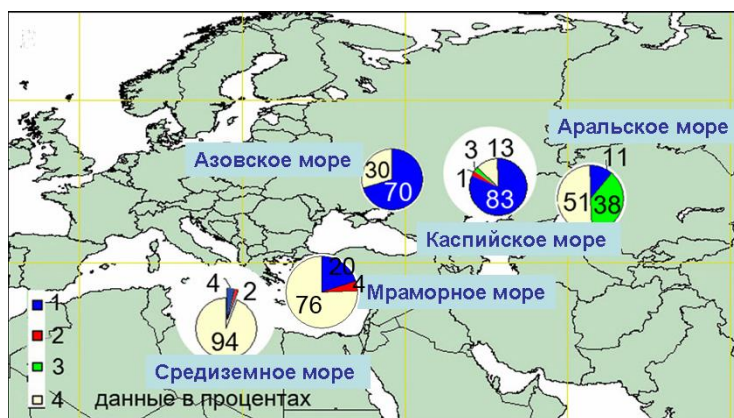


Рисунок 3. Доля (%) видов, проникших из Черного моря (1), вероятно, из Черного моря (2), Азовского моря (3), других районов (4)

Гребневик *M. leidyi* оказал каскадный эффект на все трофические уровни черноморской экосистемы, вверх от голо-, меро- и ихтиопланктона к планктоноядным рыбам и далее до хищных рыб и дельфинов и вниз – от зоопланктона до фито- и микропланктона [1], вызвав перераспределение потоков вещества и энергии по трофическим уровням и изменение продукционно-дистракционных процессов. После появления в Черном море его хищника гребневика *B. ovata* экосистема начала восстанавливаться.

*B. ovata* проник также и в Азовское море, где он способен жить только в теплое время года, вымирая с похолоданием и заселяясь вновь на следующий год.

В 2019 г. *B. ovata* был обнаружен и в Каспийском море, исследования 2000 - 2022 гг. показали, что *B. ovata* натурализовался в Каспийском море и может контролировать численность *M. leidyi* [2].

В результате Черное море стало как реципиентом, так и донором чужеродных видов. Эти процессы привели к значительной биотической гомогенизации морей Понто-Каспия, когда одни и те же виды доминируют в сообществах и даже во всей экосистеме.

Благодарность: Работа выполнена в рамках Соглашения с Министерством образования и науки № 075-15-2021-946 от 28.09.2021 г.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЧЕРНОМ МОРЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВСПЫШЕК РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕТЕЛЫХ ВИДОВ

*Е.В. Алексеенко, Т.А. Шиганова,  
А.С. Казьмин,  
Москва, ИО РАН*

Введение. В данной работе мы нацелены на получение прогнозов морской среды, таких как эволюция течений, распределения солёности, температуры, а также концентрации биогеохимических компартментов (биогенов, планктона и хлорофила) в акватории Черного моря, определяющих условия, благоприятные для появления и размножения инвазивных желетелых видов в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Ранее в работе Shiganova et al. [1] мы проводили исследования наличия подобных условий для гребневика *Mnemiopsis Leidy* с использованием спутниковых данных на поверхности воды. Однако, данное исследование имело существенное ограничение – отсутствие пространственных распределений этих условий в толще воды. Моделирование гидродинамических и биогеохимических процессов в трехмерном режиме позволяет избежать подобные ограничения, а также исследовать различные факторы, влияющие на динамику биогеохимических процессов как в отдельности, так и в совокупности посредством модельных сценариев, а также исследовать конкретные периоды времени с учетом реальных метеорологических и стоковых условий.

## Описание моделирования

Модель для приложений в региональном масштабе (MARS), используемая в этой работе, была разработана Французским научно-исследовательским институтом морской эксплуатации (IFREMER). Гидродинамическая модель MARS решает трехмерную систему уравнений Навье-Стокса для несжимаемой жидкости в классическом приближении Буссинеска с гидростатическим приближением [2]. Модель использует обобщенную вертикальную систему координат, повторяющую ландшафт, и имеет особенность разрешать баротропную и бароклинную моды с общим временным шагом благодаря неявной схеме переменного направления.

Расчетная область Черного моря ( $41^{\circ}\text{N}$  -  $47^{\circ}\text{N}$ ,  $28^{\circ}\text{E}$  -  $41^{\circ}\text{E}$ ) включает устья рек Днепр, Буг, Днестр и Дунай, а также область мелководного Азовского моря, в которое впадает две реки: Дон и Кубань. Сеточный масштаб  $1/50^{\circ}$  (около 2,22 км) позволяет полностью разрешать мезо- и субмезомасштабные процессы в Черном море, определяющие структуру и динамику планктонных сообществ, в особенности вдоль побережья и вдоль шельфового излома (Рис. 1а). Гидродинамическая модель учитывает а) стоки рек, б) начальные условия – нулевая скорость по всему пространству, в) граничные условия второго рода в проливе Босфор, г) стационарный и однородный ветер, а также д) начальные значения солёности и температуры.

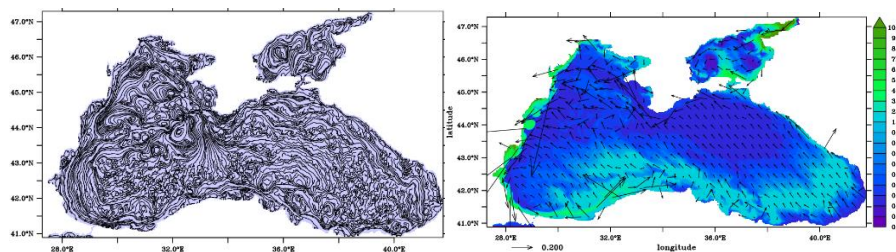


Рисунок 1.а. Структура баротропных течений (осредненных по вертикали) под воздействием северо-восточного ветра 5 м/с и в. поверхностная концентрация хлорофилла (микро г/л, палитра) совмещённая с поверхностными течениями

Биогеохимический модуль ECOMARS, также является частью модели MARS. Таким образом, помимо ключевых уравнений для расчета поля скоростей, солёности и температуры, добавляются 18 уравнений вычисляющих динамику элементов, среди которых есть а) неживые формы: нитрат, аммоний, растворенный кремний, растворенный фосфор, абсорбированный фосфор, абсорбированный азот, а также б) живые формы: нанопикопланктон, диатомовые, динофлагелляты, микрзоопланктон, мезозоопланктон, и в) детрит в форме азота, фосфора и кремния. Фитопланктон, главным образом, зависит от наличия освещенности и биогенов (лимитирующие факторы), в то время как зоопланктон зависит от наличия фитопланктона. Все биогеохимические вещества пассивно распространяются вместе с течениями. В данной работе все реки имеют постоянную концентрацию биогенов (нитратов и фосфатов) 4мг/л и 0.4 мг/л соответственно.

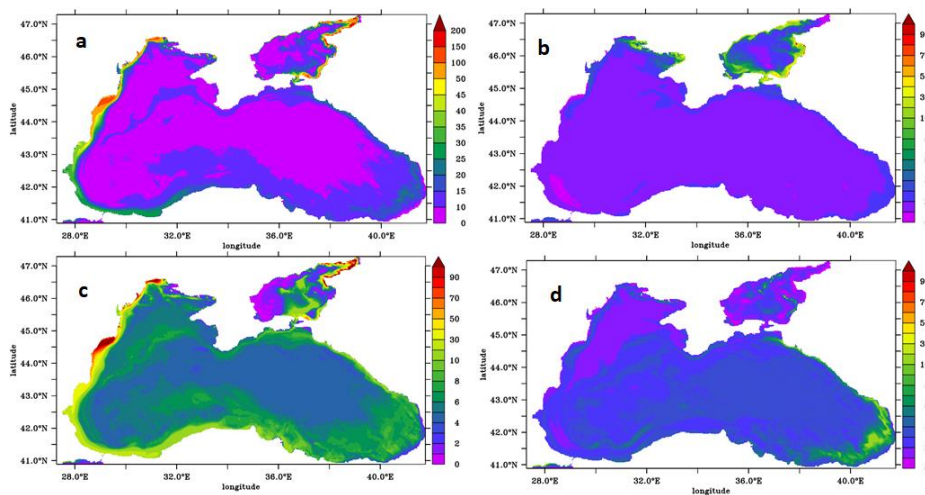


Рисунок 2. Продуктивные области Черного моря: осредненные по вертикали кумулятивные за период расчета биологические характеристики ( $г/м^2$ ): а. общий хлорофилл, в. концентрация хлорофилла диатомовых, с. концентрация хлорофилла динофлагеллят и d. Концентрация хлорофилла пиконанофитопланктона. Сценарий северо-восточного ветра в 5м/с

### Основные результаты

В работе исследовалось воздействие различных абиотических и биотических факторов на биологические процессы в Черном море с помощью модельных сценариев. Среди основных абиотических факторов были выделены: ветер

(скорость, направление), стоки рек (максимальные, минимальные). Среди биотических факторов – концентрации биогенов в реках. Из рис.1b видно, что прибрежная область имеет наибольшую концентрацию хлорофилла (рис.1b), в особенности в близости устьев рек и по направлению их течения под воздействием ветра (рис.1a) – на северо-западном и западном побережьях Черного моря. В ходе исследования было найдено, что эти области определяются не только наличием биогенов, но и наибольшим наличием света в толще воды, ввиду их мелководности. Согласно рис.2 наиболее продуктивные зоны находятся в западном побережье Черного моря и в восточном побережье Азовского моря. В Азовском море общий хлорофилл состоит из хлорофилла диатомовых и динофлагеллят, а в западном побережье Черного моря в основном их хлорофилла динофлагеллят.

Благодарность. Работа выполнена в соответствии с соглашением с Министерством образования и науки № 075-15-2021-946 от 28.09.2021г., созданным приказом №385 П от 04.10.2021.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Shiganova T., Alekseenko E., Kazmin A., 2019. Predicting range expansion of invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz 1865 under current environmental conditions and future climate change scenarios. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 227.
2. Blumberg, A. F. and Mellor, G. L.: A description of a Tree-Dimensional Coastal Ocean Circulation Model, *Geophys. Fluid Dynam. Progr.*, Princeton Univ., Princeton, New Jersey, 1–16, 1986.

### **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ СЦЕНАРИЕВ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЧЕРНОМОРСКИХ РЕГИОНОВ С УЧЕТОМ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

*Г.В. Батурова, А.М. Коновалов,*  
г. Москва, РТУ МИРЭА

В настоящее время в области методологии прогнозирования и формирования сценарных прогнозов доминируют дискретный и непрерывный (или континуальный) подходы. В отличие от реализации дискретного подхода, ориентированного на разработку количественных параметров и достаточно жестких траекторий (сценариев) развития, современное континуальное сценирование носит менее детерминированный, а значит – более вероятностный, стохастический характер. Закономерной особенностью такой парадигмы выступает не построение ряда конкретных сценариев, а выявление направлений будущего развития, их механизмов и драйверов, комплексный подход (в частности, межотраслевой и межрегиональный) и многовариантность сценариев. Здесь важен сам процесс сценирования, смыслом которого становится формирование глобального видения у всех заинтересованных субъектов глобальной и государственной политики, а не конкретный конечный результат.

Выбор предпочтительной методологической основы сценарирования морской деятельности обусловлен тремя взаимосвязанными факторами. Первый из них связан с временными горизонтами. Общеизвестно, что при прочих равных условиях более жизнеспособной и выигрышной будет та стратегия, которую отличают более глубокие (длительные) временные горизонты прогнозирования и планирования. Однако здесь появляются проблемы использования дискретного подхода к сценарированию, базирующегося на алгоритмических методах и ориентированного на получение квантифицируемых показателей. В первую очередь дело в том, что использование экстраполяционных методов, включая регрессионный анализ, имеет ряд существенных ограничений, прежде всего обусловленных длиной представительной выборки имеющегося статистического ряда, который должен быть сопоставим с временным горизонтом сценарирования. В противном случае достоверность полученных результатов может быть легко подвергнута сомнению.

С временными горизонтами сценарирования тесно связан и второй фактор выбора парадигмы построения сценариев, а именно вероятность появления резких, практически не поддающихся стратегическому планированию, всплесков, непредсказуемых скачков, влекущих за собой такой общесистемный резонанс, который способен разрушить любое стратегическое построение. В стратегическом анализе их называют «тёмными лошадками» (wild cards) или «джокерами». Самым общим объединяющим их признаком становится то, что они потенциально направлены на разрыв связей, армирующих стратегические решения, причем как по горизонтали (между сферами жизнедеятельности или регионами, например, диффузия инноваций и инвестиций, межрегиональный баланс и субрегиональные взаимоотношения и т.д.), так и по межуровневой вертикали (в их роли способны выступить такие приоритетные направления государственной политики как, например, совершенствование эффективности и качества государственного управления, повышение социальной мотивации участия в процессах стратегического планирования, возрастание инвестиционной привлекательности и совершенствование экономических механизмов управления социально-экономическим развитием).

Перечисленными обстоятельствами обусловлен третий фактор выбора парадигмы сценарирования – необходимость перехода от сугубо отраслевого (ведомственного) или регионального подхода к комплексному (надведомственному и межрегиональному) пространственному развитию.

Моделирование сценариев социально-экономического развития черноморских регионов с учетом прогнозируемых изменений природно-климатических факторов подразумевает ряд шагов или итераций. На первой итерации первичные данные в различных областях знаний о природной среде систематизируются и собираются в базу данных. На второй – расчёт частных количественных индикаторов и показателей с помощью действующих моделей. На третьей – осуществляется ранжирование и определение приоритетных частных количественных индикаторов и показателей с помощью разрабатываемых критериев приоритизации и методики



ранжирования. На четвертой – полученные и соответствующим образом ранжированные индикаторы и показатели агрегируются в интегральные с определением диапазона их пороговых значений. На пятой – осуществляется сценарное моделирование возможных рисков, издержек, ущербов и убытков на основе действующих моделей с учетом результатов моделирования климатических изменений, оперативного, кратко- и среднесрочного прогнозирования динамики природных процессов и предварительной оценкой стоимости превентивных мероприятий и эффекта «домино». На шестой – определяются интегральные показатели возможных рисков, издержек, ущербов и убытков с расчетом пороговых значений. На седьмой – происходит их адаптация для отдельных сфер жизнедеятельности (в первую очередь экономической и социальной) и для различных этапов жизненного цикла объектов инфраструктуры матричным методом. И, наконец, на восьмой – с учетом результатов предыдущих итераций формируются предложения по закреплению полученных сценариев и рекомендаций в системе принятия управленческих решений и стратегического планирования.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение № 075-15-2021-946 от 28.09.2021 г.).

## **СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНА «ГЕЛЕНДЖИК» ИО РАН: ВЫЯВЛЕНИЕ РАЗНОМАСШТАБНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ И ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ТЕНДРОВ**

*А.Г. Зацепин, А.Г. Островский, К.П.  
Сильвестрова,  
г. Москва, ИО РАН;  
В.А. Телегин,  
Москва, ИЗМИРАН, ИО РАН;  
С.А. Мысленков,  
г. Москва, МГУ, ИО РАН;  
С.Б. Куклев, В.И. Баранов,  
В.В. Очередник, О.И. Подымов,  
г. Геленджик, ЮО ИО РАН*

Научное сообщество, обеспокоенное влиянием быстрого изменения климата Земли, и возрастающим антропогенным воздействием на Мировой океан, развивает системы мониторинга состояния его вод, используя при этом широкий арсенал методов и средств наблюдения, в том числе, автоматизированных. При этом особое внимание уделяется мониторингу прибрежной зоны океанов и морей, представляющей особый интерес с точки зрения хозяйственной и рекреационной деятельности, а также подверженной наибольшему антропогенному стрессу.

В докладе представлено описание системы мониторинга прибрежной зоны Черного моря на полигоне «Геленджик» ИО РАН, функционирующей уже более 10 лет. Система основана на регулярных измерениях гидрофизических (температура, соленость, плотность морской воды, скорость течения), био-

оптических (прозрачность и флуоресценция хлорофилла «а») параметров, а также растворенного кислорода и их вертикального распределения в шельфово-склоновой зоне моря с помощью автономных заякоренных станций и периодических судовых измерений. При этом часть автономных измерений проводится в онлайн режиме, что позволяет использовать получаемые данные для оперативного усвоения в численных гидродинамических моделях.

Выявлена разномасштабная изменчивость гидрофизических параметров, установлены некоторые механизмы, порождающие наблюдаемую изменчивость. Установлены долговременные тренды в изменении измеряемых параметров и их связь с атмосферным воздействием и климатическими изменениями.

Элементы системы мониторинга, функционирующей на полигоне «Геленджик» ИО РАН могут быть использованы для мониторинга других прибрежных зон морей России, в том числе, морей Северного Ледовитого океана и Дальневосточных морей.

Работа выполнена в рамках тем госзадания FMWE-2021-0002, FMWE-2021-0013.

## **МУЛЬТИДЕКАДНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ АБИОТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ЧЕРНОМ МОРЕ**

*А.С. Казьмин,*  
г. Москва, ИО РАН

Данные реанализа NCEP/NCAR за период 1948-2020 годов использованы для исследования мультидекадной изменчивости гидрометеорологических параметров (термических, динамических и влажностных) над акваторией Черного моря. Полиномиальные аппроксимации временных рядов среднегодовых значений указывают на нелинейный характер и периодичность долгопериодной изменчивости рассматриваемых параметров. В Черном море выделены два временных интервала средней продолжительностью 20 и 40 лет с разнонаправленными тенденциями изменения гидрометеорологических параметров. При годовом осреднении над бассейном преобладает северо-восточный ветровой перенос. В Черном море компоненты ветра действуют однонаправленно (повышение/охлаждение температуры воздуха совпадает с ослаблением/усилением обеих составляющих). Фазы потепления/охлаждения воздуха совпадают с ослаблением/усилением этого переноса. Временной лаг между изменением динамического и термического режимов (а также влажностных характеристик) составляет около 6-8 лет, что может свидетельствовать о ведущей роли крупномасштабных изменений атмосферного воздействия в региональной изменчивости. Удельная влажность положительно коррелирована с температурой воздуха и уменьшается/увеличивается в периоды охлаждения/потепления. Напротив, колебания относительной влажности и количества осадков отрицательно коррелированы с изменчивостью температуры воздуха. Крупномасштабными атмосферными процессами, потенциально

влияющими на долгосрочную изменчивость регионального режима ветра над Черным морем, могут быть Северо-Атлантическое колебание (NAO) и Восточно-Атлантическое – Западно-Русское колебание (EAWR). Ослабление NAO (индекс NAO  $\leq 0$ ) в сочетании с усилением EAWR (индекс EAWR  $> 0$ ) создает условия для интенсификации северо-восточного переноса. Однако в Черном море ситуация противоречива: общая картина изменчивости в 1948-1992 годах соответствовала описанным комбинациям индексов. Однако после 1992 года не наблюдалось никакой выраженной тенденции в изменчивости северо-восточного переноса.

Благодарность: это исследование выполнено в рамках соглашения с Министерством образования и науки № 075-15-2021-946 от 28.09.2021 г.

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ, СВЯЗАННАЯ С ВАРИАЦИЯМИ КЛИМАТА**

*В.К. Часовников, Т.А. Шиганова,  
П.А. Бородулина,  
г. Москва, ИО РАН*

Представлены результаты многолетних океанологических исследований, которые осуществлялись в рамках комплексной научной экспедиции «Черное море 2017-2021» и посвящены изучению прибрежной зоны моря на основе мониторинговых наблюдений.

Основная цель данной программы исследований – проведение наблюдений на разрезе, расположенном перпендикулярно берегу, от Голубой бухты (г. Геленджик) до середины континентального склона (~ 5 миль от берега). На разрезе выполняются 5 станций с STD зондированиями и исследованиями химической и биологической структуры прибрежных вод над изобатами 10, 25, 50, 100 и 500 метров [1, 2].

Список гидрохимических параметров, определявшихся непосредственно после рейса, включает в себя: растворенный кислород, рН, фосфаты, валовый фосфор, силикаты, нитриты, нитраты, аммоний, валовый азот, сероводород.

Методы определения содержания элементов были стандартными, принятыми в практике морских экспедиционных работ [3].

Целью данной работы является анализ результатов многолетних экспедиционных данных в северо-восточной части Черного моря и выявление трендовых составляющих химических параметров в межгодовом масштабе.

В качестве материалов исследования были выбраны данные, полученные в ходе проведения экспедиций на НИС «Ашамба» в северо-восточной части Черного моря в период с 2017 по 2021 год. За данный временной промежуток было проведено 62 мониторинговых экспедиции. Из всего массива полученной информации на 5-ти мильном разрезе были рассчитаны средние за год значения различных параметров для верхнего 50-ти метрового слоя воды.

На рисунке 1 представлены средние за год значения химических параметров, рассчитанные для верхнего 50-ти метрового слоя воды по данным полученным на 5-ти мильном разрезе за экспедиционный период 2017 – 2021 гг.

В течение последних пяти лет наблюдается стабильный тренд уменьшения среднегодового содержания кремния в деятельном слое прибрежно-шельфовой зоны моря. Если понижение запасов кремнекислоты, в сезоне 2019 года, не достигало уровня, ограничивающего фотосинтез, то в 2020 и тем более в 2021 году, зафиксировано лимитирование процессов развития фитопланктона низким содержанием кремния. По сравнению с прошлым годом, средние величины Si уменьшились в 1.53 раза, а по сравнению с 2017 годом в 3.6 раза (рис. 1).

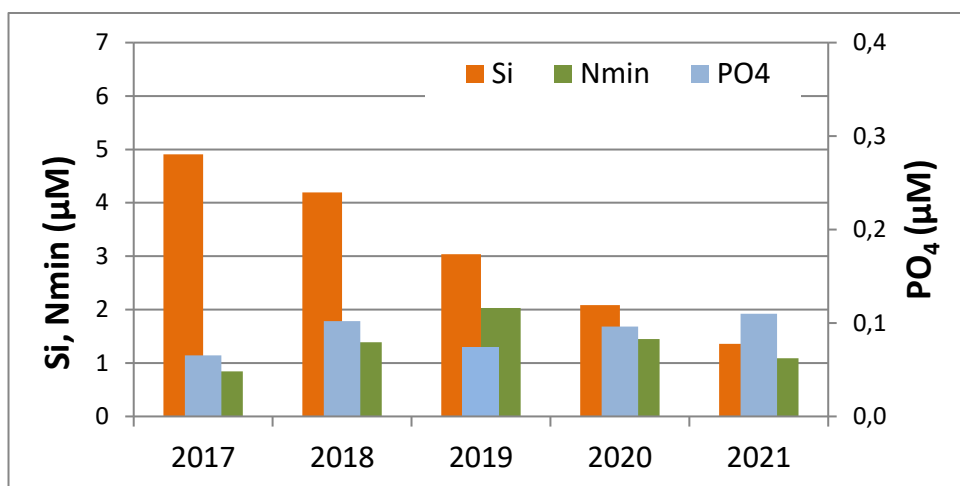


Рисунок 1 – Межгодовая изменчивость биогенных элементов в период с 2017 по 2021 гг.

На рисунке 2 представлены средние за год значения метеорологических и гидрофизических параметров по данным полученным на 5-ти мильном разрезе за экспедиционный период 2017 – 2021 гг.

В 2019 и 2020 гг. было зафиксировано минимальное количество осадков за весь исследуемый период. Данное событие отразилось в первую очередь на значениях солености, в рассматриваемые года наблюдался резкий рост этого показателя [4] и, соответственно, уменьшением речного стока. Одним из основных источников поступления кремния в прибрежные морские воды является речной сток, следовательно, при его снижении концентрация кремния также уменьшается. Таким образом, тренд уменьшения содержания кремния в течении 2018-2020 годов безусловно поддерживался тенденцией уменьшения количества осадков (рис. 1, 2). Кроме этого, основной причиной снижения запасов кремния в деятельном слое Черного моря являются потребления его фитопланктоном [5]. Возможно, что описанные причины уменьшения содержания кремния имели место быть одновременно, что и могло вызвать столь стремительное падение концентрации этого биогенного элемента.

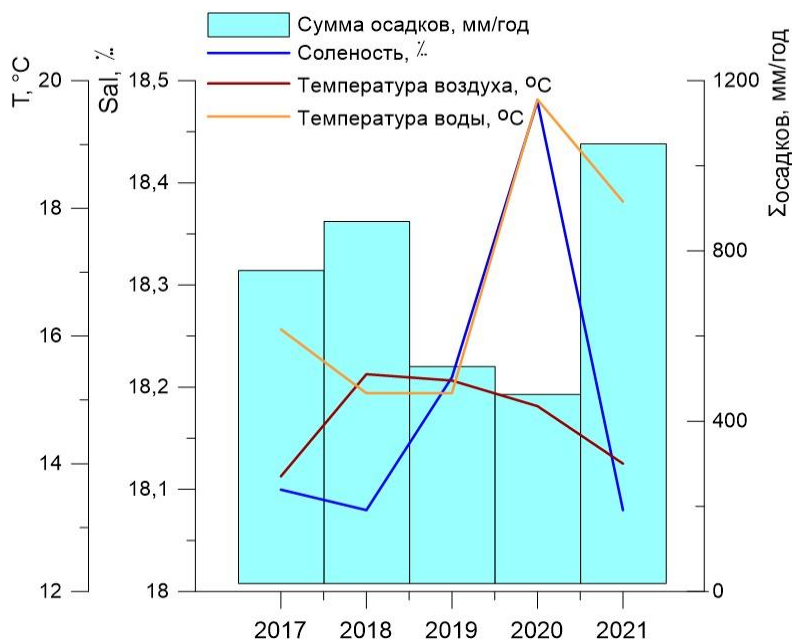


Рисунок 2 – Межгодовая изменчивость некоторых метеорологических и гидрофизических параметров в период с 2017 по 2021 гг.

В 2021 году было зафиксировано резкое увеличение количества осадков, однако тренд уменьшения среднегодового содержания кремния продолжился. Теоретически, так как возрастает интенсивность речного стока, вследствие значительного увеличения годовой суммы осадков, в данный период содержание кремния должно повышаться. Предположительно, увеличения запасов кремния не произошло из-за биологического фактора, то есть интенсивность потребления кремния фитопланктоном увеличилась настолько, что его убыль превышала его поступление. При этом, так как биологический и климатический факторы работали в разных направлениях, повышение количества осадков, вероятно уменьшило тренд снижения среднегодового содержания кремния.

Работа выполнена при финансовой поддержке: Соглашение № 075-15-2021-946 от 28.09.2021 г. созданной приказом №385 П от 04.10.2021.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Часовников В.К., Чжу В.П., Очередник О.А., Петров И.Н. Изменчивость содержания биогенных элементов в прибрежной зоне Черного моря (район Геленджика) // Сборник трудов Международного симпозиума «Мезомасштабные и субмезомасштабные процессы в гидросфере и атмосфере» (МСП-2018). М.: ИО РАН. – 2018. – С 370-373.
2. Арашкевич Е.Г., Луппова Н.Е., Подымов О.И., Часовников В.К. Экологический мониторинг пелагического сообщества //Некоторые результаты комплексной прибрежной экспедиции “Черное море – 2017” на МНИС “Ашамба” Ред. Зацепин А.Г., Куклев С.Б. – Научный мир. – М. – 2018. – С. 44-66.
3. Бордовский О.К., Чернякова А.М. Современные методы гидрохимических исследований океана / М.: ИО РАН, 1992. 200 с.
4. Подымов, О. И. Рост солености и температуры в деятельном слое северо-восточной части Черного моря с 2010 по 2020 год / О. И. Подымов, А. Г.

Зацепин, В. В. Очередник // Морской гидрофизический журнал. – 2021. – Т. 37. – № 3(219). – С. 279-287. – DOI 10.22449/0233-7584-2021-3-279-287. – EDN GVAYYQ.

5. Кирикова, М. В. Неорганические формы азота и кремния в Черном море в весенний период / М. В. Кирикова, О. В. Кривенко // Экология моря. – 2001. – Т. 56. – С. 18-22.

## **ВИДОВОЙ СОСТАВ ФИТОПЛАНКТОНА И ЕГО ИЗМЕНЧИВОСТЬ В ГОЛУБОЙ И ГЕЛЕНДЖИКСКОЙ БУХТАХ (г. ГЕЛЕНДЖИК) В НОЯБРЕ 2021 ГОДА**

*А.В. Федоров,*  
г. Москва, ИО РАН

Целью работы было описание видового состава фитопланктона в ноябре 2021 года в Геленджикской и Голубой бухтах, а также различий между ними, особенностей количественных характеристик и видового состава внутри Геленджикской бухты.

В рейсах МНИС «Ашамба» осенью 2021 года были проведены работы в районе города Геленджик на разрезе от Голубой бухты и в Геленджикской бухте. Отборы проб на фитопланктон, хлорофилл и гидрохимию производили в 5 точках равномерно в акватории Геленджикской бухты и в 1 точке в центре Голубой бухты.

Пробы фиксировали формалином, затем концентрировали осаждением и сливом надосадочной жидкости. Пробы объёмом 0,5 литра доводили до объёма 4 - 7 мл, затем производили подсчёт клеток на световом микроскопе с определением таксономического положения видов, замеряли размеры и рассчитывали объёмы клеток методом геометрического подобия фигур.

Фитопланктон на акватории северо-восточной части Чёрного моря в районе города Геленджик характеризуется сезонностью максимумов численности и биомассы, а также схожими периодами развития определенных видов в течение года [1]. Однако из-за климатических колебаний ход типичной сукцессионной последовательности может существенно отличаться как количественно, так и качественно. 2021 год отличался от предыдущих в первую очередь обилием и частотой осадков, что повлияло на динамику фитопланктона за счёт внесения в прибрежные воды большого количества биогенных элементов, в первую очередь нитратного азота. Так, в течение всего года диатомовая водоросль *Proboscia alata* (вносила наибольший вклад в общую биомассу фитопланктона и показывала биомассы до 2 грамм на метр кубический (неопубликованные данные)). В период исследований в октябре – ноябре 2021 года в развитии фитопланктона проходил этап затухания массового развития водорослей и снижения количественных характеристик.

Всего за период исследования выявлено до 75 видов фитопланктона. В ноябре в районе работ при общем доминировании по численности кокколитофориды *Emiliania huxleyi* весомый вклад вносили нанофлагелляты, несколько видов диатомовых рода *Chaetoceros* и *Cylindrotheca closterium*, особенно в наиболее

отдаленных от створа бухты точках. На этих же станциях вклад *Emiliana huxleyi* был меньше до 2 раз. Эти различия обусловлены в первую очередь степенью эвтрофированности акватории и низкой скоростью водообмена с открытым морем. Близость берега, малая глубина и высокая составляющая антропогенной нагрузки – факторы, увеличивающие поток биогенных элементов в акватории. Это способствует развитию определенных видов, в данном случае мелкоклеточных диатомовых с высокими скоростями роста, род *Chaetoceros*, *Cylindrotheca closterium*, мелких жгутиковых (3-7 мкм в диаметре) и динофлагеллят. Данные водоросли развиваются в открытом море, но обычно в весенний период.

*Emiliana huxleyi* напротив, формирует цветения в открытой части моря. Вид способен переносить чрезмерную для мелких диатомовых освещенность и низкие концентрации азота. Однако имея высокий удельный вес без вертикального перемешивания водного столба клетки интенсивно оседают – до 1 метра в сутки [2]. А при высоких концентрациях азота проигрывают по скорости роста диатомовым.

Динофлагелляты развиваются при наличии органического вещества, другого мелкого фитопланктона и минимальном перемешивании. В течение года максимумы биомассы показывают в конце весны и начале лета. В мелководных частях бухты при слабом перемешивании и высокой антропогенной нагрузке несут риск токсичных цветений, «красных приливов».

Соотношение биомасс основных таксономических групп фитопланктона значительно отличается на станции в Голубой бухте, в Геленджикской в створе и в центре бухты от станций, находящихся в непосредственной близости к берегу. Станции, находящиеся ближе к открытой части моря, характеризовались более высокой биомассой благодаря вкладу диатомовой водоросли *Proboscia alata* (в 2 раза), которая доминировала в течение практически всего года благодаря высокотурбулентным условиям и обилию осадков и речного стока в том числе и в летний период. Данный вид значительно может варьировать в зависимости от условий диаметр клетки от 2 до 12 мкм при длине до 2 мм, что важно при флуктуирующем освещении, обусловленным перемешиванием. Это свойство позволяет конкурировать с другими видами при высокой частоте перемешиваний штормами и при периодическом обогащении (раз в 1-2 недели) биогенными элементами.

Наличие относительно высокой биомассы *Proboscia alata* является причиной низких концентраций растворенного кремния в воде, хотя лимитирующим элементом является минеральная форма азота.

Помимо доминирующих видов также весомый вклад в численность и биомассу вносили диатомовые *Cerataulina pelagica*, *Chaetoceros compressus*, *Cylindrotheca closterium*, динофлагелляты *Prorocentrum cordatum*, *Prorocentrum micans*, *Protoperidinium divergens*, *Oblea rotunda* а также мелкие флагелляты 3-7 мкм в диаметре.

Благодарность. Работа выполнена в рамках Соглашения с Министерством образования и науки № 075-15-2021-946 от 28.09.2021г. созданной приказом № 385 П от 04.10.2021.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Mikaelyan A. S., Kubryakov A. A., Silkin V.A., Pautova L.A., Chasovnikov V.K. Regional climate and patterns of phytoplankton annual succession in the open waters of the Black Sea // Deep Sea Research Part I. 2018. V 142. P. 44-57 DOI: 10.1016/j.dsr.2018.08.001.
2. Kubryakov A., Stanichny S. Sinking velocity of small particles in the Black Sea: Vertical distribution and seasonal variability from continuous Bio-Argo measurements of backscattering // Journal of Marine Systems. 2021. V 227(9):103695 DOI: 10.1016/j.jmarsys.2021.103695.

#### МОРСКОЙ МУСОР В ЧЕРНОМ МОРЕ

*М.П. Погожева,*  
г. Москва, ФГБУ «ГОИН», ИО РАН;  
*Д. Гонзалес-Фернандес,*  
г. Кадиз Университет Кадиз;  
*И.П. Третьяк, Ю. Котельникова,*  
г. Одесса, Украинский центр экологии моря;  
*Н. Мачидадзе,*  
г. Тбилиси Тбилисский государственный  
университет имени Иванэ Джавахишвили,  
Институт Геологии Ал. Джанелидзе;  
*К. Билашвили,*  
г. Тбилиси, Тбилисский государственный  
университет имени Иванэ;  
*Г. Ханке*  
г. Испра, ЕК Центр совместных исследований

В настоящее время загрязнение морским мусором, особенно состоящим из пластика, является одной из наиболее актуальных проблем антропогенного воздействия на морскую среду в глобальном масштабе [1]. По текущим оценкам количество пластика, поступающего с суши в морскую среду ежегодно, варьируется от 4,5 до 12,7 млн т, еще 1,75 млн т происходит из морских источников, таких как рыболовство, аквакультура (рыбоводство) и судоходство [2]. Макропластик (бутылки, пакеты и пр.) и микропластик (фрагменты и синтетические волокна размером менее 5 мм) [3] обнаруживаются во всех природных средах. В 2013 - 2020 гг. на Черном море осуществлялся ряд проектов, нацеленных на усовершенствование методов мониторинга морской среды (ЭМБЛАС-I, ЭМБЛАС-II, ЭМБЛАС-Плюс) и выполняющихся в поддержку реализации Бухарестской Конвенции с целью развития системы комплексного мониторинга Черного моря, сбора и управления данными и повышения уровня квалификации профильных специалистов в причерноморских государствах. В рамках этих проектов была проведена первичная оценка загрязненности морским мусором Черного моря в



масштабах всего бассейна. Рассматривалось его поступление с водами рек [4], концентрации пляжного и плавающего мусора [5], а также микропластика в водной толще и в донных отложениях. Для регистрации данных о макромулосоре использовалась международная методика, включающая визуальные наблюдения и регистрацию мусора с помощью специализированных мобильных приложений. Методика содержит единый перечень и классификацию наблюдаемого мусора, что упрощает процесс обработки и анализа данных и позволяет их сравнивать с данными подобного мониторинга в других районах. Полученные данные помогают получить представление о количестве плавающего мусора, проанализировать его состав по категориям и приблизительный размер. Наблюдения проводились силами предварительно обученных наблюдателей на специально выбранных репрезентативных пляжах, с мостов в устьях рек в течение года и во время проведения комплексных экспедиций на научных судах в море. Средняя концентрация пляжного мусора составила 652 шт/100 м (83 % пластик), средняя концентрация плавающего мусора составила 90.4 шт/км<sup>2</sup> (97 % пластик), а количество мусора, поступающего с водами рек, варьировало от 6 до 72 шт/час (84 % пластик). Микропластик в водной толще был обнаружен в 10 пробах из 14, и в 83 % проб донных отложений. Наибольшее содержание частиц микропластика было отмечено в северо-западной шельфовой части моря, средняя концентрация составила 107 шт/кг [6].

В настоящее время существенно недостает данных по оценке уровня загрязнения морским мусором в Черном море и путях его поступления, которые связаны в основном с отсутствием программ регулярного мониторинга морского мусора в странах Черного моря. В то же время это является глобальной экологической проблемой, которая угрожает морской фауне, прибрежным экосистемам, приморскому населению и развитию морской экономики, включая туристическую индустрию, рыболовство и судоходство. Это постоянно и быстро нарастающая проблема, которую необходимо должным образом решать с помощью целенаправленного сокращения производства пластиковых отходов, регулирования законодательства, усовершенствования системы обращения с отходами и сопутствующей инфраструктуры на местном, национальном и региональном уровнях.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Kershaw P.J. Marine plastic debris and microplastics global lessons and research to inspire action and guide policy change. Nairobi: UNEP, 2016. 192 с.
2. Jambeck J.R., Geyer R., Wilcox C., Siegler T.R., Perryman M., Andrady A., Narayan R., Law K.L. Plastic waste inputs from land into the ocean // Science. American Association for the Advancement of Science. 2015. V. 347. № 6223. P. 768–771.
3. Galgani F., Hanke G., Werner S., Oosterbaan L., Nilsson P., Fleet D., Kinsey S., J. van Franeker R. T., Vlachogianni T., Scoullou M., Mira Veiga J., Palatinus A., Matiddi M., Maes T., Korpinen S., Budziak A., Leslie H., Gago J., Liebez G. Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas // European Commission, Joint Research Centre. MSFD Technical Subgroup on Marine Litter (TG ML). 2013. № EUR 26113. P. 1-126.

4. González-Fernández D., Pogojeva M., Hanke G., Machitadze N., Kotelnikova Y., Tretiak I., Savenko O., Gelashvili N., Bilashvili K., Kulagin D., Fedorov A., M. Şenyiğit Ç. Anthropogenic litter input through rivers in the Black Sea. In: Marine Litter in the Black Sea (eds., Aytan, Ü., Pogojeva, M., Simeonova, A.). Marine Litter in the Black Sea. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV). – 2020. – Publication No: 56. – Istanbul, Turkey – С. 183-191

5. D. González-Fernández, G. Hanke, M. Pogojeva, N. Machitadze, Y. Kotelnikova, I. Tretiak, O. Savenko, K. Bilashvili, N. Gelashvili, A. Fedorov, D. Kulagin, A. Terentiev, J. Slobodnik. Floating marine macro litter in the Black Sea: Toward baselines for large scale assessment // Environmental Pollution. – 2022. – Volume 309, 119816. – ISSN 0269-7491. – <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119816>.

6. "Alessandra Cincinelli, Costanza Scopetani, David Chelazzi, Tania Martellini, Maria Pogojeva, Jaroslav Slobodnik, Microplastics in the Black Sea sediments, Science of The Total Environment, Volume 760, 2021, 143898, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143898> (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720374295>)".

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОД ЧЕРНОГО МОРЯ

*А.Н. Коршенко,*

г. Москва, ФГБУ «ГОИН»

В рамках государственной системы мониторинга информация о текущем гидрохимическом состоянии и уровне загрязнения Черного моря в пределах территориальных вод Российской Федерации поступает из прибрежных вод Крыма и пяти локальных участков у городов Анапа, Новороссийск, Геленджик и Большого Сочи. В программу наблюдений входят стандартные гидролого-гидрохимические параметры, концентрация различных форм биогенных элементов и некоторых загрязняющих веществ. В Севастопольской бухте и прилегающих участках побережья Крыма наиболее важным фактором является увеличение концентрации биогенных веществ и растворенного органического вещества вследствие недостаточно эффективной работы очистных сооружений в условиях значительного увеличения рекреационной нагрузки и сброса муниципальных сточных вод [1]. В порту Ялты высокочастотный отбор проб каждую неделю в течение круглого года в последние двадцать лет показал низкую загрязненность вод нефтяными углеводородами (НУ, средняя годовая концентрация примерно на уровне 0,3-0,5 ПДК). Концентрация пестицидов и ПХБ обычно составляли доли ПДК, но иногда достигала норматива. В водах Керченского пролива Азовского моря на ежедекадном разрезе между портами Крым и Кавказ приоритетными ЗВ были нефтяные углеводороды, среднегодовая концентрация которых варьировала в пределах 0,019-0,145 мг/дм<sup>3</sup> (0,38-2,90 ПДК), а максимальная величина достигала 0,80 мг/дм<sup>3</sup> (16 ПДК, 12 апреля 2006 г.). Содержание биогенных веществ в течение всего года было в пределах установленных нормативов, однако сезонные и межгодовые изменения были очень значительными. Соленость вод пролива неуклонно повышалась с 2006 г. от 11,1 до 14,8‰. Кислородный режим у берегов Крыма был в естественных границах с хорошо выраженными сезонными изменениями и

минимальными значениями в летний период. В целом прибрежные воды Крыма по индексу загрязненности вод ИЗВ оцениваются как «чистые» и «умеренно загрязненные». В прибрежных водах Кавказа вблизи городов Анапа, Новороссийск, Геленджик, Туапсе и Адлер-Сочи приоритетными загрязнителями также были НУ, среднее содержание которых было в районе половины нормы, а максимальное стабильно превышало ПДК. На разных участках побережья максимальные величины в последние двадцать лет достигали 4-8 ПДК [2]. Повышенные в начале века значения концентрации растворенной в воде ртути практически вдоль всего побережья (0,3-0,5 ПДК) в последние годы упали до значений в районе аналитического нуля. В районе между эстуариями рек Мзымта-Сочи концентрация железа среднегодовая величина редко превышала норматив, при этом максимальная обычно варьировала в пределах 1-3 ПДК и достигала 869 мкг/дм<sup>3</sup> (17,4 ПДК) в 2010 г. Примерно такие же цифры характерны для свинца, максимум достигал 39,9 мкг/дм<sup>3</sup> (4 ПДК в 2015 г.). Наблюдается постоянный рост средних величин до 2015 г. с последующим спадом до 0,2-0,3 ПДК. Примерно такая же многолетняя динамика характерна для средних величин концентрации неорганического фосфора в водах Кавказского побережья. В середине декады максимальные значения регулярно превышали норматив, особенно в районе Большого Сочи и порта Туапсе, при этом в последние два года везде наблюдается спад (15,6 мкг/дм<sup>3</sup> у Сочи в 2021 г.). В отличие от фосфатов среднегодовая концентрация аммонийного азота стабильно увеличивается в северной части побережья, а нитритного азота уменьшается при значительных межгодовых изменениях. Расчетный комплексный индекс ИЗВ в целом позволяет считать воды Кавказского побережья чистыми [3].

В 2013-2020 гг. было выполнено несколько этапов международного проекта ЭМБЛАС, финансируемого ЕС и ПРООН и выполняющегося в поддержку реализации Бухарестской Конвенции. Проект направлен на усовершенствование методов мониторинга морской среды, а его целью является развитие системы комплексного мониторинга Черного моря, а также сбора и управления экологическими данными во всех причерноморских государствах. В рамках этого проекта были проведены многочисленные экспедиционные исследования в 2016 - 2019 гг. в центральной части моря и в прибрежных водах Грузии, РФ и Украины. Кроме стандартных океанографических наблюдений гидролого-гидрохимических параметров в программу экспедиционных работ был включен обширный набор гидробиологических пелагических и бентосных параметров, а также различные методы определения загрязняющих веществ в морской воде, донных отложениях и тканях организмов морской биоты. Исследовалась концентрация СПАВ, фенолов, НУ и металлов в воде, к которым в донных отложениях и тканях бентосных организмов и рыб добавлялся большой список пестицидов, ПАУ, ПХБ и других органических загрязнителей. В экологически значимой концентрации в пробах воды обнаружены бензо(а)пирен, флуорантен, гептахлор, гептахлорэпоксид, триазиновые пестициды, фармацевтические препараты, ПХБ, фосфорные антипирены (phosphorus flame retardants – PFRs).

С использованием нестандартных методов пробоотбора (пробы большого объема и пассивные ловушки загрязнителей) была определена концентрация более 2400 органических веществ. По высокой частоте обнаружения и превышении пороговых значений токсичности кандидатами на “Специфические загрязнители Черного моря” могут считаться кадмий и ртуть, фталаты (DEHP, DBP), ДДТ, 1-Н-бензотриазол, 2-гидрокси-атразин, 2-гидрокси-пропазин, аллетрин I, апофедрин, дезэтил-атразин, карбамазепин, карбендазим, карбоксин, хлоридазон, дифенамид, эндотал, имидаклоприд, пиколинафен, пропазин, пиразофос, пиретрин I, телмисартан и тербутилазин. Еще более расширенный анализ почти 66 тысяч соединений на присутствие или отсутствие в пробах позволил выделить еще девять потенциально опасных веществ в воде и восемь в д.о. В тканях рыб и моллюсков концентрация ртути превысила значение стандарта качества (EQS) в 60 % из 20 проб; антипиренов превышала значение EQS=8,5 нг/кг в 94 % протестированных образцов. Было обнаружено 35 новых ЗВ из семи основных категорий: 2 промышленные химикаты, 8 фармацевтических препаратов и средств личной гигиены, 4 фармацевтических продуктов, 3 средства защиты растений и 3 продукта их преобразования, 5 наркотиков и стимуляторов. По итогам проекта сделан вывод о наличии целого ряда химических веществ, представляющих одну из основных угроз для экосистемы Черного моря. Было рекомендовано внедрить определение приоритетных специфических загрязнителей в национальные программы мониторинга [4].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грузинов В.М., Дьяков Н.Н., Мезенцева И.В., Мальченко Ю.А., Жохова Н.В., Коршенко А.Н. Источники загрязнения прибрежных вод Севастопольского района. – Океанология, 2019, Т.59, №4, с. 579-590.
2. Постнов А.А., Коршенко А.Н., Жохова Н.В. Межгодовая изменчивость содержания нефтяных углеводородов и их перенос вдоль Черноморского побережья Кавказа. – Труды ГОИН. Исследования океанов и морей. Москва, 2020, Вып. 221, с.127-133.
3. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2020. – под ред. А.Н. Коршенко. – Иваново: ПресСто, 2022 – 240 с.
4. EMBLAS Final Scientific Report (Draft). Editors: J. Slobodnik, M. Mgeladze, M. Arabidze, A. Mikaelyan, A. Korshenko, G. Minicheva, V. Komorin. 2020, 504 p.

#### СТРУКТУРА И ДИНАМИКА МАКРОЗООБЕНТОСА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО СЕКТОРА ЧЕРНОГО МОРЯ

*И.В. Любимов, Г.А. Колючкина, М.В. Чикина,  
У.В. Симакова, В.Л. Семин., А.Б. Басин,  
г. Москва, ИО РАН*

Черное море является меромиктическим солоноватоводным водоемом с очень узкой полосой многоклеточной жизни (0-200 м). В последние годы появляется все больше сообщений о перестройке Черноморской экосистемы [3]. Сужение

кислородной зоны, вселение новых видов, температурные изменения могут привести не только к изменению структуры отдельных ее элементов, но и к изменению ее функционирования. Одним из наиболее стабильных компонентов экосистемы является бентос, являющийся интегральным показателем ее состояния. Основной задачей настоящего исследования стало выявление закономерностей современной пространственной структуры и динамики макрозообентоса северо-восточного побережья и сравнение современного состояния с историческими данными. Районы исследования – пос. Шепси, Туапсинский район, бух. Инал, Геленджикский район (глубины 10-30 м), Полигон Геленджик – 40-200 м, а также Таманский залив Азовского моря.

В ходе исследований 2000-2022 г. в Утришском заповеднике был найден новый для Черного моря вид – красная водоросль *Vonnemaisonia hamifera* Hariot. Кроме того, только в 2021-2022 гг. показано расширение ареала инвазивной полихеты *Polydora websteri* Hartman in Loosanoff & Engle, 1943, а также натурализация двух видов двустворчатых моллюсков – азиатской финиковой мидии *Argoatula senhousia* (Benson, 1842) и тихоокеанской гигантской устрицы *Magallana gigas* (Thunberg, 1793).

Как и в XX в. (Киселева, 1981), сообщества рыхлых грунтов на шельфе в 2000 - 2022 гг. располагались концентрическими поясами: «венусовый» песок (разделенный на зоны по доминированию), мидиевый ил (сейчас фрагментарно), фазеолиновый ил, обедненный глубоководный биоценоз. Наиболее длинный, 21- летний, ряд количественных наблюдений макрозообентоса был получен для глубин 10-30 м [2]. Здесь, в результате заиления грунтов в конце XX в., биоценоз «венусового песка» устойчиво разделился на два пояса: на глубинах 10-15 м, где содержание пелитовой фракции не превышало 20 %, доминантом оставался *Chamelea gallina* (L., 1758), а глубины 20-30 м, где содержание пелита составляло 21 - 35 %, доминирующие позиции заняли пелофильные двустворчатые моллюски: инвазивный *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) и нативные *Pitar rudis* (Poli, 1795) и *Gouldia minima* (Montagu, 1803). Такое разделение на зоны наблюдалось на протяжении всего исследуемого периода, но было связано не с отличиями видового состава, а с отличиями структуры доминирования внутри зон. В 2010-х гг. существенно возросло видовое разнообразие и обилие субдоминантов по сравнению с началом 2000-х гг. Таким образом, выведенная из равновесия в конце XX в. система, по всей видимости, вошла в новое стационарное состояние, близкое к наблюдаемому во второй половине XX в. до периода гиперэвтрофикации [1].

Наши наблюдения 2000-2018 гг. ограничивались шельфом. Исследования глубин более 100 м в XX-XXI вв. – единичные в литературе, хотя есть сообщения, что в XXI в. именно в этой зоне происходят изменения абиотических условий и самих сообществ [3]. Большинство таких заключений основано на кратковременных наблюдениях изменения концентрации кислорода. По данным непрерывных (месяцы) наблюдений кислорода на полигоне Геленджик, его содержание на глубинах 130-150 м может изменяться от гипоксии до аноксии в течение 1 суток.

Здесь заканчивается обедненный глубоководный биоценоз, и располагаются эфемерные сообщества инфаунных олигохет и короткоциклового полихет сем. Capitellidae. Основой фактор, определяющий структуру бентоса на этих глубинах – это длительность периодов гипоксии, а нижнюю границу многоклеточной фауны – аноксии [5]. Положение нижней границы бентоса не отличалось от таковой XX в. [1].

Еще одним районом исследования, для которого проведены долговременные наблюдения донной фауны – Таманский залив Азовского моря. Это типичная мелководная солоноватоводная лагуна, лишенная пресного стока. Анализ данных 2003-2013 гг., охвативший период и опреснения, и осолонения Азова, а также сравнение с данными XX в. не выявил синхронность изменений макрозообентоса Азовского моря, Керченского пролива и Таманского залива [4]. И даже вселение в залив инвазивного моллюска *A. kagoshimensis* не привело к существенной перестройке сообществ: вид занял свободную экологическую нишу устойчивого к гипоксии подвижного инфаунного сестонофага. Видовая структура макрозообентоса залива определяется гранулометрическим составом грунта, а его функциональная структура – донной растительностью. «Стабильность» биоценоза залива, по всей видимости, определяется обитанием в заливе преимущественно эврибионтных видов с короткими жизненными циклами, а также отсутствием хищного брюхоногого моллюска *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846), питающегося двустворчатыми моллюсками.

Работы поддержаны грантом РФФИ и Минобрнауки Краснодарского края № 19-45-230012.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Киселева М.И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря. Киев: Наукова думка. – 1981. – 168 с.
2. Колочкина Г.А., Семин В.Л., Григоренко К.С., Басин А.Б., Любимов И.В. Роль абиотических факторов в вертикальном распределении макрозообентоса северо-восточного побережья Черного моря // Зоологический журнал. – 2020. – Т. 99. – № 7. – С. 784–800.
3. Friedrich J., Janssen F., Aleynik D. et al. investigating hypoxia in aquatic environments: diverse approaches to addressing a complex phenomenon. // Biogeosciences. – 2014. – V. 11. – P. 1215-1259.
4. Kolyuchkina G.A., Syomin V.L., Spiridonov V.A. et al. The resilience of macrozoobenthos of boreal coastal lagoons to non-indigenous species invasion: A case study of Taman Bay (the Sea of Azov) // Regional Studies in Marine Science. – 2019. – Т. 28. – С. 100573.
5. Kolyuchkina G.A., Syomin V.L., Simakova U.V. et al. Benthic community structure near the margin of the oxic zone: A case study on the Black Sea // Journal of Marine Systems. – 2022. – Т. 227. – С. 103691.

## КОМПЛЕКСНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЗАПОВЕДНИКЕ «УТРИШ»

*О.Н. Быхалова,*  
г. Анапа, ФГБУ «Государственный  
заповедник «Утриш»

Мировой опыт последних десятилетий свидетельствует о том, что рост и активное развитие хозяйственной деятельности на море ведет к увеличению антропогенных нагрузок на морские природные комплексы (экосистемы) ведущие к их деградации, а в ряде случаев к их невосполнимой потере. Стремление предотвратить необратимые процессы деградации природных комплексов, потерю генофонда многих исчезающих организмов и угрозу существования будущих поколений привело к появлению концепции «устойчивого развития», в основу которой положена идея динамического сбалансированного развития экономики, природы и общества. Основная идея Концепции устойчивого развития – развитие современного общества, которое должно быть организовано таким образом, чтобы не нанести необратимого ущерба природной среде и не лишать последующие поколения людей необходимых им жизненных ресурсов. Создание эффективного механизма устойчивого развития территории направлено на повышение уровня социально-экономической составляющей и улучшение состояния окружающей среды.

Окружающая среда – это комплекс физических, географических, биологических, социальных, культурных и политических условий, окружающих человека или другой живой организм, который определяет форму и характер его существования. Состояние окружающей среды – обобщенное понятие, складывающееся из сиюминутных представлений о благополучии природно-территориального комплекса, обусловленного взаимодействием природы и хозяйственной деятельности человека.

Государственные природные заповедники – это природоохранные научно-исследовательские учреждения. Основным видом деятельности заповедников является ведение летописи Природы. По сути, это научный отчет, в котором собрана вся информация о состоянии экосистем и их компонентов на территории заповедника и в окрестностях за конкретный год. Иначе летопись Природы – это результат комплексных исследований состояния экосистем заповедников, их компонентов, и прилегающих территорий. Комплексные исследования включают следующие основные направления научных работ: инвентаризация природных объектов, выявление лимитирующих факторов окружающей среды, организация экологического мониторинга путем ведения многолетних рядов наблюдений, выявление закономерностей развития экосистем, построение перманентной математической модели состояния окружающей среды. Математическое моделирование экосистем (окружающей среды) позволяет на основании данных состояния ее компонентов прогнозировать направления развития и принимать меры

по сохранению природных комплексов и предотвращению угроз различного характера, . Результаты комплексных исследований ложатся в основу разработки стратегии охраны окружающей среды и природопользования как заповедников и так и других хозяйствующих субъектов, функционирующих в сходных природно-климатических условиях. Это позволяет реализовать Государственную стратегию Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития. Комплексные исследования морских экосистем осложнены рядом трудностей: отсутствие морских научно-исследовательских судов, специфика морской среды и ее гидрометеорологические условия, дорогостоящее специализированное оборудование, подводное снаряжение морских исследователей, дефицит специалистов. Принципиально важным следует считать организацию биосферных полигонов на территории морских ООПТ для развития непрерывных научных исследований состояния окружающей среды с привлечением специализированных научно-исследовательских учреждений.

Государственный природный заповедник «Утриш» создан в 2010 г. с целью сохранения и восстановления уникального биологического разнообразия естественных субсредиземноморских гемиксерофитных экосистем Северо-Западного Кавказа и прилегающих морских экосистем Северо-Восточного шельфа Черного моря. Территория заповедника включает земли лесного фонда – 9911 га (92 %) и земли водного фонда – участок акватории Черного моря общей площадью 1428 га (13 %). Развитие научно-исследовательской деятельности в заповеднике привело к формированию инновационного тандема ведущих научных школ России в области морских исследований, включающего МГУ имени М. В. Ломоносова, ИО им. П. П. Ширшова РАН, ИГ РАН, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН, ИнБЮМ им. А.О. Ковалевского, ГОИН им Н.Н. Зубова.

Результаты морских исследований в заповеднике, начатых в 2016г., показали следующее. Прибрежная зона полуострова Абрау сформировалась под действием абразионных процессов при колебаниях уровня моря и является типичной морской акваторией Кавказского региона, с узким шельфом и крутым, сильно изрезанным материковым склоном. Для этого участка побережья характерны смещения горных пород, резко отличающиеся от остальных оползней Черноморского побережья Кавказа специфическими чертами надводного и подводного рельефа. Это явление получило название «Утришского феномена». Такое широкое развитие смещений горных пород отразилось на морфологическом строении побережья, придав ему обвально-оползневую структуру. Выступающие в море (в среднем на 50-100м), участки береговых уступов являются оползневыми языками, сложенными обломками флишевых пород. Прибрежная полоса на участке устье р. Сукко – устье р. Дюрсо занята выходами скальных пород, достигающих до глубины 20-35 м, между береговыми уступами расположены участки валунно-галечных субстратов, на которых не развивается покров макрофитов. Между выходами скал на глубинах до 20-30 м находятся пятна заиленных песков, глубже 30 м – илистые отложения. Физико-географические особенности береговой зоны и шельфа Черного моря в



районе Абрауского полуострова обуславливают особенности ландшафтной структуры и видового состава, структурных характеристик сообществ флоры и фауны морской прибрежной зоны. Биоразнообразии фитопланктона и макроводорослей представлено 100 видами. Разнообразии беспозвоночных и позвоночных включает около 200 видов из них: 84 вида рыб, что составляет 56 % общей ихтиофауны Черного моря; 23 вида десятиногих ракообразных, что составляет 67,6 % всех видов этого отряда, зарегистрированных в северо-восточной части Черного моря. В данной акватории встречаются все три вида китообразных Черного моря: черноморская афалина (*Tursiops truncatus ponticus* Varabash, 1940), белобочка (*Delphinus delphis ponticus* Varabash, 1935) и морская свинья, или азовка (*Phocoena phocoena relicta* Abel, 1905). Морская акватория и сопредельные участки признаны ключевой орнитологической территорией международного значения (КОТР RU1487). В отдельные годы у берегов заповедника скапливается свыше 350000 особей птиц, представленных более 80 видами, экологически связанных с водными местообитаниями.

Изменение морских экосистем в эпоху трансформации климата и возрастающего антропогенного воздействия – глобальная проблема, особенно остро проявляющаяся в шельфовых и внутренних морях, к которым относятся Черное и Азовское, с обширными водосборными бассейнами, высокой интенсивностью использования берегов, активным судоходством и значительным количеством акклиматизировавшихся видов-вселенцев. Особенно важно для оценки происходящих изменений и выявления их причин иметь набор эталонных участков побережья, расположенных в районах с низкой антропогенной нагрузкой. Единственным таким районом на северо-восточном побережье Краснодарского края является заповедник «Утриш». Создание пилотной типовой модели на базе заповедника позволит на практике опробовать применимость и оценить эффективность различных современных методологий и подходов, методов и технических средств по комплексным исследованиям моря. Результаты комплексных исследований обеспечат объективную оценку и прогноз внедрения более современных, природосберегающих технологий морской хозяйственной деятельности и снижения негативного антропогенного воздействия на морские природные комплексы.

## **Тезисы докладов на Круглом столе «Микропластик и пластиковый мусор в океане»**

### **МИРОВОЙ ОКЕАН ПЛАСТИКА**

*И.П. Чубаренко,*  
г. Калининград, АО ИО РАН

Синтетические полимеры, и пластик в их числе, вошли в нашу повседневную жизнь всего 60-70 лет назад – лёгкие и дешёвые материалы, с огромным спектром самых нужных свойств. Но их прочность, химическая инертность, устойчивость к воде и свету, помноженные на легкомыслие человека эпохи потребления, сыграли злую шутку со всей планетой – пластик в окружающей среде теперь с нами навсегда, и Мировой океан становится его главным накопителем. На сегодняшний день, мелкие частицы пластика (микропластик, <5 мм) обнаруживаются повсюду – во льдах Арктики и на пляжах необитаемых островов, в воздухе городов и в осадках глубоководных впадин, в водах труднодоступных северных озёр и горных рек. Пространственно-временные масштабы возможных последствий пластикового загрязнения оказываются примерно такими же, как и у глобальных проблем, связанных с изменением климата – это всепланетный охват и сотни лет.

Оказалось, что пластик, в отличие от других материалов, производимых человеком – металла, бетона, стекла, керамики – ещё и активно взаимодействует с биотой: одни живые организмы используют его поверхность как удобный субстрат для колонизации, другие – как средство передвижения с океанскими течениями на сотни и тысячи километров, третьи – как привлекательный корм для себя и потомства. Чем это может грозить Жизни и Человеку? На сегодняшний день ответа у нас нет, а зачастую даже не поставлены и сами вопросы. Обращаясь к истории развития наук о Мировом океане, можно сказать, что сегодня исследования пластика в морской среде находится ещё на этапе «географических открытий», и отдельные наблюдения пока складываются в довольно пёструю картину.

Микропластик – понятие собирательное. Свойства частиц микропластика не только разнообразны и специфичны, но и изменяются со временем пребывания в морской среде, причём изменяются в зависимости как от внешних условий (и абиотических, и биотических), встречаемых каждой конкретной частицей, так и от её собственных свойств – формы, размера, цвета, химического состава, состояния поверхности, степени кристалличности материала и многого другого. Многие аспекты изменения свойств, переноса, накопления нового вида загрязнения носят существенно комплексный характер, требующий одновременного учёта и физических, и химических, и биологических факторов.

В лекции затронуты как общие вопросы переноса и накопления частиц микропластика в морских средах, так и различные аспекты натуральных наблюдений и частных задач физической океанографии.

## ОЦЕНКА МИКРОПЛАСТИКОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АРКТИКИ: ПРОБЛЕМЫ И ДОСТИЖЕНИЯ

*С.В. Пахомова,*  
Норвегия, Осло, Норвежский  
институт водных исследований

Проблема загрязнения мирового океана микропластиком (МП) – вызов для мирового ученого сообщества. С ростом производства полимеров растет и количество работ, посвященных этой проблеме. Тем не менее, Арктический регион остается малоизученным с точки зрения загрязнения микропластиком и вызывает большой интерес для исследователей.

На данном этапе исследований Арктики, микропластик обнаружен в глубоководных осадках, в морском льду и в морской биоте [1]. Тем не менее, нет единого понимания источников загрязнения, принципов накопления. Недостаточно достоверны данные о долгосрочном воздействии частиц микропластика на экосистемы. В 2021 году Арктический совет подготовил региональный план действий по борьбе с морским мусором в Арктике, в котором описан призыв к сокращению выноса через прибрежные и локальные морские источники, а также к увеличению числа исследований и мониторинговых программ (АМАР, 2021). Получение достоверных данных о микропластике в Арктическом регионе с использованием рекомендуемых передовых методик (АМАР, 2021) является важным шагом на пути к пониманию состояния пластикового загрязнения, а также разработке мер мониторинга и уменьшению последствий загрязнения.

Существуют большие трудности в сравнении данных, полученных в результате пробоотбора разными методами. Дополнительные сложности вносят различие в лабораторной обработке полученных проб. Данные в одном регионе, полученные разными исследователями, могут отличаться минимальным определяемым размером частиц, наличием или отсутствием известного полимерного состава, подтверждения полимерной природы частиц и, как следствие, разницей в получаемых концентрациях.

В конечном счете, в понимании состояния загрязнения микропластиком Арктического региона все еще существуют значительные недостатки, в том числе пробелы в исходных данных и отсутствие долгосрочного мониторинга. Это подкрепляется необходимостью согласования методов, используемых исследователями для получения сопоставимых и данных. Такие данные необходимы для устранения пробелов в знаниях об источниках, тенденциях накопления и дальнейшей судьбе микропластика в океане.

Настоящая работа посвящена исследованию пространственной и временной изменчивости распределения плавающего микропластика в евразийской части Северного Ледовитого океана. В исследовании использовались стандартизованные методы (от сбора образцов до представления данных) в соответствии с последними рекомендациями АМАР для исследования МП. Исследования проводились в рамках

совместных российско-норвежских проектов в 5 рейсах: в августе-октябре 2019, 2020, 2021 и 2022 гг. на НИС «Академик Мстислав Келдыш» и НИС «Академик Иоффе». Всего было отобрано 200 проб поверхностных вод Баренцева, Карского, Лаптевых и Восточно-Сибирского морей, что на сегодняшний день представляет собой самый обширный базу данных о плавающем микропластике в евразийской Арктике. Плавающий МП отбирали с помощью Нейстонной сети с размером ячеек 0,33 мм, каждое траление длилось в среднем 20 минут при скорости судна 2-3 узла. Все найденные потенциальные пластиковые частицы были идентифицированы с помощью ИК-спектроскопии с преобразованием Фурье (ATR-FTIR, Spectrum Two, Perkin Elmer).

Выявлено, что загрязнение поверхностных вод МП значительно снижается с запада на восток в Евразийской Арктике, от 70000 шт/км<sup>2</sup> в Баренцевом море до 5000 шт/км<sup>2</sup> в Карском море, 1500 шт/км<sup>2</sup> в море Лаптевых и 500 шт/км<sup>2</sup> в Восточно-Сибирское море. В плюмах Великих Сибирских рек обнаружено меньше МП, чем в высокосолёных морских водах [2]. Великие Сибирские реки выносят меньше МП, чем его содержится в окружающей морской воде, уменьшая таким образом уровень МП загрязнения в Арктике. Максимальная концентрация МП обнаружена в проливе Карские Ворота (1056 частиц микропластика в одной пробе) в августе в водах течения, вытекающего из Баренцева моря. Полученные данные свидетельствуют о том, что основной источник МП в Евразийской Арктике находится в Баренцевом море.

Обнаружена изменчивость численности МП в Карском море по годам, 1000 – 5000 шт/км<sup>2</sup>. Было проанализировано возможное влияние нескольких факторов, влияющих на содержание и распределение МП, а именно межгодовые изменения интенсивности речного стока, судоходства, притока атлантических вод, ледяного покрова. Полученные данные позволяют предположить, что основным источником плавающего МП в Евразийской Арктике является судоходство.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Bergmann M. et al. Plastic pollution in the Arctic //Nature Reviews Earth & Environment. – 2022. – Т. 3. – №. 5. – С. 323-337.
2. Yakushev E. et al. Microplastics distribution in the Eurasian Arctic is affected by Atlantic waters and Siberian rivers //Communications earth & environment. – 2021. – Т. 2. – С. 1-10.

# ПЛАСТИКОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ БАРЕНЦЕВА И БЕЛОГО МОРЕЙ: ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕМЕДИАЦИИ

*О.В. Ильина, А.М. Лазарева,  
А.Н. Рак, В.И. Ипатова,  
г. Москва, МГУ  
имени М.В. Ломоносова»;  
М.С. Полякова,  
г. Иркутск, СИФИБР СО РАН*

Высокие концентрации микропластика в морских водах Западного Арктического района и его вероятное поступление в составе системы океанических течений были отмечены в ряде исследований [3, 4]. В данной работе приводятся количественные показатели пластикового загрязнения прибрежной зоны, полученные для 23 станций береговой линии Кольского полуострова на акваториях Баренцева и Белого морей и для трех прибрежных подводных станций Баренцева моря. Также оценивается токсикологическое влияние микропластика, выделенного из образцов берегового загрязнения Баренцева моря, на жизненные показатели двух тест-объектов. Обсуждаются возможности очистки береговой линии от пластиковых отходов.

Максимальные концентрации берегового пластикового загрязнения были получены на станциях открытого побережья Баренцева моря: средние показатели составили 18,9 ед./м и 3,71 кг/м в пересчете на метр береговой линии. Для всех типов беломорских станций (открытое морское побережье, закрытые бухты, устья рек) концентрации были значительно ниже: средние показатели по каждому типу станций составили 0,6-1,3 ед./м и 0,07 – 0,15 кг/м. По составу в выборках как Баренцева, так и Белого морей преобладали полиэтилен низкого давления, полипропилен, полиуретан и полистирол. По происхождению основные категории отходов относились к материалам рыболовного промысла и судового трафика.

Загрязнение донных отложений макропластиком оценивалось методом кругового водолазного поиска [2]. Было обследовано семь сайтов диаметром 30 м, расположенных на трех станциях вблизи пос. Дальние Зеленцы на глубине до 12 м. Только на одном сайте был обнаружен пластиковый предмет – заякоренный полипропиленовый канат длиной около 200 м, выходящий значительно за пределы зоны обследований. По данным многолетних наблюдений водолазов-спасателей областного отряда ГОЧС г. Мурманска, подобные находки в прибрежной зоне носят единичный характер. По-видимому, это связано с региональной спецификой пластикового загрязнения, в составе которого преобладают материалы, имеющие положительную плавучесть.

Ранее нами были получены крайне высокие показатели загрязнения поверхностных вод микропластиком в губе Опасова (Териберский полуостров, Баренцево море) [1], что предположительно связано со вторичным стоком микропластика с береговой линии.

В токсикологических экспериментах использовался микропластик, выделенный абразивными методами из образцов берегового пластика Баренцева моря (состаренный микропластик) и из коммерческих источников (интактный микропластик). Было показано ингибирование роста водоросли *S. quadricauda* под воздействием нескольких категорий микропластика. По показателю ингибирования роста водоросли самым токсичным оказался состаренный полиуретан.

Для ветвистоусых ракообразных *Daphnia magna* было отмечено значимое увеличение средней плодовитости самок в группе состаренного полистирола по сравнению с контролем. В группе интактного полистирола изменения показателя статистически не отличались от контроля. При добавлении интактного полиуретана наблюдалась гибель всех особей *D. magna*, в то же время при добавлении состаренных полиуретана и полиэтилена выживаемость сохранялась на уровне контроля.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что микропластик способен оказывать токсикологические эффекты на организмы разных трофических уровней. В описанных экспериментах концентрации микропластика на несколько порядков превосходили детектируемые в природе. Однако пластиковое загрязнение на акваториях распределено неравномерно, и разные формы живых организмов могут демонстрировать индивидуальные реакции, поэтому исключать токсикологические риски в естественных условиях нельзя.

Уборка пластиковых отходов сложна технически и экономически из-за транспортной недоступности открытого побережья. В летний сезон 2022 года в рамках волонтерской программы федерального проекта «Чистая Арктика» проводился сбор и сортировка берегового пластика на участке пос. Дальние Зеленцы – губа Порчниха Баренцева моря. Суммарно было собрано 2,5 тонны пластика. Около 2 % отходов имели надлежащее качество и были направлены на переработку. Еще 7 % собранного пластика, относящегося к отходам рыбного промысла, были направлены на повторное использование. Оставшиеся 91 % были отнесены к неперерабатываемым отходам и направлены на завод термической обработки ТКО г. Мурманск. Состаренный морской пластик имеет низкое качество, что является следствием естественных процессов фотоокисления, механического износа и загрязнения органическими фракциями, поэтому он малоприспособлен в качестве вторичного сырья. Исходя из этих наблюдений, при поиске решений купирования проблемы пластикового загрязнения морской среды основное внимание должно быть уделено сокращению поступления отходов в экосистему. Также в удаленных приморских регионах представляется перспективным внедрение технологий экологичной утилизации неперерабатываемых отходов, составляющих основную долю морского пластика.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ильина, О.В. Оценка пластикового загрязнения прибрежных вод и береговой линии Кольского полуострова: количественные показатели, состав и происхождение / О.В. Ильина, В.В. Ильинский // Дни Арктики в Санкт-Петербурге

– матер. международной науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 25-26 ноября 2021 г.) – СПб: РГГМУ, 2021. – С. 200-206. – ISBN 978-5-86813-537-8.

2. Справочник водолаза / Под общ. ред. Е. П. Шиканова. // М.: Воениздат, 1973. – 470 с.: ил.

3. Cózar, A. The Arctic Ocean as a dead end for floating plastics in the North Atlantic branch of the Thermohaline Circulation. / A. Cózar, E. Martí, C.M. Duarte, J. García-de-Lomas, E. van Sebille, T.J. Ballatore, V.M. Eguíluz, I.J. González-Gordillo, M.L. Pedrotti, F. Echevarría, R. Troublè, X. Irigoien // Sci. Adv. – 2017. – Vol. 3. – P. 1-8. – DOI: 10.1126/sciadv.1600582

4. Tošić, T.N. Microplastics quantification in surface waters of the Barents, Kara and White Seas / T.N.Tošić, M.Vruggink, A.Vesman // Mar. Pollut. Bull. – 2020. – Vol. 161 part A. – 111745. – DOI: 10.1016/j.marpolbul.2020.111745

## **О ШЕСТОМ МУСОРНОМ ПЯТНЕ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ**

*А.А. Ершова,*

г. Санкт-Петербург, РГГМУ

Пластиковый мусор находят во всех частях Мирового океана, в том числе и в Арктике: исследования полярных регионов показали, что морская вода и побережья, несмотря на их значительную удалённость от густонаселённых частей планеты, в целом значительно загрязнены пластиковыми отходами и микропластиком [1], а Баренцево море названо местом формирования потенциального шестого мусорного пятна в Мировом океане [2]. Действительно, проведенные исследования в российской части акватории отмечают в целом значительно более высокое содержание микропластика в воде Баренцева моря, чем в других частях Арктики, что является следствием приноса частиц ветвями североатлантического течения [3, 4] и подтверждает теорию о «новоземельском тупике» в северной части Баренцева моря [5].

При этом до сих пор существует относительно мало данных о количественном и качественном составе морского мусора на арктических берегах, что вероятно связано в первую очередь с их труднодоступностью и дороговизной береговых исследований. Поэтому побережья и акватории Западной Арктики до сих пор являются недостаточно изученными регионами в отношении аккумуляции морского мусора и требуют большего количества данных для понимания тенденций его аккумуляции и обоснования соответствующих методических подходов для дальнейшего экологического мониторинга.

Важнейшее значение для исследования морского мусора в регионе Баренцева и Карского морей имеют ежегодные летние экспедиции «Арктический плавучий университет (АПУ)» Северного арктического федерального университета (САФУ).

В летний период (июнь-июль) 2021-2022 гг. исследования в рамках экспедиций АПУ-2021 и АПУ-2022 проводились в российской части Баренцева моря в районе архипелагов Новая Земля и Земля Франца-Иосифа. Судовые наблюдения за плавающим морским макро-мусором (фрагменты более 25 мм) велись в течение всей экспедиции по всему маршруту судна, а наблюдения на берегах производились во

время высадок на островах архипелагов. Наблюдения и обработка собранного материала на судне осуществлялись студентами и волонтерами экспедиции (рис. 1).



Рисунок 1. Обследование побережья на мысе Желания командой участников и волонтеров АПУ-2021 (слева на фото А.Стрелкова, И.Крутиков, М.Тункина, А.Трофимова, Е.Басалай, А.Ершова) и разбор собранного мусора по категориям на судне в АПУ-2022 (справа на фото А.Орлов, Е.Воротниченко, Н.Ружникова, В.Котельников)

Комплексное исследование российской части Баренцева моря, проведенное в рамках проекта «Арктический плавучий университет» в 2021 и 2022 гг., показало в целом значительное скопление пластикового мусора на побережьях архипелага Новая Земля (мыс Желания и соседние бухты). Сравнение с предыдущими исследованиями (АПУ-2018) показывает, что общее количество мусора на берегах острова Северный архипелага Новая Земля растет (рис.2). При этом на побережьях баренцевоморской стороны острова количество мусора на порядок больше по сравнению с карской стороной, максимальное количество – более 1000 шт. на 100 м береговой полосы на мысе Желания и более 2600 шт. на 100 м отрезке берега в бухте Мурманца.

Состав морского мусора (более 30 % – части рыболовных снастей, более 50 % – бутылки из-под различных косметических средств и непищевая упаковка) и этикетки на фрагментах мусора показывают его происхождение – российские, норвежские, британские и датские суда, а также суда, использующие воды Баренцева моря для рыболовного промысла и грузовых перевозок.

Мусор (рыболовецкие снасти и предметы) встречается даже на самых отдаленных и необитаемых островах архипелага Земля Франца-Иосифа.

Плотность плавающего мусора в этой части Баренцева моря (в среднем 5 шт./км<sup>2</sup> водной поверхности) показывает наличие нескольких очагов скопления вблизи зон локальных круговоротов и вдоль участка Северного морского пути



(вдоль побережья Новой Земли), для которого характерно интенсивное судоходство в последние годы. Отличный от берегового состав плавающего мусора (полиэтиленовые пакеты, осколки пластика) тем не менее также непосредственно указывает на происхождение данного мусора с проходящих по данной акватории судов.

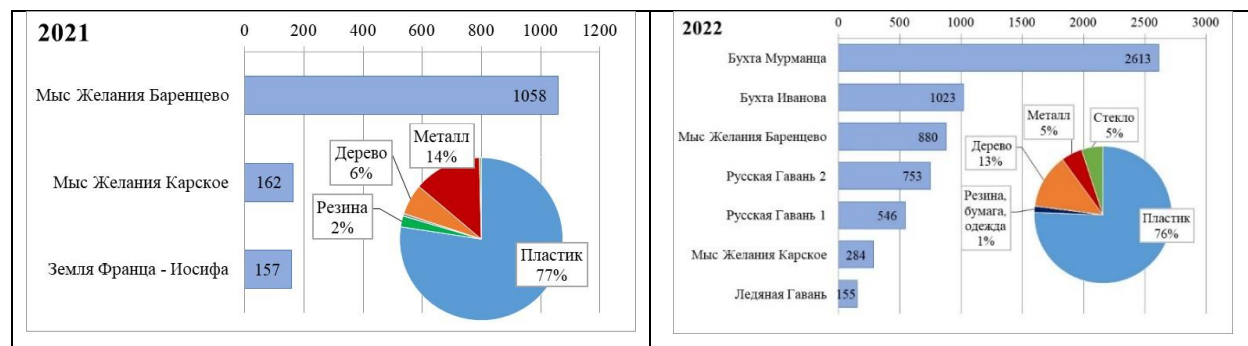


Рисунок 2. Состав морского мусора на побережьях Новой Земли в 2021 и 2022 гг.

В то же время теория переноса пластиковых отходов поверхностными течениями из более далеких и густонаселённых областей Северной Атлантики не находит подтверждения. Пластиковые отходы переносятся с поверхностными течениями в эту часть западной Арктики из южной части Баренцева моря и северной части Норвежского, где наблюдается активное судоходство в последние годы (2019-2022 гг.) в независимости от ограничений, возникавших во время пандемии. В целом наблюдается накопление мусора в северной части Баренцева моря, в частности, у самых северных берегов Новой Земли, без распространения дальше в Карское море.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Bergmann, M., Collard, F., Fabres, J. et al. Plastic pollution in the Arctic. *Nat Rev Earth Environ.* 2022, 3: 323–337.
2. van Sebille, E., England, M. H., Froyland, G. Origin, dynamics and evolution of ocean garbage patches from observed surface drifters. *Environmental Research Letters*, 2012, 7: 044040.
3. Tošić N., M.Vruggink, A.Vesman. Microplastics quantification in surface waters of the Barents, Kara and White Seas. *Marine Pollution Bulletin.* 2020, 161 (A): 111745.
4. Ершова А. А., Еремина Т. Р., Дунаев А. Л., Макеева И.Н., Татаренко Ю.А. Исследование загрязнения микропластиком морей российской Арктики и Дальнего Востока // *Арктика: экология и экономика.* 2021, 11 (2): 164 – 177.
5. Cózar A., E. Martí, C. M. Duarte, et al. The Arctic Ocean as a dead end for floating plastics in the North Atlantic branch of the Thermohaline Circulation // *Science advances.* 2017, 3 (4): 1–8.

## **ЗДОРОВЫЙ ОКЕАН**

*Экологически благополучный  
и жизнеспособный океан  
с изученными, восстановленными,  
охраняемыми и разумно используемыми  
морскими экосистемами*

Рассмотрение проектов и инициатив, направленных на изучение, восстановление, охрану и разумное использование морских экосистем, выявление, купирование или устранение источников загрязнения морской среды

**Тезисы докладов на Круглом столе  
«Экосистемы Северного Ледовитого океана, его морей и  
стратегически важных районов южной Атлантики  
в условиях меняющегося климата»**

**ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В СИСТЕМЕ «ОКЕАН – МОРСКОЙ ЛЕД –  
АТМОСФЕРА», ВЫЗВАННЫЕ СОКРАЩЕНИЕМ АРКТИЧЕСКОГО  
МОРСКОГО ЛЬДА**

*В.В. Иванов,*  
г. Москва, МГУ  
имени М.В. Ломоносова,  
г. Санкт-Петербург,  
ФГБУ «ААНИИ»

Действием положительных обратных связей в системе «океан – морской лед – атмосфера» принято объяснять надежно документированный феномен Арктического усиления (АУ), благодаря которому возрастание приземной температуры воздуха в Арктике в 1990-2010-е годы примерно в 2.5 раза превышает рост средней приземной планетарной температуры [3]. Применительно к поверхности океана, частично покрытого льдом, основным «проводником» АУ считается так называемый «альбедный механизм», связанный с многократным различием между отражательной способностью (альбедо) льда и воды. Появление зон открытой воды в массивах сплоченного льда, вследствие сезонного таяния и разрушения льда, обеспечивает эффективное поглощение коротковолновой солнечной радиации верхним слоем вод в межледном пространстве и его нагрев. Дополнительное таяние льда сбоку и снизу в нагретой воде способствует дальнейшему расширению свободной ото льда поверхности и возрастанию поглощения солнечной радиации, обеспечивая тем самым положительную обратную связь. Необходимо подчеркнуть, что альбедный механизм работает только в летний сезон, когда тепловой баланс поверхности океана положителен (океан поглощает атмосферное тепло).

Термодинамический эффект альбедного механизма может быть усилен динамическим форсингом. Результатами ветрового воздействия атмосферы на ледяной покров являются его механическое разрушение (фрагментация) и движение (дрейф). В условиях сплоченного и толстого ледяного покрова оба процесса не оказывают значимого влияния на сезонные изменения морского льда. С уменьшением сплоченности и расширением свободных ото льда зон ситуация может меняться. С одной стороны, увеличение длины разбега способствует возрастанию высоты ветровых волн, проникновению волн зыби на большее расстояние в зону сплошного ледяного покрова и возрастанию площади фрагментации. С другой стороны, в разреженном льду скорость дрейфа возрастает.

Благоприятное сочетание термодинамического и динамического форсингов, вероятно, способно значительно ускорить летнее отступление льда в условиях уменьшенной ледовитости Северного Ледовитого океана (СЛО). Эффективность альбедного механизма возрастает в результате большей фрагментации истончившегося льда и возрастания суммарного периметра льдин, что приводит к интенсификации бокового таяния [2]. Ускоренное летнее очищение ото льда морей сибирского шельфа вследствие более быстрого выноса сравнительно тонкого однолетнего льда в центральный Арктический бассейн ведет к удлинению периода открытой воды, возрастанию теплосодержания верхнего слоя и его углублению вследствие усиления вертикального турбулентного и приливного перемешивания. В летний сезон термодинамический и динамический форсинги действуют согласованно в направлении дальнейшего сокращения ледяного покрова. В 2010-е годы, в дополнение к хорошо известным обратным связям, актуальным для высоких широт, активизировались два новых механизма, обеспечивающих положительную обратную связь: «сезонная память» в характеристиках ледяного покрова и «атлантификация» [1]. Специфической особенностью этих ранее незначимых обратных связей является то, что их эффект стал заметно проявляться только после значительного сокращения площади арктического морского льда, вызванного другой причиной – глобальным повышением температуры воздуха.

Хотя феномен «сезонной памяти» в параметрах морского льда известен достаточно давно, в условиях ледового режима, характерного для второй половины XX века, взаимосвязь между параметрами ледяного покрова в последовательные сезоны отмечалась лишь для окраинных морей в отдельные годы с аномальными ледовыми условиями. Переход на качественно иной ледовый режим, характеризующийся преобладанием однолетнего льда, создал предпосылки для регионального формирования устойчивой «сезонной памяти» в параметрах ледяного покрова. Механизмом, обеспечивающим «сезонную память», является накопление избыточного тепла в верхнем перемешанном слое вод в условиях продолжительного существования открытой воды в летний сезон, когда верхний слой океана интенсивно поглощает солнечную радиацию и нагревается. Когда этого тепла оказывается достаточно, чтобы существенно отсрочить начало замерзания, это приводит к уменьшению толщины льда и сопряженному через динамический атмосферный форсинг уменьшению концентрации льда в последующий зимний сезон. В случае значительной задержки в начале ледообразования можно ожидать смещения сроков вскрытия весной и полного очищения ото льда летом на более ранние, то есть реализации положительной обратной связи уже на годовом масштабе.

Термин «атлантификация» означает усиление влияния тепла поступающих в Северный Ледовитый океан вод атлантического происхождения на ледяной покров. Основным проводником «атлантификации» в восточно-атлантическом секторе Северного Ледовитого океана выступает зимняя термическая конвекция – разнонаправленные вертикальные движения в столбе воды, в результате которых

более плотная (холодная) вода опускается, а более легкая (теплая) поднимается, что обеспечивает эффективный вертикальный обмен теплом и солью между глубинным слоем теплой и соленой атлантической воды и холодным верхним слоем. Причиной возрастания интенсивности зимней конвекции является сокращение площади и толщины морского льда в летний сезон. Уменьшение объема образующейся при таянии льда воды приводит к возрастанию солености холодного верхнего слоя, уменьшению плотностного контраста по вертикали и созданию благоприятных предпосылок для более глубокого конвективного перемешивания в последующий осенне-зимний сезон. Несбалансированный приток тепла к поверхности океана из глубин замедляет нарастание льда и/или способствует его таянию. Охлаждение и распреснение в верхней части атлантического слоя замедляется, что обеспечивает более дальнее проникновение теплой и соленой воды вблизи поверхности океана и дополнительное таяние льда вдоль траектории переноса атлантической воды в зимний сезон.

Согласно климатическим сценариям Международной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>) прогнозируется, что потепление Арктики, наблюдаемое сегодня, усилится в ближайшие десятилетия, вызывая изменения в различных средах, с последствиями как внутри, так и за пределами Арктики. Можно ожидать, что немаловажную роль в этом будут играть положительные обратные связи, рассмотренные в докладе.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ivanov V.V. Present changes in hydrometeorological conditions in the Arctic Ocean associated with reduction of the sea ice cover. *Gidrometeorologiya i Ekologiya. Journal of Hydrometeorology and Ecology*. 2021, 64: 407–434. [In Russian]. DOI: 10.33933/2713-3001-2021-64-407-434.

2. Perovich D.K., Light B., Eicken H., Jones K.F., Runciman K., Nghiem S.V., *Geophys. Res. Lett.*, 2007, 34, L19505. DOI:10.1029/2007GL031480.

3. Serreze M., Barry R., *Global and Planetary Change*, 2011, 77, 85. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2011.03.004.

### **ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СЕВЕРНО-ЛЕДОВИТОМ ОКЕАНЕ ПРИ СОВРЕМЕННОМ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА**

*С.А. Солдатенко,  
г. Санкт-Петербург,  
ФГБУ «ААНИИ»*

Основополагающим документом, определяющим государственную политику Российской Федерации в области морской деятельности, является Морская доктрина Российской Федерации (далее Морская доктрина), утвержденная Президентом нашей страны 31 июля 2022 года. Морская доктрина, упоминаемая также как национальная морская политика, определяет морскую деятельность как деятельность в области изучения, освоения и использования Мирового океана в

интересах безопасности, устойчивого экономического и социального развития государства. К числу главных целей национальной морской политики относятся:

обеспечение устойчивого экономического и социального развития страны;

сохранение морских природных систем и рациональное использование их ресурсов.

Ресурсный потенциал Арктики огромен, не менее важным является также транспортное значение Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ). Поэтому освоение Арктики представляет собой важнейший стратегический приоритет обеспечения национальной безопасности и социально-экономического развития нашего государства. Несомненно, присутствие Российской Федерации в Арктике будет со временем только расширяться и усиливаться.

Любая человеческая деятельность, в том числе морская деятельность в Арктике, подвержена воздействию окружающей природной среды. Современное изменение климата, происходящее беспрецедентными темпами в последние несколько десятилетий, кардинальным образом реформирует природные условия АЗРФ. Приповерхностная температура в Арктике более чем в три раза превосходит осредненные по всей территории земного шара значения. Сокращение площади морского льда и его толщины, повышение кислотности арктических морей, изменение режима осадков и увеличение повторяемости опасных природных явлений коренным образом воздействует на арктическую морскую деятельность, природные и социально-экономические системы АЗРФ.

Остановить глобальное изменение климата человек не в состоянии. В связи с этим остается единственная опция уменьшения воздействия изменяющихся климатических условий на арктические системы и морскую деятельность, а именно – адаптация к изменению климата. Согласно последнему, шестому, оценочному докладу Межправительственно группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [1], избежать установленных Парижским 2015 г. соглашением по климату значений повешения температуры возможно только в том случае, если массово и немедленно сократить выбросы парниковых газов. На наш взгляд, эта цель вряд ли будет достигнута. Поэтому проблема адаптации деятельности человека и природных и антропогенных систем к изменению климата приобретает особую остроту.

Каждая система обладает определенным адаптационным потенциалом. Но чтобы его задействовать в полной мере, необходимо оценить степень чувствительности системы к изменениям климатических условий, а также дать оценку уровню уязвимости систем к изменению климата. В основном для выполнения этих оценок используются качественные методы оценки с применением достаточно примитивных математических инструментов.

Нами развивается подход к оценке чувствительности и уязвимости антропогенных и природных систем, а также человеческой деятельности, в том числе морской, к изменению климата, основанный на методах теории динамических систем и теории чувствительности систем управления. В соответствии с этим подходом, задача оценки чувствительности и уязвимости систем к изменению

климата, и разработки адаптационных стратегий и оценки их эффективности предусматривает:

    построение агрегированных моделей систем и целенаправленной человеческой деятельности;

    формулировку показателя качества функционирования систем (деятельности);

    исследование чувствительности моделей систем (деятельности) в пространстве параметров;

    оценку степени воздействия изменяющихся климатических условий на эффективность функционирования систем (деятельности);

    разработку рекомендаций по адаптации систем (деятельности) к изменению климата и оценку их эффективности.

На пути реализации изложенного вкратце подхода существуют многочисленные трудности, заключающиеся в том, что данная проблематика носит ярко выраженный междисциплинарный характер. На это накладывается явный недостаток объективной социально-экономической информации, необходимой для валидации математических моделей систем и человеческой деятельности. Некоторые результаты, полученные нами в рамках изложенного выше подхода применительно к Арктическому региону, представлены в [3, 4].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, B. Zhou, Eds.; Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896.

2. Paris agreement: Status of ratification / United Nations framework convention on climate change (UNFCCC). – N.Y., 2017.URL: [http://unfccc.int/paris\\_agreement/items/9444.php](http://unfccc.int/paris_agreement/items/9444.php) (дата обращения 1.10.2022).

3. Солдатенко С.А., Юсупов Р.М., Колман Р.А. Кибернетический подход к проблеме взаимодействия общества и природы в условиях беспрецедентно меняющегося климата. Труды СПИИРАН. 2020. Т. 19. № 1. С.5-42. DOI: 10.15622/sp.2020.19.1.1.

4. Soldatenko S.A., Alekseev G.V. Managing climate risks associated with socio-economic development of the Russian Arctic. IOP Conference Series: EES 606, EESE6060. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 606, 2020, 012060, doi:10.1088/1755-1315/606/1/012060.

## ПЛАНКТОННАЯ МИКРОБИОТА МОРЕЙ ВОСТОЧНОЙ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

*А.Ф. Сажин, Н.Д. Романова, С.А.  
Мошаров, Н.А. Беляев,  
г. Москва, ИО РАН  
А.И. Копылов, Е.А. Заботкина,  
Ярославская обл., п.Борок, ИБВВ РАН*

В работе рассматриваются основные направления в исследованиях микропланктона морей Сибирской Арктики. Данный компонент морских экосистем играет ключевую роль именно в высоких широтах, характеризующихся ярко выраженной сезонностью с кратковременными периодами «цветения» фитопланктона и протяженной полярной ночью, в течение которой развитие автотрофных организмов невозможно, и на первый план выходит рециклинг органического вещества и биогенных элементов. Планктонные микроорганизмы формируют полный цикл продукции и деструкции органического вещества, образуя «микробную петлю» [3]. Реминерализация аллохтонного и автохтонного вещества в ней также важна в вегетационный период для повторного использования биогенных элементов автотрофными организмами.

Одна из лакун в исследованиях микробиоты арктических морей – развитие и регуляция разных компонентов «микробной петли» в ранневесенний период в подледных условиях. Так, наши исследования показали, что несмотря на выраженную разницу в показателях обилия в мористой и эстуарной зонах Карского моря в начале весны 2016 г., активность прокариот сохранялась практически на одном уровне. При этом кардинально различалось соотношение автотрофных и гетеротрофных групп микроорганизмов: тогда как в морской зоне доминировал автотрофный компонент, в прибрежной и эстуарной областях преобладали гетеротрофы. После половодья картина их соотношения принципиально менялась: во всех рассмотренных областях преобладали автотрофы, хотя в морской зоне их доля снижалась по сравнению с ранневесенним периодом.

Важную, но относительно малоизученную роль в регуляции развития микробиоты играют вирусы. Они вызывают лизис как автотрофных, так и гетеротрофных микроорганизмов, создавая дополнительный поток органического вещества и биогенных элементов из взвешенной в растворенную форму. Вирус-индуцированная смертность прокариот может достигать уровня выедания их потребителями. В экосистемах с ярко выраженной сезонностью и длительными неблагоприятными условиями обитания бактериофаги способны регулировать численность хозяина благодаря смене литического и лизогенного циклов [2].

Основываясь на данных, полученных в осенний период в трех морях Российской Арктики (Карском море, море Лаптевых и Восточно-Сибирском море) можно предположить, что для области влияния речного стока характерны более высокие величины вирус-индуцированной смертности, равно как и продукции прокариот, по сравнению со внешним шельфом. Однако на шельфе Восточно-



Сибирского моря достоверных различий между этими зонами не наблюдалось. Фактором, влияющим на вклад вирусов в смертность прокариот, может быть концентрация детрита: ассоциация с ним вирусных частиц может снижать частоту их контакта с хозяином, а следовательно, и вирус-индуцированную смертность.

Широкие горизонты в исследовании микробиоты морей Сибирской Арктики открывают молекулярно-генетические методы, позволяющие анализировать изменения в составе сообществ. Первичная оценка состава сообществ прокариот показала, что в Карском море и море Лаптевых в поверхностном слое преобладали типичные для арктических вод *Proteobacteria* и *Bacteroidetes*. Среди протеобактерий доминировали *Gamma*proteobacteria и *Alphaproteobacteria*, характерные для морских олиготрофных вод благодаря способности к использованию широкого спектра сложных органических соединений. В области выноса рек возрастала доля представителей отряда *Micrococcales* (*Actinobacteria*), характерных для пресных водоемов. Также увеличивалась доля представителей класса *Cytophagia*, которые более склонны к усвоению высокомолекулярных органических соединений, таких как хитин и внеклеточные полимеры.

Еще менее детальное представление есть о функционировании микробного сообщества во льду. Морской лед формирует уникальный биотоп: в нем формируется более тесное взаимодействие первичных продуцентов и гетеротрофных прокариот, чем в планктонных системах, а снижение пресса потребителей и более высокое содержание как лабильной органики, так и биогенных элементов приводит к более высоким уровням продукции. В период полярного дня морской лед образует автотрофную систему, а синтезируемая в нем продукция может служить источником углерода трофическим сетям и подо льдом. Более того, морской лед позволяет поддерживать микробную активность на протяжении всего года: зимой каналы с рассолом предоставляют микроорганизмам укрытие, а морская вода подо льдом обеспечивает устойчивый температурный режим [1]. Имеющиеся в нашем распоряжении данные о микробиоте многолетнего льда относятся к центральной Арктике, но по ним можно судить о более высоком соотношении вирусных частиц и бактериальных клеток и большей доле бактерий с прикрепленными вирусными частицами, чем в планктонных сообществах. Также, основываясь на литературных данных о вертикальном распределении прокариот во льду в разных районах Арктики можно заключить, что хоть разница в их обилии и варьирует в сотни раз, но картина вертикального распределения сохраняется относительно постоянной, отражая сезонные изменения развития населения льда.

Работа выполнена в рамках госзаданий № FMWE-2021-007; № 121051100102-2; проекта РФФ № 22-17-00011.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Boetius A. et al. Microbial ecology of the cryosphere: sea ice and glacial habitats // *Nature Reviews Microbiology*. – 2015. – Т. 13. – №. 11. – С. 677-690.

2. Chénard C., Lauro F. M. Exploring the viral ecology of high latitude aquatic systems //Microbial Ecology of Extreme Environments. – Springer, Cham, 2017. – С. 185-200.
3. Pomeroy L. R. et al. The microbial loop //Oceanography. – 2007. – Т. 20. – №. 2. – С. 28-33.

## **ПЛАСТИКОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ В СЕВЕРНОМ ЛЕДОВИТОМ ОКЕАНЕ**

*А.В. Весман,*  
г. Санкт-Петербург,  
ФГБУ «ААНИИ»

В ходе экспедиций «Арктический Плавающий Университет» 2018, 2019 года проводился отбор проб воды на микропластик из поверхностного слоя моря с помощью специализированной сети «манта». В зависимости от продуктивности исследуемого района, траление происходило от 20 до 40 минут на скорости 1-2 узла. Пробы были отобраны в Белом, Баренцевом и Карском морях. Основной упор был сделан на изучение Баренцева моря и заполнения пробелов в существующих данных по содержанию микропластика в данном районе. Так же пробы были отобраны на западном шельфе архипелага Шпицберген, в зоне воздействия Прибрежного течения, которое несет трансформированные Арктические воды и блокирует поступление Атлантических вод во фьорды архипелага Шпицберген. Наибольшая концентрация микропластика ( $1155 * 10^3$  частиц на км<sup>2</sup>) была обнаружена в Баренцевом море в районе Гусиной банки – крайне продуктивного района, в котором активно развито промышленное рыболовство. Высокие концентрации микропластика наблюдались вдоль берега арх. Новая Земля, подтверждая теорию Эрика Ван Себбिला о накоплении микрочастиц в этом районе. Наиболее низкие концентрации  $25-40 * 10^3$  частиц на км<sup>2</sup>. Концентрации микропластика в Белом море показывают промежуточные между «чистыми» Арктическими водами и более загрязненными Баренцевоморскими ( $30-90 * 10^3$  частиц на км<sup>2</sup>), с максимальными концентрациями в районе, подверженном влиянию стока Северной Двины. Минимальные концентрации отмечены в районе Карского моря ( $16-50 * 10^3$  частиц на км<sup>2</sup>). Помимо отбора проб воды на содержание микропластика проводилось пилотное исследование крупного морского мусора по берегам архипелага Новая Земля, было показано, что 88 % мусора – это пластик, подавляющее число мусора было связано с рыболовством (сети, буи, веревки), а также, судя по составу мусора (бутылки от машинного масла, краски и других химических средств) важным источником загрязнения в данном районе является нелегальный сброс мусора с судов. Таким образом, была высказана теория, что несмотря на то, что течения играют большую роль в переносе микрочастиц, местные источники загрязнения могут играть основную роль в загрязнении более крупным мусором, который деградируя становится дополнительным источником микропластика в регионе.

## МОНИТОРИНГ СТРАТЕГИЧЕСКИ ВАЖНЫХ РАЙОНОВ ЮЖНОЙ АТЛАНТИКИ (ПРОЛИВ БРАНСФИЛД)

*С.В. Кашин, Н.Н. Антипов,  
М.С. Молчанов,  
г. Санкт-Петербург,  
ФГБУ «ААНИИ»*

Район Южных Шетландских островов, расположенных вблизи северной оконечности Антарктического полуострова, является стратегически важным как с практической, так и с научной точек зрения. На архипелаге расположено более десяти антарктических станций, в том числе российская станция Беллинсгаузен на острове Кинг-Джордж. В летний период здесь проводится большой объем сезонных научных исследований. Важное влияние на формирование океанографического режима в данном регионе оказывают воды и льды, поступающие с восточной стороны Антарктического полуострова, из моря Уэдделла. Водные массы, взаимодействующие между собой в проливе Брансфилд, поступают из разных регионов и имеют существенно различные характеристики, что формирует сложную картину распределения термохалинных параметров. Наличие большого количества островов, сложная картина топографии дна приводят к не очень понятной на сегодняшний день схеме циркуляции вод. Кроме того, изменение свойств и структуры вод в котловине пролива Брансфилд может служить индикатором процессов климатического масштаба.

Для пролива Брансфилд характерна следующая схема распределения водных масс: вдоль восточного берега Южных Шетландских островов с юга на север проходит поток тёплых вод из моря Беллинсгаузена (с возможным ограниченным поступлением ЦГВ непосредственно из АЦТ), вдоль побережья Антарктического полуострова с севера на юг распространяются трансформированные воды моря Уэдделла [1,2]. В проливе Брансфилд глубоководные котловины заполнены водной массой с температурой ниже 0 °С (в придонном слое ниже -1.7 °С) и солёностью 34.4 – 34.6 psu, названной водой пролива Брансфилд (ВПБ). Предполагается, что нижний слой этой водной массы представляет собой смесь ЦГВ из АЦТ, глубинной воды моря Уэдделла и шельфовых вод с северо-запада моря Уэдделла, а в верхнем слое преобладают воды из моря Уэдделла.

Район пролива Брансфилд посещается научно-экспедиционными судами ААНИИ «Академик Федоров» и «Академик Трёшников» в ходе обеспечения станции Беллинсгаузен в период сезонных работ Российской антарктической экспедиции (РАЭ). С 2016 года выполняется океанологический разрез поперёк юго-западной котловины пролива от острова Кинг-Джордж до острова Жуэнвиль. Разрез состоит из 11 станций и имеет длину 119.4 км. Работы выполняются с помощью судового зондирующего комплекса SBE-911plus, обеспечивающего регистрацию давления, температуры, электропроводности и содержания растворённого кислорода.

В данный момент имеются данные по шести реализациям разреза (в апреле 2016, 2017 и 2018 г., в марте 2020 и 2021 г., а также в январе и феврале 2022 года), что позволяет сделать приблизительную оценку межгодовой изменчивости характеристик водных масс в проливе Брансфилд.

Наибольший интерес в данном аспекте представляет ВПБ, заполняющая глубоководную часть пролива. На разрезе 2016 года данная водная масса обладала характеристиками, близкими к воде моря Уэдделла – температура в придонном горизонте опускалась до  $-1.74\text{ }^{\circ}\text{C}$  при солёности 34.59 psu. Верхняя граница ВПБ, за которую условно принята изотерма  $-1.05\text{ }^{\circ}\text{C}$ , располагалась в интервале глубин 560-670 м. Повышение температуры воды впервые было отмечено на разрезе 2018 года, когда минимальная температура на придонном горизонте составила  $-1.67\dots-1.44\text{ }^{\circ}\text{C}$  при солёности 34.55 psu. Глубина верхней границы составила в среднем 800 м.

Характеристики ВПБ, полученные на разрезе в период с 2016 по 2020 год, демонстрировали наличие тренда на относительное потепление водной массы. Температура в придонном горизонте в 2020 году не опускалась ниже  $-1.57\text{ }^{\circ}\text{C}$ , при этом солёность в целом оставалась прежней, составляя в среднем 34.55 psu. Верхняя граница слоя залегала на глубинах 700-800 метров, что сопоставимо с данными 2018 года. В то же время, глубина залегания холодного ( $T < -1.60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) придонного слоя за 5 лет увеличилась – с 1000 м в 2016 году до 1400 м в 2018 году, а в 2020 году этот слой полностью исчез даже в самой глубокой части разреза.

В 2021 году было отмечено значительное изменение характеристик ВПБ. Данная водная масса в 2021 году была значительно холоднее, чем за год до этого, практически вернувшись к характеристикам, наблюдаемым в 2016 году. Минимальная температура в придонном слое составила  $-1.747\text{ }^{\circ}\text{C}$ , солёность выросла до 34.593 psu в то время, как в 2020 году были получены значения  $-1.578\text{ }^{\circ}\text{C}$  и 34.556 psu соответственно.

Таким образом, ранее наметившаяся тенденция к потеплению вод глубинных слоев пролива в 2021 г оказалась нарушенной. Это могло быть вызвано как усилением притока холодных вод из моря Уэдделла, так и ослаблением поступления теплых вод из моря Беллинсгаузена.

В 2022 году ВПБ в придонном горизонте имела характеристики в целом близкие к 2018 году. По сравнению с 2021 годом придонный слой ВПБ стал несколько теплее и менее соленым ( $-1,644\text{ }^{\circ}\text{C}$  и 34,578 епс против  $-1,747\text{ }^{\circ}\text{C}$  34,593 епс), а верхняя граница, маркируемая изотермой  $-1,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ , залегала глубже примерно на 300-350 м (в диапазоне 900-1000 м). Таким образом, можно осторожно предположить, что снова проявился тренд на медленное потепление и распреснение ВПБ в центральной котловине.

Выявленная существенная межгодовая изменчивость структуры и характеристик вод в области взаимодействия вод АЦТ и пролива Брансфилд делает перспективным как повторение наблюдений на рассмотренном разрезе, так и их расширение. Мониторинг изменения свойств водных масс в котловинах пролива Брансфилд может быть использован для выявления климатических изменений в

состоянии вод Южного океана. Перспективными направлениями развития мониторинга вод данного региона мы считаем следующие:

использование судового комплекса ADCP для уточнения схемы циркуляции вод в проливе;

использование судового многолучевого эхолота для детальной съёмки дна;

расширение района работ на восточную часть пролива с выходом в район глубоководной котловины Пууэлл (море Уэдделла);

расширение сотрудничества с ИО РАН для организации взаимодополняющих океанографических съёмок.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Sangrà P., et al. The Bransfield current system. // *Deep-Sea Res. I*. Vol. 58, Issue 4. 2011. P. 390-402.

2. Smith D. A., et al. Hydrography and circulation of the West Antarctic Peninsula Continental Shelf // *Deep Sea Res. I*. Vol. 46, Issue 6. 1999. P. 925-949.

3. Антипов Н.Н., Кашин С.В., Молчанов М.С. Океанографические работы в Тихоокеанском секторе Антарктики в 65-й сезонной Российской Антарктической экспедиции. // Труды IX Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2020)» Том III (III), 2020, С.196-199.

4. Кашин С.В., Антипов Н.Н., Чистяков И.А., Федотова А.А. Межгодовая изменчивость структуры и характеристик вод пролива Брансфилд по данным наблюдений ААНИИ // Комплексные исследования Мирового океана. Материалы VI Всероссийской научной конференции молодых ученых, г. Москва, 18–24 апреля 2021 г. Москва: Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 2021, С. 81–82.

## **АКТИВИЗАЦИЯ РАЗМЫВА БЕРЕГОВ КАЛИНИНГРАДСКОГО ПОЛУОСТРОВА В XXI ВЕКЕ: ПРОЯВЛЕНИЯ, ПРИЧИНЫ, ПРОГНОЗ**

*Н.Н. Луговой,*  
г. Калининград, БФУ им. И. Канта

Морские берега Калининградской области унаследованно отстают на протяжении голоцена. Интенсивность отступления неравномерна во времени и пространстве. Учитывая высокую степень освоения побережья и значительные средства, вкладываемые в строительство сооружений в береговой зоне и берегозащиту, требуется объективная оценка естественных скоростей разрушения береговых уступов. Организация, ведущая такие исследования, ГБУ КО «Балтберегозащита». По их данным интегральная скорость отступления берегов для Калининградской области – 1 м/год. При этом, выделяется 15 участков со скоростями отступления бровки клифов от 0,06 до 5,39 м/год [1]. Методика этих измерений, ведущихся со второй половины XX века, состоит в регулярном геодезическом профилировании от закреплённых на местности реперов, установленных вдоль берега с шагом 500 м. Такая методика, хотя и даёт результаты, является устаревшей, и значительно уступает современным методам. Главные недостатки реперного мониторинга – неединковость периодов и интервалов наблюдений на различных реперах; отсутствие данных на участках между реперами и временной ряд менее 50 лет.

Один из современных методов исследований береговой динамики – картографический анализ с применением ГИС технологий. В данной работе использована ГИС «Global Mapper 22.1», в которую были подгружены, находящиеся в свободном доступе, на сайте Etomesto.com, листы немецкой топографической карта масштаба 1:25000, изданные в период 1920-х годов, по материалам топошьёмки 1910 г, скорректированной в 1920-1922 годах, имеющие точную координатную привязку. Для выявления динамики за период приближённый к 1 веку был выбран геопривязанный спутниковый снимок высокого разрешения (0,3 м/пикс) размещённый в свободном доступе на портале Esri.com/World Imagery снятый в 2020 г. Сравнимые топокарты и космоснимок имеют неоднородные искажения, для их редукции применён метод наложения линейных реперных объектов (автомобильных и железных дорог, крупных зданий), изображённых на топокарте и сохранившихся до 2020 г, для локальных участков местности. В результате, топокарта с космоснимком совмещены со средней точностью менее 5 м. Так как амплитуда деформаций берега составляет за 100 лет многие десятки метров, то такая погрешность (на уровне около 10 %) вполне приемлема.

Маркером динамики берега традиционно считаются бровки береговых уступов. Они хорошо выявляются на использованной топокарте, и уверенно дешифрируются

на космоснимке. В итоге, была составлена карта береговой динамики Калининградского полуострова (с примыкающими участками Куршской и Балтийской кос) за 100 лет., из которых 80 лет XX века являются фоновыми для оценки изменения динамики в XXI веке. Всего закартировано 83 км береговой линии. На составленной карте было выделено 32 участка имеющих собственную динамику, отличную от сопряжённых участков берега, т.е. границы участков выделялись по зонам резкой смены величины отступления бровки клифа. Все участки были разбиты на 6 групп: 1) стабильные и защищаемые берега (средняя скорость отступления до 0,1 м/год), 7 участков, общей длиной 21,4 км; 2) медленное отступление (0,1-0,2 м/год) 6 уч. – 9 км; 3) среднее отступление (0,2-0,5 м/год) 8 уч. – 13,4 км; 4) быстрое отступление (0,5 – 1 м/год) 6 уч. – 19,2 км; 5) экстремальное отступление (>1 м/год) 1 уч. – 1,6 км; 6) Участки техногенной аккумуляции, 4 шт. – 18,2 км.

С осени 2017 г. автор на нескольких участках берегов Калининградского полуострова проводит регулярные (2 раза в год) съёмки с применением квадрокоптера. Результатом съёмок являются геодезически привязанные цифровые модели рельефа (ЦМР) и ортофотопланы (ОФП). В ходе сравнения разновременных ЦМР и ОФП оцениваются активные процессы рельефообразования, их характеристики и современная динамика рельефа берега в целом. Таким образом, подсчитаны скорости отступления берега за последние годы. Сравнение этих скоростей со средними за последние 100 лет даёт следующие результаты:

1) На западном фланге Светлогорской бухты, к западу от устья р. Светлогорки на участке протяжённостью 260 м с 11.2017 по 03.2022 бровка клифа в среднем отступила на 7,1 м, (максимум по участку – 15 м), что составляет 1,8 м/год. Этот участок последний век до 2017 г. был стабилен. Причиной такой его активизации явилось массовое изъятие пляжевого материала в ходе строительства нового участка светлогорского променада.

2) На участке длиной 400 м, к западу от новой берегозащитной опояски у ТСН «Морское» (на западном краю пос. Куликово) к анализу добавлен космоснимок 07.2013 г. За 9 лет средняя величина размыва клифа составила 28,2 м (максимальная 38 м), что даёт скорость 3,1 м/год. Из них за зимний штормовой период 2021-2022 гг среднее отступление 7,8 м, максимальное 14 м. В XX веке средняя скорость на этом участке составляла 0,7 м/год, т.е. она увеличилась в 4,5 раза. Очевидно, свой вклад в эту активизацию внесло и новое берегозащитное сооружение, построенное в 2019 - 2020 гг.

3) Берег корневого участка Куршской косы, на протяжении 600 м к западу от восточной оконечности Зеленоградской набережной за 4 года с 2018 по 2022 отступил в среднем на 7,9 м (максимум – 16 м). Скорость отступления – 2 м/год, а средняя скорость за 100 лет здесь 0,6 м/год. Ускорение темпа размыва берега в 3 раза. Причины этого явления в основном антропогенные – массовое строительство объектов общепита на пляже и активное механическое разрушение песчаного уступа береговой дюны рекреантами.

Подобная активизация размыва берега отмечается и на других участках мониторинга, подверженных техногенным воздействиям. В то же время, на участках, находящихся в естественных условиях, увеличения скоростей отступления берега не отмечается. Основными фоновыми причинами активизации размыва берегов являются: естественная активизация гидродинамических процессов и истощение запасов пляжеобразующих наносов на подводном береговом склоне. Однако резкое возрастание темпов размыва в последние годы связано со значительным снижением количества материала, подпитывающего пляжи с суши (в результате закрепления склонов береговых уступов) и с техногенными трансформациями рельефа береговой зоны без учёта действующих береговых процессов. В частности, постоянные изъятия материала пляжей.

Учитывая текущую ситуацию, прогноз отступления берегов Калининградского полуострова неблагоприятный, можно ожидать дальнейшего увеличения количества и протяжённости участков берега подверженных размыву с экстремальными скоростями более 1 м/год. Стабилизировать берега поможет только массовая искусственная подпитка пляжей наносами, которая имеется в планах правительства Калининградской области, но постоянно отодвигается на всё более долгий срок, в данный момент это 2025 г.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бурнашов, Е. М. Современная динамика и геоэкологическое состояние морского берега Калининградской области: автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. геогр. наук. – Барнаул, 2011.

### **ОЦЕНКА ДИНАМИКИ АККУМУЛЯТИВНЫХ ФОРМ НА ПОБЕРЕЖЬЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Н.С. Белов,*  
г. Калининград, ФГАОУ ВО «БФУ  
им. И. Канта», Высшая школа  
живых систем, ОНК «Институт  
медицины и наук о жизни»

В современных условиях все более остро ставится вопрос не просто сохранения берегов от разрушения, но выбор методов и способов, максимально щадящих к сложившимся природным системам и одновременно не снижающие эстетическую привлекательность участков побережья. В Калининградской области наиболее проблемными участками являются аккумулятивные формы (Куршская и Балтийская (Вислинская) косы, отдельные участки северного и западного побережья). В сочетании с устойчивым дефицитом наносов и распространённостью пляжей неполного профиля штормовые события приводят к интенсификации процессов разрушения. В 2022 году период январь-февраль уже получил название «сезон пяти штормов». Сложилась крайне редкая комбинация из 5 последовательных штормовых событий, из которых последнее (шторм «Надя»)



было самым сильным. В рамках проведенного исследования было установлено, что на наиболее пострадавшем участке Балтийской косы (первые 400 метров) объем потерь составил  $0,3\text{ м}^3$  с одного метра протяженности. На Куршской косе за неполные сутки был перемещен материал, накапливавшийся в течение 8 лет после шторма «Феликс» (2014). Общие совокупные потери на исследуемых участках (1 км Балтийской косы, отдельные участки Куршской косы) более  $2000\text{ м}^3$  песчаного материала, а с учетом вдоль береговых течений и наличия взвесенесущих потоков, эти потери безвозвратны. При проведении исследования использовались высокоточные геодезические гпс приёмники и комбинация наземного лазерного сканирования и бпла. Отдельной задачей стояло оценить воздействие антропогенного фактора, такого как рекреанты. Обычно рассматриваются крупномасштабные события – строительство различного рода зданий и сооружений, мы же рассматривали непосредственно рекреантов, как фактор воздействия. Нами было установлено, что в районе дюны «Шведская» (участок «Шведская горка», 4 км Балтийской косы) именно выход рекреантов в неподготовленных местах привел к формированию в итоге котловины выдувания объемом в  $56000\text{ м}^3$  и площадью в  $4000\text{ м}^2$ . Сами по себе рекреанты (в рамках проводимых экспериментов) перемещают не так много песчаного материала (в среднем не более  $1\text{ м}^3$  за спуск), который к тому же не формирует устойчивого конуса выноса в основании авандюны, однако рекреанты выступают в роли негативного фактора, начиная с вытаптывание растений песколюбов и уничтожения ветроустойчивых поверхностей (рис. 1).

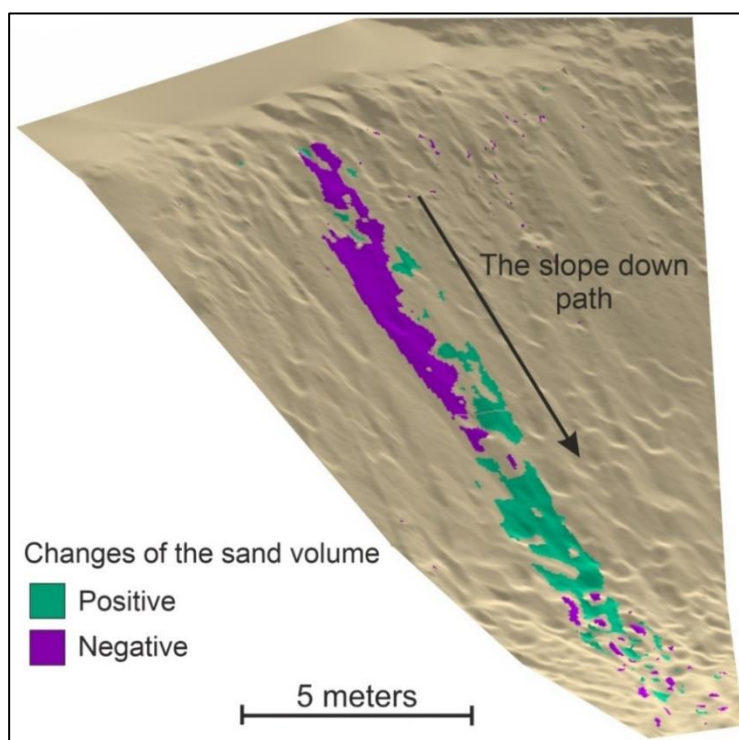


Рисунок 1. Визуализация эксперимента по перемещению рекреантов на склоне авандюны (по результатам наземного лазерного сканирования)

Еще одной установкой особенностью стало то, что, приведя к такому состоянию исследуемый участок приморского дюнно-градового комплекса, рекреанты начинают смещаться (чисто эстетически данный участок их более не устраивает) и запускает схожие механизмы разрушения дальше. Все это, в сочетании с неконтролируемым и год от года возрастающим рекреационным потоком, все более остро ставит вопрос о придании Балтийской косе какого-либо природоохранного статуса.

## **УСТОЙЧИВОСТЬ И ЗДОРОВЬЕ ОКЕАНА: НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ИНФОРМАЦИОННОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ**

*Г.А. Фоменко,*  
г. Ярославль, НПО «Институт  
устойчивых инноваций»;  
Балтийский федеральный  
университет им. И. Канта;  
*М.А. Фоменко,*  
г. Ярославль, АНО НИПИ  
«Кадастр»

Снижение здоровья океана мешает глобальным устремлениям к устойчивому и справедливому развитию [4]. На преодоление такой тенденции, в частности, нацелены Повестка дня на период до 2030 года и действия по достижению Целей в области устойчивого развития, Морская доктрина Российской Федерации [1], предусматривающая сохранение морских природных систем, обеспечение рационального использования их ресурсов (п. 7.3), устойчивое экономическое и социальное развитие страны (п.7, ж).

Кардинальное усложнение системы взаимодействия океана и человека за последние десятилетия еще не привели к адекватному изменению институциональных и организационных основ управления океанической деятельностью и приморскими территориями. Так, если в прошлом виды экономической деятельности могли функционировать слабо влияя друг на друга, то сегодня, по мере расширения экономической деятельности, интересы государств и бизнеса все чаще сталкиваются, обостряются конфликты между экономической выгодой и экологическим состоянием океана. Тем самым, морское пространство становится все более ценным.

Морские территории все чаще рассматривают как неравновесные сложные живые антропо-природные системы, входящие в единую экосистему океана. На выработку и реализацию эффективных подходов управления такими системами, связанными с морскими и водными пространствами, нацелена «синяя» экономика. Понятие «синяя» экономика было предложено Г. Паули, который определил ее как восстановление экосистем, связанных с водой, с помощью сосуществования в симбиозе с природой. По его мнению, это «экономика замкнутого цикла», где производство меняет движение с линейного на круговое [3]. Руководитель

Федерального агентства водных ресурсов РФ Д. Кириллов понимает «синюю» экономику как экономику Мирового океана, социально-экономического развития прибрежных территорий и сохранения водных объектов. Отметим, что такой подход, как минимум, ставит под сомнение целесообразность сохранять неизменными сложившееся столетиями административное разделение на слабо связанные между собой подсистемы суши и моря.

«Синяя» экономика отличается потребностью в знаниях фундаментальной науки, поскольку нацелена на обеспечение устойчивого использования океанских ресурсов для экономического роста, улучшения условий жизни и рабочих мест при сохранении здоровья океанской экосистемы. Существенно возрастает значение системного наблюдения за океаном *in situ*, которое лежит в основе цепочки создания экономической и социальной ценности – через информацию и знания к общественным благам; повышается важность интегрированного управления океаном и прибрежными территориями.

«Синяя» экономика стремится обеспечить экономические выгоды, которые не могут быть проданы, такие как хранение углерода, защита побережья, культурные ценности и биоразнообразие. Поэтому в ней значительное внимание уделяется экономическим оценкам морских экосистемных услуг. Чтобы избежать занижения стоимостной оценки обеспечивающих и особенно регулирующих, а также культурных экосистемных услуг морских экосистем, предлагается шире использовать подходы полной экономической ценности [5]. Такая «полная» оценка должна постепенно стать базовой при определении эффективности морских инвестиционных проектов (анализ: затраты и выгоды) – *cost-benefit analysis* – СВА), для повышения качества стратегий управления балансом между деятельностью человека и здоровьем океана.

«Синяя» экономика отличается повышенной потребностью в систематизированных достоверных данных, поскольку для нее важно комплексное понимание взаимосвязей между океаническими экосистемами, обществом и экономикой. Тем самым повышается значение выявления взаимосвязей экономических и экологических показателей, а также проектирования информационных «цепочек»: от наблюдения океана к общественному благу. Информация, полученная в результате наблюдений, обеспечивает важные исходные данные для научных исследований и оперативного управления. Ценность наблюдений в такой цепочке увеличивается с каждым шагом и между всеми этими уровнями поддерживается непрерывная обратная связь. Сегодня же данные об океане фрагментированы по секторам и организациям; отсутствие единой системной стандартизированной информации ограничивает способность сопоставлять данные согласованным и транспарентным образом.

«Синяя» экономика нуждается в изменении существующей статистики в направлении интеграции данных о природе и экономике в рамках системы национальных счетов (СНС) и спутниковой системы природно-экономического учета (СПЭУ). Ключевые преимущества последней заключаются в выявлении и

оценке взаимосвязи экологических параметров и экономической деятельности. СПЭУ, объединяя различные данные, как в рамках экономики океана, так и за ее пределами, обеспечивает лучшее понимание использования океанских товаров и услуг. Такая интеграция сведений социальной, экологической и экономической областей имеет жизненно важное значение для реализации целей устойчивого развития. Океанические счета на базе единого международного стандарта СПЭУ обеспечивают преодоление фрагментации океанических данных, предлагая единую структуру для сопоставления на страновом и региональном уровнях территориальной организации.

Как показали наши исследования в Калининградской области [2], на региональном уровне имеется необходимая информация для начала работ по построению СПЭУ морских территорий. Такая работа позволяет преодолеть существующую недооценку вклада природного капитала, формируемого морскими и связанными с ними прибрежными территориями, в обеспечение функционирования экономики и благосостояния населения; получаемые результаты позволяют существенно повысить качество обоснований инвестиций и государственных программ стратегического развития прибрежных территорий, прилегающих акваторий и шельфа.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Указ Президента РФ от 31.07.2022 № 512 «Об утверждении Морской доктрины Российской Федерации».
2. Фоменко Г.А., Фоменко М.А., Лошадкин К.А., Панов В.Д. Потенциал природно-экономического экосистемного учета для поддержки управления прибрежными и морскими территориями на примере Калининградской области // Вестник БФУ им. И. Канта. – 2021. – №4. – С. 46-69.
3. Pauli G. The Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs. – Berlin: Konvergenta Publishing UG, 2010.
4. Sustainable Ocean for All: Harnessing the Benefits of Sustainable Ocean Economies for Developing Countries. The Development Dimension / OECD. – Paris: OECD Publishing, 2010. – URL: <https://dx.doi.org/10.1787/bede6513-en>.
5. The Ocean Economy in 2030 / OECD. – Paris: OECD Publishing, 2016. – URL: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264251724-en>.

#### ПЕРСПЕКТИВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО РЫБОЛОВНОГО ПРОМЫСЛА В БАЛТИЙСКОМ МОРЕ

*С.Ю. Гулюгин, В.М. Амосова,  
А.С. Зезера,  
г. Калининград, ФГБНУ «ВНИРО»,  
«АтлантНИРО»*

Балтийское море омывает берега 9 стран: Финляндии, Эстонии, Латвии, Литвы, Польши, Германии, Дании, Швеции, и России. По районированию Международного совета по исследованию моря (ИКЕС/ICES) Российская зона занимает часть 26-го

подрайона – прибрежные воды Калининградской области и часть 32-го подрайона – прибрежные воды г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области в Финском заливе.

Промысловые запасы водных биологических ресурсов (ВБР) Балтийского моря относятся к трансграничным видам (т.е. активно перемещающимся между зонами разных стран) и эксплуатируются всеми странами региона. Международное регулирование промысла осуществляется в рамках межправительственного двустороннего Соглашения между Европейским сообществом и Российской Федерацией о сотрудничестве в области рыболовства и сохранения живых морских ресурсов в Балтийском море, подписанного в 2009 г.

С 1992 г. АтлантНИРО выполнен значительный объём комплексных научно-исследовательских работ в Балтийском море [1, 2]. В рамках государственного задания ежегодно проводятся учетные донные и пелагические съемки основных промысловых видов рыб на научных судах СТМ «Атлантида» и «Атлантиро». Всего, в том числе по международным программам ИКЕС, выполнено более 75 гидроакустических, донных и экологических съёмок. Круглогодично специалистами института осуществляется мониторинг промысла на рыбоприемных пунктах и рыбопромысловых судах.

Несмотря на то, что российская акватория Балтийского моря составляет небольшую часть (менее 5 %), особенности географического распределения запасов основных промысловых видов таковы, что наша рыбная промышленность может добывать существенные объемы вылова.

Отечественный рыболовный промысел нацелен на основные промысловые виды: шпрота (килька) *Sprattus sprattus balticus*, балтийскую сельдь (салаку) *Clupea harengus membras*, восточно-балтийскую треску *Gadus morhua callarias* и камбаловых (в основном речную камбалу *Platichthys flesus trachurus*). Ежегодный российский вылов в исключительной экономической зоне России в Балтийском море в 1995 - 2021 гг. варьировал от 35 до 74 тыс. тонн, в среднем – около 48 тыс. т. Основой отечественной сырьевой базы в Балтийском море является шпрот (килька). В 2021 г. его вылов составил 43,4 тыс. т. Сельдь балтийская (салака) занимает второе место по величине вылова в море (в 2021 г. – 23,7 тыс. т). На третьем месте – треска (1,2 тыс. т в 2021 г.).

В суммарном объёме вылова всеми прибалтийскими странами с середины 1990-х гг. доминирует шпрот (около 60 % от общего объёма добычи). Около 30 % приходится на сельдь центрального запаса и менее 10 % – на треску. Суммарная величина вылова основных промысловых видов рыб была минимальной в 1992 г. (391 тыс. т), максимальной – в середине 1990-х гг. (около 790 тыс. т). В 2021 г. общий вылов шпрота, балтийской сельди и трески составил 417 тыс. т при среднемноголетнем значении за 1974–2021 гг. – более 500 тыс. т.

За последние несколько десятилетий в Балтике произошли значительные изменения абиотических и биотических условий, определяющих условия нереста, нагула, питания, выживаемости потомства, трофических взаимодействий основных промысловых видов рыб (шпрота, сельди и трески):

Со второй половины 80-х и до 90-х гг. XX века на фоне интенсивного промысла и изменений климата (опреснение водных масс Балтийского моря и др.) произошло резкое сокращение ареала обитания, уменьшение/фрагментация площади нерестилищ, снижение численности пополнения, и как следствие, падение биомассы трески до минимальных величин. В экосистеме Балтики на рубеже 90-х гг. произошел «сдвиг» от системы с доминированием трески к системе с доминированием шпрота.

В середине 90-х гг. на фоне снижения хищничества трески и сокращения запаса сельди был отмечен исторический пик численности и биомассы шпрота. В 1996 г. его биомасса превысила 1,8 млн. т. Напротив, биомасса трески в конце 90-х гг. достигла исторического минимума (в 1999 г. – 52 тыс. т). Лимитирующим фактором для рыб морского фаунистического комплекса продолжала выступать соленость.

В начале 2000-х гг. отмечен исторический минимум численности и биомассы сельди (в 2002 г. – 332,7 тыс. т). Запас трески при некоторой вариабильности в нулевые годы в целом характеризовался низким уровнем. Наблюдалось значительное ухудшение кислородного режима глубоководной части акватории Балтики, в разы увеличилось объем и площадь вод с условиями аноксии. Уровень кислорода в водной толще стал основным фактором, лимитирующим условия жизни, как демерсальных (трески и др), так и пелагических видов. В связи с утратой районов обитания (расширение зон гипоксии/аноксии) отмечено усиление внутривидовой и межвидовой конкуренции мелкосельдевых, как следствие, минимальные средние навески шпрота и сельди.

В последние 10-15 лет улучшения кислородного режима не произошло. После 2013 г. наблюдаются минимальные средние навески трески, в том числе и у репродуктивной части популяции. Несмотря на разнонаправленные межгодовые колебания средних навесок шпрота и сельди, их параметры остаются на низком уровне с начала 2000-х гг. «Сжатие» объемов обитания определило увеличение перекрытия ареалов обитания различных видов рыб. Межвидовая (внутривидовая) пищевая конкуренция шпрота, сельди и трески значительно усилились и, наряду с промыслом, стала важным фактором динамики популяций ВБР.

#### Выводы

В последние годы на фоне климатических изменений потенциальные прямые и косвенные эффекты абиотических факторов, определяющих условия жизни трески, сельди и шпрота (обитающих на границах своих ареалов) значительно усилились, и во многом были неблагоприятны для ихтиоценоза моря. Соответственно повысилась вероятность экологических неопределенностей и рисков, связанных с использованием ВБР.

В современный период по объему добычи основу отечественной сырьевой базы в Балтийском море составляет шпрот. С учетом состояния популяции шпрота, текущего уровня промысловой нагрузки, абиотических условий и их изменений в перспективе, прогнозируемый объем его возможного вылова в ближайшей перспективе ожидается в пределах среднемноголетнего уровня.

Сельдь балтийская (салака) занимает второе место по величине вылова в море, величина ее запаса снизилась и приблизилась к границе ее предельных значений. В ближайшее время следует ожидать снижение объемов добычи сельди.

Биомасса трески восточного запаса находится на низком уровне, а ее репродуктивный потенциал существенно ограничен. Как минимум, в краткосрочной перспективе, величина запаса трески останется за пределами биологически безопасных границ, а ее вылов – на минимальном историческом уровне.

Камбаловые являются основными видами прилова при промысле трески. Состояние их запасов характеризуется как стабильное. Величина их вылова в первую очередь будет зависеть от интенсивности промысла трески.

В целом величина запаса шпрота находится в биологически безопасных пределах, балтийской сельди (салаки) – ниже предосторожного подхода, запас восточно-балтийской трески – в депрессивном состоянии и на низком уровне.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Амосова В.М. Оценка запасов рыб Балтийского моря на Рабочих группах ИКЕС / В.М. Амосова, А.С. Зезера, А.И. Карпушевская, И.С. Труфанова, Т.Г. Васильева, С.В. Иванов, И.В. Карпушевский // Труды ВНИРО. – 2018. – Т. 174. – С. 58-71.

2. Амосова В.М. Влияние факторов среды на величины запасов рыб в Балтийском море / В.М. Амосова, А.С. Зезера, Т.А. Голубкова // Труды ВНИРО. 2022. – Т. 187. – С. 110-127. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2022-187-110-127>.

### **СОХРАНЕНИЕ МОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «КУРШСКАЯ КОСА»: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ**

*Ю.А. Майорова, И.П. Жуковская,  
Калининградская обл., ФГБУ  
«Национальный парк «Куршская коса»*

Куршская коса является аккумулятивной песчаной пересыпью и эволюционирует как типичная форма одностороннего питания со стороны Самбийского полуострова [1]. Она сформировалась путем объединения цепи моренных островов наносами осадочных песчаных материалов.

Южная часть Куршской косы подвержена большим разрушениям в береговой зоне, то есть более интенсивному размыву, в связи с физико-географическими особенностями: угол, под которым волна подходит к берегу, ее сила и особенности миграции осадочного материала. Смытый с южного берега песок выносится на подводный береговой склон и перемещается вдольбереговыми потоками вдоль Куршской косы на север и лишь на участке от поселка Рыбачий (34 км Куршской косы), начинается процесс аккумуляции песчаного материала. В связи с этим, северная часть Куршской косы шире южной.

В тыльной части пляжа расположен защитный пляжевый дюнный вал (авандюна), линейный барьер, искусственно созданный из отдельных передовых дюн путем соединения их в сплошной вал для защиты от ветропесчаного потока.

Работы по формированию авандюны начались в 19 веке и продолжаются по сей день. Сегодня, согласно Описи выдающейся универсальной ценности, авандюна является одним из наиболее ценных элементов объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО и защищает экосистемы и инфраструктуру от ветропесчаного потока и морских вод.

Береговая зона моря является самой динамичной системой Куршской косы, находящейся под постоянным влиянием природных и антропогенных факторов.

Среди природных факторов, влияющих на современное состояние берега, выделяют: дефицит песчаных наносов и изменение климата, учащение штормовых погод (в среднем 25-35 штормов в год) и сокращения периодов восстановления, усиление ветро-волновой деятельности, более теплые зимы [3].

Степень развития авандюны и ее морфометрические параметры отражают баланс наносов береговой зоны. На участках с дефицитом песчаных наносов она слабо развита, почти полностью смыта или отсутствует. Таким примером является прикорневой участок косы (длинной 14 км), испытывающий унаследованный размыв и отступление [2]. В средней части косы авандюна имеет полный профиль развития на участке с уравновешенным балансом наносов [4].

Антропогенными факторами, оказывающими влияние на целостность авандюны являются особенности хозяйственной деятельности в береговой зоне прилегающих территорий и нарушение правил посещения национального парка туристами и рекреантами, осуществляющими выход к морю через авандюну вне специально оборудованных переходов, что приводит к повреждению растительного покрова и образованию дефляционных участков.

Состояние морского берега в национальном парке оценивается по методике В.Л. Болдырева с выделения трех типов морфодинамических участков. На значительном протяжении морского побережья продолжаются активные динамические процессы. По итогам ежегодного мониторинга 2021 года были выделены аккумулятивные (стабильные) участки общей длиной 30,5 км и абразионные (размываемые) общей длиной 10,0 км. Общая длина стабильных участков преобладает, однако растет длина участков размыва морского побережья в прикорневой части косы [5].

В национальном парке ежегодно проводятся работы по восстановлению авандюны традиционными способами на площади в 10 га. Применяемые традиционные способы, основаны на механическом задержании поступающего песчаного материала путем установки пескоудерживающих конструкций на пути движения песка (клетки, устилка хвороста и др.), эффективны на морском склоне для формирования полнопрофильной авандюны на аккумулятивных участках берега, а также в тыльной (подветренной части авандюны). При условии достаточного поступления песчаных наносов на пляж, процесс восстановления занимает несколько лет. Для полного восстановления (естественного или с помощью пескоудерживающих конструкций) участков размыва после штормов 2007 года понадобилось почти десятилетие. В условиях дефицита песчаных наносов, на



абразионных участках, данный метод низко эффективен, здесь применяются берегозащитные и берегоукрепительные сооружения Берегозащитные сооружения ГБУ КО «Балтберегозащита». Однако и этого оказалось мало.

Продолжительная серия штормов января 2022 года вызвала нагонное повышение уровня моря до полутора метра, при высоте волн 5-7 метров. По морскому склону авантюны образовался отвесный уступ размыва, склон аванюны отступил на разных участках на 2,7-7,2 м, разрушены переходы через аванюну и защитные конструкции национального парка, повреждены берегозащитные сооружения ГБУ КО «Балтберегозащита». В прикорневой части косы пониженные участки рельефа и, единственная автомобильная дорога, соединяющая поселки Куршской косы с Зеленоградском, были подтоплены морской водой. Возникла угроза ЧС.

С учетом вышеуказанных рисков и ценности объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО, необходима реализация Комплексной научно обоснованной программы сохранения и восстановления берега. Программа должна содержать:

мероприятия по восстановлению аварийных участков берегового вала, строительство защитных сооружений в прикорневой части – ликвидация угрозы ЧС;

берегозащитные мероприятия: строительство, реконструкция сооружений, снижающих негативное волновое воздействие на берег, проведение мероприятий способствующих

формированию полнопрофильного пляжа;

ежегодные работы по сохранению и восстановлению нарушенных участков в теле аванюны, в т.ч. заделка котловин с целью предотвращения прорывов во время штормов и перемещения песчаных наносов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Блажчишин А.И. Палеогеография и эволюция позднечетвертичного осадконакопления в Балтийском море // Калининград: Янтарный сказ.1998. 160 с.
2. Болдырев В. Л. Куршская коса: состояние береговой зоны и вопросы берегозащиты // Проблемы изучения и охраны природы Куршской косы. Калининград: ГП «КГТ» 1998. С. 87 – 100.
3. Бобыкина В.П., Стонт Ж.И., Килесо А.В. Деформации морского берега Куршской косы (юго-восточная Балтика) под воздействием штормов осенне-зимнего сезона 2018-2019 годов //Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2021. № 2. С. 73 – 83.
4. Болдырев В. Л. Проблемы сохранения и обустройства берегов Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта. 2005. Вып. 3. С. 29 – 38.
5. Жуковская И.П., Рыльков О.В., Калина А.А. Результаты мониторинга морского побережья национального парка «Куршская коса» в 2019-2020 годах //Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта. 2021. Вып. 17. С. 103 – 113.

## **ПРЕДСКАЗУЕМЫЙ ОКЕАН**

*Предсказуемый океан с обществом,  
которое осведомлено о происходящих  
в его состоянии изменениях  
и способно на них реагировать*

Рассмотрение проектов и инициатив, направленных на изучение происходящих в состоянии океана изменений и внедрение соответствующих мер реагирования, а также на защиту людей, социальных и промышленных объектов, видов морской деятельности от связанных с морской стихией бедствий

## ***Тезисы докладов на Круглом столе «Цифровой двойник Каспийского моря»***

### **ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

*А.Г. Костяной,*  
г. Москва, ИО РАН

Проект «Цифровой двойник Каспийского моря» («The Caspian Sea Digital Twin») вошел в план реализации Десятилетия ООН, посвященного науке об океане в интересах устойчивого развития (2021-2030 гг.) в результате первого призыва к действиям, объявленного в октябре 2020 г. Межправительственной океанографической комиссией ЮНЕСКО, координирующей по поручению ООН всю деятельность по Десятилетию [1].

Целью инициативы «Цифровой двойник Каспийского моря» является создание «Центра данных по Каспийскому морю», который будет включать в себя обновляемый архив спутниковых данных (ИК, оптика, радиолокация, альтиметрия), океанографических данных (физические, химические, биологические параметры), гидрометеорологических данных наблюдений, результаты гидродинамических моделей, данных реанализов атмосферы, результатов региональных прогнозов изменения климата, электронные атласы, электронную библиотеку публикаций по Каспийскому морю и другие материалы.

Созданная инфраструктура позволит оценить антропогенные нагрузки на окружающую среду Каспийского моря, происходящие изменения климата, экстремальные погодно-климатические явления, влияние изменения климата на природные и социально-экономические системы. Она позволит поддерживать современными информационными ресурсами министерства и ведомства как Российской Федерации, так и других прикаспийских стран, будет содействовать принятию государственных и межгосударственных решений при разработке стратегии и механизмов адаптации к изменению климата и создания улучшенных условий для устойчивого развития региона Каспийского моря [2-4].

Исполнители образуют консорциум, состоящий из 24 команд из 23 организаций из 6 стран (Россия, Азербайджан, Казахстан, Иран, Франция, Швейцария) со своими подпроектами, общей численностью 190 человек, среди которых половина организаций принадлежит Минобрнауки РФ и Росгидромету. Сроки выполнения проекта с 2022 по 2030 год.

Благодарности: Исследование проводилось в рамках проекта «The Caspian Sea Digital Twin», поддержанного МОК ЮНЕСКО и выполняемого в рамках мероприятий, связанных с Десятилетием наук об океане в интересах устойчивого развития (2021-2030) ООН.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шаповалов С.М. Десятилетие ООН наук об океане и фундаментальные задачи российской океанографии. – Вестник РФФИ, 2022, № 2 (114) апрель–июнь 2022 г., С.23-29.
2. Шаповалов С.М., Костяной А.Г. Международный круглый стол «Будущее Каспия. Научные проекты и исследования». – Океанологические исследования, 2018, Т.46, № 3, С. 259-261.
3. Шаповалов С.М., Костяная Е.А., Костяной А.Г. Устойчивое развитие региона Каспийского моря: Задачи ближайшего будущего. – Океанологические исследования, 2019а, Т.47, № 5, С. 149-159.
4. Шаповалов С.М., Костяная Е.А., Костяная Е.В., Костяной А.Г. Устойчивое развитие на Южных морях России. ИОРАН, Москва, 2019б, 68 с.

## РЕГИОНАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА КАСПИЙСКОГО МОРЯ

*А.Г. Костяной, А.И. Гинзбург,  
И.В. Серых,  
г. Москва, ИО РАН;  
С.А. Лебедев,  
г. Москва, Геофизический центр  
РАН*

Данные реанализов и дистанционного зондирования Земли, а также сведения из известных публикаций последних лет использованы для исследования межгодовых изменений и оценки линейных трендов гидрометеорологических параметров Каспийского моря (без залива Кара-Богаз-Гол) – температуры воздуха вблизи поверхности, температуры поверхности моря, ледовитости и уровня моря – в период с 1980/1982 по 2020 г. [1].

Показано, что в 2000-е годы, по сравнению с 1980-ми и 1990-ми годами, увеличились максимальные летние и минимальные зимние среднемесячные значения температуры воздуха и температуры поверхности моря, увеличилось количество мягких зим. Линейный тренд температуры воздуха над Каспийским регионом в период 1980–2020 гг. составил  $+0,030^{\circ}\text{C}/\text{год}$ , тренды среднегодовой температуры поверхности моря в 1982–2020 гг. в Северном, Среднем, Южном Каспии и в море в целом составили  $+0,026$ ,  $+0,042$ ,  $+0,034$  и  $+0,035^{\circ}\text{C}/\text{год}$  соответственно. Наибольшее потепление вод имело место в западной части Среднего Каспия, наименьшее – на северо-востоке Северного Каспия и вдоль шельфовой зоны Туркменистана. Уменьшение трендов температуры воздуха и воды в 1980/1982–2020 гг. по сравнению с предшествующим периодом (с 1980/1982 гг. примерно до 2010 г.) и отсутствие роста среднегодовых значений температуры поверхности моря после 2010 г. свидетельствуют о замедлении потепления Каспийского моря во вторую декаду 2000-х годов [1]).

Линейные тренды среднемесячной и средней за холодное полугодие (ноябрь – апрель) концентрации льда в Северном Каспии в 1980–2020 гг. оказались отрицательными ( $-0,8\%/10$  лет и  $-1,24\%/10$  лет соответственно). Максимальные

среднемесячные концентрации льда наблюдались в суровую (1981/1982 гг.) и очень суровую (2011/2012 гг.) зимы, минимальные – в мягкие зимы 2006/2007 и 2019/2020 гг. В очень суровую зиму 2011/2012 гг. льдом покрылся не только весь Северный Каспий. Образование льда наблюдалось также вдоль западного побережья Среднего Каспия до Апшеронского полуострова и в мелководных заливах у восточного побережья Южного Каспия (заливы Туркменбаши и Южный Челекен) [4].

Уровень моря после 2005 г., за исключением краткой стабилизации в 2015 – 2017 гг., продолжает падать [2, 3]. Средняя скорость падения уровня в 28- летний период 1993 – 2020 гг. составила  $-5,37 \pm 1,24$  см/год. К концу 2020 г. он достиг отметки  $-28,5$  м БС, и от минимума 1977 г. его отделяет только  $0,5$  м. Надежды на стабилизацию уровня, которая наблюдалась в 2015 – 2018 гг. не оправдались, также как и многочисленные прогнозы. Уровень Каспия продолжает падать со средней скоростью  $10$  см в год [1]. С июля 2021 по июль 2022 г. уровень Каспия уменьшился еще на  $30$  см. Падение уровня Каспия в течение 40 лет в середине XX века до отметки  $-29,0$  м БС в 1977 г. привело к значительным потерям в экономике СССР и существенным экологическим последствиям.

Благодарности: Исследование проводилось в рамках проекта «The Caspian Sea Digital Twin», поддержанного МОК ЮНЕСКО и выполняемого в рамках мероприятий, связанных с Десятилетием наук об океане в интересах устойчивого развития (2021-2030) ООН.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Серых И.В., Лебедев С.А. Климатические изменения гидрометеорологических параметров Каспийского моря (1980–2020 гг.). – Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2021, Т.18, N5, С. 277–291. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-5-277-291.

2. Лебедев С.А., Костяной А.Г. Изменения уровня и динамики вод по данным спутниковой альтиметрии // Система Каспийского моря. А.П. Лисицын (отв. ред.). М.: Научный мир, 2016. С. 13–41.

3. Kostianoy A.G., Ginzburg A.I., Lavrova O.Yu., Lebedev S.A., Mityagina M.I., Sheremet N.A., Soloviev D.M. Comprehensive Satellite Monitoring of Caspian Sea Conditions // Vittorio Barale and Martin Gade (eds.): Remote Sensing of the Asian Sea. 2019. Springer, Cham, January 2019. P. 505–521. DOI: 10.1007/978-3-319-94067-0\_28.

4. Lavrova O.Yu., Kostianoy A.G., Mityagina M.I., Strochkov A.Ya., Bocharova T.Yu. Remote sensing of sea ice in the Caspian Sea // Proc. SPIE. 2019. Vol. 11150. Remote Sensing of the Ocean, Sea ice, Coastal Waters, and Large Water Regions, 1115000Q (14 October 2019). <https://doi.org/10.1117/12.2532136>.

#### СОСТАВ ДАННЫХ ДЛЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА КАСПИЙСКОГО МОРЯ

*Е.Д. Вязилов,*  
г. Обнинск, ВНИИГМИ-МЦД

Для прогноза опасных явлений (ОЯ), изменений климата, моделирования влияния воздействий среды на жизнедеятельность населения, промышленные

предприятия требуется использовать данные из различных доменов. Для этого необходим активный обмен данными и информацией между различными информационными системами (ИС) и соответствующими моделями. В ИС содержатся зачастую не сопоставимые, не гармонизированные друг с другом данные. Данные и информация, находящиеся в различных ИС, распределены по различным доменам и неоднородны по используемым системам управления базами данных, структурам данных, классификаторам, не имеют унифицированных имен атрибутов. Накопленные данные не всегда являются полными, в них отсутствует часть атрибутов и идентификаторы для связывания с другими наборами данных. Это затрудняет создание сквозных цифровых бизнес-процессов. Необходима интеграция данных □ сведений об объектах экономики, влиянии окружающей среды на объекты экономики, социально-экономическая и технико-экономическая информация (СЭИ, ТЭИ) и другие данные, организованные в виде цифрового двойника (ЦД).

Вопросы создания ЦД обсуждаются в монографии [1], статьях [2, 3]. Уже имеются международный и российский стандарты в этой области [4, 5].

Предпосылками создания ЦД являются работы по развитию различных моделей анализа и прогноза состояния атмосферы и гидросферы, созданных в Национальном агентстве по океану и атмосфере (НОАА, США), Европейском центре среднесрочных прогнозов погоды (ЕЦССП, Великобритания), Гидрометцентре России. Росреестр создает цифровую платформу для пространственных данных, развивает Цифровую модель местности. Цифровая платформа «Арктик Лабс» (разработка Московского государственного университета по заказу Минвостокразвития) является основой ЦД Северного морского пути, включающего динамические математические модели сценариев развития Арктики и отдельных территорий, логистических маршрутов. Госкорпорация «Роскосмос» разрабатывает платформу для сбора, обработки, хранения и распространения данных дистанционного развития Земли (проект «Цифровая Земля»).

В настоящее время имеется несколько определений ЦД.

ЦД изделия – это система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями [4].

ЦД – цифровая модель физического объекта или процесса с подключенными наборами данных, которая обеспечивает конвергенцию между физическим и виртуальным состояниями с соответствующей скоростью синхронизации [5].

ЦД Земли – это информационная система, которая предоставляет пользователям цифровую копию состояния и временной эволюции системы Земли, ограниченную доступными наблюдениями и законами физики (ЕЦССП). Модели должны позволить описывать поведение объектов природы и взаимодействующих с ними реальных объектов экономики, включая воздействия ОЯ на органы государственного управления, промышленные предприятия и население.

ЦД Каспийского моря должен решать следующие задачи:

моделирование возможных ситуаций, например, в связи с ростом или падением уровня Каспийского моря;

прогнозирование различных погодных, геофизических и других явлений;

оценка возможных воздействий ОЯ на население и промышленные предприятия;

управление экономической эффективностью работы предприятий с учетом оценки воздействий окружающей среды с помощью соответствующих моделей на промышленные объекты, население, адаптацию к изменениям климата.

К данным ЦД предъявляются следующие требования. Данные об окружающей среде должны быть качественными и детализированными от срочных наблюдений до климатических обобщений; данные должны быть в цифровом виде; информация о возможных воздействиях окружающей среды на предприятия, виды деятельности, материалы, продукцию и население должна быть формализована.

Состав данных для ЦД включает метаданные, данные по различным сферам Земли, сведения об ОЯ, СЭИ, ТЭИ, справочные сведения, гидрографическая информация, сведения о воздействиях окружающей среды на промышленные предприятия и население, а также последствиях от деятельности предприятий, рекомендации для принятия решений, ущерба, стоимость, эффективность, нормативные документы.

Источниками данных для ЦД «Каспийское море» могут быть интегрированные данные Единой государственной системы информации о состоянии Мирового океана (ЕСИМО, <http://esimo.ru>) в количестве 86 информационных ресурсов.

Переход на использование интегрированных данных позволяет получить обогащенные данные и дополнительные срезы данных на деятельность предприятий (показатели выпуска продукции, количество работающих, сведения о выпускаемой предприятием продукции). Самым очевидным способом наполнения ЦД является получение нужных данных автоматически извне от физических датчиков (автоматических метеостанций, IoT, RFID); других ИТ систем с помощью REST сервисов.

Для создания ЦД «Каспийское море» необходимо расширить состав интегрированных данных, продолжить работы по унификации имен параметров, используемых классификаторов данных; провести маппинг локальных кодов в общесистемные; загрузить новые информационные ресурсы в систему; поддерживать интегрированные ресурсы в актуальном состоянии.

В результате выполнения исследования получены следующие результаты. Предложен предварительный состав данных и информации для ЦД «Каспийское море». Проведен анализ источников данных. Пока нет единого источника данных, в котором было бы представлено хотя бы около 50 % необходимых данных для ЦД «Каспийское море». Большинство имеющихся ресурсов по Каспийскому морю в имеющихся источниках не актуальны и требуют организации регулярного пополнения. Для повышения эффективности работ по созданию ЦД требуется разработать План управления данными.

Исследование проведено в рамках программы «Цифровой двойник Каспийского моря», осуществляемой в рамках деятельности Межправительственной океанографической комиссии ЮНЕСКО, связанной с Десятилетием наук об океане в интересах устойчивого развития ООН (2021-2030 гг.).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Прохоров А., Лысачев М. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. Издание первое, исправленное и дополненное. Научный редактор профессор Боровков А. – М.: ООО «АльянсПринт», 2020, – 401 с.
2. Blair G. Digital twins of the natural environment. *Patterns* № 2, October 8, 2021, – 3 p. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2021.100359>.
3. Bauer P., Stevens B. & Hazeleger W. A digital twin of Earth for the green transition. *Natural Climate Change*. 2021. № 11, – pp. 80–83 <https://doi.org/10.1038/s41558-021-00986-y>.
4. ГОСТ Р 57700.37 2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения». – 10 с.
5. ISO 23247-2: 2021. Системы автоматизации и интеграция. Платформа цифровых двойников для производства. Часть 2. Эталонная архитектура. – 12 с.

### СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

*О.Ю. Лаврова, М.И. Митягина,*  
г. Москва, ИКИ РАН, РТУ МИРЭА

На протяжении многих лет основной экологической проблемой Каспийского моря является нефтяное загрязнение. Наш многолетний опыт спутниковых наблюдений показал, что общая картина загрязнения поверхности Каспийского моря нефтесодержащими пленками во многом предопределена его природными особенностями, главной из которых является наличие больших запасов нефти и газа на дне. Давно назрела необходимость оценки относительного вклада каждого из источников загрязнения Каспийского моря, который меняется в разные периоды в зависимости от климатических факторов, от интенсивности различных гидродинамических и гидрометеорологических процессов, от сейсмической активности и хозяйственной деятельности человека. Эти проблемы могут быть решены только методами дистанционного зондирования из космоса, что позволяет осуществлять непрерывный мониторинг нефтяных загрязнений на обширной акватории, включая территориальные воды сопредельных государств. Последнее особенно важно для мониторинга трансграничного переноса загрязняющих веществ морскими течениями.

Разработка методики и проведение спутникового мониторинга нефтяного загрязнения Каспийского моря стало возможным исключительно благодаря созданию в ИКИ РАН информационного сервиса «See the Sea» (ИС STS). STS предоставляет исследователям, занимающихся изучением морей и океанов, совершенно новые инструменты для работы с данными дистанционных



наблюдений, обеспечивая возможность комплексного анализа данных, различных по своей физической природе, пространственному разрешению, размерности и времени получения [2].

Экспериментальной основой проведенного исследования послужил большой массив многолетних спутниковых данных, накопленный за период с 1999 по 2022 г. и включающий в себя данные РСА спутников и многоспектральных сенсоров оптического диапазона [1]. Для анализа спутниковых данных и построения карт нефтяного загрязнения морской поверхности применялся инструментарий и картографический интерфейс ИС STS.

По результатам многосенсорного спутникового мониторинга проведено картографирование различных типов нефтяных загрязнений поверхности Каспийского моря и составлены подробные карты, позволяющие оценить степень вероятности загрязнения различных участков морской поверхности вблизи источников загрязнения.

Определены районы наиболее интенсивного нефтяного загрязнения морской поверхности и выявлены основные источники загрязнения [4]:

1) Район нефтедобычи «Нефтяные Камни» в Центральной части Каспийского моря в районе Апшеронского и Бакинского архипелагов. Основным источником загрязнения здесь являются разведка и эксплуатация нефтяных месторождений, а также просачивание из естественных и искусственных грифонов на морском дне.

2) Часть акватории Каспийского моря к западу от полуострова Челекен, административно принадлежащая Туркменистану, и часть акватории Каспийского моря у его юго-западного побережья в провинции Гилан (Иран) к востоку от мыса Сефид Руд. На основе спутниковых изображений идентифицированы источники просачивания углеводородов с морского дна в этих районах и уточнены их координаты. Особо следует подчеркнуть, что естественные выходы углеводородов в районе Челекенского полуострова ранее не были отмечены в научных публикациях и впервые выявлены и описаны нами [3]. Этот естественный выход углеводородов расположен вблизи участка нефтедобычи, что может подтверждать факт существования связи между наблюдаемыми в данных дистанционного зондирования естественными нефтепроявлениями и нефтеносными структурами в толще недр на дне моря.

3) Западный склон Южно-Каспийской впадины, где детектированы многочисленные поверхностные нефтепроявления, обусловленные грязевым вулканизмом на морском дне.

4) Основные маршруты транспортировки нефти, вдоль которых сосредоточены сбросы с судов нефтесодержащих пленок.

Определены характеристики межгодовой, сезонной и пространственной изменчивости нефтяного загрязнения морской поверхности Каспийского моря [5]. Рассчитаны распределения площадей индивидуальных нефтяных загрязнений морской поверхности в различных тестовых районах. Определена межгодовая изменчивость площади акватории, потенциально подверженной загрязнению

нефтяными плёнками в различных районах. Проведена интегральная оценка площади нефтяного загрязнения поверхности Каспийского моря и определен относительный вклад в него каждого типа загрязнений.

Выявлено, что основной вклад в интегральное нефтяное загрязнение поверхности Каспийского моря вносит непрерывное загрязнение морской поверхности нефтью в районе нефтедобычи Нефтяные Камни – 63 %, а также грязевулканическая активность на морском дне в районе Южно-Каспийской впадины – 20 %. Естественные нефтепроявления углеводородов с морского дна вносят меньший вклад в общую картину загрязнения – 17 % в совокупности. Вклад несанкционированных сбросов нефтесодержащих пленок с судов не относится к основным источникам плёночных загрязнений морской поверхности, он мал по сравнению с вкладом вышеперечисленных источников загрязнения.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 19-77-20060. Обработка и анализ спутниковых данных проводились с использованием возможностей Центра коллективного пользования «ИКИ-мониторинг», развитие которой осуществляется в рамках темы «Мониторинг» (госрегистрация № 122042500031-8).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Костяной А.Г. Спутниковые методы выявления и мониторинга зон экологического риска морских акваторий. – М.: ИКИ РАН, 2016. -334 с.
2. Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Уваров И.А., Лупян Е.А. Текущие возможности и опыт использования информационной системы See the Sea для изучения и мониторинга явлений и процессов на морской поверхности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. -2019. – Т. 16. – № 3. – С. 266-287. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-266-287.
3. Митягина М.И., Лаврова О.Ю. Выход естественных углеводородов со дна Каспийского моря в районе туркменского шельфа, выявленный по спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2020. – Т. 17. -№ 2. – С. 292–298. DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-2-292-298.
4. Mityagina M. I., Lavrova O. Yu., Kostianoy A. G. Main pattern of the Caspian Sea surface oil pollution revealed by satellite data // *Ecologica Montenegrina*. 2019. V. 25. P. 91–105. URL: [www.biotaxa.org/em](http://www.biotaxa.org/em).
5. Mityagina M., Lavrova O. Satellite Survey of Offshore Oil Seep Sites in the Caspian Sea // *Remote Sensing*. – 2022. – V. 14. – No. 3. – P. 525-541. <https://doi.org/10.3390/rs14030525>.

# МЕЖГОДОВАЯ И СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАСХОДОВ ВОДЫ ЧЕРЕЗ СПУТНИКОВВЫЕ РАЗРЕЗЫ 133 И 209 В КАСПИЙСКОМ МОРЕ ПО ДАННЫМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*С.К. Попов,*  
г. Москва, ФГБУ «Гидрометцентр  
России»;  
*С.А. Лебедев,*  
г. Москва, ФГБУН Геофизический  
центр РАН»

Расчет потоков воды в Каспийском море осуществляется по трехмерной бароклинной модели со свободной поверхностью с шагом 5556 м по горизонтальным переменным и 30 горизонтами по вертикали, шаг по времени 40 сек. На поверхности моря задаются касательные напряжения ветра, кинематическое условие, среднемесячные климатические поля разности осадков и испарения, задаются потоки тепла, пропорциональные разности температуры по расчетам и наблюдениям. С 1979 по 2019 годы выполнен расчет по ежечасным полям скорости ветра и атмосферного давления с разрешением  $0,25^0$  из атмосферной модели ERA. В баротропном и бароклинном вариантах модели был задан ежедневный реальный расход Волги и среднемесячное климатическое видимое испарение с поверхности моря. Полные потоки по бароклинной модели у западных берегов примерно в 5 раз превышают полные потоки по баротропной модели. В бароклинной модели среднегодовые полные потоки в Среднем и Южном Каспии образуют два циклонических круговорота. Картины полных потоков сильно отличаются, но при этом суммарный по всей площади разрезов полный поток одинаковый в баротропной и бароклинной моделях. Суммарный перенос воды через сечение зависит от скорости ветра, стока рек и видимого испарения с поверхности моря. Учет температуры и солености сильно влияет на картину полных потоков и распределение полных потоков по площади разреза, но при этом полный перенос воды через всю площадь разреза практически не зависит от температуры и солености.

Средний за период 1979-2019 г. расход воды через сечение 133 составляет  $5144 \text{ м}^3/\text{с}$  (65 % от среднего расхода реки Волги  $7958 \text{ м}^3/\text{с}$ ), а через 209 сечение  $4056 \text{ м}^3/\text{с}$  (51 %) (рис.1). Приток воды к области Каспийского моря, ограниченной 133 и 209 разрезами, определяется, как разность расходов воды, поступающей через 133 и уходящей через 209 сечение. До 1995 года расходы Волги увеличивались, поступление воды превышало испарение и обеспечивало рост уровня Каспийского моря. С 1996 года снижаются расходы Волги и поступление воды становится меньше, чем видимое испарение, уровень Каспийского моря стал понижаться.

Расход Волги возрастает весной, максимум достигается в мае и в среднем за период 1979-2019 годов составил  $18846 \text{ м}^3/\text{с}$  (рис. 2). В зимние и осенние месяцы расход Волги примерно  $6000 \text{ м}^3/\text{с}$ . Средние за период 1979-2019 г. суммарные среднемесячные расходы воды через сечения 133 и 209 максимальны в мае и

составляют  $10695 \text{ м}^3/\text{с}$  (57 % от расхода Волги в мае) и  $7818 \text{ м}^3/\text{с}$  (41 % от расхода Волги в мае). Средний приток воды к области Каспия между 133 и 209 разрезами в мае составил  $2877 \text{ м}^3/\text{с}$ . Этот приток воды за вычетом испарения приводит к росту уровня Каспийского моря в мае. В августе через 133 сечение в среднем за 1979-2019 г. приходит воды меньше  $2228 \text{ м}^3/\text{с}$  (36 % от расхода Волги в августе, равного  $6144 \text{ м}^3/\text{с}$ ), чем уходит через 209 сечение  $2473 \text{ м}^3/\text{с}$  (40 % от расхода Волги в августе), что приводит к оттоку воды  $-245 \text{ м}^3/\text{с}$  от области между 133 и 209 разрезами и понижению уровня моря, к которому добавляется понижение уровня моря за счет испарения.

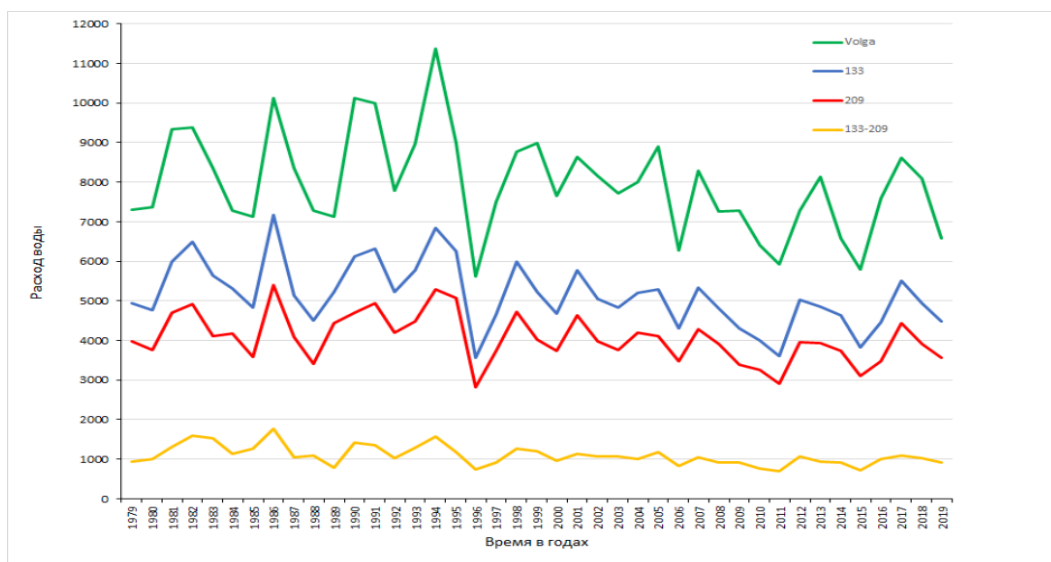


Рисунок 1. Среднегодовые расходы р. Волга ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) в течение 1979-2019 годов (зеленая), суммарные по всей площади сечений 133 (синяя) и 209 (красная) среднегодовые потоки воды, разность потоков (133-209) (желтая)

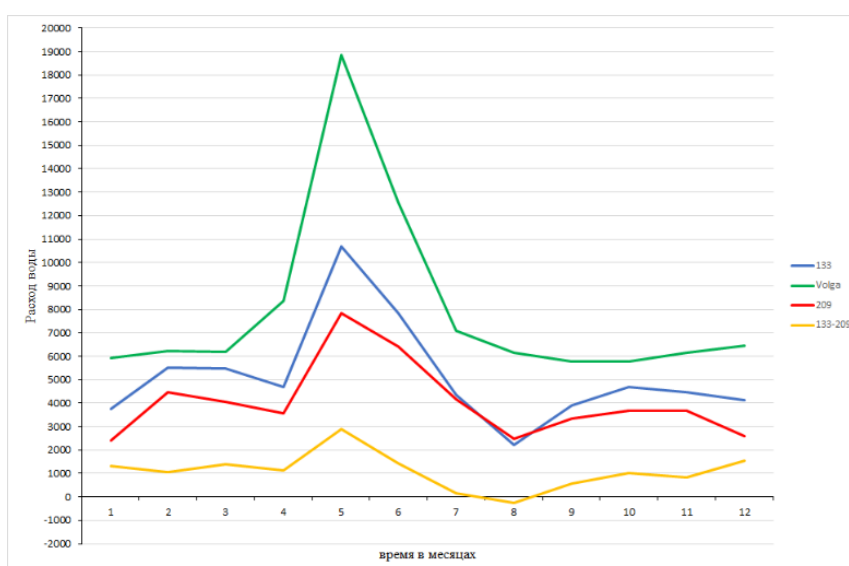


Рисунок 2. Средние за период 1979-2019 г. среднемесячные расходы р. Волги ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) (зеленая), суммарные по площади сечений 133 (синяя) и 209 (красная) среднемесячные потоки воды и их разность (133-209) (желтая)

В среднем за период 1979-2019 г. среднемесячные расходы воды через площади сечений 133 и 209 меньше, чем среднемесячные расходы Волги и всегда направлены на юг, но в отдельные годы, под воздействием ветра, среднемесячные переносы воды через сечения превышают среднемесячные расходы реки Волги и даже направлены на север. Например, в 2010 г. (рис. 3) в октябре расход через 133 сечение 16850 м<sup>3</sup>/с направлен на юг, а в ноябре расход воды 10109 м<sup>3</sup>/с направлен на север.

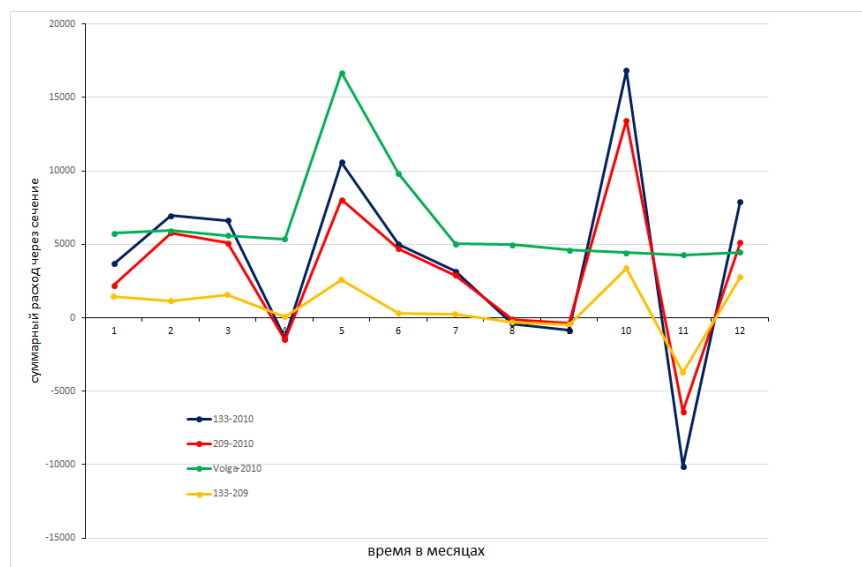


Рисунок 3. Среднемесячные расходы р. Волги (м<sup>3</sup>/с) (зеленая), суммарные по площади сечений 133 (синяя) и 209 (красная) среднемесячные потоки воды и их разность (133-209) (желтая) в 2010 году

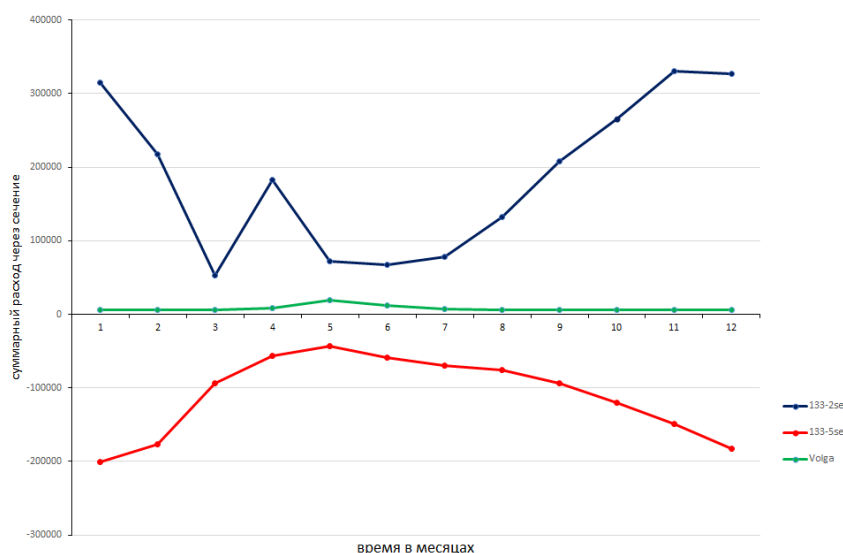


Рисунок 4. Средние за период 1979-2019 г среднемесячные расходы р. Волги (м<sup>3</sup>/с) (зеленая), среднемесячные потоки воды через второй (синяя) и пятый (красная) участки 133 разреза

Суммарный поток через разрез представляет собой сумму больших разнонаправленных величин потоков, которые компенсируют друг друга и в результате суммарный поток получается в десятки раз меньше, чем потоки на

отдельных участках разреза. Средние за период 1979-2019 г среднемесячные потоки через второй участок 133 разреза направлены на юг (рис. 4.), а через пятый участок на север, участки расположены в западной и восточной частях циклонического круговорота. Среднемесячный расход на юг через второй участок 133 сечения в мае 72565 м<sup>3</sup>/с, а в декабре 326434 м<sup>3</sup>/с, при этом через пятый участок на север в мае 43382 м<sup>3</sup>/с, в декабре 182488 м<sup>3</sup>/с. В мае, когда суммарный перенос через 133 сечение максимален, интенсивность циклонического круговорота падает, с марта по август перенос на втором и пятом участках 133 разреза меньше, чем осенью и зимой.

## СТАНЕТ ЛИ КАСПИЙ ВТОРЫМ АРАЛОМ?

*В.Н. Малинин,*  
г. Санкт-Петербург, РГГМУ

Значительные межгодовые колебания уровня Каспийского моря, чередование длительных серий его понижения и повышения из-за бессточности водоема приводят к тому, что водная экосистема и экономика прибрежных стран вынуждены приспосабливаться к резко изменяющемуся уровенному режиму. За последние 2000 лет, по данным палеоклиматических реконструкции, размах колебаний уровня мог составить 12 м, при этом его самая низкая отметка отмечалась в середине V в. (- 34,5 м), наивысшая – в начале нашей эры (-22,5 м).

В XX столетии размах колебаний уровня составил 3,2 м. Можно уверенно утверждать, что причиной столь масштабных изменений уровня является климат. Если точнее, то долгопериодная изменчивость уровня Каспия представляет собой интегральный индикатор крупномасштабного влагообмена в системе океан (Северная Атлантика) – атмосфера – поверхность суши (бассейн Волги).

Цепочка причинно-следственных связей в этой системе довольно подробно исследована в работах автора [1, 2] и показано, что при усилении циклонической активности в Северной Атлантике и, прежде всего, в области Исландской депрессии, увеличивается испарение и влагосодержание атмосферы, происходит углубление Исландского минимума и усиление Североатлантического колебания. В результате этого повышается интенсивность зонального переноса водяного пара, на территории бассейна Волги выпадает большее количество осадков, сток Волги повышается, а уровень Каспия растет.

В XX столетии примерно две трети межгодовой изменчивости приращений уровня были обусловлены притоком речных вод, сформированным в лесной зоне бассейна Волги. Вклад эффективного испарения, т. е. с разности испарение минус осадки над морем (E–P), в межгодовую изменчивость приращений уровня в XX столетии составлял примерно 30 %, причем этот вклад был сконцентрирован в основном в области белого шума, поскольку изменчивость эффективного испарения носила преимущественно случайный характер [1]. Поэтому при описании межгодовых колебаний уровня им можно было пренебречь.

В связи с глобальным потеплением климатическая ситуация в Каспийском регионе начала быстро меняться с конца XX века. Происходит заметное повышение

температуры воды и воздуха. В результате стало быстро расти испарение и в разности  $E-P$  уже отмечается хорошо выраженный положительный тренд. Уровень моря начал уменьшаться быстрыми темпами. С 1996 г. снижение уровня идет со скоростью 6,7 см/год, из них 4 см/год обусловлены разрушением дамбы между морем и зал. КБГ. По сути, полное разрушение дамбы в 1992 г. стало важной причиной сильного падения уровня моря. Есть основания полагать, что уже в ближайшие годы уровень может опуститься ниже 29 м! Это означает катастрофу для рыбного промысла, поскольку произойдет осушение нерестилищ ценных пород рыбы в северной части моря.

Однако переходом уровня только через отметку 29 м ситуация может не ограничиться. В работе [3] с использованием климатической модели CFS (Climate Forecast System) выполнен расчет компонент водного баланса Каспийского моря за период 1979–2015 гг. Показано, что доминирующую роль в уменьшении уровня моря в течение последних 37 лет играет испарение, которое тесно связано с повышением температуры воздуха. По мнению авторов даже при современном уровне испарения северная часть Каспийского моря может полностью исчезнуть за 75 лет. В другой работе [4] на основе модели CESM1.2.2 выполнен расчет уровня на конец XXI века. В результате уменьшения осадков в бассейнах Волги и Урала и резкого роста испарения с моря по климатическому сценарию RCP4.5. уровень повысится на 9 м, а по самому жесткому сценарию RCP8.5. – на 18 м, вследствие чего общая площадь моря сократится на четверть. В результате произойдет экологическая катастрофа, которая по своему масштабу может превзойти катастрофу Арала. Хотя данный прогноз является скорее фантастическим, чем научным, но принимать его во внимание необходимо.

Известно, что современным климатическим моделям свойственны значительные неопределенности, причем они растут с увеличением расчетного промежутка. Кроме того, в моделях сложно учитывать многие значимые процессы, например, обратную зависимость между испарением и площадью моря, которая может приводить к равновесному уровню.

Проверка соответствия данных по температуре воздуха для 10 климатическим моделям из проекта CMIP5 аналогичным данным 8 морских станций на Каспии показала, что все модели систематически завышают среднюю температуру воздуха зимой на станциях от 3°C до почти 12°C, превышая, иногда естественную изменчивость в несколько раз, которая в среднем равна 3,2°C [5]. Естественно, использование подобных моделей для прогнозирования на длительную перспективу не имеет смысла. Но поскольку вследствие продолжающегося глобального потепления дальнейшее снижение уровня моря более чем вероятно, то крайне важной задачей является установление детального генезиса длительных изменений уровня и на этой основе разработки методологии его междесятилетнего прогнозирования. Серьезную озабоченность резким падением уровня моря выразил Президент Азербайджана Г. Алиев, который на Каспийском саммите 2022 г. сказал,

что проблема обмеления моря нас крайне волнует. И поэтому необходима тщательная экспертиза ее причин.

Необходимо отметить принципиальный момент. В 60-70-е годы XX века перед явной угрозой снижения уровня ниже 29 м была разработана комплексная государственная Программа переброски стока ряда северных рек в Волгу, что позволило бы стабилизировать уровень Каспия. В конце 70-х Программа была принята Советом Министров и началась ее реализация. К 1983 г. была уже освоена гигантская по тем временам сумма – около 3 млрд руб. В 1986 г. в связи с устойчивым ростом уровня Программа была закрыта. А что сейчас? Похоже, государственные органы данная проблема не волнует. Не выделяются деньги даже на научные программы комплексных исследований Каспийского моря. В результате через несколько лет мы можем оказаться у разбитого корыта. Уровень катастрофически снизится, а мы не будем знать, как с этим бороться.

Благодарности. Работа выполнена в рамках госзадания FSZU-2020–0009 «Исследование физических, химических и биологических процессов в атмосфере и гидросфере в условиях изменения климата и антропогенных воздействий».

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Малинин В.Н. Проблема прогноза уровня Каспийского моря. – Спб.: Изд-во РГГМУ, 1994 – 160 с.
2. Малинин В.Н., Гордеева С.М. Уровень Каспийского моря как индикатор крупномасштабного влагообмена в системе «океан-атмосфера-суша» // Труды Карельского научного центра РАН. – 2020 – № 4 С. 5–20. DOI: 10.17076/lim1156.
3. Chen J. L., Pekker T., Wilson C. R., Tapley B. D., Kostianoy A. G., Cretaux J.-F., Safarov E. S., Longterm Caspian Sea level change // Geophysical Research Letters. – 2017 – Vol. 44. – P. 6993–7001, DOI:10.1002/2017GL073958.
4. Matthias Prange, Thomas Wilke, Frank P. Wesselingh, The other side of sea level change // Communications Earth & Environment. – 2020 – 1:69. <https://doi.org/10.1038/s43247-020-00075-6>.
5. Лобанов В.А., Наурозбаева Ж.К. О возможных изменениях толщины морского льда в Каспийском море в текущем столетии // Гидрометеорология и экология. – 2021 – № 62 С. 75–95. doi: 10.33933/2074-2762-2021-62-75-95.

### **PARTICIPATORY GOVERNANCE FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE CASPIAN SEA REGIME / СОВМЕСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕЖИМА КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

*Marina Soilemezidou,*  
Greece, Athens, EPIELAN  
(Mediterranean Programme for  
International Environmental Law and  
Negotiation)

В рамках написания диссертации «Международное управление статусом Каспийского моря: политические, юридические, переговорные и геонаучные



параметры» с комплексным подходом к международному регулированию правового режима Каспийского моря как совокупности действий правительств прибрежных государств, научного и делового сообщества, а также гражданского общества на основе международного правопорядка посредством международного переговорного процесса, было проведено исследование, предметом которого являются доступ общественности в прикаспийских государствах к информации, её участие в принятии решений и доступ к правосудию по вопросам охраны окружающей среды.

Цель исследования – анализ эволюции развития института участия гражданского общества в процессах, связанных с экологией и охраной окружающей среды в постсоветский период и его перспективы, в том числе, согласно соответствующим положениям Тегеранской и Актауской Конвенций и другим международным документам.

Актуальность исследования заключается в том, что вопросы о важнейшей роли участия гражданского общества в области охраны и сохранения природы, нашедшего отражение в международном праве (Орхусская Конвенция и др.), на постсоветском пространстве и, в частности, в Каспийском регионе, на фоне добычи и транспортировки углеводородов, не получили на данный момент достаточного развития и изучения.

В исследовании использованы общенаучные методы, такие как метод научной объективности, описания и объяснения, индукции и дедукции, анализа и синтеза, обобщения, сравнения и аналогии.

Орхусская конвенция (в рамках ЕЭК ООН, 1998 г.) является первым международным договором, устанавливающим принципы и процедуры, касающиеся прав граждан на доступ к информации, участие в принятии решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды. В этом контексте гражданам и организациям гражданского общества отводится активная роль в «совместном/коллективном управлении окружающей средой» (на основе широкого участия), которое наиболее эффективно обеспечивает и социально узаконивает путь к устойчивому развитию, защите интересов настоящего и будущих поколений (intergenerational equity). Орхусская конвенция, сочетающая охрану окружающей среды с защитой прав граждан на основе процессуальных прав и принципов и, в более широком смысле, взаимосвязанная с рядом международных институтов, договорных экологических режимов (таких как Каспийский конвенционный режим) и международными процедурами, вносит решающий вклад в укрепление управления устойчивым развитием на всех уровнях (местном, региональном, национальном и международном), достижению эффективного устойчивого управления внутри страны и, в то же время, укреплению международной роли государств, участвующих в развитии международного устойчивого управления во всех областях охраны окружающей среды. Из прикаспийских государств Сторонами Конвенции являются Азербайджан, Казахстан и Туркменистан. Независимо от этого, принципы Конвенции были отражены в Тегеранской (Рамочная конвенция по защите морской среды

Каспийского моря, 2003) и Актауской (Конвенция о правовом статусе Каспийского моря, 2018) Конвенциях и др. международных документах прикаспийских государств.

В работе было прослежено развитие становления института коллективного экологического управления, а также разработка соответствующей законодательной базы в прикаспийских государствах.

В результате были выявлены закономерности аналогичного хода развития НПО и отношения к ним со стороны правительств и общественности в прикаспийских новых государствах – от полного признания и поддержки в 90-е гг. до недоверия и строгого контроля со стороны государств и скептицизма со стороны общественности. Совершенно другая ситуация с НПО наблюдается в Иране, где они не сталкиваются с проблемами при их создании, но их роль ограничивается предоставлением услуг и обеспечением функциональных ресурсов при слабом участии в природоохранной деятельности и практическом отсутствии сотрудничества с правительством в отношении разработки и реализации совместного плана по обеспечению устойчивого развития. В целом во всех прикаспийских государствах управление экологическими вопросами характеризуется большими недостатками: на национальном уровне отсутствует организация, систематический и качественный контроль и учет, финансирование и т.д., на региональном уровне наблюдается недостаточное сотрудничество в научной сфере, координация и гармонизация программ, планирование, методология, взаимодействие науки и бизнеса, обмен информацией, а также недостатки в сотрудничестве органов государственной власти, частного сектора, НПО и общественности.

Поскольку в Тегеранской и Актауской Конвенциях, которые дополняются Протоколами и др. международными и национальными документами, в соответствующих положениях предусматривается доступ к информации, участие общественности в процессе принятия решений и доступ к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды Каспийского моря, имеются положительные перспективы для расширения деятельности НПО и гражданского общества в целом во всех прикаспийских государствах.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Конвенция о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (Орхусская конвенция), [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/orhus.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/orhus.shtml), Рамочная конвенция по защите морской среды Каспийского моря (Тегеранская конвенция), <https://tehranconvention.org/ru/tc/text-convention>, Конвенция о правовом статусе Каспийского моря (Актауская конвенция), <http://kremlin.ru/supplement/5328>

2. European Parliament resolution of 13 April 2016 on implementation and review of the EU-Central Asia Strategy, 13.04.2016, [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2016-0121\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2016-0121_EN.html).

3. Raftopoulos, E, *International Negotiation. A Process of Relational Governance for International Common Interest*, 2019, Cambridge University Press, 2019, <https://doi.org/10.1017/9781108164870>.

4. Гапизов З.Р. Развитие общественных инициатив в сфере природоохранной деятельности на Каспии в постсоветский период, *Исторический журнал: научные исследования*, 2022, № 2, С. 44, 52, DOI: 10.7256/2454-0609.2022.2.37930.

5. Hashemia, F., Sadighib, H., Chizarib, M. & Abbasib, E. The relationship between ENGOs and Government in Iran, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02844>.

**Тезисы докладов на Круглом столе  
«Геосистемы и минеральные ресурсы открытого океана  
и переходных зон «континент-океан»**

**ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОИ ДВО РАН В  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЯХ ТИХОГО ОКЕАНА**

*М.Г. Валитов,*  
г. Владивосток, ТОИ ДВО РАН

С момента своего создания в 1973 году, Тихоокеанский океанологический институт (В то время ТОИ ДВНЦ АН СССР) проводил геолого-геофизические исследования на акватории морей Тихого и Индийского океанов.

В то время государственные интересы распространялись далеко за пределы территориальных вод и экономической зоны СССР, поэтому флот Академии Наук активно изучал ключевые районы восточного полушария Мирового океана.

В конце 80-х годов прошлого века ТОИ ДВО РАН начал планомерное изучение акватории Японского моря. Геофизической съемкой была покрыта сначала западная часть акватории, в пределах экономзоны Северной Кореи и СССР. В комплекс методов входили непрерывное сейсмическое профилирование (НСП), гравиметрия и гидромагнитная съемка.

На втором этапе геофизические исследования были сосредоточены в пределах Центральной котловины Японского моря, попадающей в экономзону России. Съёмки здесь выполнялись тем же комплексом методов, но на более высоком техническом уровне.

Одновременно с изучением Японского моря ТОИ ДВО РАН выполнил ряд экспедиций в Охотском море по проекту КОМЭКС. Исследования были сосредоточены в котловине Дерюгина, возвышенности Института Океанологии и Курильской котловине. К сожалению, исследования не носили плановый характер и были закончены после завершения проекта.

В декабре 2004 года произошло геодинамическое событие, которое заставило государство найти средства на новые геолого-геофизические исследования – это было сильное землетрясение вблизи о. Суматра, вызвавшее катастрофическое цунами, погубившее сотни тысяч человеческих жизней. В 2005 году была организована в район Тихоокеанского шельфа Центральных Курил геолого-геофизическая экспедиция, целью которой было изучить глубинное строение этого региона и определить вероятность возникновения здесь сильного землетрясения, аналогичного суматрийскому 2004 года.

Тихоокеанский океанологический институт организовал в этот сейсмоопасный район три экспедиции: в 2005, 2006 и 2010 гг. Традиционно, основной объем выполненных исследований пришелся на комплекс геофизических методов: гравиметрия, магнитометрия, НСП. Причем НСП с пневматическими источниками – основной метод получения информации о мощности осадочного чехла, его

структуре и кровле кристаллического фундамента, выполнялось только в экспедициях 2005 и 2006 годов. В 2009 году поменялось законодательство в области морских научных исследований, в результате чего были полностью запрещены пневматические источники упругих колебаний (пушки, пневмопушки), используемые при НСП, и экспедиция 2010 года выполнялась без них. Результаты последней экспедиции были на несколько порядков менее информативные, потому что мы лишились информации об одной из основных аномалиеобразующих границ – поверхности кристаллического фундамента. С этого момента началась черная полоса в морских геолого-геофизических исследованиях ТОИ ДВО РАН и всего научного сообщества России.

К сожалению, экспедициям ТОИ ДВО РАН удалось обследовать лишь малую часть акватории, включающую в себя участок тихоокеанского шельфа Средних Курил. Прилегающая к этому району акватория Охотского моря и тихоокеанский склон желоба с тектоническим валом и прилегающим ложем Тихого океана остались не исследованными на предмет сейсмостектонической опасности. В то время как геодинамические процессы в пределах рассматриваемой акватории весьма сходны с геодинамикой зоны эпицентра землетрясения Тохоку.

Следует заметить, что все вышеперечисленные исследования, как правило, выполнялись как в технологически рациональном, так и экономически эффективном комплексе методов: гравиметрия, магнитометрия, батиметрия и непрерывное сейсмическое профилирование. Иными словами, судовое время использовалось максимально эффективно: с одной стороны одновременно на судне выполнялись независимые методы, не наводящие помехи друг на друга, с другой стороны – одновременно поступало максимальное количество информации о физических полях Земли. Такой подход наиболее оптимален и позволяет государству, выделяющему средства на исследования, получить актуальные данные, которые можно в дальнейшем использовать в других сферах экономики.

Как уже упоминалось выше, в 2009 году ситуация изменилась, была полностью переработана статья 25 главы 5 187-ФЗ «О континентальном шельфе Российской Федерации» (в ред. Федерального закона от 27.12.2009 № 364-ФЗ). В результате чего у чиновников, выдающих разрешения на проведения МНИ геологической направленности (направление Науки о Земле), появилась возможность полностью запрещать определенные виды исследований. Сменилось законодательство и закрепилась общая парадигма роли фундаментальной науки в государстве. Ужесточились запретительные меры и сложилась патовая ситуация. С одной стороны от научных организаций государство требует решения фундаментальных задач, в том числе прогноза сейсмичности, опасных геодинамических явлений, изучения строения глубинных оболочек планеты, разработка технологий поиска новых типов полезных ископаемых (в том числе газгидратов), оценку воздействия геологической среды на экологию. С другой стороны, сотрудники контролирующих ведомств, выполняя экспертную оценку запросов на проведение МНИ, используя

формальный подход, руководствуясь пунктами 3 и 4 статьи 25 главы 5 187-ФЗ, запрещают выполнять исследования.

С 2016 года ТОИ ДВО РАН начал новый этап геолого-геофизических исследований дальневосточных морей. За это время обновился парк геофизического оборудования, увеличилась точность координатной привязки, был обработан ранее полученный материал и возникла потребность в детализации исследований. Геофизические исследования продолжили наращивать акваторию в Японском море. Геофизической съемкой были засняты северное замыкание Центральной котловины, Татарский трог и Татарский пролив. Начались работы в Припарамуширском районе Охотского моря. Но запрет на изучения осадочного слоя и подошвы кристаллического фундамента никуда не ушел. Мы также продолжаем терять геолого-геофизическую информацию, выполняя геофизические исследования без полноценного сейсмического профилирования. Выделяемые государством средства не дают полную отдачу из-за неэффективного законодательства, не отвечающего современным вызовам и проблемам.

Для преодоления этого барьера необходимо разрешить организациям подведомственным Минобрнауки выполнять сейсмические исследования с использованием пневматических источников упругих колебаний. Это позволит в разы увеличить полезный выход научного материала, уменьшить экономические затраты на проведение МНИ, повысить публикационную активность. Компромиссным решением может быть ограничение суммарного объема используемых пневмоисточников при проведении сейсмического профилирования и частота импульсов при проведении глубинного сейсмического зондирования земной коры. Этот компромисс необходимо предварительно обсудить с геофизическим сообществом.

## **ПЛАНИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРИБРЕЖНО-МОРСКОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ДАЛЬНОМ ВОСТОКЕ РОССИИ: РОЛЬ ГЕОСИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОПЕРЕЖАЮЩЕМ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ РЕГИОНА**

*К.С. Ганзей, В.В. Жариков,*  
г. Владивосток, ТИГ ДВО РАН

Ключевым звеном переходной зоны континент-океан является морское побережье – природная географическая граница, дифференцирующая и связывающая географические структуры суши и моря (океана). Зона контакта – полиструктурное образование, с сочетанием наземных и морских природных, природно-ресурсных, инфраструктурных и хозяйственных компонентов. Она представляет собой контактную географическую структуру [4] – область взаимосвязи, взаимопроникновения и взаимовлияния отдельных элементов и процессов океанической среды, и суши. На Дальнем Востоке России процесс взаимопроникновения проявляется наиболее интенсивно.

Совокупность свойств переходной контактной зоны имеет ключевое влияние на высокую устойчивость территориально-акваториальных хозяйственных систем, что создает условия для диверсификации природопользования и совокупности видов деятельности. В конечном итоге это сказывается на устойчивости и скорости социально-экономического развития регионов переходной зоны. Прибрежные зоны представляют собой область формирования и развития двухзвенной структуры – прибрежно-морского природопользования. Узловой проблемной точкой изучения является соблюдение строгих принципов качественного и количественного исследования состояния, динамики и эффективности. Специфические особенности прибрежно-морского природопользования заключаются в: наличии морских природных ресурсов; возможности совместного использования ресурсов аэральная и аквальной частей, что обеспечивает более широкий набор типов и режимов природопользования; вовлечении морского транспорта в транспортировку сырья и готовых продуктов, что увеличивает рыночное пространство; наличии тесных взаимосвязей структур природопользования и их составных частей [2].

Концентрация населения и производственных мощностей в прибрежной зоне Земли обусловила пристальное внимание исследователей в области устойчивого природопользования к переходным зонам с формированием понятия «комплексное управление прибрежными зонами» (КУПЗ). Главной целью КУПЗ является раскрытие связей между социально-экономической системой и природными условиями и ресурсами прибрежной зоны с разработкой методов и подходов к планированию и управлению прибрежным природопользованием. В России использование принципов КУПЗ во многом лимитируется в связи с действующим законодательством. Это является одной из причин активизации работ по планированию развития природопользования в прибрежной зоне – морского пространственного планирования (МПП).

Объектом МПП является переходная зона континент-океан, которая состоит из трех сегментов: прибрежной территории, береговой геоструктуры и морского пространства. Разработка и реализация программы МПП включает обширный набор действия и мероприятий [1], которые во многом сочетаются с работами в рамках ландшафтного планирования. Применение учения о ландшафтах в рамках работ по прибрежно-морскому природопользованию является основой для обеспечения всестороннего подхода к формированию системы устойчивого природно-хозяйственного комплекса переходных зон.

Использование подходов ландшафтного планирования осуществлено на примере функционального зонирования Владивостокской агломерации. Работа реализована в рамках договорных работ между ТИГ ДВО РАН и ООО «КБ Стрелка» в 2022 г. Ключевым этапом работы было определение обоснование границ агломерации. Ее территория рассматривается в форме целостной урбанизированной геосистемы, пространственная дифференциация которой должна обеспечивать наличие и определенное соотношение различных функциональных зон развития и природного каркаса территории. При этом функционирование данных зон должно

регулироваться на основе вещественно-энергетических связей ландшафтов, использования природных ресурсов, развивающихся территориально-хозяйственных структур и расселения.

Ландшафтный подход для определения административных границ Владивостокской агломерации на суше основан на бассейновом принципе организации территории. Выделение водосбора в единых орографических границах определяет взаимосвязь морфологической, гидрологической, ресурсной, экологической составляющих. Их балансовые соотношения дают возможность регулирования природных процессов, антропогенных воздействий на них и экологических последствий. В рамках определения морских границ агломерации прилегающие акватории выделены в отдельный полифункциональный морехозяйственный район. Его границы определяются конфигурацией береговой линии северо-западной части залива Петра Великого и включают Амурский залив, прибрежные воды Хасанского района с акваторией Морского заповедника. На северо-востоке район ограничен водами Уссурийского залива и акваториями, примыкающими к побережью от Большого Камня до бух. Подъяпольского. Внешняя морская граница района определяется пространственным распространением приоритетных видов морского природопользования для агломерации и проходит по линии, соединяющей крайнюю южную береговую точку Морского заповедника с южным выходным мысом бух. Подъяпольского. Выделение такого морехозяйственного района позволит в полной мере учитывать его физико-географическую, природно-ресурсную и социально-экономическую специфику, устранять существующие противоречия и прогнозировать потенциально возможные конфликты между различными видами прибрежно-морского природопользования полиресурсной акватории агломерации.

Результатом проведенных работ стал стратегический план использования территорий и акваторий Владивостокской агломерации в виде функционального зонирования суши и прибрежной морской зоны. Для его реализации требуется разработка программы в виде конкретных мероприятий при проведении стратегического планирования.

Разработанный вариант функционального зонирования является основой при формировании научно-методической базы комплексного пространственного планирования территорий и акваторий Владивостокской агломерации. Целесообразна детализация подобного зонирования на более крупных масштабах оценки.

Проведенный анализ показал необходимость стыковки документов территориального планирования и морского планирования, а также внесение изменений и дополнений в правовые акты с учетом специфики прибрежно-морской зоны. Однако для этого требуется значительная работа по совершенствованию действующей правовой базы. Комплекс данных мероприятий, основанный на геосистемном подходе к изучению территории, является базисной основой обеспечения опережающего социально-экономического развития региона.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бакланов П.Я. Морское пространственное планирование: теоретические аспекты // Балтийский регион. – 2018. – Т. 10, № 2. – С. 76-85.
2. Прибрежно-морское природопользование: теория, индикаторы, региональные особенности. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 308 с.
3. Тихоокеанская Россия: страницы прошлого, настоящего, будущего / отв. ред. академик РАН П.Я. Бакланов. – Владивосток: Дальнаука, 2012. – 406 с.
4. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX-XXI веков: в 3 т. Т.2 Природные ресурсы и региональное природопользование / отв. ред. П.Я. Бакланов, В.П. Каракин. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 560 с.

## MANTLE GEODYNAMICS AND SOURCE DOMAIN OF THE EAST VIETNAM SEA OPENING-INDUCED VOLCANISM IN VIETNAM AND NEIGHBORING REGIONS

*Nguyen Hoang,*

Institute of Geological Sciences, VAST, Vietnam,  
Graduate University of Science and Technology,  
VAST, Vietnam;

*Le Duc Anh,*

Institute of Marine Geology and Geophysics,  
VAST, Vietnam, Graduate University of Science  
and Technology, VAST, Vietnam;

*Tran Thi Huong,*

Institute of Geological Sciences, VAST, Vietnam

The spreading of the East Vietnam Sea (EVS, also known as Bien Dong, or the South China Sea), leading to the occurrence of syn-spreading (33-16 Ma) and post-spreading (< 16 to present) volcanism. Syn-spreading magma making up thick layers of tholeiitic basalt with a geochemical composition close to the refractory and depleted mid-ocean ridge basalt (MORB) is mainly distributed inside the EVS basin. The post-spreading magma is widely distributed inside the basin and extended to South and SE China, Hainan island, Southern Laos (Bolaven), Khorat Plateau (Thailand), and Vietnam, showing the typical intraplate geochemistry. Basaltic samples were collected at many places in Indochina countries, Vietnam's coastal and continental shelf areas, to analyze for eruption age, petrographical, geochemical, and isotopic composition to understand the similarities and differences in the mantle sources between regions. The results reveal that basalts from some areas show geochemical features suggesting they were derived subsequently by spinel peridotite and garnet peridotite melting, forming high-Si, low-Mg, and low-Ti tholeiitic basalt to low-Si, high-Mg, and high-Ti alkaline basalt with the trace element enrichment increasing over time. Other basalts have geochemical and isotopic characteristics unchanged over a long period. The post-spreading basalt's radiogenic Sr-Nd-Hf-Pb isotopic compositions show different regional basalts distribute in the various fields regardless of eruption age, suggesting that their mantle source feature is space-dependent. The post-EVS spreading basalts expose the regional heterogeneity, reflecting the mixture of at least three components, including a depleted mantle (DM) represented by the syn-

EVS spreading source, similar to the DUPAL-bearing Indian MORB source; an enriched mantle type 1 (EM1), and type 2 (EM2). The DM may interact and acquire either EM1 or EM2 in the sub-continental lithospheric mantle; as a result, different eruption at different area acquires distinct isotopic signature, reflecting the heterogeneous nature of the subcontinental lithospheric mantle. The study proposes a suitable mantle dynamic model that explains the EVS spreading kinematics and induced volcanism following the India – Eurasian collision from the Eocene based on the research outcomes.

## **НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ И РЕЛЬЕФЕ ДНА ПРИБРЕЖНО-ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНО- СИБИРСКОГО МОРЯ**

*Д.В. Рябчук, В.А. Жамойда,  
А.Ю. Сергеев, Е.О. Петров,  
И.А. Неевин, Л.М. Буданов,  
А.В. Бартова,  
г. Санкт-Петербург, ФГБУ  
«ВСЕГЕИ»*

Прибрежные районы Восточно-Сибирского моря относятся к самым слабоизученным акваториям Российской Арктики. Ограниченная информация о строении приповерхностного геологического разреза (результаты бурения, поверхностного пробоотбора, сейсмоакустического профилирования и т.д.) содержится в ряде неопубликованных отчетов, подготовленных в 1971-1988 гг. (Безродных Ю. П., Калиничев В.А., Васильев В.В., Воробьев В.А., Гринталь Э.Ф., Громатович Г.А., Дорофеев В.К., Зайцев И.М., Маслов Ю.С., Лаштабег В.А., Серов Е.К.). Литологические, минералогические и геохимические исследования поверхностных отложений выполнялись специалистами НИИГА - ВНИИОкеангеология [3, 4], ДВО РАН [1,2], ИО РАН. Объем имеющихся данных по сейсмоакустическому профилированию для исследованного района крайне ограничен – экспериментальные геолого-геофизические работы с применением этого метода были осуществлены в 1977-1988 гг. в Колымском заливе, в 2010 году ГНПП «Севморгео» пройден региональный профиль 5АР (к западу от острова Врангеля). Отсутствие данных сейсмоакустического профилирования и радиоуглеродных датировок четвертичных отложений вызвали неоднозначность в интерпретации геологической истории территории в четвертичное время.

В ходе экспедиций ФГБУ «ВСЕГЕИ» в 2018 и 2020 гг., организованных в рамках государственного геологического картирования (ГК-1000/3) листов R56-60 и S-55,56 было выполнено 3400 км непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСАП) с одновременным использованием нескольких методов (спаркер, пневмопушка, профилограф), 3200 км профилирования методом гидролокации бокового обзора (ГЛБО) и многолучевого эхолотирования, выполнена 191 станция донного пробоотбора с применением бокс-корера, с помощью гравитационной ударной трубки отобрано 29 грунтовых колонок (длиной от 0,25 до

2,5 м). Детальные исследования кернов донных отложений включали в себя послойный гранулометрический анализ, комплекс геохимических определений, палинологический анализ и радиоуглеродное датирование. Эти материалы позволили существенно уточнить палеоклиматические и палеогеографические реконструкции природных условий позднего плейстоцена – голоцена.

По данным анализа НСАП и колонкового пробоотбора, в сводном разрезе выделено пять сейсмотолщ плиоцен-четвертичных отложений, которые, в свою очередь, локально могут подразделяться на более дробные подразделения. Комплексный анализ полученных материалов позволил получить новые данные о палеогеографическом развитии южной части Восточно-Сибирского моря в позднем неоплейстоцене – голоцене.

Сейсмотолща V соответствует континентальным отложениям плиоцена – раннего плейстоцена. Сейсмотолща IV коррелируется с отложениями раннего – среднего плейстоцена. В начале плейстоцена в пределах современной площади прибрежной зоны преобладали процессы эрозии и денудации, обусловленные континентальными условиями. Здесь формировались многочисленные палеодолины относительной глубиной до 40 м, заполненные в основном аллювиальными отложениями. Верхняя часть толщи IV предположительно накапливалась в мелководных морских условиях.

Положение сейсмотолщи III в геологическом разрезе свидетельствует о том, что накопление формирующих ее отложений происходило в позднем плейстоцене. Отложения ССТ IIIb, скорее всего, можно сопоставить со временем Казанцевской трансгрессии (70–120 тыс. лет назад). Период Зырянского похолодания (50 – 75 тыс. л.н.) отражен в разрезе части сейсмоакустических профилей в виде границы, разделяющей ССТ III на две подтолщи. Накопление отложений ССТ IIIa, вероятно, происходило в основном во время Каргинской трансгрессии (потепления) (23 – 50 тыс. л.н.).

Во время последнего (Сартанского) похолодания на всей территории исследования преобладали континентальные условия, превалировали эрозионные процессы. Форм рельефа или отложений, образовавшихся в результате ледниковой деятельности, в исследуемой прибрежной зоне не обнаружено.

В ходе начавшегося потепления (с 18 тыс. л.н.) на обширных пространствах приморской равнины, располагавшейся в пределах дна современной акватории, началось интенсивное таяние мерзлоты, формирование термокарстовых котловин и развитие речных долин. С этим этапом развития связано формирование отложений сейсмотолщи II. В колонках донных отложений, отобранных на границе ССТ II и ССТ I, прослеживается переход от пресноводных к лагунным и, далее, к морским условиям седиментации. Голоценовые осадки ССТ I соотнесены с голоценовыми образованиями и характеризуются значительным фациальным разнообразием.

По результатам комплексного анализа геолого-геофизических данных два принципиально различных по морфологии, составу, возрасту и генезису типа подводных гряд и валов. Гряды, расположенные в пределах морской равнины на

внешней периферии подводной долины р. пра-Колымы и на внешней периферии морской равнины вокруг о-ва Новая Сибирь, ассиметричны, имеют относительную высоту от 1–2 м до 4–6 м, ширину – в среднем 2–4 км (до первых десятков километров) и среднюю протяженность – 25–30 км (до 100 км). Гряды этого типа сложены очень плотными глинами и глинистыми алевритами без примеси грубообломочного материала. Возраст отложений, формирующих гряды, – 18 – 13 тыс.кал.л.н. В межгрядовых ложбинах обнажаются образования среднего и верхнего неоплейстоцена. Состав, морфология и возраст отложений гряд позволяют предположить, что их генезис связан с денудационными процессами, однако механизм их формирования не очевиден. Ко второму типу относится система прибрежных валов, расположенных на расстоянии до 30 км от берега о. Новая Сибирь и сложенных мелкозернистыми, хорошо сортированными песками. Ширина валов варьирует от 1 до 2 км, высота – от 4 до 8 м, протяженность – 10–15 км, они имеют слабо ассиметричную форму, с более пологим склоном со стороны острова. Эта система гряд формировалась за счет прибрежно-морских аккумулятивных процессов в голоцене. Конечно-моренные гряды на исследованных участках дна не выявлены, что не подтверждают гипотезу распространения покровного оледенения неоплейстоцена в пределы шельфа.

Исследования данных осуществлены при поддержке гранта РФФИ № 22-27-00412.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дударев О.В. и др. Новые данные о распределении глинистых минералов в донных осадках шельфа Восточно-Сибирского моря // Международная конференция "Полезные ископаемые континентальных шельфов" и V (заключительная) конференция по проекту IGC-P464 "Континентальные шельфы во время последнего гляциального цикла". – Санкт-Петербург, 2005. – С. 119-122.
2. Николаева Н.А., Деркачев А.Н., Дударев О.В. Особенности минерального состава осадков шельфа восточной части моря Лаптевых и Восточно-Сибирского // Океанология. – 2013. – Т.53, № 4. – С. 529-538.
3. Семенов Ю.П. О некоторых особенностях формирования донных отложений Восточно-Сибирского и Чукотского морей//Антропогенный период в Арктике и Субарктике. Труды НИИГА. Том 143. М.: Недра. 1965, с. 350-352.
4. Яшин Д.С. Голоценовый седиментогенез Арктических морей России // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. – СПб.: ВНИИОкеангеология, 2000, вып. 3. С. 57–67.

#### ГЕОМИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМА МИРОВОГО ОКЕАНА

*А.Л. Пономарева,*  
г. Владивосток, ТОИ ДВО РАН

Геомикробиологические системы Мирового океан играют ведущую роль в формировании среды и взаимодействия био- и геосфер.

Микроорганизмы являются основой больших геобиологических циклов и играют важную роль в процессах седиментации и фиксации углерода и азота. Их таксономическое разнообразие и физиологические свойства могут являться важными биоиндикаторными признаками нефтегазовых структур, как непосредственно их обнаружения, так и характеристик, например, типа залежи. При обнаружении пульсирующих газовых сипов геомикробиологические индикаторы приобретают особую значимость, так как обнаруживаются в отсутствии газогеохимических аномалий.

Ведущими геомикробиологическими группами являются бактерии с газовым типом питания, к которым относятся метанотрофные, метаногенные, карбоксиобактерии, водородные, ацетогенные прокариоты. Они являются первым звеном в геомикробиологических циклах. При этом сложности культивирования затрудняют их использования в биоиндикаторных целях.

Прокариоты, способные к утилизации длинных и циклических углеводов, так же способны синтезировать большой спектр органических соединений, в первую очередь карбоновых кислот. Карбоновые кислоты являются основным субстратом для роста большого количества функциональных групп, в частности, сульфатредукторы.

Сульфатредукторы сопряжены в цикле углерода с метанотрофами и углеводородокисляющими прокариотами, что позволяет им с помощью синтрофных отношений окислять метан и длинные углеводороды в анаэробных условиях в толще донных отложений.

Биоиндикация в геомикробиологии проводится с помощью молекулярно-генетических и культуральных методов. Проводят обнаружения функциональных генов бактериального окисления метана *pmoA*, аэробного и анаэробной деструкции углеводов *alkB* и *masD*, сульфатредукции *dsrB* и метагенеза *mcrA*.

В северной части Японского моря при сравнении района, где были обнаружены газогидраты и района, с высокими концентрациями метана, но без газогидратов, были выявлены существенные различия в обнаружении функциональных индикаторных генов, таксономическом составе углеводородокисляющей микробиоты и в их свойствах. Только в газогидратном районе фиксировали представителей *Nocardiaceae*, и с наибольшей частотой обнаруживались гены анаэробной деструкции линейных углеводов [1].

В Южно-Китайском море было зафиксировано совместное существование метанотрофных и сульфатредуцирующих бактерий в районе сульфидной минерализации (обнаружения пиритов и марказитов) [2].

Была описана способность углеводородокисляющих микроорганизмов, выделенных из донных отложений в районе аномальных газовых полей в Карском, Японском, Охотском, Южно-Китайском морях и проливах Брансфилд (Антарктика) и Татарском к деструкции углеводов как в аэробных, так и анаэробных условиях.

Сравнительный анализ обнаружения термо-, мезо- и психрофильных микроорганизмов выявил приуроченность термофилов к району газофлюидной разгрузки в донных отложения Карского моря и толще вод пролива Брансфилд [3].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Валитов М.Г., Шакиров Р.Б., Яцук А.В., Прошкин З.Н., Ли Н.С., Аксентов К.И., Обжиров А.И., Съедин В.Т., Пономарева А.Л., Карнаух В.Н. Комплексные геолого-геофизические, газогеохимические и океанографические исследования в Японском море и Татарском проливе в 81-ом рейсе НИС "Академик М.А. Лаврентьев" // Тихоокеанская геология. 2019. Т. 38. № 4. С. 97-105.

2. Еськова А.И., Пономарева А.Л., Легкодимов А.А., Калгин В.Ю., Шакиров Р.Б., Обжиров А.И. Особенности распределения индикаторных групп микроорганизмов в донных отложениях Южно-Китайского моря // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2020. Т. 33. С. 33-43.

3. Полоник Н.С., Пономарева А.Л., Шакиров Р.Б. Глубоководная метановая аномалия в проливе Брансфилд (Антарктика) // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2020. Т. 32. С. 61-76.

4. Пономарева А.Л., Полоник Н.С., Обжиров А.И., Шакиров Р.Б., Григоров Р.А., Шмале О., Мау С. Взаимосвязь распределения метана и психро-, мезо- и термофильных углеводородокисляющих микроорганизмов в донных отложениях в Карском море // Геосистемы переходных зон. 2021. Т. 5. № 4. С. 389-398.

### ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИИ МАГЕЛЛАНОВЫХ ГОР (ТИХИЙ ОКЕАН)

*В.Т. Съедин, С.П. Плетнев,*  
г. Владивосток, ТОИ ДВО РАН

Магеллановы горы расположены в южной части северо-западного сектора Тихого океана. Это – один из наиболее изученных объектов Мирового океана в геолого-геофизическом отношении. Магеллановы горы как объект изучения давно интересуют геологов. С практической точки зрения они привлекают к себе внимание, прежде всего, как место крупных скоплений кобальтосодержащих Fe-Mn образований в рудных корках (средняя мощность 9–12 см, максимальная – достигает 45 см), реальные запасы которых еще предстоит оценить. В научном плане гайоты Магеллановых гор представляют собой интерес как типичные структуры вулканического происхождения Тихого океана. Немаловажное значение такого повышенного внимания к Магеллановым горам имеет и тот факт, что основная часть гайотов Магеллановых гор расположена в нейтральных водах и, в тоже время, достаточно близко к территории большинства стран, активно занимающихся геологическими исследованиями океана. В 2015 г Комиссия по морскому дну при ООН закрепила за нашей страной 4 гайота для проведения на них поисково-разведочных работ. Этот факт имеет большое значение для нашего повышенного внимания к изучению гайотов Магеллановых гор.

В изучении Магеллановых гор активное участие, кроме России, принимают Япония, Китай, Южная Корея и США. В нашей стране наиболее значительная роль в изучении гайотов Магеллановых гор на данном этапе исследований принадлежит АО «Южморгеология». В период с 1998 и по настоящее время АО «Южморгеологией» проведены многочисленные экспедиции (около 20) на НИС «Геленджик», в которых был получен обширный каменный материал по магматическим и осадочным породам Магеллановых гор. Комплексная обработка этого материала легла в основу настоящей работы.

Целью настоящей работы является: 1 – Выделение возрастных вулканических комплексов и тектоно-магматических этапов эволюции магматизма гайотов Магеллановых гор; 2 – выделение палеогеографических этапов эволюции гайотов Магеллановых гор; 3 – сопоставление геологических (тектоно-магматических и палеогеографических) этапов эволюции гайотов Магеллановых гор.

На самом раннем этапе изучения Магеллановых гор исследователи обратили внимание, что эти структуры сложены разновозрастными геологическими (в т.ч. и вулканическими) образованиями. Разными авторами выделялись 2 (нижний или ранний; верхний или поздний) или 3 (ранний, средний, поздний) возрастных вулканических комплекса как для отдельных гайотов, так и для всех Магеллановых гор [1-4]. Однако, четкие морфологические привязки и возрастные параметры для выделенных комплексов обычно отсутствуют.

В настоящее время на основе имеющихся определений изотопного возраста, биостратиграфических данных, а также материалов глубоководного бурения нами на гайотах Магеллановых гор выделены 5 крупных возрастных вулканических комплекса: 1 – позднеюрско-раннемеловой (самый ранний мел – 160-140 млн. лет); 2 – раннемеловой (поздний баррем (?)-апт-альбский – 127-96 млн. лет); 3 – позднемеловой (позднесеноман (?)-турон-раннекампанский – 95-76 млн. лет); 4 – позднемеловой (позднекампан-маастрихский 74.5-66.0 млн. лет); 5 – кайнозойский – менее 66 млн. лет. Каждый из них соответствует определенному тектоно-магматическому этапу эволюции Магеллановых гор, а также характеризует конкретное морфологическое пространство гайотов (основание или пьедестал, основное тело, небольшие осложняющие наложенные структуры 2-го порядка) и геохимические особенности слагающих их вулканических пород [5, 6]. В основу этого разделения положены многочисленные (71 датировка) определения изотопного возраста, полученные нами К-Аг методом в одной лаборатории (аналитик В.А. Лебедев, ИГЕМ РАН). Эти и опубликованные данные (всего 107 датировок по 11 гайотам – К-Аг и  $^{39}\text{Ar}$ - $^{40}\text{Ar}$  методы) использованы в настоящей работе.

Позднеюрско-раннемеловой (1-ый комплекс) возрастной вулканический комплекс не подтвержден изотопными датировками по породам, поднятых с гайотов Магеллановых гор Его выделение основывается на общегеологической ситуации в этой части Тихого океана, а также на материалах бурения. Большинство исследователей считает, что эта часть Тихого океана сформировалась в

позднеюрско-раннемеловое время [1-3, 7-10 и др.]. В скв. 801С (котловина Пифогета), расположенной несколько северо-восточнее Магеллановых гор, вскрыт щелочной силл позднеюрского ( $157.4 \pm 0.5$  млн. лет) и толеитовые базальты среднеюрского ( $166.8 \pm 4.5$  млн. лет) возраста [11]. Этот факт позволяет утверждать о проявлении щелочного магматизма в позднеюрское время в данном районе. Палеонтологически охарактеризованные осадочные породы этого возрастного интервала отсутствуют. Наиболее древние породы имеют аптский возраст [6, 15, 16]. Вероятно, мы можем говорить о позднеюрско-раннемеловом времени проявления вулканизма первого комплекса, в результате которого, скорее всего, на рубеже юры и мела (около 150 млн лет) и были сформированы основания (пьедесталы, или цоколи, до 4500-4000 м) гайотов Магеллановых гор.

Раннемеловой – апт-альбский (2-ой комплекс) возрастной вулканический комплекс выделяется на основании многих датировок, полученных по гайотам и подтверждается материалами глубоководного бурения. Определения в интервале 127 – 96 млн. лет (поздний баррем-ранний апт-ранний сеноман) в количестве 34 датировок имеются для 5-и гайотов – Говорова, Коцебу, Альба, Ита-Май-Тай и Бутакова. Они получены как К-Аг (12 датировок), так и Аг-Аг (22 датировки) методом. Наиболее древние определения (от  $127.0 \pm 2.0$  до  $117 \pm 0.9$  млн лет) получены Аг-Аг методом для гайотов Коцебу, Говорова и Ита-Май-Тай [13, 21]. В скв. 462А, 800А и 802 разбурены базальтовые силлы соответственно раннеальбского ( $110 \pm 3$  млн. лет), позднебарремского ( $126.1 \pm 0.7$  и  $126.1 \pm 0.9$  млн. лет) и позднеаптского ( $114.6 \pm 3.2$  млн. лет) возрастов [11, 12]. Кроме этого, в нескольких скважинах (скв. 585; 800А; 801С; 802) DSDP и ODP, расположенных вблизи гайотов, разбурены мощные толщи (до 300 м) вулканокластических осадков (турбидитов) апт-альбского возраста [11, 14]. Согласно имеющимся геологическим данным по осадочным породам, в апт-альбское время на гайотах накапливались грубообломочные терригенные осадки – конгломераты, гравелиты и песчаники, а сами гайоты в это время представляли собой архипелаг островов [15, 16]. Выход вершин некоторых гайотов на поверхность также подтверждается наличием образцов красноцветно измененных базальтов – такие изменения происходят на воздухе. Все указанные данные свидетельствуют о том, что в раннемеловое (апт-альбское, вероятно, от позднего баррема до раннего сеномана – 127 – 96 млн. лет) время район Магеллановых гор и сами гайоты представляли собой область активного вулканизма. Это позволяет уверенно выделять для гайотов Магеллановых гор раннемеловой (апт-альбский) тектоно-магматический этап.

Позднемеловой – поздний сеноман-турон-раннекампанский (3-ий комплекс) возрастной вулканический комплекс также выделяется на основании многих датировок радиоизотопного возраста и подтверждается материалами глубоководного бурения. Определения в интервале 95–76 млн лет (поздний сеноман-ранний кампан) в количестве 41 датировки имеются для 9 из 11 гайотов, по которым имеются определения возраста. Они получены как К-Аг (28 датировок), так и Аг-Аг (13 датировок) методом. Наибольшее количество датировок этого возраста имеется



для четырех гайотов: Коцебу (9), Альба (8), Паллада (10) и Ита-Май-Тай (4). Значительная часть определений (13 из 41 датировок) получены Ar-Ar методом [13, 21]. Определения, полученные Ar-Ar методом, имеются для трех гайотов: Альба, Паллада и Федорова. В целом они располагаются в интервале 95.6–85.8 млн лет (поздний сеноман-турон-коньяк). Датировки, полученные K-Ar методом, имеются для 7-ми гайотов и располагаются в интервале 96.6–76.0 млн лет (поздний сеноман-ранний кампан).

В поздне меловое (позднесеноман-турон-раннекампанское – 95–76 млн. лет) время гайоты Магеллановых гор представляли собой область активного вулканизма, а вершинные части гайотов выходили на поверхность, о чем свидетельствует наличие красноцветно измененных базальтов и находки малакофауны в осадочных отложениях этого возраста [6]. Это позволяет уверенно выделять в эволюции гайотов Магеллановых гор поздне меловой – поздний сеноман-турон-раннекампанский тектоно-магматический этап. Скорее всего, породы этого комплекса, наряду с образованиями 2-го (ранне мелового) комплекса формируют основное тело гайотов. – от глубин 4000-3500 м до их современных вершин.

Поздне меловой – позднекампан-маастрихский (4-ый комплекс) возрастной вулканический комплекс выделяется нами на основании многих датировок, полученных по гайотам Магеллановых гор, и подтверждается материалами глубоководного бурения в прилегающих к гайотам котловинах. Определения в интервале 74.5-66 млн лет (поздний кампан-маастрихт) в количестве 16 датировок имеются для 7 из 11 гайотов, по которым выполнены определения возраста. Они получены по нашим материалам исключительно K-Ar методом. В скважинах, которые располагаются вблизи гайотов Ита-Май-Тай и Федорова (скв. 199, 585, 802), разбурены кампан-маастрихтские турбидиты с прослоями вулканических туфов и гиалокластитов [2, 3, 14]. Это свидетельствует о проявлении активного вулканизма в самом конце поздне мелового (позднекампан-маастрихт) времени на гайотах.

Все указанные данные свидетельствуют о том, что в самом позднем мелу гайоты Магеллановых гор, после незначительного перерыва в раннекампанское время, вновь стали областью активного вулканизма. Это позволяет выделять в эволюции гайотов Магеллановых гор поздне меловой позднекампан-маастрихтский тектоно-магматический этап. Однако интенсивность позднекампан-маастрихтского вулканизма (4-ый комплекс, 16 датировок) была значительно слабее по отношению к магматизму позднесеноман-турон-раннекампанского (3-ий комплекс, 41 датировки). На это указывает существенное преобладание (более чем в 2 раза) количества радиоизотопных определений для образований поздне мелового 3-го комплекса по отношению к определениям 4-го комплекса. В маастрихте на основных телах гайотов начали формироваться небольшие наложенные вулканические структуры 2-го порядка [6, 17].

Кайнозойский вулканический комплекс (5-ый комплекс, комплекс кайнозойской активизации) возрастной вулканический комплекс также выделяется на основании датировок, полученных по гайотам Магеллановых гор. Определения

(16 датировок) отвечающие кайнозойскому времени (65–15 млн лет, ранний палеоцен-средний миоцен) имеются для 6 из 11, охарактеризованных возрастными гайотами. Подавляющее большинство определений получены К-Ar методом, и только одно ( $19.9 \pm 0.8$  млн лет) – Ar-Ar методом [21]. При этом на гайоте Говорова имеется 9 датировок, отвечающих кайнозойскому времени, на гайоте Коцебу – две, а на остальных четырех гайотах (Гордина, Вулканолог, Альба, Паллада) – по одной. На гайоте Говорова датировки кайнозойского возраста характеризуют интервал от палеоцена до раннего миоцена (62.0–23.2 млн лет). Самое «молодое» определение, отвечающее среднемиоценовому времени ( $15.0 \pm 2.0$  млн лет), получено для гайота Альба [2]. Основная часть датировок (11 проб) характеризует позднепалеоцен-эоценовое (60-38 млн лет) время. Мы полагаем, что кайнозойский вулканический комплекс отвечает крупному (порядка 50 млн лет) одноименному тектоно-магматическому этапу в эволюции гайотов Магеллановых гор, который характеризует, скорее всего, процесс кайнозойской тектонической активизации этих структур. В этот период на основных телах гайотов формируются небольшие наложенные структуры 2-го порядка, обычно приуроченные к их платообразной поверхности. Согласно работе [17] на всех гайотах Магеллановых гор обнаружены многочисленные локальные «осложняющие» вулканические постройки в виде конусов и куполов. Их количество на одном гайоте изменяется от нескольких десятков до сотни и более единиц. Размеры этих структур варьируют от первых сотен метров в поперечнике до 10 км (преобладают 1.0-2.5 км), а высота – от 30 до 650 м (преобладают до 400 м). Формирование этих локальных «осложняющих» структур указанные авторы связывают с позднемеловой (кампан-маастрихт) и кайнозойской тектоно-магматической активизацией основного тела гайотов. Имеющиеся радиоизотопные определения для пород кайнозойского вулканического комплекса гайотов Магеллановых гор (Рис), а также анализ обширного материала по возрастам вулканитов подводных хребтов, гор и островов Тихого океана [19] и Филиппинского моря [20], позволяют разделить крупный кайнозойский (порядка 50 млн лет) тектоно-магматический этап в эволюции этих структур на 3 более мелких этапа. Кайнозойский тектоно-магматический этап отражает этап кайнозойской активизации магматизма в эволюции гайотов Магеллановых гор. Это наиболее слабый этап магматизма на гайотах Магеллановых гор, однако, и он сыграл определенную роль в эволюции этих структур.

Итак, выделенные на основании изучения вулканизма тектоно-магматические этапы гайотов Магеллановых гор в целом отвечают ранее определенным этапам эволюции Тихого океана [7-10]. Более того, они дополняют и уточняют время и интервал проявления тектоно-магматической активизации для других структур Тихого океана в мелу, и – особенно в кайнозое.

Палеогеографические этапы осадконакопления установлены нами на основе изучения осадочных пород и стратиграфических разрезов гайотов Магеллановых гор. Судя по стратиграфическому разрезу осадочные образования на гайотах стали формироваться с аптского времени [6, 16]. То есть, к этому времени вулканические

основания гайотов не только успели оформиться, но и на них возникли нормальные морские условия для роста и образования рифовых биогермов. Выделяются следующие палеогеографические этапы развития гайотах Магеллановых гор: 1 – апт-альбский (раннемеловой); 2 – позднеальб-сеноманский (раннетуронский (?)); 3 – турон-раннекампанский (среднекампанский (?)); 4 – позднекампан-маастрихтский; 5 – кайнозойский. Каждый из этих этапов соответствует определенному трансгрессивно-регрессивному циклу в эволюции Магеллановых гор. Отчетливо выделяются 2 регрессивных цикла: 1-ый (апт-среднеальбский) и 3-ий (турон-раннекампанский); а также 2 трансгрессивных цикла: 2-ой (позднеальб-сеноманский) и 4-ый (позднекампан-маастрихтский) этапы.

Кайнозойский (5-ый) этап – это самый длительный, однонаправленный этап геологической эволюции гайотов Магеллановых гор, в целом сопряженный с их общим опусканием. В раннем палеогене гайоты Магеллановых гор медленно и последовательно погружаются до стадии подводных гор [16]. Однако, кое-где ещё сохраняются (как и в маастрихте) «оазисы» рифовых экосистем, что отражается на характере осадконакопления. В течение позднего палеоцена-миоцена на гайотах периодически проявляется магматическая активность, интенсивность которой постепенно уменьшается. В олигоцене произошло, по-видимому, наиболее значительное общее погружение гайотов. Это погружение за период с эоцена до позднего миоцена составило не менее 1000 м. В позднем миоцене отметки вершинных плато были около современных глубин.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гайоты Западной Пацифики и их рудоносность. М.: Наука, 1995. 368 с.
2. Мельников М.Е. Месторождения кобальтоносных марганцевых корок. Геленджик: ФГУП «Южморгеология», 2005. 230 с.
3. Петрологические провинции Тихого океана. М.: Наука, 1996. 444 с.
4. Рашидов В.А. и др. Геолого-геофизические исследования гайотов Магеллановых Тихого океана // Вестник КРАУНЦ (Науки о Земле). 2003. № 1. С. 103-126.
5. Съедин В.Т., Авдонин В.В., Плетнев С.П. Тектоно-магматические этапы Магеллановых гор (новые представления). 52 Тектоническое совещание. М.: ГЕОС. 2020.
6. Геология гайотов Магеллановых гор (Тихий океан). Влад-к: Дальнаука, 2020, 200 с.
7. Пушаровский Ю.М. О магматических провинциях и тектонике Тихого океана // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1984. № 11. С. 13-18.
8. Пушаровский Ю.М. Тектоника Земли. Т.1. Тектоника и геодинамика. М.: Наука, 2003. 350 с.
9. Голубева Э.Д. Толейтовые базальты Тихого океана (петрология и геохимия). Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. 136 с.
10. Голубева Э.Д. Эволюция магматизма Тихого океана. Влад-ок: Дальнаука, 2009. 132 с.
11. Pringle M.S. Radiometric ages of basalts basement recovered at Sites 800, 801 and 802, Leg 129 Western Pacific Ocean // Proc. ODP, Sci. Results. 1992. Vol. 129. P. 389-404.

12. Batiza R. et.al. Sammury and index to petrologic and geochemical studies of LEG 61 basalts // Init. Reps. DSDP. 1982. Vol. 61. P. 829-839.
13. Koppers A.P., et. al. The Magellan seamount trail: implications for Cretaceous hotspot volcanism and absolute Pacific plate motion // Earth and Planet. Sci. Lett. 1998. V. 163. P. 53-68.
14. Initial Reports of the DSDP . 1985. Vol. 85. 998 p.
15. Плетнев С.П. Палеогеография осадочных бассейнов западной части Тихого океана (Поздний мел-кайнозой) // Автореф. докт. дисс. Владивосток: Дальнаука. 2012. 45 с.
16. Плетнев С.П. Основные типы осадочных пород апт-сеноманского возраст на гайотах Магеллановых гор (Тихий океан). // Тихоок. Геол. 2019. Т. 38, № 5. С. 45-55.
17. Мельников и др. Вулканические постройки на гайотах Магеллановых гор (Тихий океан) // Тихоок. Геол. 2016, Т. 35, № 6. С. 38-46.
18. Мельников и др., Среднемиоценовые вулканические постройки на гайоте Дальморгеология (Магеллановы горы, Тихий океан) // Тихоок. Геол. 2000, Т. 19, № 5. С. 38-46.
19. Clourd V. and Bonneville A. Ages of Seamounts, islands and plateaus on the Pacific Plate (ver. 2.0. October 2000). // <http://www.ufp.pf/geos>.
20. Съедин В.Т., Мельниченко Ю.И. Тектоно-магматические этапы Филиппинского моря и эволюция его впадины // Физика геосфер: 7-ой Всерос. симпозиум (материалы докладов). Владивосток: Дальнаука, 2011. С. 405-417.
21. Перетяжко И. С и др., Внутриплитный вулканизм гайота Альба: геодинамические модели формирования Магеллановых гор в Тихом Океане на протяжении 100 миллионов лет // Геология и геофизика 98-104. <https://doi.org/10.15372/GiG2021179>.

## РУДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕВЕРНОЙ ПАЦИФИКИ

*П.Е. Михайлик, А.И. Ханчук,  
Д.П. Савельев,  
г. Владивосток, ДВГИ ДВО РАН*

Одним из наиболее перспективных видов минерального сырья Мирового океана богатого стратегическими металлами являются железомарганцевые образования (ЖМО). В настоящее время наиболее изученными являются приэкваториальные зоны Мирового океана, где как в международных водах, так и в исключительных экономических зонах (ИЭЗ) государств, сосредоточены основные поля этих образований. Выделяется два основных экономически значимых типа ЖМО. Это конкреции (ЖМК) абиссальных котловин и кобальтбогатые корки (КМК) гайотов (плосковершинная подводная гора) [1].

Глубины формирования ЖМК на осадках составляют 4000-5000 м. Они богаты Mn, Cu, Ni и Co. Наиболее перспективным районом считается поле конкреций, залегающих между зонами разломов Клариян и Клиппертон (ККЗ) в международных водах в восточной части Тихого океана. Площадь ККЗ составляет порядка 5.3 млн км<sup>2</sup> из которых 4.2 млн км<sup>2</sup> представляют экономический интерес [5]. В пределах этой зоны Россия имеет разведочный участок, на который в 1988 г

был получен международный сертификат, а также с 1992 г принимает долевое участие (25 %) в правах на участок ЖМК СО «ИНТЕРОКЕАНМЕТАЛЛ» в том же регионе. Контракт на его изучение заключен Россией в 2001 году. Среднее содержание основных металлов на заявочном участке России, в поле Кларион-Клиппертон в среднем равно: Mn – 30.3 %, Ni – 1.47 %, Cu – 1.18 %, Co – 0.24 %, Mo – 0.05 %. Плотность залегания конкреций составляет 5-20 кг/м<sup>2</sup> [1]. Максимальная плотность залегания конкреций в ККЗ может достигать 75 кг/м<sup>2</sup> [5]. Ресурсный потенциал конкреций ККЗ – 30 млрд тонн. Запасы в российском заявочном участке составляют 180-200 млн т сухой руды. Общий ресурсный потенциал конкреций в Мировом океане в международных водах оценивается в 51.3 млрд т [4].

Железомарганцевые корки известны на глубинах от 400 до 7000 м, а их толщина изменяется от нескольких мм (пленки) до 260 мм и более. Они покрывают участки склонов и вершины (бровка гайота) свободные от осадков, где обнажаются коренные породы: в основном это базальты и известняки. Наиболее продуктивные руды залегают в интервале 800-3500 м [1]. Согласно условиям геологического залегания и количеству подводных гор в Мировом океане перспективная площадь развития железомарганцевых корок составляет 23 млн км<sup>2</sup> [5]. Эти образования характеризуются устойчивыми высокими концентрациями кобальта. Более того, в них установлены высокие содержания никеля (до 0.42 %), меди (до 0.1 %), титана (до 1.16 %) и P3Э+Y (0.24 %) в первую очередь Се (до 90 % от суммы всех P3Э). Также в КМК выявлены высокие концентрации, платины (в среднем до 0.5 г/т) [2]. Плотность залегания КМК составляет 70-80 кг/м<sup>2</sup> при толщине 6-8 см [3].

Проведенные многочисленные исследования этого типа сырья позволили выявить наиболее перспективную зону коркового орудения (ПЗКО) в северо-западной части Тихого океана [3]. Площадь перспективного рудопроявления в ПЗКО составляет 6.5 млн км<sup>2</sup> [5]. В отличие от конкреционного поля Кларион-Клиппертон, которое полностью находится в нейтральных водах, почти половина (44 %) полей распространения КМК располагается в пределах ИЭЗ различных государств или располагаются в зонах шельфа (10 %). Только 46 % площадей развития КМК находятся в международных водах, где в районе Магеллановых гор располагается Российский разведочный район. Контракт на его изучение заключен Россией в 2015 г.

В пределах Северного звена Императорского хребта (гайотв Детройт, Сьюзей и Ханзей), а также разломных зон (P3) Стейлмейт, Рат и Амлия были установлены кондиционные (толщина > 4 см) железомарганцевые корки. Это увеличивает площадь распространения железомарганцевой минерализации и является основанием для наращивания объема работ по изучению этого комплексного вида сырья в пределах данного региона. Более того, недостаточно изученным остается вопрос о распространении гидrogenных корок в пределах окраинных морей Дальнего востока России. Наши наблюдения показывают, что их объем может быть довольно значительным, учитывая формирование

быстрорастущих гидrogenных разностей в пределах подводных вулканов островных дуг.

Морфология фрагментов железомарганцевых корок открытой северной части Тихого океана, указывает на разрушение основных корковых залежей, что должно приводить к аккумуляции разрушенного железомарганцевого материала с формированием железомарганцевых океанских россыпей.

Содержание марганца в корках северной Пацифики достигает 22.4 %. Количество фосфора для корок океана не более 0.39 %, Ti до 1.14 %. Содержание Со изменяется в широких пределах от 404 до 2829 г/т. С подавляющим числом значений в районе 2000 г/т. Количество никеля в корках северной Пацифики достигает 3000 г/т и более с максимальным содержанием 3607 г/т в пределах РЗ Рат. Также для корок этого района выявлены высокие концентрации меди до 2596 г/т. Количество молибдена может достигать 1000 г/т. Корки северных областей Пацифики характеризуются более высокими содержаниями скандия, которые изменяются от 13 до 20.4 г/т. Сумма редкоземельных элементов (РЗЭ) достигает 4127 г/т.

По концентрации кобальта часть изученных образцов гидrogenных корок северной Пацифики не соответствуют кобальтбогатому типу, распространенному в ПЗКО. Однако они в той или иной мере обогащены либо имеют близкие концентрации стратегических элементов в сравнении с рудами тропической Пацифики. Это позволяет рассматривать железомарганцевые корки северной Пацифики как экономически значимые.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 18-17-00015, <https://rscf.ru/project/18-17-00015/>.

Благодарности. Железомарганцевые корки с РЗ Амлия Рат и Стейлмейт, а также гайотов Детройт, Ханзей и Сьюзей были драгированны в ходе экспедиции нис “Sonne” So249 по проекту “Беринг”, поддержанный ВМВФ Германии.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андреев С. И. Черкашев Г.А. Минеральные ресурсы глубоководных районов Мирового океана: состояние проблемы изучения и освоения // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2018. – № 1. – С. 10-15.
2. Кобальтбогатые руды Мирового океана. СПб.: ВНИИОкеангеология, -2002. -167 с.
3. Мельников М.Е. Месторождения кобальтоносных марганцевых корок // Геленджик.: ФГУП ГНЦ «Южморгеология», -2005. -230 с.
4. Andreev S.I., Babaeva S.F. Mineral Resources of the Ocean: a Pragmatical Reality of the Foreseeable Future or Geopolitical Phantom // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. -2014. -V.7, -№ 5. -P. 501-511.
5. Petersen S., Krätschell A., Augustin N., Jamieson J., Hein J.R., Hannington M.D. News from the seabed – Geological characteristics and resource potential of deep-sea mineral resources // Marine Policy. -2016. -V. 70. -P. 175-187.

## ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ: ГЕОСИСТЕМНЫЕ И ЭКОСИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ

*Р.В. Жарков,*

г. Южно-Сахалинск, ИМГиГ ДВО РАН

Гидротермальные системы встречаются практически на всех крупных островах Большой Курильской гряды, их комплексные исследования начались в середине XX в. и продолжаются до настоящего времени [2, 3]. Кроме изучения физико-химических особенностей и генезиса газогидротерм региона, важной задачей в последние десятилетия стал геосистемный подход в данных исследованиях, к которому относится выявление влияния газогидротерм на компоненты окружающих ландшафтов. На примере вулкана Менделеева (о. Кунашир), в пределах постройки которого расположены разнообразные по физико-химическим параметрам газогидротермальные выходы, детально изучены воздействия на рельеф, коренные породы, почвы и растительность [1, 2]. На сольфатарных полях и в долинах ручьев влк. Менделеева выходят нагретые до 100° С сольфатарные газы и кислые, сульфатные и сульфатно-хлоридные со сложным катионным составом гидротермы. Сольфатарные газы и термальные воды оказывают здесь значительное влияние на формирование и изменение всех компонентов ландшафта – микрорельеф, подземные воды, коренные породы, поверхностные водотоки, почвы, растительность. Влияние на геохимические особенности почв и растительности рассмотрено на примере Восточного сольфатарного поля влк. Менделеева, где восходящие к поверхности кислые термальные воды имеют восстановительную глеевую среду. Содержание в них сероводорода недостаточно для связывания халькофильных элементов, о чем свидетельствует их выщелачивание из гидротермально измененных пород. Восходящие к поверхности бескислородные термы попадают в кислородсодержащие условия, способствующие осаждению Fe, As, Cu, Zn, Mn, Mo и других химических элементов на совмещенном кислородно-сорбционном геохимическом барьере. В специфических ландшафтно-геохимических условиях на прогретом субстрате произрастает злак *Miscanthussinensis* Anderss. Анализы золы растения показали, что *Miscanthus* накапливает в больших количествах элементы, которыми обогащены термальные воды – As, Sr, P, La. Кроме этих элементов в растении, по сравнению с подстилающим субстратом, накапливаются Ag, Sn, B, Co, в меньшей степени – Mn, Zn, Cu. На периферии вулканов расположены выходы субнейтральных вод хлоридного и хлоридно-сульфатного натриевого состава с температурой 30-70° С. На Столбовском термопроявлении влк. Менделеева также наблюдается окислительно-восстановительная зональность и проявление кислородного геохимического барьера в приповерхностных горизонтах, где происходит интенсивное отложение гидроокислов марганца. Содержание Mn достигает 10 %. Вместе с Mn на геохимическом барьере концентрируются Ag, As, Ba, Zn, Cu и другие микроэлементы. Над выходом термальных источников на прогретом и геохимически

аномальном субстрате растет гортензия метельчатая *Hydrangea paniculata* Siebold. Данные по содержанию микроэлементов в золе растения показывают, что гортензия обогащена по сравнению с фоновым образцом, элементами, содержащимися в аномальных количествах в подстилающем субстрате, – Р, Рb, Mn. Таким образом, геохимические особенности компонентов ландшафтов термопроявлений зависят от состава газогидротерм района [1].

Прибрежные гидротермальные системы Курильских островов оказывают своё физико-химическое воздействие не только на компоненты ландшафтов суши, но и на подводные ландшафты, создавая уникальные экосистемы. Масштабным примером такой газогидротермальной экосистемы является влк. Ушишир (о. Янкича), где на побережье и в подводной части бухты Кратерной отмечается несколько групп газогидротерм [3, 4]. Основные наземные выходы термальных вод и сольфатарных газов сосредоточены на Юго-Восточном сольфатарном поле. Термальные источники с кислыми водами (рН 2.8–3.6) и температурой до 98°C имеют высокую минерализацию (23–36 г/л), хлоридный натриевый состав их аналогичен морским водам бухты. Состав спонтанных газов термальных источников не отличается от сольфатар: преобладает углекислый газ (87–91 %), азот (3.2–3.8 %), сероводород (2.0–6.5 %). Гидротермы основных термальных источников Юго-Восточного сольфатарного поля собираются в кислый ручей с температурой воды 54–56°C и дебитом около 2 л/с, который впадает в юго-восточную часть бухты Кратерная, создавая здесь особые физико-химические условия.

При комплексном изучении островных газогидротермальных систем в будущем необходимо больше уделять внимания геосистемному подходу и выявлению экологических аспектов воздействия их на окружающие надводные и подводные ландшафты.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жарков, Р.В. Влияние сольфатарно-гидротермальной деятельности вулканов на компоненты ландшафтов (влк. Менделеева, о-в Кунашир, Курильские острова) / Р.В. Жарков, Т.М. Побережная // Вестник ДВО РАН. – 2008. – №1. – С. 53-58.
2. Жарков, Р.В. Термальные источники Южных Курильских островов / Р.В. Жарков. – Владивосток: Дальнаука, 2014. – 378 с.
3. Мархинин, Е.К. Гидротермы Курильских островов / Е.К. Мархинин, Д.С. Стратула–М.: Наука, 1977. – 211 с.
4. Zharkov, R.V. Thermal springs of the Ushishir volcano (Russia) / R.V. Zharkov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 324. – No 1. Article Number 012021.



# ГАЗОГИДРАТНЫЕ ПРОВИНЦИИ АКВАТОРИИ ОСТРОВА САХАЛИН НА ОСНОВЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО, ГЕОФИЗИЧЕСКОГО, СЕЙСМИЧЕСКОГО И ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

*А.О. Холмогоров,*  
г. Владивосток, ТОИ ДВО РАН

Газогеохимия создавалась как универсальная дисциплина, объединяющая геологию и геохимию, призванная специфическими методами выявлять и интерпретировать проявления газофлюидодимности газогеохимических полей и их эндогенных источников. Современные исследования расширили спектр дисциплин, входящих в газогеохимию (например, газогеомикробиология), поскольку закономерности распространения природных газов (метана и пр.) служат маркером не только геологических процессов, формирующих углеводородные залежи, но и индицируют микробиологические сообщества, жизненный цикл которых связан с выделением и/или поглощением метана. Однако мало учитывается связь газогеохимии с гидрологией. К примеру, температурный режим придонного слоя воды может оказать немаловажное влияние на возможность формирования газовых гидратов. Поэтому на современном этапе развития газогеохимия становится мультидисциплинарной областью знаний, позволяющая комплексно рассматривать происходящие процессы и явления.

В ходе экспедиций НИС «Академик М.А. Лаврентьев» и рейс 62 в 2013 г и рейс 70 в 2015 г в акватории Японского и Охотского морей были обнаружены газовые гидраты. Глубина залегания обнаруженных в Охотском море (700-1000 м) газовых гидратов значительно превосходит глубину залегания в Татарском проливе (320 м). Однако в обоих морях созданы необходимые для образования и существования газовых гидратов условия. Газовые гидраты, найденные в Татарском проливе, располагаются вблизи зоны действия Западно-Сахалинского течения, приносящего холодные воды Приморского течения, несущего субарктические воды Охотского моря через пролив Невельского. Важный вклад также вносит миграция холодных вод Амурского Лимана, приносимых в пролив с севера [3, 4]. Низкая (+2°C) температура придонного слоя воды в Татарском проливе Японского моря соотносима с температурой придонного слоя воды Охотского моря.

На основе геолого-геофизических материалов и результатах исследований, выполненных Институтом морской геологии и геофизики (ИМГиГ) ДВО РАН в Охотском море и Татарском проливе Японского моря с 60х годов XX века, проведена оценка зависимости зоны образования газогидратов в осадках Охотского моря и полей стабильности газовых гидратов, представленная в работе [1].

Отмечая совпадение многих геолого-геофизических характеристик периферийных впадин и прогибов Охотского моря (высокий ТП, сокращенная мощность кристаллического фундамента, высокие амплитуды неогеновых опусканий кровли фундамента, часто сопровождаемые некомпенсированным осадконакоплением, уменьшение глубин залегания поверхности Мохоровича,

характерное простираание морфоструктур и пр.), можно говорить о термической эрозии низов коры, подъеме изотерм под прогибами, переработке гранитно-матаморфического слоя и тому подобных признаках, присущих рифтогенным структурам. Основная доля теплового потока, фиксируемого на поверхности Земли в регионе, определяется верхней мантией, а ее тепловая активность вызвала термическую деструкцию земной коры, которая сопровождалась формированием осадочных бассейнов в кайнозое, особенно активно происходившее в конце палеогена и в постмиоценовое время. Расчет температур в осадочном чехле Охотоморских бассейнов позволил выделить прогибы с наиболее оптимальными геотермическими параметрами образования и сохранения углеводородов (шельфы Северо-Востока Сахалина, Северо-Запад Камчатки и отдельные зоны Северного Охотоморья) [1].

Авторами [1] составлены схемы глубин (в км) поверхности Мохоровича, выделены изостатические гравитационные аномалии, аномальные магнитные и гравитационные поля Охотоморского региона и смежных акваторий. Районирование областей залегания газовых гидратов в контексте этих данных позволило выделить общие признаки этих областей: схожие значения теплового потока ( $60-80 \text{ мВт/м}^2$ ), нахождение в зоне магнитных провинций: Татарского пролива, Восточно-Сахалинской, Дерюгинской [1], нахождение в зоне аномальных гравитационных провинциях: Татарской, Сахалинской, Дерюгинской [1], при глубинах поверхности Мохоровича 29-27 км [1] в данных районах. Ярким маркером районов интенсивной газовой разгрузки литосферы являются газовые факелы, которые в большом количестве присутствуют в каждом районе залегания газовых гидратов

Газовые гидраты низкой глубины залегания (320 м) в Татарском проливе сформировались и продолжают существовать в схожих с газогидратами Охотского моря условиях благодаря совокупному воздействию теплового потока и холодных субарктических вод, приносимых в данную область из Охотского моря. В данных условиях газовые гидраты находятся в своего рода термической ловушке, что способствует, с одной стороны, их образованию, с другой стороны, стабильному существованию и накоплению.

Многочисленные эпицентры землетрясений, которые сосредоточены в районах Южной и Северной частей острова Сахалин и территориально близки к рассматриваемым газогидратным провинциям. В работе [5] показано, сейсмический режим влияет на интенсивность газовой разгрузки.

По совокупность всех описанных признаков мы предлагаем выделить три газогидратных провинции: Татарского пролива, Восточно-Сахалинскую и Дерюгинскую. Такое выделение провинций также обосновано геологически, поскольку особенности геологического строения Сахалина, Хоккайдо и дна прилегающих акваторий и их структурных элементов подтверждает правомерность объединения складчатых сооружений в единую Хоккайдо-Сахалинскую складчатую область [2], поэтому справедливо рассматривать предложенные газогидратные провинции как составные части Хоккайдо-Сахалинской складчатой области.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Веселов О.В., Грецкая Е.В., Ильёв А.Я., Кононов В.Э., Кочергин Е.В., Патрикеев В.Н., Семакин В.П., Сеначин В.Н., Агеев В.Н., Васюк И.Б., Волгин П.Ф., Злобина Л.М., Жигулёв В.В., Корнеев О.С., Кочергин А.В., Куделькин В.В. Тектоническое районирование и углеводородный потенциал Охотского моря. М., Наука. 2006. 130 с.
2. Гранник В.М. Геология и геодинамика южной части Охотоморского региона в мезозое и кайнозое. Владивосток: Дальнаука, 2008. 297 с.
3. Осадчиев А.А. Распространение плюма реки Амур в амурском лимане, Сахалинском заливе и Татарском проливе. ОКЕАНОЛОГИЯ, 2017, том 57, № 3, с. 417–424.
4. Пищальник В.М., Архипкин В.С., Леонов А.В. О циркуляции вод в Татарском проливе. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, 2010, том 37, № 6, с. 657–670
5. Kholmogorov A.O., Syrбу N.S., Shakirov R.B., 2022. Study of Methane Concentration Variability in the Surface Layer of the Sea of Japan in the Context of Seismic Events (Based on the Results of Expedition Studies in 2017–2018). Geodynamics & Tectonophysics 13 (3).

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ МЕТАНА И УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ЮЖНОЙ ЧАСТИ О. САХАЛИН ПО ДАННЫМ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ**

*Н.С. Сырбу,*  
г. Владивосток, ТОИ ДВО РАН

Сахалинский регион представляет огромный интерес с позиций генезиса и экологической значимости природных газов осадочных бассейнов, скоплений подводных газогидратов, геотермальных и грязевулканических систем, газонасыщенных подземных вод и морских осадков. Исследования эмиссии газов о. Сахалин и прилегающего шельфа имеют большое значение в рамках реализации проекта «Дальневосточный морской карбоновый полигон», объединяющий все дальневосточные моря и Восточную Арктику.

До недавнего времени вклад геологических источников в глобальный бюджет метана, выделяющегося из различного типа трещин и разломов в земной коре, в значительной степени игнорировался. И лишь немногие расчеты с использованием обратного моделирования содержат оценку эмиссии метана геологическими источниками [3]. Однако в них значительно недооценены масштабы эмиссии из таких источников как газогидраты, магматические и грязевые вулканы [1].

Предшественниками и авторскими исследованиями установлено, что грязевые вулканы Хоккайдо-Сахалинской складчатой области контролируются продольными разломными зонами [2, 4], вдоль которых также расположены скопления углеводородов (нефть-газ-уголь-газогидраты). Наиболее благоприятными местами возникновения участков сосредоточенной разгрузки газов и флюидов являются узлы пересечения активных разломов различных кинематических типов, среди которых

преобладают взбросы и сдвиговые дислокации. При этом для грязевых вулканов Хоккайдо-Сахалинской складчатой системы установлен косейсмический эффект активизации газовой эмиссии, это грязевые вулканы: Южно-Сахалинский, Пугачевский, Лесновский и Восточный.

Для выявления особенностей аномальных газогеохимических полей метана и углекислого газа с 2011 года были проведены многолетние полевые исследования термальных, минеральных источников, грязевых вулканов, участков нефтегазопроявлений и газовых гидратов на о. Сахалин и его шельфе. Был проведен анализ данных спутникового наблюдения за концентрацией метана в воздухе над о. Сахалин за период 2018-2021 года. Были использованы данные:

AIRS (Atmospheric InfraRed Sounder), который работает на спутнике AQUA. Наибольшая чувствительность к метану заявлена на уровне 300-400 гПа.

TROPOMI (TROPOspheric Monitoring Instrument). Работает на спутнике Copernicus Sentinel-5 Precursor. Предоставляемые данные: метан, озон, CO, NO<sub>2</sub>, формальдегид, облачность в виде интегральных по атмосферному столбу значений параметров, измеренных вдоль точек орбиты полета.

IASI (Infrared Atmospheric Sounding Interferometer – New Generation) на борту спутника Metop. Ориентирован на измерение атмосферных профилей парниковых газов и мониторинг качества воздуха с пространственным разрешением 12 км.

Полевые работы включали в себя отбор проб воды из термальных и минеральных источников в бутылки объемом 0.5 л и 100 мл. Газ извлекается методом вакуумной дегазации и методом равновесных концентраций в лаборатории ТОИ ДВО РАН. В районах грязевого вулканизма отбирались также пробы свободного газа. За время работ в районе острова Сахалин был получен представительный фактический материал. Подавляющее число проб и образцов носят уникальный характер ввиду труднодоступности районов и их небольшой изученности в газогеохимическом аспекте.

Методики газогеохимических исследований закреплены в Паспорте лаборатории газогеохимии ПС 1.051-21, утвержденном Свидетельством Росстандарта № 58 от 21.12.2021.

Согласно ранее проведенным газогеохимическим исследованиям на острове Сахалин выделено две эколого-газогеохимические зоны первого порядка: метановая и углекисло-метановая [4]. Особенности проявления полей метана и углекислого газа на о. Сахалин отражает различие в геологическом строении северо-восточной и юго-западной частей острова. Результаты проведенной многолетней газогеохимической съемки подтверждаются данными спутникового наблюдения.

Наблюдения посредством трех сканеров спутниковой системы слежения (AIRS, TAROMI, IASI) за районом Южно-Сахалинского грязевого вулкана показали схожие результаты: дистанционные методы зондирования атмосферы зафиксировали рост концентрации метана после землетрясения, а также сохранение относительно стабильного показателя концентрации в течении 7 дней после

землетрясения. Кроме того, каждый из используемых сканеров подтвердил снижение концентрации при условии увеличения высоты рассматриваемого слоя.

Впервые рассмотрены закономерности распределения газогеохимических полей метана и углекислого газа на острове Сахалин в сравнении с результатами дистанционного зондирования.

На основе наблюдения посредством трех сканеров спутниковой системы слежения (AIRS, TAROMI, IASI) за районом Южно-Сахалинского грязевого вулкана выявлен рост концентрации метана после землетрясения, а также сохранение относительно стабильного показателя концентрации в течении последующих дней. Анализ данных со всех используемых сканеров подтвердил снижение концентрации при условии увеличения высоты рассматриваемого слоя атмосферы.

Наиболее важным следствием проведенных многолетних исследований является выявление тесной связи современной динамики геологической среды и флюидодинамики в виде вертикальной миграции флюидов из фундамента, внутри осадочного чехла и до поверхности, которая происходит в зонах проводящих разломов и отражается в вариациях геохимических полей и потоков парниковых газов: метана и углекислого газа.

Исследования приобретают особую актуальность в соответствии с ожидаемыми приоритетами проекта ГЕОМИР (ID 164, руководитель д-р Р.Шакиров) Десятилетия наук об океане ООН в интересах устойчивого развития (2021-2030 гг.), Рабочей группы ВЕСТПАК по комплексному изучению газовых гидратов и потоков метана в Индо-Тихоокеанском регионе (CoSGas) и бурное развитие морских исследований стран БРИКС.

Исследования выполнены в рамках гостемы АААА-А19-119122090009-2.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. EPA, 2010. Methane and Nitrous Oxide Emissions from Natural Sources.S. Environmental Protection Agency Office of Atmospheric Programs, Washington, DC, USA. 2010. 194 p.

2. Grannik V.M. (2014). Igneous rocks of the collisional suture of the Sea of Okhotsk (Sakhalin Island). Doklady Earth Sciences 455(1):246-249. DOI: 10.1134/S1028334X14030167.

3. Harder S. L., Shindell D. T., Schmidt G. A., Brook E. J. (2007). A global climate model study of CH<sub>4</sub> emissions during the Holocene and Glacial-Interglacial Transitions constrained by ice core data. Global Biogeochemical Cycles, 21 (1), GB1011. DOI: 10.1029/2005GB002680.

4. Shakirov R.B., Syrбу, N.S. (2013). Natural sources of methane and carbon dioxide on Sakhalin Island and their role in the formation of ecological gas-geochemical zones. Water Resources. 40(7), 752–760. <https://doi.org/10.1134/S0097807813070129>.

## ГАЗОГИДРАТЫ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ

*М.В. Шакирова,*  
г. Владивосток, ТИГ ДВО РАН  
*Р.Б. Шакиров, А.И. Обжиров,*  
г. Владивосток, ТОИ ДВО РАН

Работа посвящена представлению результатов обобщения природных факторов, влияющих на образование подводных газогидратов. В работе анализируются процесс образования газогидратов и факторы, которые определяют устойчивость этого вещества в осадочных слоях морского дна. На основе этой схемы определены группы природных факторов, зная которые, можно получить более уверенные основания для оценки перспективности разных акваторий на наличие ресурсов подводных газогидратов. В качестве примера использования методики приведены моря западной части Тихого океана. Также даются фактические данные, которые подтверждают перспективность определенных районов как источников подводных газогидратов. Работа выполнена в рамках международного проекта «Геосистемы и минеральные ресурсы зон перехода «континент-океан» и открытого океана» (ГЕОМИР, ID164) Десятилетия ООН наук об океане в интересах устойчивого развития.

The article is devoted to the f natural factors analyses affecting the formation of underwater gas hydrates. The work schematically exposed the process of gas hydrates formation and the factors that determine the stability of this substance in the sediment layers of the seabed. Based on this, groups of natural factors are determined, knowing which, it is possible with a high probability to determine the gas hydrates accumulations. East Asian seas are given as an example of using the technique. Factual data are provided that confirms the prospects of certain areas as sources of underwater gas hydrates. The work was carried out within the framework of the international project «Geosystems and Mineral Resources of the Continent-Ocean Transition Zones and open ocean» (GEOMIR) of the UN Decade of the Ocean Science for Sustainable Development.

Быстрое развитие мировой экономики и широкое использование энергоемких технологий способствуют активному развитию очередного энергетического кризиса в мире. Необходимо изыскивать и использовать новые источники минеральной энергии, а также новые виды энергии – Солнца, океана, ветра, естественной гравитации и др. Одним из перспективных источников являются природные газогидраты, 97 % которых сосредоточены в Мировом океане [1, 2].

Природные газогидраты – скопления гидратов, сформировавшиеся без участия человека. На появление и устойчивость подводных газогидратов влияют различные природные факторы. Зная закономерности их распределения на территории, можно более точно определить возможные места скопления подводных газогидратов и перспективные площади для их поисков. Термодинамическая стабильность газогидратов – это основное условие для среды образования и сохранения гидратов

и соответственно важный критерий для выявления зон возможного газогидратообразования. Нарушение термодинамических условий в системе приводит к разложению гидратов.

Высокая минерализация пластовых вод не только сдерживает, но иногда и исключает возможность реализации процесса газогидратообразования, поскольку полости каркаса решетки воды заняты молекулами соли [3].

Все районы, где к настоящему времени выявлены газогидраты, приурочены к континентальным и островным склонам и подножиям, а также глубоководным участкам внутренних и окраинных морей, где они часто бывают связаны с подводными грязевыми вулканами или с глиняными диапирами. Многочисленными сейсмическими исследованиями все горизонты газогидратообразования обнаружены на континентальных склонах и подножиях или склонах аккумулятивных холмов. Эти горизонты являются подошвой газогидратных залежей мощностью от 200 до 400 м и протягиваются параллельно дну.

Главными причинами приуроченности газогидратов к континентальным склонам и подножиям являются наиболее благоприятные сочетания термобарических условий, повышенные содержания органического вещества и глубокая его биохимическая переработка [4].

Наиболее благоприятные условия для образования и накопления газогидратов имеются в хорошо проницаемых чистых тонкозернистых песках. С увеличением примесей глинистых частиц отклонения в термодинамических параметрах газогидратообразования возрастают. В тяжелых глинах, чем ниже влажность (<10 % об.), тем меньше вероятность газогидратообразования, поскольку связанная пленочная вода, а также капиллярная и осмотическая вода в этих процессах практически не участвует. Но в тех же тяжелых глинах с высокой влажностью (>80 % об.) гидратообразование происходит и при более мягких термодинамических условиях в сравнении с равновесными [3].

Кроме температуры, давления и минерализации на образование и накопление гидратов существенно влияет литология пород. Для уплотненных сред с ростом дисперсности слагающих породу частиц (от крупнозернистых до мелкозернистых пород) гидратосодержание увеличивается [5].

На основе совокупности этих факторов выделены группы условий распространения подводных газогидратов. А эти условия, в свою очередь, лежат в основе определения закономерностей распределения подводных газогидратов: географические условия, морфотектонические, седиментологические, гидрографические, гидрологические, сейсмические.

Для определения акваторий восточноазиатских морей, которые могут быть перспективными газогидратоносными районами, использованы следующие факторы: рельеф дна, донные осадки, тепловой поток, глубины, сейсмоактивные зоны, результаты газогеохимических исследований. Авторами были определены контуры акваторий с наиболее подходящими для газогидратообразования значениями. После наложения этих карт друг на друга и фиксирования участков, на

которых все факторы совпадают, площади перечисленных выше зон сократились. Помимо зон с совпадением всех факторов, выявлены акватории, где совпало 3-4 фактора. Таким образом, получилась единая карта с наиболее перспективными газогидратоносными провинциями (рис. 1).

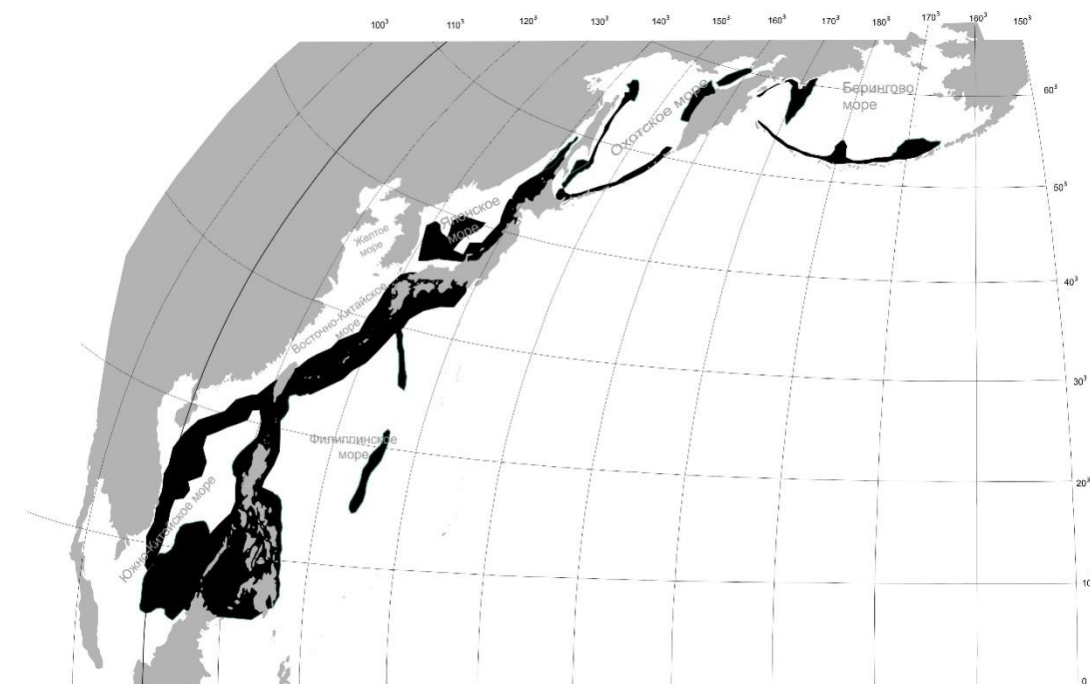


Рисунок 1. Акватории распространения территорий с максимальным сочетанием газогидратообразующих факторов

Изучая фактические данные экспедиций, в результате которых были подняты керны с газогидратами, выводы авторов относительно акваторий распространения этого вещества, подтверждаются.

Таким образом, зная распределение газогидратообразующих условий еще на этапе планирования практических морских исследований, можно намечать акватории, где эти факторы наиболее способствуют появлению залежей этого ресурса.

В настоящее время необходимость картирования перспективных газогидратоносных акваторий является актуальной. Это залог адекватного планирования экспедиционных исследований и промышленных изысканий. Такое исследование позволит не просто оценить масштабы распространения подводных газогидратов с точки зрения конкретных акваторий, но и даст возможность прогнозировать ресурсы подводных газогидратов в Мировом океане более обосновано, чем в настоящее время.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Макогон Ю.Ф. Газогидраты. История изучения и перспективы освоения // Геология и полезные ископаемые Мирового океана, 2010, №2, С. 5-21.
2. Воробьев А.Е. Экспертная оценка современных мировых запасов аквальных залежей газогидратов [Электронный ресурс]:/ А.Е. Воробьев, А.Б. Болатова, Г.Ж



Молдабаева, Е.В Чекушина // Специализированный журнал: Бурение и нефть. – 2011. – декабрь. – электрон.дан. – URL: <http://burneft.ru>, свободный. – яз.рус. – (Дата обращения: 16.02.2016).

3. Якуцени В.П. Газогидраты – нетрадиционное газовое сырье, их образование, свойства, распространение и геологические ресурсы // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2013. – Т.8. – №4. [http://www.ngtp.ru/rub/9/50\\_2013.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/9/50_2013.pdf).

4. Kvenvolden K.A. // Ann. N.Y. Fcfd. Sci. 1994. Vol 715. P. 232-246.

5. Козлов С.А., Неизвестнов Я.В. Пространственная изменчивость физико-механических свойств донных отложений нефтегазоносной области Баренцево-Карского шельфа // Морские инженерно-геологические исследования. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2003. С.79–85.

## **ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ МСБ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РФ**

*Р.Б. Шакиров, М.В. Валитов,*  
г. Владивосток, ТОИ ДВО РАН;  
*А.В. Белов,*  
г. Владивосток, ДВФУ

Ресурсы морских и океанских глубин способны покрыть потребности всего человечества на сотни лет вперед, обеспечив будущие поколения минеральными ресурсами для промышленного развития, высококачественными продуктами питания и лекарственными средствами. Результаты предлагаемых работ служат достижению целей Морской доктрины РФ, Стратегии морского развития РФ, Программы развития Дальнего востока РФ и других основополагающих документов и нормативно-правовых актов, направленных на устойчивое развитие национальной экономики в части освоения ресурсов Мирового океана.

В ходе изучения акваторий Дальневосточного региона и прилегающего океана коллективами ТОИ ДВО РАН, ДВГИ ДВО РАН, ИМГиГ ДВО РАН, ИВиС ДВО РАН, ИТиГ ДВО РАН, ТИГ ДВО РАН, СВКНИИ ДВО РАН, ВСЕГЕИ, ВНИИОкеангеология и др. в ходе геолого-геофизических работ были обнаружены многочисленные проявления твёрдых полезных ископаемых в виде железомарганцевых и кобальтоносных образований, сульфидов, сульфатов («Баритовые холмы» в Охотском море, около 3 млн т оценено акустическим методом), фосфоритов (Японское море), оксидов металлов, карбонатов, фторидов, пиролюзита, рудоносных сланцев и др. образований, редкоземельных элементов (создана база данных по их содержанию в осадочных отложениях), титано-магнетитовых песков, благородных металлов в породах вулканических построек и др. Выделены перспективные зоны на шельфе для поисков россыпных месторождений титана, ванадия и др. Обнаружены признаки углеводородов на участках ранее считавшимися неперспективными (в том числе в Японском и Южно-Китайском морях), закартированы и изучены скопления газогидратов в Охотском и Японском морях, обнаружены их признаки в Беринговом море. Существуют

перспективы поисков проявлений «нового золота»: элементов, которые имеют большое значение в низкоуглеродных технологиях (литий, графит, кобальт, медь). Отдельным огромным минеральным ресурсом в ряде случаев представляются глубоководные отложения сами по себе. В настоящее время зона перехода «континент-океан» и нейтральные воды могут стать важнейшим источником восполнения минерально-сырьевой базы этих полезных компонентов. Отдельным новым перспективным направлением предлагается материаловедение морских минеральных ресурсов: исследование полезных свойств минералов, пород и донных отложений в различных областях народного хозяйства, медицины и др.

В настоящее время ТОИ ДВО РАН владеет уникальными коллекциями кернов осадочных отложений длиной до 10-15 м, горных пород и минералов из морей Восточной Арктики и западной части Тихого океана. Только в северной части Японского моря и южной части Татарского пролива получено с 2017 г. более 300 кернов и выполнены мелкомасштабные батиметрическая, гравиметрическая, гидромагнитная, газогеохимическая и др. съемки.

Без использования такой основы нельзя строить геологические карты нового поколения, глубоко изучать физико-химические и другие свойства подводных полезных ископаемых, выполнять верификацию Росгеолкарты и, в конечном итоге, осваивать подводную МСБ.

Оснащенность научно-исследовательскими судами для оценки МСБ:

В ДВО РАН действуют научно-исследовательские суда, одно из которых «Академик М.А. Лаврентьев» в настоящее время проходит модернизацию судового и научного оборудования и будет оснащен современными геолого-геофизическими средствами (включая геофизическое оборудование, телеграфер для подводного видеоконтролируемого опробования и др.) к 2024 г. НИС «Профессор Гагаринский» требует ремонта и модернизации, но способен выполнять комплексные геофизические работы. НИС «Академик Опарин» требует модернизации и способен выполнять комплексные геолого-геофизические исследования.

На ССК «Звезда» строятся два новых многофункциональных научно-исследовательских судна, которые будут оснащены в том числе современным геолого-геофизическим оборудованием. Суда планируются для передачи в оперативное управление Национальному оператору научно-исследовательского флота Минобрнауки РФ (НацОНИФ). В настоящее время формируется научная программа для этих судов, одной из наиболее перспективных может стать комплексная программа геолого-геофизических и горных исследований в интересах развития национальной МСБ.

Проблемы на пути к развитию Морской горно-геологической отрасли:

Отсутствие комплексной долговременной геолого-геофизической и горной программы по изучению и освоению МСБ акваторий Дальневосточного региона РФ и прилегающих акваторий Северного ледовитого и Тихого океанов.

На большей площади акваторий ДВФО и целевых районах в международных водах Тихого и Северного ледовитого океанов не выполнены комплексное

геокартирование и геолого-геофизическая съемка целевых районов. Без этого невозможно проводить поисковые и разведочные работы на большинство ПИ, особенно твердых, РЗЭ и др. В регионе исследования наблюдается сильное отставание в геолого-геофизических исследованиях, крупные долговременные научно-производственные программы соответствующего профиля не выполняются более 15 лет.

Прямой запрет научным организациям Минобрнауки РФ выполнять морские экспедиционные исследования (МНИ), направленные на изучение закономерностей происхождения и формирования месторождений полезных ископаемых, углеводородов, в том числе новых, перспективных для разработки в ближайшем будущем – газгидратов. Прямой запрет использования при научных исследованиях пневматических источников возбуждения упругих волн, что делает невозможным изучать толщу осадочного слоя на всей его мощности и поверхность кристаллического фундамента акваторий. Так же, с учетом того, что только организации, подведомственные Минобрнауки, обладают достаточной свободой планирования геолого-геофизических работ, а также оперативного изменения планов этих работ непосредственно в ходе экспедиций, в отличие от организаций Минприроды или Роснедра и тд, такой запрет наносит прямой вред развитию МСБ в морях.

Завершение нацпроекта «Наука и университеты» в 2024 г. ставит под угрозу финансирование морских научных геолого-геофизических исследований в ДВФО.

Ориентирование МНИ на экосистемные, экологические, климатические и общие океанографические работы в соответствии с международными трендами. Комплексные геолого-геофизические исследования, направленные на изучение потенциала морской и океанической МСБ, занимают не более 10-15 % от общего числа экспедиций Минобрнауки и РАН.

Слабая техническая оснащенность геолого-геофизическим и отсутствие технологического горного оборудования на научно-исследовательских судах и береговых лабораториях организаций геолого-геофизического профиля.

За произошедшим разделом шельфа осуществляются попытки раздела открытых районов Мирового океана, где сосредоточены огромные запасы минеральных и биологических ресурсов. Все морские державы, включая Китай, Японию, Южную Корею, Тайвань, Вьетнам, США, Францию наращивают современный научно-исследовательский флот, оснащая научные суда глубоководными подводными аппаратами, расширяют районы морских экспедиций, организуют новые исследовательские институты, направленные на изучение минеральных ресурсов Мирового океана. Для России крайне важно не допустить технического отставания в этом направлении во избежание будущих ограничений доступа к огромным ресурсным запасам Мирового океана.

Решение задач в изучении и освоении минеральных ресурсов и геокартировании Мирового океана требует не только модернизации имеющихся и разработки новых технических средств, включая современные НИС и подводную

робототехнику, но и разработки системных подходов к организации морских научно-прикладных исследований по освоению МСБ и на стратегически важных для России морских акваториях.

Устаревание и выход из строя специализированных геолого-геофизических судов неограниченного района плавания для выполнения площадных съемок и поисковых рейсов.

Кадровые проблемы, влияющие на реализацию проектов по освоению ресурсов Мирового океана.

Низкий престиж профессии и девальвация социального статуса ученого и педагога высшей школы привели к сокращения количества научных сотрудников в исследовательских организациях и преподавателей высшей школы. В настоящий момент значительным риском является старение, а в некоторых случаях прекращение работы научных школ и коллективов. Особенно данная тенденция актуальна в отдаленных регионах и регионах с низким уровнем профессиональной мобильности, и с высоким миграционным оттоком, таких как Дальний Восток. Также кадровые риски усугубляются сокращением диссертационных советов и старением их состава, прежде членов советов всего со степенями докторов наук.

Предложения для решения перечисленных проблем могут быть следующими:

Поддержать создание научно-образовательного Консорциума «Морская горная отрасль Дальнего Востока».

Правительству РФ: инициировать работы по формированию ФЦП «Морская горная отрасль». Поручить профильным научным организациям РАН вузам, экспертам Ассоциации НП «Горнопромышленники России» и Высшему горному совету разработать проект Паспорта Программы.

Межведомственной национальной океанографической комиссии (МНОК) РФ совместно с Минприроды в ближайшее время рассмотреть вопрос создания межведомственной комплексной программы до 2030 г. по геокартированию, геолого-геофизической съемке и горно-технологическим работам по оценке потенциала МСБ акваторий ДВФО и прилегающего океана. Учесть в новой комплексной программе использование флота НацОНИФ Минобрнауки РФ и новых судов проекта 123.

Компетентным ведомствам внести предложение в Правительство РФ о корректировке действующего законодательство Российской Федерации в сфере МНИ, в части внесения изменений в ФЗ №187 от 30.11.1995 «О континентальном шельфе Российской Федерации», Постановление Правительства РФ от 30.07.2004 № 391 «Об утверждении Правил проведения морских научных исследований.....» и прочих документах, основывающихся на рассматриваемой нормативной базе, с целью разрешить организациям Минобрнауки выполнять исследования направленные на изучение и развитие потенциала морской и океанической МСБ РФ

Минобрнауки запросить и обосновать продление нацпроекта «Наука и университеты» до 2030 г. с учетом государственных приоритетов в соответствии с Морской доктриной, Десятилетием науки и технологий, Стратегии НТР.

МНОК РФ и РТУ МИРЭА включить в качестве приоритетных, направлений морской деятельности и морских научных исследований (Минобрнауки, РАН) комплексные геолого-геофизические и горно-технологические исследования, направленные на изучение и освоение потенциала морской и океанической МСБ РФ.

Минобрнауки, Минприроды, Роснедра, Росгидромет обеспечить техническое оснащение геолого-геофизическим и горно-технологическим оборудованием НИСов и береговых лабораторий организаций геолого-геофизического профиля ДВФО.

Ассоциации горнопромышленников, Минвостокразвития и соответствующим ФОИВам совместно запросить Правительство РФ о постройке серию среднетоннажных судов (до 3000 т), специализированных для проведения высокоточного геологического опробования, буровых работ, химико-аналитических и геофизических исследований.

Минобрнауки РФ, Минприроды РФ, Минэкономразвития, Минвостокразвития модернизировать специализированные геолого-геофизические суда неограниченного района плавания для ДВФО.

Резко усилить воспроизводство кадров горно-геологического инженерного профиля, включая кадры высшей научной квалификации.

Высшему горному совету утвердить бренд Морская Горная отрасль РФ. Организовать конкурс среди НИИ и ВУЗов соответствующего профиля на проведение мероприятий по формированию и поддержанию бренда.

## **НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЛЕКСНЫХ МОРСКИХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЮЖНО-КИТАЙСКОМ МОРЕ**

*Р.Б. Шакиров,*  
г. Владивосток, ТОИ ДВО РАН

Южно-Китайское море (ЮКМ) является ключевым бассейном для обеспечения стратегического присутствия в Индо-Тихоокеанском регионе. Такое присутствие является необходимой основой для достижения целевых положений Морской доктрины и ряда других основополагающих документов и программ РФ и СРВ в Тихом океане, Индийском океане, тихоокеанском и индоокеанских секторах Южного океана.

С точки зрения природы ЮКМ (окраинное море западной части Тихого океана) имеет огромный, но недостаточно оцененный потенциал в следующих аспектах: биоресурсный (высочайший уровень биоразнообразия, экологически здоровые экосистемы, воспроизводство биоресурсов и т.д.); георесурсный (углеводороды, железо-марганцевые и кобальтоносные образования, редкоземельные элементы, пеллоидоподобные осадки и др.); энергетический (энергия солнца, ветра, волн и др.);

климатообразующий (мониторинг климатических активных веществ, «углеродные полигоны»), прогноз экстремальных погодных и океанографических явлений, что особенно важно для ДВФО РФ); геополитический и технологический (материаловедение, робототехника и др.). ЮКМ имеет сходные черты геологического строения с Японским морем и в то же время обладает высокими перспективами минерально-сырьевой базы, особенно на углеводородные ПИ, что сходно с Охотским морем. При этом ЮКМ находится в области низкой сейсмичности, что важно для развития различного рода промыслов и инфраструктуры.

В геополитическом отношении ЮКМ это важнейший бассейн, где в настоящее время пересекаются устремления и интересы многих морских держав, включая США и их западных «сателлитов». Южно-Китайское море является также «воротами» в Индийский океан, поэтому крайне важно иметь в СРВ представительства разных организаций и ведомств РФ на высоком уровне поддержки. Планы СРВ по развитию конкурентных морских транспортных узлов и путей заслуживают внимания и активного участия. Недостаток СРВ в научно-технологических средствах морских научных исследований и отсутствие опыта не позволяют этой стране на равных аргументировать положение внешней границы континентального шельфа (ВГКШ). Придерживаясь равноудаленной линии от терспоров возможно проводить соответствующие морские работы под флагом СРВ при экспертном сопровождении специалистов и использовании технических средств РФ по этому вопросу. Развитие программ обмена молодыми специалистами в области МНИ и смежных областей мореведения является необходимым мероприятием.

Достоверно известны стремления США и их «партнеров» в развитии методов океанографических наблюдений с помощью автономных платформ (буи, глайдеры и тп) и попытки легализации заходов этих средств в зоны национальных юрисдикций других государств (в обход Конвенции ООН по морскому праву). Поэтому крайне важно размещение вдоль побережья и на континентальном шельфе СРВ технических средств наблюдений, в том числе дистанционных, состояния дна, биологических объектов, толщи вод и приземной атмосферы (морские экспериментальные станции на побережье, оборудование комплексных наблюдений под водой, в воде и над водой) и проведение регулярных совместных комплексных экспедиций. Такие мероприятия служат интересам безопасности в АТР, в первую очередь Вьетнама, а также являются ценным источником научных океанографических данных для РФ в следующих областях:

Базы гидрометеорологических, гидрофизических, геофизических, гидроакустических, гидробиологических, гидрохимических и экологических экспериментальных данных тропической зоны, в том числе цифровые картографические данные;

Технологии эффективного использования робототехнических комплексов, включающих автономные и телеуправляемые необитаемые подводные аппараты (АНПА, БНПА, ТНПА и др.);

Технологии защиты элементов морской техники, подводной робототехники;

Технологии глубоководной связи;

Универсальные автономные робототехнические платформы и гидрообсерватории;

Описание океанологических процессов, определяющих состояние и характеристики вод ЮКМ в планетарной климатической системе;

Карты геофизических полей, описание их связи со структурой, геодинамикой и сеймотектоническими процессами в литосфере переходной зоны «океан-материк» вьетнамского региона; особенности возникновения цунамигенных землетрясений;

База данных биологических объектов и физиологически активных соединений тропических вод;

Классификация и идентификация сигналов естественного происхождения, создаваемых морскими животными, ракообразными, рыбами и их конгломератами;

Информационные, навигационные, гидроакустические и оптические системы нового поколения;

Карты и базы данных минеральных ресурсов;

Скалярно-векторные характеристики звуковых полей в слоистых средах и перспективы их применения для разработки гидроакустических средств навигации, связи и освещения подводной обстановки с использованием подводных роботов;

Физика возникновения и развития тропических циклонов и их роль в энергообмене геосфер тропической зоны.

Район исследований в Южно-Китайском море включает в себя побережье, территориальные воды и исключительную экономическую зону СРВ и занимает шельф, континентальный склон, его подножие, глубоководную котловину, а также острова в их пределах. Площадь района совместных исследований в пределах ИЭЗ СРВ может составлять около 310 тыс. кв. км при глубинах моря от 05 м до 2500 м.

**Тезисы докладов на Круглом столе  
«Применение современных моделей Мирового океана  
для анализа и прогнозирования состояния экосистем  
морей России и стратегически важных для страны  
районов Мирового океана»**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕДЯНОГО  
ПОКРОВА НА НЕАРКТИЧЕСКИХ МОРЯХ РОССИИ**

*Е.С. Нестеров, В.Д. Жупанов,  
А.В. Федоренко,  
г. Москва, Гидрометцентр России*

Диагностическая и прогностическая информация о состоянии ледяного покрова важна для обеспечения морской деятельности, в том числе операций в российских неарктических и арктических морях. Для этого в Гидрометцентре России осуществляется сбор, контроль, анализ и доведение до потребителей морской гидрометеорологической и ледовой информации. Составляется три вида ледовых прогнозов по неарктическим морям: недельный прогноз, месячный прогноз, долгосрочный ледовый прогноз на предстоящий ледовый сезон.

Регулярно выпускается бюллетень, содержащий долгосрочный прогноз ледовых условий в предстоящую зиму на неарктических морях России. Бюллетень содержит следующие разделы: максимальная ледовитость моря, даты первого появления льда и очищения ото льда в портах, продолжительность ледового периода. На картах представлено распределение ледяного покрова в неарктических морях в период максимального развития. Указанные выше долгосрочные ледовые прогнозы основаны на статистических связях между характеристиками атмосферы (температура воздуха, давление) над большими регионами (Северная Атлантика, северная часть Евразии) и параметрами ледяного покрова на морях со сдвигом по времени.

В последние годы стали разрабатываться методы прогноза ледовых характеристик на основе гидродинамических моделей. В [1] описан опыт применения модели CICE для прогноза на 5–10 суток характеристик ледяного покрова в Беринговом море. Представлены результаты прогнозов сплоченности льда, ледовитости моря, а также дат первого появления льда, устойчивого ледообразования и полного очищения для зимнего сезона 2018/2019 гг. Программное обеспечение модели CICE, разработанной Е. Ханке (E. Hunke) [4], распространяется в сочетании с пакетом Icepack, набор физических параметров которого учитывает термодинамические и динамические подсеточные процессы, обычно не разрешаемые другими моделями. Модель CICE используется в различных прогностических центрах совместно с моделями циркуляции океана, такими как NEMO или HYCOM [3].



В Гидрометцентре России выполнено несколько численных экспериментов с моделью CICE. В качестве объекта моделирования выбрано Каспийское море, поскольку в его северной части ежегодно наблюдается ледяной покров, условия формирования которого и его параметры характеризуются значительной пространственно-временной изменчивостью. В первой серии экспериментов моделировались параметры ледяного покрова моря в 2005-2009 гг. [2]. В качестве атмосферного форсинга использовались поля реанализа JRA-55. Для указанного периода рассчитывались значения сплоченности льда (по которым определялись даты замерзания и очищения моря ото льда) и толщины льда. Сравнение результатов расчета с данными наблюдений показало, что модель удовлетворительно воспроизводит процессы нарастания и таяния льда, хотя в некоторые годы имеются существенные расхождения между рассчитанными и фактическими датами замерзания и очищения моря ото льда. При этом отмечается хорошее совпадение результатов расчета максимальной толщины льда с данными наблюдений.

Во второй серии численных экспериментов моделировались параметры ледяного покрова Каспийского моря в экстремальные зимние сезоны 2011/2012 и 2015/2016 гг. Эти сезоны резко отличались по нескольким параметрам. Так, если зимой 2011/2012 гг. была максимальная за последние десятилетия длительность ледового сезона (146 дней), то зимой 2015/2016 гг. она была минимальной (86 дней) [5]. Эти сезоны также резко отличались по площади ледяного покрова и толщине льда.

Расчеты сплоченности и толщины льда выполнялись с использованием характеристик атмосферы из реанализа ERA 5. По расчетам замерзание моря в экстремально холодный сезон 2011/2012 гг. произошло почти на месяц раньше, чем в экстремально теплый сезон 2015/2016 гг., а очищение на полмесяца позже. Это близко к фактическим датам: замерзание в 2011/2012 гг. произошло на 37 дней раньше, чем в 2015/2016 гг., а очищение на 30 дней позже. Максимальная толщина льда по расчетам в 2011/2012 гг. (27 см) оказалась несколько больше, чем в 2015/2016 гг. (21 см). Расчет пространственного распределения сплоченности льда на 10 декабря в оба сезона показал, что площадь ледяного покрова в сезон 2011/2012 гг. была значительно больше, чем в сезон 2015/2016 гг., сплоченность достигала 10 баллов, в то время как в сезон 2015/2016 гг. не превышала 2 балла.

Однако при этом максимальная толщина льда в 2011/2012 гг. по расчетам оказалась меньше фактической, а положение южной границы ледяного покрова на 3° южнее наблюдаемой. Эти результаты свидетельствуют о необходимости дальнейшего развития моделирования эволюции ледяного покрова Северного Каспия в различных метеорологических условиях.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вржжик А.Н. Среднесрочный прогноз ледовой обстановки Берингова моря // Известия ТИНРО. 2020. Т. 200, вып. 1. С. 131-140.

2. Нестеров Е.С., Жупанов В.Д., Федоренко А.В. Моделирование характеристик ледяного покрова Каспийского моря на основе модели CICE//Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2022. № 383. С. 57-70.
3. Hebert D.A., Allard R.A., Metzger E.J, Posey P.G. et al. Short-term sea ice forecasting: an assessment of ice concentration and ice drift forecasts using the U.S. Navy's Arctic Cap Nowcast/Forecast System // J. Geophys. Res. Oceans. 2015. Vol. 120. P. 8327-8345. DOI: 10.1002/2015JC011283.
4. Hunke E. C. et al. The multiphase physics of sea ice // Sea. 2011. Vol. 5. P. 1949-1993.
5. Lavrova O.Y., Kostianoy A.G., Mityagina M.I., Storchkov A.Y. et al. Remote sensing of sea ice in the Caspian Sea// Proc. SPIE 11150, Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions 2019; doi: 10.1117/12.2532136.

**Тезисы докладов на Круглом столе  
«Мониторинг современного состояния морей России»**

**МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

*Е.В. Островская,*  
г. Астрахань, ФГБУ «КаспМНИЦ»

Основная цель данной работы – обобщение многолетних наблюдений за гидрометеорологическими параметрами в Каспийском регионе. Мониторинг на Каспии ведется Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) на 4 морских и 23 устьевых станциях и постах. Кроме того, по линии Координационного комитета по гидрометеорологии Каспийского моря прикаспийские страны обмениваются данными о состоянии моря по 26 морским станциям.

Результаты анализа многолетних данных свидетельствуют о том, что современные глобальные изменения климата оказывают существенное влияние на климатические условия Каспийского региона. В первую очередь это касается увлажненности и температурного режима, а также связанного с ними ледового режима в северной части моря.

Средняя годовая температура воздуха за последние 30 лет в российской части моря увеличилась на 1,0°C. Это привело к повышению средней за период температуры поверхностного слоя воды на наших островных станциях на 0,4°C.

С повышением температуры воздуха наблюдается устойчивая тенденция к снижению количества осадков и повышению испарения с поверхности моря и прилегающих территорий. Интенсивность снижения количества осадков составила 1,9 мм в год, в то время как испарение увеличивается в среднем на 2,1 мм в год.

Существенное потепление в зимний сезон, привело к смягчению ледовых условий в северо-западной части Каспия. Снизилось количество суровых зим. Периодичность суровых зим в XX веке составляла 15-16 лет, а в современный климатический период (1991-2020 гг.) – 27 лет (1 суровая зима 2011/2012 гг.). Среднее число дней в ледовый период со льдом в современных условиях на о. Тюлений составило 31 день, сократившись по сравнению со средней многолетней продолжительностью на 19 дней. А сроки полного очищения ото льда сдвинулись на 17 дней в сторону более ранних дат. С каждым годом уменьшается зона распространения льда и толщина ледяного покрова [2].

На фоне снижения количества осадков и общего потепления наблюдается снижение водного стока рек Каспийского бассейна, в первую очередь, Волги, на долю которой приходится более 80 % общего речного стока. В целом, среднегодовой суммарный речной сток в море снизился примерно на 35 км<sup>3</sup> по сравнению с предыдущим периодом 1978-1995 гг. На слайде показано, что изменения стока, особенно важного для экосистем и водных биоресурсов весеннего стока, происходят на всей территории Волжского бассейна. В самой южной части бассейна объем

половодного стока уменьшился почти на 60 %. Кроме того, уменьшилось количество многоводных лет, т.е. маловодье теперь наблюдается чаще, чем это было в предшествующий период.

В условиях нарастающего маловодья мы наблюдаем соответствующую тенденцию к снижению уровня Каспийского моря, начавшуюся в конце 1990-х гг. В 2021 г. средняя отметка уровня достигла -28,43 м относительно нуля Балтийской системы, что примерно составило 1,5 м по сравнению с отметкой 1995 г. Это уже привело к осушению более 22 тыс. кв. км прибрежных территорий преимущественно в северной наиболее мелководной части моря [1].

Эти изменения отражаются на гидролого-гидрохимическом режиме моря, его экосистеме и биологических ресурсах. Последствия климатических изменений для морских и прибрежных экосистем можно назвать катастрофическими. Они уже привели к снижению биопродуктивности Северного Каспия, условия для развития биологических сообществ стали менее благоприятными. Наблюдаются вспышки цветения водорослей в прибрежной зоне в летний период, эвтрофикация, гипоксия. Соответственно, это скажется и на состоянии ценных водных биоресурсов и биоразнообразия региона в целом [3, 4].

Опустынивание, усыхание прибрежных территорий, заливов, водно-болотных угодий, речных дельт, распространение пожаров на осушенных территориях угрожают жизни и здоровью людей и экономической деятельности на прибрежных территориях [5].

Смягчение ледового режима, учащение зим без устойчивого ледяного покрова представляет существенную угрозу популяции единственного каспийского млекопитающего – тюленя, поскольку практически приведет к исчезновению мест размножения для них [4].

Прогнозы, основанные на моделях МГЭИК, показывают, что описанные тенденции в будущем будут продолжаться [1]. В ближайшие 10-15 лет естественные изменения гидрометеорологических и ледовых условий на Северном Каспии будут происходить на фоне повышенной температуры воздуха. Некоторые работы [5] прогнозируют практически полное осушение северной Каспийского моря из-за продолжающейся регрессии уровня к концу этого столетия. Соответственно негативное воздействие климата на социально-экономическую составляющую и экосистему региона будет продолжаться.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгих С.А. Вступительное слово // Материалы Международной научной конференции «Изменение климата в регионе Каспийского моря» / Отв. Ред. Е.В. Островская, Л.В. Дегтярева. – Астрахань: Издатель Р.В. Сорокин, 2022. – С. 26-28.

2. Лобанов В.А., Наурозбаева Ж.К. Влияние изменения климата на ледовый режим Северного Каспия. – СПб.: РГГМУ, 2021. – 140 с.

3. Курапов А.А., Островская Е.В., Даирова Д.С., Васильева Т.В. Влияние изменений климата на биологические сообщества Северного Каспия / Отв. ред. А.Ф. Сокольский. – Астрахань: Издатель Сорокин Р.В., 2020. – 265 с.

4. Lattuada M., Albrecht C., Wilke T. Differential impact of anthropogenic pressures on Caspian Sea ecoregions // Mar. Poll. Bull. – 2019. – V. 142. – P. 274–281.

5. Prange, M., Wilke, T. & Wesselingh, F.P. The other side of sea level change // Commun Earth Environ. – 2020. – V. 1(69). <https://doi.org/10.1038/s43247-020-00075-6>.

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

*Е.А. Захарчук, В.Н. Сухачев,  
Н.А. Тихонова,  
г. Москва, ФГБУ «ГОИН»,  
г. Санкт-Петербург, СПбГУ*

Наблюдающееся потепление климата приводит к значительным изменениям природных условий в регионе Балтийского моря. В последние десятилетия здесь наблюдаются заметные межгодовые изменения метеорологических и гидрологических процессов. На фоне повышения температуры моря, которое большинство исследователей связывают с глобальным потеплением климата на Земле, отмечается уменьшение в несколько раз количества больших балтийских затоков. Столь заметные изменения в водообмене между двумя морями не могли не повлиять на океанологический режим мелководного, почти замкнутого солоноватого бассейна, к которому относится Балтийское море, а также на функционирование его экосистемы. Современные климатические изменения гидрологического режима Балтийского моря протекают на фоне усиливающегося антропогенного воздействия на его окружающую среду. Воды Балтики омывают берега девяти государств, имеющих высокий уровень развития промышленности и сельского хозяйства. На территории водосборного бассейна Балтийского моря проживают около 85 миллионов человек. В последние десятилетия это море сталкивается с большими экологическими проблемами. Повышается нагрузка на его воды биогенных веществ, приводящая к эвтрофикации, в результате чего увеличивается потребление кислорода. Состояние Балтики указывает на явные и требующие безотлагательного решения экологические проблемы. Текущие глобальные изменения климата являются дополнительной потенциальной угрозой. Согласно численным гидродинамическим прогнозам, глобальное потепление климата в конце текущего столетия приведет к увеличению температуры воды в Балтийском море на 0,5-2,5°C на его поверхности и на 0,7-2,8°C ниже 40 м, а также понижению солёности на 1,5 – 2,0‰, уменьшению количества больших балтийских затоков и увеличению стока рек в море [2].

Большую озабоченность ученых вызывают возможные последствия для Балтики глобального повышения уровня Мирового океана. Результаты анализа спутниковой альтиметрической информации свидетельствуют об увеличении в последние десятилетия скорости роста уровня Мирового океана, которое составило за период 1993–2017 гг.  $3,35 \pm 0,4$  мм/год [1], что увеличивает вероятность

штормовых нагонов уровня моря. Прогностические оценки финских исследователей показывают, что в будущем на юге Финляндии эвстатическое повышение уровня моря превысит влияние противоположного процесса поднятия суши [3]. Группа американских исследователей, используя теорию экстремальных значений к имеющимся сведениям о темпах повышения уровня моря и наводнениях, спрогнозировала, что к 2050 году уровень океана вблизи большинства прибрежных территорий повысится на 10-20 см, а частота наводнений увеличится в 2 раза [4].

Цель доклада – оценить на основе современной гидрометеорологической информации изменения природной среды Балтийского моря в условиях меняющегося климата, выявить и описать причины и механизмы этих изменений.

Приводятся результаты изменений метеорологических и гидрологических процессов в регионе Балтийского моря, полученные на основе анализа судовых океанологических измерений температуры, солёности и кислорода на станциях международного мониторинга Балтики, данных мареографных и спутниковых альтиметрических наблюдений за уровнем моря, инструментальных измерений ветра и атмосферного давления, а также данных реанализа метеорологических и океанологических полей. Показано, что на фоне повышения температуры моря, которое большинство исследователей связывают с глобальным потеплением климата на Земле, в последние десятилетия отмечаются заметные изменения динамических процессов в атмосфере над Балтикой, водообмена Балтийского и Северного морей, изменение количества опасных подъёмов уровня в Финском заливе, термохалинных и гидрохимических условий Балтийского моря. Отмечается увеличение площади акваторий с гипоксиейными условиями, лимитирующими развитие жизни в глубинных и придонных слоях, усиление вертикального развития неблагоприятных кислородных условий. Особенно заметные ухудшения кислородного режима отмечаются для Финского залива. Если в период 1959-1988 гг. гипоксические условия наблюдались только в самой западной части залива, и не во все годы, то, начиная с 1993 г., зоны гипоксии здесь отмечаются каждый год, распространяясь с течением времени дальше на восток залива, все чаще наблюдаясь в его центральной и восточной частях. Исследуются физические механизмы межгодовых изменений океанографических процессов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ablain, M.; Meyssignac, B.; Zawadzki, L.; Jugier, R.; Ribes, A.; Cazenave, A.; Picot, N. Uncertainty in Satellite estimate of Global Mean Sea Level changes, trend and acceleration. *Earth Syst. Sci. Data Discuss.* 2019.
2. Gräwe U., R. Friedland, H. Burchard. The future of the western Baltic Sea: two possible scenarios. *Ocean Dynamics* August 2013, Volume 63, Issue 8, pp. 901-921.
3. Lepparanta M. and Myrberg K. *Physical Oceanography of the Baltic Sea.* Springer/Praxis, Chichester, U.K. 2009. 378 pp.
4. Vitousek S., P.L. Barnard, C.H. Fletcher, N. Frazer, L. Erikson, C. D. Storlazzi. Doubling of coastal flooding frequency within decades due to sea-level rise. *Scientific Reports* 7, Article number: 1399, 2017.

## СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МОРСКИХ АКВАТОРИЯХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА РОССИИ

*В.Б. Лобанов, В.А. Лучин,  
И.Д. Ростов, О.О. Трусенкова,  
г. Владивосток, ТОИ ДВО РАН;  
Л.И. Мезенцева,  
г. Владивосток, ФГБУ  
«ДВНИГМИ», Дальрыбвтуз;  
Е.В. Устинова, Г.В. Хен,  
г. Владивосток, ТИНРО*

Обсуждаются современные климатические изменения, включая тенденции за длительный срок, происходящие в примыкающих к территории России морских акваториях дальневосточного региона. Актуальность работы обусловлена тем, что Мировой океан играет важную роль в смягчении планетарных климатических изменений, но и сам значительно изменяется под их воздействием [3]. В работе использованы материалы Третьего оценочного доклада Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации (ОД-3) по дальневосточным морям, которые были подготовлены авторами доклада [1], а также материалы последнего доклада Японского метеорологического агентства по мониторингу климатических изменений [1]. Полученные результаты основаны на данных реанализа NCEP/NCAR, систем GODAS и NEAR-GOOS, прибрежных гидрометеорологических станций, судовых гидрологических наблюдений ТОИ ДВО РАН, ДВНИГМИ, базы ледовых условий ТИНРО и спутниковой информации; использовались также данные ВНИРО/ТИНРО по промысловым выловам. Выявлены долговременная (с 1960-х гг.) тенденция ослабления муссонной циркуляции атмосферы и наметившаяся в 2010-х гг., хотя и менее выраженная, тенденция к ее усилению, причем в последние годы усилился ветровой режим. Последнее определяет интенсивность вертикального перемешивания вод и поставку биогенных элементов в эвфотический слой, благоприятствующую росту первичной продукции фитопланктона. Температура воздуха в приземном слое над дальневосточными морями и температура воды поверхностного слоя в целом сохраняют многолетнюю тенденцию к росту, причем в последние десятилетия темпы потепления возросли, в 2-3 раза превышая средние по Мировому океану, а наибольшее потепление отмечается в летний сезон, тогда как зимние тренды значительно ниже. В Беринговом, Охотском и Японском морях наблюдается рост температуры толщи вод за счет передачи тепла в промежуточные слои, изменения условий вертикального перемешивания, что приводит к накоплению теплозапаса. В Японском море продолжающееся ослабление вентиляционных процессов приводит к росту температуры придонного адиабатического слоя вод глубоководных котловин, при этом скорость роста за последние десять лет немного снизилась. Многолетняя тенденция уменьшения площади льда в многолетнем плане стабильно наблюдается только для Охотского моря, но не для двух других морей, где имеют

место значительные межгодовые различия. Отмечается рост уровня дальневосточных морей со скоростями близкими к средним по Мировому океану; более детальный анализ для Японского моря показывает наличие квазидесятилетних и квазидвухлетних колебаний. Продолжающееся потепление дальневосточных морей оказывает заметное влияние на морские экосистемы, определяет изменения условий морского промысла. Прослеживается устойчивая связь колебаний температуры воздуха и выловов основных видов лососевых рыб. В частности, потепление, проходившее в течение первого десятилетия XXI столетия, спровоцировало ускорение темпов увеличения численности лососей, что привело к рекордному вылову в 2018 г. Изменения термического режима могут приводить к возникновению опасных природных явлений.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Костяной А.Г. и др. 2.1.3 Морские природные системы // Третий оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. СПб.: Научно-технологические технологии, 2022. С. 192-238.
2. Climate Change Monitoring Report 2021. Tokyo, Japan: Japan Meteorological Agency, 2022. С. 89. [https://www.jma.go.jp/jma/en/NMHS/indexe\\_ccmr.html](https://www.jma.go.jp/jma/en/NMHS/indexe_ccmr.html).
3. IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / eds. Masson-Delmotte V. et al., Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press. P. 32, doi:10.1017/9781009157896.001.



## **БЕЗОПАСНЫЙ ОКЕАН**

*Безопасный океан,  
рядом с которым жизнь людей  
и источники их дохода  
защищены от связанных  
с морской стихией бедствий*

Рассмотрение проектов и инициатив, направленных на изучение происходящих в состоянии океана изменений и внедрение соответствующих мер реагирования, а также на защиту людей, социальных и промышленных объектов, видов морской деятельности от связанных с морской стихией бедствий

***Тезисы докладов на Круглом столе  
«Кадастр морских берегов России:  
задел, проблемы и перспективы»***

**КОНЦЕПЦИЯ КАДАСТРА МОРСКИХ БЕРЕГОВ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*Г.Г. Гогоберидзе, Е.А. Румянцева,  
г. Мурманск, ФГБОУ ВО «МАГУ»*

Развитие современной науки подчеркивает постоянно возрастающую роль комплексного подхода при проведении анализа и разработки прогнозов развития пространственного объекта как части фундаментальной науки и комплексного научного направления. В современной практике прогнозирования изменчивости сложных эко-социо-экономических систем применяется значительное количество методов, каждый из которых обладает определенными достоинствами и недостатками, поэтому зачастую в процессе апробации используемые методы дополняют друг друга и используются совместно. Усиление неопределенности вследствие симбиоза экологических и социально-экономических событий является причиной повышения актуальности комплексных методов, применяемых в процессе оценки и прогноза устойчивости и развития территориальных систем, которыми, в частности, являются береговые системы морей Российской Федерации.

При этом необходимо отметить, что для России не может быть единого плана комплексного управления береговыми системами в силу значительных физико-географических, экологических и социально-экономических различий, а также вследствие существующей законодательной базы. Для каждой региональной береговой эко-социо-экономической системы должны разрабатываться отдельные региональные проекты морского пространственного планирования, основанные на единой методологической базе. Такой методологической базой является Кадастр береговых систем, как методически систематизированный свод данных, количественно и качественно характеризующий явления и ресурсы, расположенные в пределах рассматриваемой территории и прилегающей акватории, отражающей высокую динамичность и сложность береговых систем.

Основная задача Кадастра береговой зоны Российской Федерации (КБЗ РФ) заключается во всестороннем качественном и количественном описании земельных и водных ресурсов береговой системы, исходя из характеристики их природного и экономического состояния с выявлением, оценкой и прогнозом развития природных, природно-техногенных и техногенных опасностей. Государственную кадастровую информацию о береговой зоне составляют сведения о правовом, природном и социально-экономическом положении приморской территории и прилегающей акватории, подлежащие внесению в кадастровую документацию и автоматизированную базу кадастровых данных.

Структура КБЗ РФ представляется в виде последовательно обобщающей и формализуемой системы с переходом от более низких к более высоким уровням организации информационной базы. Таким образом, в начальной стадии составления КБЗ РФ, по существу, сводится к созданию геоинформационной системы для поддержки мероприятий по управлению ресурсами береговых зон на федеральном, региональном и муниципальном уровнях.

По своей сути КБЗ РФ на первой стадии своего составления представляет геоинформационную систему (ГИС) блокового строения, куда в качестве основания входят пять блоков:

Административно-хозяйственный;

Ландшафтно-географический;

Геолого-геоморфологический;

Климатический;

Эко-социо-экономический, включая оценку рисков берегового природопользования.

В качестве основного подхода для анализа и визуализации информации КБЗ РФ необходимо применение геоинформационного метода, основанного на ГИС-технологиях. В данном случае геоинформационная система (ГИС) является своеобразным катализатором, который необходим для решения задач, связанных с пространственным распределением составляющих частей КБЗ РФ, и целесообразным является разработка ГИС-оболочки «Кадастр береговых систем Российской Федерации». Такая ГИС представляет собой особую информационную систему, осуществляющую сбор, обработку, хранение, отображение и распространение пространственных данных, а также данных непространственного характера о береговых эко-социо-экономических системах Российской Федерации и расположенных в них элементах морехозяйственного комплекса.

Основными пользователями КБЗ РФ являются:

профильные федеральные и региональные органы государственной власти, администрации приморских районных и локальных муниципальных образований;

хозяйствующие субъекты, ведущие деятельность в части берегового природопользования;

агентства и организации, занимающиеся проблематикой устойчивого экологического развития береговых экосистем.

Рабочая группа «Морские берега» (РГ «Морские берега»), действующая в рамках Секции океанологии, физики атмосферы и географии Отделения наук о Земле Российской академии наук, является общественной организацией, в состав которой входят ведущие исследователи-береговики, представляющие академические и научно-образовательные организации различных регионов России. Деятельность членов РГ «Морские берега» связана с разработкой планов освоения и эко-социо-экономического развития прибрежных регионов, разработкой методов устойчивого территориального планирования и развития береговой зоны, затрагивающих сохранение береговых ландшафтов страны. Результаты этих

исследований во многом являются заделом создания КБЗ РФ, включая работы Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского, Морского гидрофизического института РАН, Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Мурманского арктического государственного университета и других научных и научно-образовательных организаций Российской Федерации.

В целом разработка Кадастра морских берегов Российской Федерации направлена на решение проблем сохранения экологического равновесия и эффективного природопользования в береговых и морских пространствах. Реализация проекта даст возможность разработки инструментария поддержки принятия эффективных, экологически обоснованных управленческих решений по процессам территориального планирования и устойчивости береговых эко-социо-экономических систем, в целях обеспечения национальных интересов, с учетом климатических, экологических и социо-экономических изменений.

Исследование выполняется при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-05-00312.

## **КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ КАК ПИЛОТНЫЙ ПРОЕКТ ПО СОЗДАНИЮ КАДАСТРА БЕРЕГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*Е.М. Бурнашов, Б.В. Чубаренко,  
г. Светлогорск, ГБУКО  
«Балтберегозащита», АО ИО РАН*

По официальным данным Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации в Суммарная протяженность береговой линии российских морей составляет более 60 тыс. км. [1]. Протяженность береговой линии водохранилищ составляет 75,4 тыс. км, а длина береговой линии Байкала – как особо охраняемого озёра более 2 тыс. км. [1], хотя после строительства Иркутской ГЭС – Байкал – это тоже уже давно водохранилище. При этом, суммарная длина береговой линии всех крупных внутренних озер, лагун, заливов Российской Федерации точно не известна! Не говоря уже и про то, какие это берега: какого типа, класса, уровня и. т.п. А так как береговые линии всех водоёмов постоянно находятся под действием меняющихся природных и антропогенных факторов, то и их протяженность и конфигурация тоже постоянно меняется и практически никем не контролируется.

В законодательстве Российской Федерации до сих пор отсутствуют такие простые понятия как «берег», «береговая зона», «побережье», «прибрежье» и др., а имеющиеся в Водном кодексе такие административные определения как «береговая линия», «береговая полоса», «прибрежная защитная полоса» и «водоохранная зона» – являются недостаточными для успешного комплексного управления береговыми территориями страны. На федеральном уровне отсутствуют полномочия, которыми могли бы быть наделены контролирующие органы, следящие за состоянием

береговых зон (включая берег и подводный склон), а не только за состоянием водных объектов.

Отсутствие полноценной и достоверной информации о состоянии и основных характеристиках берегов и береговых зон морей, заливов, лагун, озёр, водохранилищ и других водоёмов не позволяет эффективно и без ущерба окружающей среде управлять такими территориями и акваториями.

Для решения сложившейся проблемы предлагается создание и ведение единого кадастра береговых зон Российской Федерации, включающих берега и прилегающий к ним подводный береговой склон, границы которых необходимо определить в соответствии с критериями, предложенными еще в XX веке В.П. Зенковичем [2]. Кадастр береговых зон должен являться в первую очередь универсальной информационной базой данной, выполненной на определенной общедоступной государственной платформе геоинформационных систем (ГИС), с возможностью постоянного управления и внесения достоверных сведений и уточнений, например – как «Публичная кадастровая карта» Росрестра. Так как такая работа является очень трудоёмкой, многообразной и сложной, то для выработки правильной структуры кадастра, реестра заполняемых данных о соответствующих характеристиках береговых зон, то для начала предлагается создать пилотный проект подобного Кадастра на примере Калининградской области.

Пилотный проект по созданию кадастра берегов Российской Федерации на примере Калининградской области имеет ряд преимуществ перед другими субъектами:

- в границах Калининградской области находятся берега нескольких разных водоемов (морей, заливов, лагун, озёр и водохранилищ);

- в Калининградской области берега представлены как абразионными, так и аккумулятивными типами;

- хорошая изученность берегов и береговых процессов;

- существует система регионального мониторинга за состоянием морских берегов;

- изолированность и трансграничность субъекта;

- имеется уникальный и многолетний опыт обоснования и проведения различных берегозащитных мероприятий, в том числе и капитального характера.

После опробования такого пилотного проекта на примере Калининградской области, можно будет выявить необходимые доработки для усовершенствования Кадастра и применять его уже ко всем другим субъектам Российской Федерации. Одновременно с созданием общего Кадастра берегов Российской Федерации, целесообразным является усовершенствование действующего законодательства, в части установления соответствующих правовых полномочий и закрепления их за соответствующими органами исполнительной власти Российской Федерации, ответственными за ведение Кадастра.

В результате создания Кадастра берегов Российской Федерации можно будет осуществлять полноценный контроль не только за состоянием береговых зон различных водоёмов России, но и регламентировать на разных уровнях мероприятия, способствующие минимизации рисков различных негативных последствий и предотвращению возникновению возможных экономических и экологических ущербов. Установленные полномочия можно будет передать субъектам Российской Федерации вместе с предоставлением соответствующих субвенции, направленных на выполнение переданных полномочий. В свою очередь, субъекты Российской Федерации в соответствии с Кадастром смогут на своём уровне разрабатывать и утверждать соответствующие генеральные схемы берегозащитных мероприятий, на основе которых должно осуществляться проектирование берегозащитных сооружений [3]. Также все субъекты РФ на полном правовом основании смогут самостоятельно проводить государственный мониторинг за состоянием береговых зон и предоставлять актуальные сведения для внесения уточнений в Кадастр берегов Российской Федерации.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2018 году». – М.: НИА-Природа, 2019. – 290 с.
2. Зенкович, В. П. Основы учения о развитии морских берегов / В.П. Зенкович. – Москва: Акад. Наук СССР, 1962. – 710 с.
3. Свод правил. Сооружения морские берегозащитные. Правила проектирования: СП 277.1325800.2016: утв. М-вом строительства и жилищно-коммунального хозяйства Рос. Федерации 16.12.2016: введ. в действие с 17.06. 2017 – М.: Стандартиформ, 2017. – 62 с.

#### КАДАСТР И БАЗА ДАННЫХ МОРСКИХ БЕРЕГОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

*М.Н. Григорьев,*  
г. Якутск, ИМЗ СО РАН

В последнее десятилетие, в связи с некоторым повышением температур воздуха в Арктике, отмечается усиление эрозии морских берегов акватории Северного Ледовитого океана. Берега Восточной Сибири, отличающиеся наибольшей льдистостью, реагируют на потепление активнее, чем берега остальных арктических морей. Установлено, что разрушение таких берегов, обусловленное процессами термических денудации, абразии и эрозии, термического карста и криогенными склоновыми процессами в сочетании с другими процессами морфогенеза, в этом регионе приводит к потере более 10 км<sup>2</sup> площади прибрежной суши в год. Для определения средней скорости береговой эрозии и массы берегового материала, поступающего на шельф, была разработана методика, базирующаяся на детальном сегментировании побережий морей Лаптевых и Восточно-Сибирского,

описании и расчете их основных морфологических, геолого-геокриологических и динамических параметров. Для обобщения полученных данных и выявления различных динамических параметров береговой зоны создана предварительная береговая база данных этих морей, включающая основные мерзлотно-геологические и геоморфологические параметры для каждого из 124 береговых сегментов. Эта база данных может стать весомым вкладом в кадастр морских берегов исследуемого региона. В силу высокой льдистости (до 80 %) многолетнемерзлых пород береговой зоны морей Восточной Сибири, где протяженность берегов с ледовым комплексом составляет более трети длины побережья, процессы криоморфогенеза играют ведущую роль в их разрушении. Выяснено, что скорость разрушения берегов, содержащих ледовый комплекс, в 5–7 раз выше, чем участков с малольдистыми толщами.

Особенно заметное усиление береговых процессов отмечается на ключевых участках льдонасыщенных берегов на побережье центральной части моря Лаптевых. Это выразилось в массовой активизации склоновых процессов, прежде всего солифлюкции, на прежде стабильных, задернованных берегах. Скорость их отступления превысила на нескольких мониторинговых участках среднемноголетние нормы в 1,5-2 раза. Это связывается с повышением температур воздуха в Восточно-Сибирском приморском регионе, увеличением мощности сезонно-талого слоя на береговых склонах, а также с тем, что при сокращении площади паковых льдов в Арктике наблюдается существенное усиление штормовой активности. Темпы отступления берегов, сложенных многолетнемерзлыми породами морей Лаптевых и Восточно-Сибирского в этом регионе самые высокие из известных, в среднем, учитывая стабильные берега, 0,8-0,9 м/год, при максимальных скоростях – до 25 м. В последние десятилетия быстрое отступление береговых уступов, активизация поверхностных криогенных явлений часто приводили к обрушению домов, кладбищ, геодезических знаков, навигационных и других прибрежных объектов.

Одним из результатов исследований береговой зоны арктических морей Восточной Сибири стало создание предварительной детальной береговой базы данных для этого региона. Сегментация берегов морей Лаптевых и Восточно-Сибирского и наполнение каждого берегового сегмента количественной и качественной информацией являлась основой для формирования этой базы. База данных создана на основе электронной карты прибрежно-шельфовой зоны этих морей. В ее состав включены слои, главные из которых – береговая линия, береговые сегменты и собственно информационный блок, состоящий из 18 параметров.

В пределах каждого из 124 выделенных береговых сегментов, информационный слой разделен на следующие параметры:

1. Название моря;
2. Номер берегового сегмента (с запада на восток);
3. Местоположение сектора, географическая привязка крайних точек сегмента;
4. Географические координаты крайних точек сегмента;
5. Основные береговые формы рельефа;
6. Преобладающие типы динамического развития берегов;
7. Преобладающие литологические типы пород/осадков, слагающих берега;
8. Среднее

расстояние от береговой линии до изобат 2, 5, 10, 100 м; 9. Длина береговой линии секции (км); 10. Средняя высота бровок береговых уступов или береговых склонов (м); 11. Средний темп береговой эрозии (м/год); 12. Среднее объемное содержание подземного льда в породах, слагающих берега (%). 13. Средняя плотность сухого скелета пород, слагающих берега ( $\text{г/см}^3 - \text{т/м}^3$ ); 14 – Масса (поток) обломочного материала (минерального и органического), выносимого из разрушаемых берегов на шельф за один год (т/год); 15 – Среднее содержание органического углерода в береговом обломочном материале (весовые %); 16 – Масса органического углерода, выносимая из разрушаемых берегов на шельф за один год (т/год); 17 – Краткая информация по специфическим ключевым участкам, выходящим по некоторым параметрам из структурной формы базы данных (береговые ледники, лагуны, барьерные острова, небольшие острова, попадающие в континентальны береговой сегмент и т.д.); 18 – иллюстративный материал по ключевым участкам.

Основные принципы выделения берегового сегмента (для морей Восточной Сибири):

1) примерно одинаковый динамический режим в пределах берегового отрезка, если не учитывать небольшие локальные участки с другим динамическим режимом, то, в целом, в выбранном сегменте преобладает береговая эрозия, умеренная или активная, либо аккумуляция, либо берега в основном стабильны;

2) примерно одинаковое литологическое строение на большей части сегмента;

3) примерно один диапазон абсолютных высот преобладающего числа клифов и береговых склонов;

4) примерно одинаковое геокриологическое строение на преобладающей части сегмента (прежде всего объемная льдистость пород), например, ледовый и термокарстовый комплексы, практически не льдистые коренные породы, четвертичные дельтовые отложения с относительно небольшим содержанием льда, грубообломочные толщи с низкой льдистостью и т.д.

Береговая база данных, как фактурная основа Кадастра морских берегов, позволяет довольно точно определить среднемноголетние темпы береговой эрозии, массу наносов из разрушающихся берегов, массу органического углерода, высвобождаемого из береговой вечной мерзлоты и площадь теряемой прибрежной суши.

Исследования выполнялись в рамках проекта РАН АААА-А20-120111690012-6 «Деградация мерзлоты и трансформация рельефа в береговой зоне и на шельфе арктических морей восточного сектора РФ: динамика, прогноз и риски».



## РАЗВИТИЕ ПРИРОДНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЧЕТА СУШИ И ОКЕАНА В РОССИИ

*Г.А. Фоменко, М.А. Фоменко,  
г. Ярославль, НПО «Институт  
устойчивых инноваций»,  
г. Калининград ФГАОУ ВО «БФУ  
им. И. КАНТА»*

В современных условиях нарастания рисков и неопределенностей многократно усиливается угроза потери устойчивости территорий и нарушения балансов в пространственном развитии. Не случайно обеспечение национальной безопасности и устойчивого развития Российской Федерации в долгосрочной перспективе, сохранение морских природных систем и обеспечение рационального использования их ресурсов находятся в фокусе мер, предусмотренных стратегическими документами по развитию страны (Стратегия национальной безопасности, Морская доктрина и др.).

Между тем, данные существующих информационных систем недостаточны для решения поставленных задач, поскольку они изначально были ориентированы на решение отраслевых задач. В результате невозможно выполнение оценок устойчивости развития регионов и страны в целом, своевременное выявление угроз экономически и социально опасного истощения природно-ресурсной базы. Наиболее сложная ситуация сложилась относительно морских территорий Российской Федерации: более или менее систематизированные данные сформированы по отдельным, наиболее доходным природно-ресурсным группам; по большинству же из них данные фактически отсутствуют.

Формирование специализированных информационных систем в единстве природно-ресурсных и экономических показателей осуществляется в соответствии со стандартизированной методологией природно-экономического и экосистемного учета (СПЭУ), развиваемой под эгидой ООН [1]. Ее последовательная реализация в русле всеобщего реформирования национальных статистических систем стран-членов ООН, в том числе и Российской Федерации, позволяет снивелировать отмеченные выше недостатки. Между тем, такая работа сопряжена со значительными трудностями адаптации международно признанных методических подходов к реальным условиям конкретных стран, со своими институциональными и организационными особенностями, сложившимися традициями и общепринятыми практиками. Длительный путь такой адаптации (в Российской Федерации с середины 1990-х годов) шел параллельно с развитием и модификацией самих методологий ООН, что не только облегчало понимание некоторых моментов, но и придавало определенные сложности продвижению работ.

В ходе исследований были обобщены (на примере опыта проектов, выполненных сотрудниками Института «Кадастр»), начиная с середины 1990-х годов, наиболее важные моменты развития природно-экономического учета в Российской Федерации, включая методологические обоснования и практические

разработки; сделан ряд важных обобщений относительно особенностей выполнения работ и перспектив их развития.

Уже в 1993 году под эгидой Минприроды России в экспериментальном порядке осуществлялась разработка методологии и практическое внедрение комплексных территориальных кадастров природных ресурсов, которые включали в себя и оценочные показатели. В развитие полученного опыта, в 1996 году методология СПЭУ была реализована на уровне Ярославской области и пилотного административного района. На федеральном уровне первые исследования были проведены в 2007-2009 годах. По заданию Минприроды и при участии специалистов Росстата были заполнены пробные матрицы СПЭУ, разработаны соответствующие подходы к выполнению расчетов [2]. Оценка природных ресурсов территорий российских заповедников и национальных парков, выполненная по методологии СПЭУ в 2010 и в 2015 годах, продемонстрировала их чрезвычайно высокую экономическую ценность, обосновала эффективность государственного бюджетного финансирования мер по сохранению и развитию ООПТ [3]. Значимым событием стала разработка в 2019 году проекта Дорожной карты по внедрению в России приоритетных счетов Системы природно-экономического учета (СПЭУ). Законодательное закрепление данного документа, которым формализованы системные действия заинтересованных министерств и ведомств при организационном обеспечении Росстата, придало значимый импульс работе по формированию информационной базы устойчивого развития. Уже в 2020 году Росстатом был сформирован счет выбросов в атмосферу, счет потоков водных ресурсов в физическом выражении и счет расходов на охрану окружающей среды [4]. Работа по морским территориям не предусмотрена в качестве приоритетной. Но чрезвычайно высокая значимость морских территорий, приморских регионов в развитии Российской Федерации обусловила начало пилотной работы по формированию СПЭУ шельфа [5] (на примере юго-восточной части Балтики и Калининградского региона).

В целом опыт реализации СПЭУ ЭУ демонстрирует практическую реализуемость ее методологических подходов. Между тем, по ходу работ возникал целый ряд сложностей. Прежде всего, СПЭУ опирается на иной философский и методологический базис, чем традиционно практикуемый природно-ресурсный учет – требуется обеспечить системный характер и целевую ориентацию информационных потоков в интересах устойчивого развития. Требуется повышенное внимание к исходным данным с целью максимально полного отражения существующих рыночных и вне рыночных реалий. Исходные данные имеют различное качество: по некоторым природно-ресурсным группам данные просто отсутствуют. Повышается потребность в фундаментальных исследованиях океана для получения необходимых данных по ресурсам моря, угрозам их истощения, возможной деградации морских экосистем.

Тем не менее, СПЭУ ЭУ уже сегодня должна рассматриваться как важный инструмент решения задач управления территориями на устойчивой основе,

системообразующее начало информационной базы реализации ЦУРов. Она обеспечивает заинтересованные органы полными и всесторонними сведениями о физических и экономических параметрах экосистемных активов, экосистемных услугах, истощении/деградации и восполнении/восстановлении экосистем, бенефициях (доходах, выгодах) и т.д. Исследования подтвердили безусловную необходимость широкой практической реализации природно-экономического учета территорий суши и морей Российской Федерации как универсального инструмента управления устойчивым развитием глобально значимой морской державы.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Система природно-экономического учета ООН (СПЭУ 2012). [Электронный ресурс]. URL: [https://unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/ge.33/2018/mtg3/S1\\_4\\_RU\\_SEEA\\_Nagy\\_\\_1\\_.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/ge.33/2018/mtg3/S1_4_RU_SEEA_Nagy__1_.pdf).
2. Фоменко Г. А., Ромашкина Г. Н., Гордонов М. Ю., Фоменко М. А., Арабова Е. А. О развитии стоимостного учета природных ресурсов в России // *Вопр. статистики*. – 2010. № 9. – С. 32–43.
3. Фоменко Г. А., Фоменко М. А. Изменение подходов к управлению особо охраняемыми природными территориями для их интеграции в социально-экономическое развитие регионов. *Вопросы географии*. – 2017. №143 «Географические основы заповедного дела». – С. 171-191.
4. О работах по внедрению счетов природно-экономического учета в статистическую практику Российской Федерации / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). – М., 2021. – [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Klevakina-Repin.pdf>.
5. Фоменко Г.А., Фоменко М.А., Лошадкин К.А., Панов В.Д. Потенциал природно-экономического экосистемного учета для поддержки управления прибрежными и морскими территориями на примере Калининградской области // *Вестник БФУ им. И. Канта*. – 2021. №4. – С. 46-69.

### **ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА БЕРЕГОВЫЕ ПРОЦЕССЫ: ВЗАИМООТНОШЕНИЕ СУБЪЕКТОВ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ МОРЕЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*С.А. Огородов, С.В. Бадина,*  
г. Москва, МГУ  
имени М.В. Ломоносова

Особую значимость в практике природопользования в береговой зоне моря имеет два аспекта: 1) учет и адаптация хозяйственной деятельности к береговым процессам, в том числе – опасным; 2) влияние хозяйственной деятельности, осуществляемой одними субъектами, на береговые процессы, инфраструктуру, население и другие хозяйствующие субъекты. В юридической практике и практике природопользования постоянно возникают спорные ситуации, при которых важна стоимостная оценка ущерба, вызванного активизацией береговых процессов в результате человеческой деятельности. В этой связи сегментация по степени

устойчивости к внешним (климатическим и техногенным) воздействиям и кадастровая оценка береговой линии имеет большую актуальность.

В нашей стране хозяйственная деятельность в береговой зоне моря регламентируется Статьей 65 «Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы» Водного кодекса РФ [1].

Ширина водоохранной зоны моря составляет пятьсот метров. Ширина прибрежной защитной полосы устанавливается в зависимости от уклона берега водного объекта и составляет тридцать метров для обратного или нулевого уклона, сорок метров для уклона до трех градусов и пятьдесят метров для уклона три и более градуса. В пределах водоохранных зон и прибрежной защитной полосы устанавливается особый режим хозяйственной деятельности. На практике из-за отсутствия должного контроля, четких границ прибрежной защитной полосы и кадастра морских берегов положения Водного кодекса в большинстве случаев не выполняются.

Важной научной задачей в данном контексте выступает стоимостная оценка ущерба от разрушения берегов и прогнозирование рисков. Ключевым лимитирующим фактором при этом является отсутствие или ограничение необходимой для решения этих задач информации. Одним из наиболее применимых информационных ресурсов служат данные о кадастровой стоимости земельных участков (например, [2]). Однако показатель кадастровой стоимости имеет ряд существенных недостатков. Во-первых, кадастровая стоимость в большинстве случаев существенным образом отличается от рыночной стоимости (как правило, в сторону заниженных значений), особенно на береговых участках, где отсутствует активное хозяйственное освоение. Кроме того, кадастровая стоимость рассчитывается с периодичностью одного раза в несколько лет, что является не менее существенным ограничением, определяющим наличие значительных расхождений между кадастровыми стоимостями участков различных территорий в контексте реализации возможности их привязки к текущему уровню цен. Как показали предыдущие исследования (например, [3]), количественные оценки методом соотношения кадастровой и рыночной стоимостей нецелесообразно производить для различных регионов и муниципальных образований, принимая во внимание существующие межрегиональные различия в подходах к оценке кадастровой стоимости. Наконец, для наименее хозяйственно развитой береговой зоны, например, морей арктического бассейна, характерны значительные пробелы в информации – не произведена процедура межевания участков, соответственно, кадастровую стоимость можно оценить лишь основываясь на аналогии с другими схожими по характеристикам учтенными участками. Другая сложность подсчета – сопоставление участков, на которых отсутствуют и присутствуют объекты недвижимости и другие виды основных фондов, обладающих собственными рыночными стоимостями. Все это предполагает необходимость разработки унифицированного кадастра морских берегов России, включающего в себя, в том числе, значения стоимостных оценок земельных участков береговой зоны.

В докладе, представленном в рамках круглого стола, для различных регионов Российской Федерации представлены примеры, когда хозяйственная деятельность человека вошла в конфликт с существующими нормами и правилами, и привела к непоправимым последствиям как для береговой зоны, так и расположенной в ее пределах инфраструктуры. Также рассмотрены факты, когда хозяйствующим субъектам, не имеющим прямого отношения к деятельности, которая привела к обозначенным выше негативным последствиям, но располагающимся или ведущим свою собственную хозяйственную деятельность в пределах единых береговых морфолитодинамических систем, нанесен серьезный ущерб от развития опасных береговых процессов.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ №22-17-00097.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Водный кодекс Российской Федерации в редакции от 12 мая 2022 года.
2. Хаванский А.Д., Хорошев О.А., Меринова Ю.Ю. Оценка материального ущерба от проявления абразионных и оползневых процессов в муниципальных образованиях береговой зоны Азовского моря. Наука юга России. 2021. Т. 17(2). С. 74–82.
3. Badina S.V., Pankratov A.A. The value of buildings and structures for permafrost damage prediction: The case of Eastern Russian Arctic. Geography, environment, sustainability. 2021. Vol. 14 (4). P. 83–92.

### **ВНЕДРЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ ПРИРОДНО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЧЕТА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*И.А. Репин,*  
г. Москва, Росстат

Система природно-экономического учета (СПЭУ) – система взаимосвязанных статистических показателей, отражающих вклад окружающей природной среды в экономику и влияние экономической деятельности на окружающую среду. Счета природно-экономического учета основываются на тех же методологических положениях и классификациях, что применяются в Системе национальных счетов (СНС), например: резидентство, виды экономической деятельности, продукции. СПЭУ на практике применяется как на федеральном, региональном уровнях, так и на уровне отдельных районов, в том числе морской береговой линии, а также организаций.

Аналогично СНС под эгидой ООН разработаны и рекомендованы к внедрению два международных статистических стандарта в области природно-экономического учета: «Центральная основа СПЭУ» (ЦО СПЭУ) и главы 1-7 документа «Экосистемный учет СПЭУ» (ЭУ СПЭУ). ЦО СПЭУ предоставляет информацию, относящуюся к широкому спектру природно-экономических вопросов, такую как оценка тенденций в области использования и наличия природных ресурсов,

масштабы выбросов и сбросов в окружающую среду в результате хозяйственной деятельности и финансовые потоки в области природоохранной деятельности и деятельности по управлению природными ресурсами. ЭУ СПЭУ – это пространственно-ориентированная комплексная структура для формирования информации об экосистемах: отслеживания изменений в масштабах и состоянии экосистем (в том числе береговой линии), измерения экосистемных услуг и установления связей между перечисленными показателями и результатами человеческой деятельности [1, 2].

Следовательно, перед Российской Федерацией, обладающей развитой статистикой, колоссальными природными ресурсами и экосистемами глобального значения, поставлена задача по внедрению действующих международных статистических стандартов в области природно-экономического учета.

По состоянию на конец 2021 г. 90 стран (или 64 % от числа отчитавшихся в Статистический отдел ООН) занимаются вопросами разработки счетов СПЭУ и их внедрения в статистическую практику (рис. 1), из них в 88 странах ведется работа по внедрению ЦО СПЭУ, в 37 – по внедрению ЭУ СПЭУ.

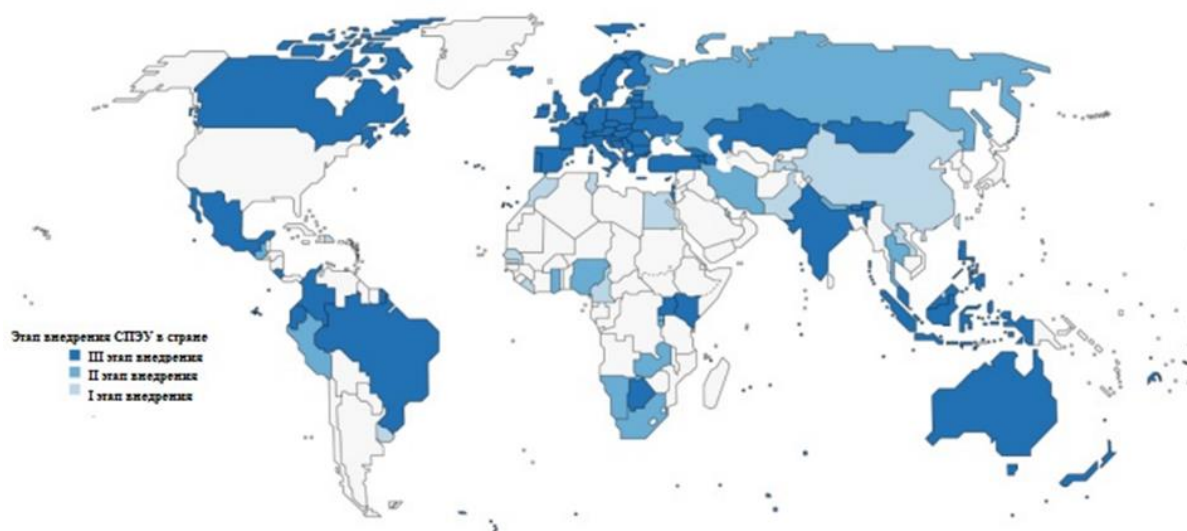


Рисунок 1. Внедрение СПЭУ в странах мира по данным Глобальной оценки природно-экономического учета ООН. Источник: отредактировано автором на основе данных Статистического отдела ООН

В представленной Глобальной оценке природно-экономического учета ООН Российская Федерация находится на II этапе внедрения, то есть опубликованы счета ЦО СПЭУ, но не установлена регулярная основа для осуществления работ. Начиная с сентября 2022 г., Росстатом на регулярной основе публикуется официальная статистическая информация о счете экологических налогов и платежей. Таким образом, в Глобальной оценке природно-экономического учета ООН по состоянию на конец 2022 г., Российская Федерация будет представлена в числе стран, находящихся на I этапе внедрения СПЭУ.

Существенный прогресс в осуществлении работ по внедрению СПЭУ в Российской Федерации обусловлен применением результатов научных исследований АНО НИПИ «Кадастр» по заказу Росстата о разработке методологии построения Системы экономических счетов окружающей природной среды. Определена последовательность внедрения счетов СПЭУ в стране: в краткосрочной перспективе заинтересованным федеральным органам исполнительной власти следует сосредоточиться на приоритетных счетах, которые являются наиболее информационно обеспеченными, и сводная информация по счетам необходима для международных сопоставлений, расчетов индикаторов Целей устойчивого развития и показателей, связанных с изменением климата [3, с. 10]. По инициативе Росстата и Минэкономразвития России девять приоритетных счетов СПЭУ включены в утвержденный распоряжением Правительства РФ план мероприятий («дорожную карту») внедрения СПЭУ до 2025 года. По семи из них Росстатом уже проведены подготовительные работы (рис. 2).

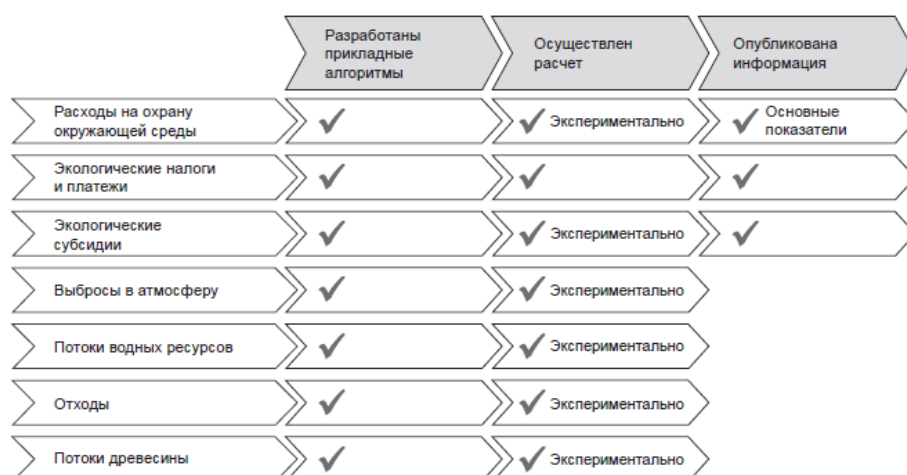


Рисунок 2. Подготовительные работы по внедрению отдельных счетов СПЭУ, проведенные Росстатом в 2018–2021 гг. Источник: составлено автором

Помимо счетов СПЭУ, представленных на рис. 2, Минсельхозу России и Росстату предстоит до 2025 г. внедрить в статистическую практику Российской Федерации счет водных биологических ресурсов и счет природоохранных и природосберегающих товаров и услуг соответственно.

В долгосрочной перспективе, после 2025 г., планируется разработка счетов, требующих значительных ресурсов для методологической проработки и сбора данных. При этом отдельное внимание планируется уделить экосистемному учету, в том числе морским берегам России. Перспектива формирования официальной статистической информации об экосистемных счетах требует организации сотрудничества специалистов субъектов официального статистического учета и научно-исследовательских организаций природоохранного блока по заданной тематике.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Думнов А.Д., Фоменко Г.А., Фоменко М.А. Экосистемный учет как дальнейшее развитие системы комплексного природно-ресурсного и экономического учета и СНС // Вопросы статистики. 2015. № 5. С. 11–34.
2. Вайнштейн П.А., Теплякова М.Ю., Хабиб М.Д. Методологические основы экспериментального учета экосистем и их внедрение в статистику Российской Федерации // Первый международный Львовский форум. Сборник научных докладов. Москва, 2020. С. 172–175.
3. Лайкам К.Э., Клевакина М.П., Репин И.А. Актуальные вопросы внедрения системы природно-экономического учета // Вопросы статистики. 2022. № 4. С. 5-13.

## РОССИЙСКИЕ БЕРЕГА ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАВКАЗА В 21 ВЕКЕ

*В.В. Крыленко, Р.Д. Косьян,  
М.В. Крыленко,  
г. Геленджик, Южное отделение  
ИО РАН*

Протяженность российского побережья от мыса Панагия до р. Псоу около 400 км [2]. Геоморфологической особенностью берегов Черного моря в целом, в том числе российской части Черноморского побережья Кавказа, является преобладание денудационных процессов (абразия, обвалы, оползни и т.д.) над аккумулятивными. Средняя скорость отступления береговой линии Черного моря за последние 50 лет 0.17 м/год [3]. К началу 21 века совокупность природных и социально-экономических факторов определила существенные отличия отдельных участков российской части черноморского побережья Кавказа по природным особенностям и степени их хозяйственного освоения.

В пределах российского сектора Кавказского берега Черного моря выделяют две крупные литодинамические береговые системы с границей у мыса Кодош. Основными отличиями систем являются состав источников питания береговой зоны наносами и характер динамики наносов.

В северо-западной части берега большей частью сохранили первоначальный облик, рельеф и прибрежные экосистемы. Берегозащитные и иные гидротехнические сооружения локализованы в пределах населенных пунктов и портовых территорий, тяготеющих к бухтам. В пределах участка широко распространены абразионные берега с узкими пляжами у подножия клифа. Имеется только один крупный отрезок аккумулятивных песчаных берегов – Анапская пересыпь, сформированная абразионным материалом со смежных участков, аллювием реки Кубань и ракушечным детритом. Наблюдающийся в пределах участка дефицит наносов обусловлен низким содержанием пляжеобразующего материала в твердом стоке рек и прочностными характеристиками горных пород, слагающих клиф. Наличие мысов, образующих замкнутые литодинамические



ячейки на вогнутых участках берега, препятствует возникновению однонаправленного вдольберегового потока наносов.

На юго-восточном участке (к югу от м. Кодош) динамика берегов в естественных условиях определялась сочетанием абразионных процессов и большим объемом выносимых реками пляжеобразующих наносов. До середины XX века существовал единый вдольбереговой поток наносов, направленный на ЮВ, и широкие пляжи в приустьевых областях. Между устьями рек Мзымта и Псоу была сформирована обширная аккумулятивная терраса – Имеретинская низменность. Нерациональное и чрезмерное техногенное преобразование берега и речных бассейнов стало причиной прогрессирующего дефицита наносов. С начала XXI века по всему участку наблюдается сокращение ширины пляжей, а на многих отрезках устойчивость берега поддерживается искусственно, за счет берегозащитных конструкций.

Большая часть негативных процессов на побережье связана с антропогенными факторами, такими как урбанизация речных бассейнов и несовершенные инженерные решения при строительстве гидротехнических сооружений (в том числе берегозащитных). Основной проблемой, которую приходилось решать ранее и будет необходимо решать в будущем, является защита берега и расположенных на нем объектов от абразии. Второй, и не менее сложной проблемой является дефицит пляжей. Несмотря на разнообразие элементов природного рекреационного потенциала, важнейшей его составляющей для региона являются пляжи. Дефицит пляжей, особенно в наиболее востребованных рекреационных районах, существенно ограничивает возможности развития курортов. Наиболее перспективным направлением решения указанных выше проблем стало создание искусственных пляжей, отвечающих как берегозащитным, так и рекреационным требованиям. В условиях дефицита пляжеобразующего материала и сильного волнового воздействия, создание и использование таких пляжей возможно только при искусственном пополнении их материалом и возведении пляжеудерживающих конструкций.

К сожалению, проблема сохранения и рационального хозяйственного использования берегов вдоль побережья Черного моря не решается в контексте широкого комплексного пространственного планирования. Наличие различных видов природопользования в пределах прибрежных геосистем Краснодарского края приводит к появлению противоречий, как между отдельными направлениями хозяйственного использования территории, так и между человеческой деятельностью и природной средой. При этом, природные условия представляют возможности для устойчивого развития имеющихся прибрежных территорий, но с обязательным учетом высокой чувствительности любых береговых геосистем к антропогенным воздействиям. Кроме того, как при использовании, так и при охране берегов необходим дифференцированный подход к каждому участку берега, обусловленный их природными особенностями. Эти особенности в обязательном порядке должны быть отражены в Кадастре морских берегов.

Единая методика выделения отдельных участков берега по совокупности критериев отсутствует. Одна из перспективных методик была ранее предложена авторами [1]. Данная методика использует набор оценочных критериев для комплексной оценки и классификации морских берегов России по их геоэкологическому и хозяйственному значению и степени устойчивости к природным и техногенным воздействиям. Критерии позволяют качественно оценить динамические и потребительские свойства любого участка морских берегов разного типа. Методика была апробирована на ряде морских побережий (Кавказ, Дальний Восток, Крым) и после некоторого усовершенствования может быть использована при разработке и ведении Кадастра морских берегов России.

Сбор и анализ материалов по современному состоянию берегов, а также подготовка доклада выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (РНФ), проект 20-17-00060.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Косьян Р.Д., Крыленко В.В. Основные критерии комплексной классификации Азово-Черноморских берегов России / *Океанология*. – 2018. – Т. 58. – № 3. – С. 501-511.
2. Национальный Атлас России. – 2004. URL:<https://www.национальныйатлас.рф/cd2/index.html>
3. Görmüş T., Ayat B., Aydoğan B., Tătui F., Basin scale spatiotemporal analysis of shoreline change in the Black Sea / *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. – 2021. – V. 252. – 107-247.
4. Kosyan R., Krylenko M., Petrov V., Yaroslavsev N. Study of beach state and coastal protection in the neighborhood of Sochi City // *Proc. of the 7th International Conference on the Mediterranean Coast Environment*. – 2005. – P. 334-345.
5. Krylenko V., Krylenko M. Lagoons of the Black Sea. In: *The diversity of Russian estuaries and lagoons exposed to human influence* (Kosyan R., (ed.)). Springer International Publishing. – 2017. – P. 93-110.

### ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИНЫ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ МОРЯ

*М.В. Крыленко, В.В. Крыленко,*  
г. Геленджик, Южное отделение  
ИО РАН

Длина береговой линии моря (или другого крупного водного объекта) имеет значение в статистических расчетах, при гидрохимическом или биологическом изучении контактной зоны суша-море. Площадь водного объекта важна при расчетах массообмена и теплообмена на границе вода-атмосфера и т.д.

Проблема точного определения длины береговой линии морей активно исследуется учеными с середины XX века, когда Бенуа Мандельброт поставил вопрос: чему равна длина береговой линии Великобритании? Парадокс береговой линии – береговая линия суши не имеет четко определенной длины [3] – является следствием фракталоподобных свойств береговых линий, т.е. того факта, что

береговая линия обычно имеет фрактальную размерность (что фактически делает понятие длины неприменимым). Измерить длину береговой линии возможно только приблизительно. По мере того, как увеличивается масштаб, приходится учитывать все больше мысов и бухт – длина береговой линии увеличивается, и объективного предела увеличению длины береговой линии не существует. Кроме того, изменчивость береговой линии природного объекта настолько высока, что реальная её длина всегда будет отличаться от идеальной. При этом большинству потребителей требуется не абсолютная точность, а лишь достаточная для выполнения определенных задач в определенном пространственном масштабе. На практике обычно выбирают минимальный размер учитываемых отрезков береговой линии равным порядку единиц измерения. К примеру, если береговая линия измеряется в километрах, то отклонения линий, меньшие километра, не принимаются во внимание [4, 1].

Одновременно, смысл понятия «береговая линия» для разных категорий потребителей может кардинально отличаться. На практике, основная проблема часто заключалась не в определении положения линии уреза на космическом снимке, а в принятии решения, является ли конкретный участок морским берегом. Несмотря на очевидную простоту понятия «береговая линия» – линия пересечения поверхности моря с поверхностью суши – при определении её положения для крупного водного объекта возникает немало проблем. Для политика, экономиста, моряка, градостроителя положение береговой линии одного и того же водного объекта будет разным. Аналогично, для ученых из разных областей наук могут различаться принципы проведения реальной или условной линии берега. Достаточно очевидно различие в требованиях гидролога, гидрохимика, биолога или литодинамика.

Отсюда вытекают два основных вывода. Во-первых, при ручной оцифровке береговой линии (и редактировании результатов автоматической оцифровки) обязательны те или иные значения детализации и генерализации. Во-вторых, для разных категорий потребителей необходимы разные подходы к проведению конкретной линии уреза.

Для морских берегов характерна плановая и высотная изменчивость положения уреза, связанная с колебаниями уровня моря или абразионно-аккумулятивными процессами. Кроме того, изменения положения уреза могут быть результатом биологических процессов или антропогенного воздействия [2]. Соответственно, при определении положения линии берега для предотвращения ошибок или учета их возможных величин необходимо учитывать следующие условия:

1. Изменение уровня моря приводит к значительным изменениям планового положения береговой линии. Однако, большая часть таких изменений носит циклический характер (сезонные, приливные и т.п.) и имеют более или менее четкие границы.

2. Изменчивость планового положения уреза, связанная с абразионно-аккумулятивными процессами, может носить как однонаправленный, так и

циклический характер. Для абразионных берегов характерно постоянное отступление, скорость которого чаще всего определяется гидродинамическим режимом и свойствами слагающих берег горных пород и может быть более или менее учтена. На аккумулятивных берегах могут наблюдаться как отступление, так и выдвижение берега, причем скорость и даже знак этих движений может значительно изменяться во времени под влиянием множества факторов. Вычислить пределы и величины изменений конфигурации или площади аккумулятивных форм невозможно, поэтому определение длины таких берегов может носить лишь «мгновенный» характер, с привязкой к конкретному времени.

3. На защищенных от волн участках берега (в глубоких заливах или в тыльной части кос) вдоль уреза может формироваться полоса околородной растительности, ширина которой может однонаправленно или циклически изменяться. Определение положения уреза при наличии такой полосы чрезвычайно затруднительно.

4. Изменение положения линии уреза часто происходит вследствие прямого антропогенного воздействия. Как правило, это выражается в создании искусственных территорий или акваторий, отчленении заливов.

Соответственно, при определении линейных размеров морей следует учитывать как индивидуальные особенности берегов изучаемой акватории (в том числе их динамику и колебания уровня моря), так и целевое назначение получаемой статистической информации. Кроме того, необходима постоянная ревизия и коррекция этих показателей, частота которой так же определяется как скоростями изменений берегов, так и требованиями пользователей. Вероятно, при формировании Кадастра Морских берегов для каждого из участков берега следует указать рекомендуемую частоту обновления информации по конфигурации, положению и длине береговой линии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (РНФ), проект 20-17-00060.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вовк И. Г., Елифанцева А. А. Вычисление длины линии, расположенной на физической поверхности Земли // Вестник СГУГиТ. – 2016. – №. (33. – С. 101-106.

2. Крыленко В.В., Крыленко М.В., Алейников А.А. Уточнение длины береговой линии Азовского моря с использованием данных спутников Sentinel-2 / Вестник СГУГиТ, 2019. Т. 24, № 4. С. 78-92.

3. Mandelbrot B. How Long Is the Coast of Britain? // Statistical Self-Similarity and Fractional Dimension, Science, New Series. – 1967. – Vol. 156, No. 3775. – P. 636–638.

4. Weisstein, Eric W. Coastline Paradox. From MathWorld – A Wolfram Web Resource [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mathworld.wolfram.com/CoastlineParadox.html> (дата обращения: 15.04.2020).

## **СЕГМЕНТАЦИЯ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ: ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ДИНАМИКА, УРОВЕНЬ МОРЯ**

*А.В. Баранская, С.А. Огородов,  
Д.М. Богатова, А.В. Новикова,  
М.Д. Другов, Н.Г. Белова,  
О.В. Кокин, С.В. Мазнев*  
г. Москва, МГУ  
имени М.В. Ломоносова

Берега – место, где сосредоточена большая часть деятельности человека в северных регионах. Знания об истории их развития, особенностях строения и динамики важны при планировании развития Арктики, поскольку здесь проходят важнейшие транспортные пути, сосредоточены поселения и инфраструктура. В условиях криолитозоны – области распространения многолетнемерзлых пород – берега особенно динамичны, поскольку процессы их формирования и разрушения определяются не только энергией волн, но и промерзанием и оттаиванием многолетней мерзлоты.

Была выполнена сегментация берегов морей Российской Арктики по их строению, морфологии, динамике, особенностям многолетнемерзлых пород. Один из важнейших факторов, определяющих развитие берегов – изменения уровня моря в прошлом, настоящем и будущем. Были выполнены полевые исследования, собрана база литературных данных об уровне моря. Кроме того, важна информация о скоростях разрушения наиболее хрупких и чувствительных к изменению климата берегов Российской Арктики – термоабразионных берегов. Результаты сегментации оформлены в виде серии карт, отражающих развитие, строение, морфологию и динамику берегов.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ 22-77-10031.

### **ТЕХНОГЕННЫЙ ФАКТОР ДИНАМИКИ БЕРЕГОВ ПЕЧОРСКО-КАРСКОГО РЕГИОНА**

*Д.М. Богатова, С.А. Огородов, С.В.  
Бадина, А.В. Баранская,  
Н.Г. Белова,*  
г. Москва, МГУ  
имени М.В. Ломоносова

Основные виды хозяйственной деятельности на побережье Карского и Печорского морей связаны с добычей и транспортировкой нефти и газа: различные портовые сооружения, накопительные терминалы и трубопроводы, обсуживающие месторождения углеводородов. Освоение арктических территорий требует учета как природных факторов изменения окружающей среды, так и так и возможных последствий техногенных воздействий. И если природные факторы тем или иным образом учитываются при строительстве инженерных сооружений на берегах

арктических море, то техногенная трансформация морфолитодинамических и геокриологических условий их эксплуатации как правило игнорируется.

Современное потепление климата в Арктике сопровождается снижением ледовитости, изменением гидродинамического режима в береговой зоне, в том числе за счет увеличения продолжительности безледного периода и длины разгона волн, изменения частоты и интенсивности штормов. Берега, сложенные льдистыми многолетнемерзлыми породами, чутко реагируют на любые природные и техногенные изменения, связанные с температурным режимом грунтов.

В основу настоящего исследования положены материалы визуальных обследований на ключевых участках Печорско-Карского региона (пос. Варандей, Уральский и Ямальский берега Байдарацкой губы, пос. Харасавэй) и результаты моделирования разрушения мерзлых береговых уступов на фоне техногенного вмешательства в естественные природные условия одного из ключевых участков нефтегазового освоения. Для выбранных ключевых участков наглядно демонстрируются техногенные нарушения, связанные с хозяйственным освоением побережья Западного сектора российской Арктики. Выполненное моделирование позволяет оценить влияния изменений теплообмена на поверхности пород связанное с изъятием песчаного материала на температурный режим пород и на величину мощности сезонно-талого (СТС) слоя. Результаты моделирования показали, что даже незначительные объемы изъятия прибрежно-морских наносов на строительные нужды могут спровоцировать развитие опасных криогенных процессов и деградацию многолетнемерзлых пород (ММП).

Исследования проведены при поддержке гранта РФФ 22-17-00097.

## **ВКЛАД РОССИИ В ГЛОБАЛЬНУЮ КАРТУ СОЛЕННЫХ МАРШЕЙ (САХАЛИНСКИЙ РЕГИОН)**

*В.В. Афанасьев, А.Б. Фаустова,*  
г. Южно-Сахалинск,  
ФГБОУ ВО «СахГУ»

Известно, что донные осадки и марши эстуарно-лагунных геосистем входят в число наиболее эффективных компонентов систем биосеквестрации на планете [1, 2, 3, 4].

В эмиссию и поглощение парниковых газов (ПГ) вовлечено множество процессов, вследствие чего изменчивость потоков в различных системах голубого углерода весьма высока и не всегда может быть объяснена с позиций уже имеющихся исследовательских подходов. Для надежной количественной оценки потоков и понимания факторов, вызывающих изменчивость потоков ПГ в прибрежно-морских экосистемах необходимы дополнительные масштабные исследования. В том числе, касающиеся вопросов определения геоморфологической позиции областей с повышенной интенсивностью органогенного осадконакопления. В докладе рассматриваются вопросы осадконакопления в лагунных акваториях о.

Сахалин – прибрежных водно-болотных угодьях, общая площадь которых составляет здесь около 2200 км<sup>2</sup>, а протяженность береговой линии – 2150 км. Показано изменение площади маршей в лагунных геосистемах разного типа за период 1952-2019 гг. Представлен анализ некоторых механизмов формирования геоморфологических форм и осадочных толщ, накапливающих большой объем органического углерода.

Маршевые образования на берегах Сахалина представлены практически повсеместно, однако полной картины их картометрических характеристик, морфометрических параметров и строения мы в настоящее время представить ещё не можем. И это несмотря на то, что особенности осадконакопления в маршевых образованиях лагун могут быть оценены в достаточно просто и с высокой точностью обычными геолого-геофизическими методами.

Рассматривая ранее каскады внутренних дельт Сахалина с точки зрения бюджета наносов береговой морфолитосистемы лагунного побережья, мы обратили внимание на то, что приливные внутренние дельты лагуны Лунская, существовавшие до 1952 г., за 65 лет увеличили свою площадь за счет зарастания и аккумуляции взвешенных наносов растительностью [5]. По уточненным данным примерно в 1,46 раза.

Однако, процесс увеличения маршей в лагунах происходит не только за счет формирования новых внутренних дельт. В данном докладе мы представляем анализ изменения площадей маршей в лагунах о. Сахалин во второй половине 20 – начале 21 века.

В основу работы положен анализ массивов аэрофотоснимков 1952 г. и космических снимков 2019 г., который выполнен в геоинформационной системе Quantum GIS. Вычисления произведены на эллипсе WGS84 EPSG:7030. На следующем этапе исследования в этой же QuantumGIS-среде с использованием стандартных процедур анализа материалов дистанционного зондирования нами была проведена реконструкция изменения площадей маршей за период 1952 – 2019 гг. лагун Чайво, Ныйво, Набиль, Лунское, Невское, Айнское.

Так, например, уменьшение площади лагуны Чайво в результате формирования маршей за период 1952-2019 гг. составило 1,956 км<sup>2</sup>. Путем несложного пересчета в чистый углерод можно установить, что маршевая гиттия аккумулирует здесь примерно 1700 тн/год органического углерода. Таким образом, марши только одной лагуны, площадь которой составляет 107,645 км<sup>2</sup>, или 1/20 от площади всех лагун о. Сахалин, изымают из оборота «океан – атмосфера» примерно 2000 тн/год чистого углерода, что в пересчете на эквивалент СО<sub>2</sub> составляет не менее 6000 тн/год.

В различных лагунах о. Сахалин стоковые свойства маршей и илистых осушек существенно различаются. Понимание различий накопления азотсодержащих и углеродсодержащих осадков не только в зависимости от удаления участков от основных аллохтонных потоков органического вещества и его автохтонного режима на месте аккумуляции, но и от морфолитодинамических особенностей развития

лагунных биоморфолитосистем береговой зоны, как показывают проведенные нами исследования, весьма актуально.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Najjar, R. G., Herrmann, M., Alexander, R., Boyer, E. W., Burdige, D. J., Butman, D. & Zimmerman, R. C. (2018). Carbon budget of tidal wetlands, estuaries, and shelf waters of Eastern North America. *Global Biogeochemical Cycles*, 32(3), 389-416.
2. Ouyang, X., and S. Y. Lee. "Updated estimates of carbon accumulation rates in coastal marsh sediments." *Biogeosciences* 11.18 (2014): 5057-5071
3. Spivak, A. C., Sanderman, J., Bowen, J. L., Canuel, E. A., & Hopkinson, C. S. (2019). Global-change controls on soil-carbon accumulation and loss in coastal vegetated ecosystems. *Nature Geoscience*, 12(9), 685-692.
4. Villa, Jorge A., and Blanca Bernal. "Carbon sequestration in wetlands, from science to practice: An overview of the biogeochemical process, measurement methods, and policy framework." *Ecological Engineering* 114 (2018): 115-128.
5. Афанасьев В. В. Морфолитодинамические процессы и развитие берегов контактной зоны субарктических и умеренных морей Северной Пацифики //Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН. – 2020. 234 с.

#### **ПРИБРЕЖНЫЕ МАРШИ И ИЛОВЫЕ ОСУШКИ САХАЛИНА В КОНТЕКСТЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

*В.В. Афанасьев, А.Б. Фаустова,*  
г. Южно-Сахалинск,  
ФГБОУ ВО «СахГУ»

Роль прибрежных водно-болотных угодий как естественных поглотителей «голубого углерода» несмотря на чрезвычайно высокую скорость его захоронения до сих пор сильно недооценивается. Более того, даже исследования современного пространственного распределения маршей и илистых осушек весьма фрагментарны и далеки от завершения. В свете возрастающей потребности в глобальных данных о распространенности, размерах и секвестрационном потенциале этих важнейших экосистем и для того, чтобы привлечь внимание к критически важным геоэкологическим проблемам рассмотрены геопропространственные параметры и дана оценка органогенной седиментации прибрежно морских маршей и илистых осушек о. Сахалин.

В настоящее время, благодаря Дополнению о водно-болотных угодьях 2013 г. к Руководящим принципам национальных кадастров парниковых газов МГЭИК 2006 г, появилась возможность учитывать выбросы и абсорбцию парниковых газов (ПГ) при использования водно-болотных угодий, например, при осушении, повторном заболачивании и восстановлении растительного покрова, дноуглублении, аквакультуре, создании водно-болотных угодий для очистки сточных вод и т.д. [1, 2].

Более того, прибрежные марши и иловые осушки уже включены в национальные кадастры США и многих других стран, там уверены в их



охлаждающем воздействии на климат [3]. Таким образом, несмотря на то, что научные данные всё еще считаются недостаточными для получения глобально применимых значений для выбросов и удаления ПГ в результате деятельности человека в водно-болотных угодьях, Дополнение 2013 г. к Руководящим принципам национальных кадастров парниковых газов МГЭИК 2006 г стимулирует проведение региональных оценок и исследований. В общей сложности 5 495 089 гектаров нанесены на карту водноболотных угодий побережья в 43 странах и территориях [4]. Доля России, как отмечают авторы карты, существенно занижена в этом информационном массиве из-за отсутствия даже оценочных данных по конкретным регионам.

В докладе рассматриваются водно-болотные угодья лагунных акваторий о. Сахалин, общая площадь которых составляет здесь около 2200 км<sup>2</sup>, протяженность береговой линии 2150 км. А также марши и илистые осушки эстуариев и Амурского лимана, общая площадь которых превышает 163 км<sup>2</sup>.

Объектом оценки являются геопространственные параметры маршей и илистых осушек, сформированных на побережье острова Сахалин. Целью исследования является геоморфологическая позиция, секвестрационный потенциал и особенности седиментогенеза, характеризующегося высокой органической составляющей. Работа призвана привлечь внимание к углеродному секвестрационному потенциалу водно-болотных угодий. Оценки параметров органической седиментации маршей и илистых осушек нами постоянно уточняются по мере поступления новой информации.

Методика исследований основана на современных методах получения и анализа геопространственной информации и классических геолого-геоморфологических подходах и как на традиционных, так. В основу работы положен анализ массивов аэрофотоснимков и космических снимков, который выполнен в геоинформационной системе Quantum GIS. Вычисления произведены на эллипсе WGS84 EPSG:7030. Возраст отложений устанавливался по результатам реконструкции изменения площадей маршей за период 1952 – 2019 гг и методом радиоуглеродного датирования отложений.

Восстановление прибрежных экосистем синего углерода, которые можно будет надежно использовать для смягчения последствий изменения климата, невозможно без понимания условий осадконакопления в береговой зоне и морфолитодинамически обоснованных сценариев их развития. Очевидно, что геоморфологическая позиция формируемого марша, выраженная главным образом в бюджете наносов, определяет соотношение диапазона роста растительности и приливно-отливных колебаний. В случае, когда осадки не могут сформировать поверхность с продолжительностью свободной от затопления, которая необходима для поддержания зарождающейся растительности, развитие литоральной илистой отмели не переходит в стадию марша даже при достаточном поступлении питательных веществ.

Выполненные нами предварительные расчеты, позволяют предположить, что только зарастающие лагуны могут депонировать от 80 000 -120 000 тн/чистого углерода в год. С учетом маршей Сахалинского побережья Амурского лимана общая консервативная оценка по депонированию углерода составляет более 200 000 тн/год, что в пересчете на эквивалент CO<sub>2</sub> составляет более 600 000 тонн/год.

Мы понимаем, что роль прибрежных водно-болотных угодий как естественных поглотителей «голубого углерода» может нейтрализоваться выбросами метана (CH<sub>4</sub>) и закиси азота (N<sub>2</sub>O). Климатический эффект потоков этих двух сильнодействующих парниковых газов из маршей и илистых осушек на некоторых участках может нивелировать «охлаждающий эффект» депонирования углерода в прибрежно-морских отложениях. Однако исследования, посвященные изучению механизмов подавляющих метаногенез в прибрежье, вселяют надежду [Steinmuller, H., et al., 2020].

Условия Сахалинской области делают возможным, а в некоторых случаях (для очистки сточных вод) и необходимым использовать практически весь спектр технологий терраперформирования прибрежной зоны и побережья для уменьшения выбросов ПГ и соответственно по кадастровой отчетности. Наиболее технологичный и подходящий для региона первый этап, это заселение имеющихся иловых осушек водорослями (в основном зостерой) с последующим переводом их к надводному состоянию и заселению растениями маршей. Не менее важным представляется создание новых площадей иловых осушек в результате увеличения скоростей осадконакопления в эстуарных зонах и полузакрытых водоемах. В основе наиболее приемлемой технологией лежит создание искусственных лагун.

Эти предложения, основанные на проводимых в СахГУ исследованиях, должны выявить важные возможности сокращения выбросов ПГ за счет прибрежных водно-болотных угодий, применимые для создания нового сектора инвентаризации ПГ.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Averyt, K., & Marquis, M. (Eds.). (2007). *Climate change 2007-the physical science basis: Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC (Vol. 4)*. Cambridge university press.
2. Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M., & Troxler, T. G. (2014). 2013 supplement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Wetlands. IPCC, Switzerland.
3. Sapkota Y., White J. R. Carbon offset market methodologies applicable for coastal wetland restoration and conservation in the United States: A review //Science of The Total Environment. – 2020. – Т. 701. – №. С. 134497. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134497.
4. Mcowen, C. J., Weatherdon, L. V., Van Bochove, J. W., Sullivan, E., Blyth, S., Zockler, C., Fletcher, S. (2017). A global map of saltmarshes. Biodiversity data journal, (5). doi: 10.3897/BDJ.5.e11764.
5. Steinmuller, H.E., Hayes, M.P., Hurst, N.R., Sapkota, Y., Cook, R.L., White, J.R., Xue, Chambers L.G., 2020. Does edge erosion alter coastal wetland soil properties? A multi-method biogeochemical study. Catena 187, 104373. -doi.org/10.1016/j.catena.2019.104373.

# **ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ БЕРЕГОВЫХ ЭКО-СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ИНСТРУМЕНТАРИЯ КАДАСТРА МОРСКИХ БЕРЕГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*Е.А. Румянцева, Г.Г. Гогоберидзе,  
г. Мурманск, ФГБОУ ВО «МАГУ»*

Береговая зона, как пограничная зона взаимного воздействия трех сред, характеризуется крайне интенсивными процессами природного происхождения. Эти процессы сочетаются с постоянно растущими масштабами экономической деятельности вблизи и непосредственно на берегах, что влечет усиление антропогенного воздействия на составляющие экосистемы. Такая совокупность приводит к необходимости рассматривать береговую зону и прилегающую акваторию как внутренних водоемов, так и окраинных морей в виде единой эко-социо-экономической системы. Вместе с тем необходимо учитывать также изменчивость масштабов воздействия на составляющие такой сложной системы и устойчивость происходящих в ней процессов. Исходя из этого, береговая эко-социо-экономическая система является важным пространственным объектом управления, для устойчивости которого необходимо взаимное равновесие между процессами промышленного роста и обеспечением экологической безопасности, следствием чего является разрешение природоохранных, социальных и экономических проблем [1].

Проведение всестороннего анализа и прогноза пространственного развития береговой эко-социо-экономической системы с помощью количественных и качественных индикаторных методик, их сочетания с применением инструментария имитационного моделирования, включая технологии пространственного планирования, является важной составляющей инструментария Кадастра морских берегов Российской Федерации. Применение подобного инструментария позволяет учитывать средне- и долгосрочные климатические, экологические и социально-экономические изменения на основе динамических моделей тенденций развития приморской территории и прилегающей акватории, при совокупном рассмотрении береговых и морских природных ландшафтов и береговой инфраструктуры.

В результате сформирована основа комплексной модели пространственного территориального планирования развития береговой эко-социо-экономической системы. Данная система подстроена на основе разработанных количественного (статистического) и экспертно-критериального подходов и систем индикаторных оценок и интегральных показателей, функционирующей на региональном, районном и локальном уровнях управления, и апробирована на приморских муниципальных образованиях черноморского и азовского побережий Краснодарского края как береговых эко-социо-экономических системах [1, 2]. Использование такого инструментария в рамках Кадастра морских берегов Российской Федерации и ГИС-оболочки «Кадастр береговых систем Российской Федерации» направлено на

решение проблем эффективного природопользования и распределения берегового и морского пространств, установления механизма взаимодействия между ее хозяйствующими субъектами, а также упорядочения информации о ресурсах и возможностях береговой зоны.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Краснодарского края в рамках научного проекта №19-45-230001.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гогоберидзе, Г.Г., Косьян, Р.Д., Румянцева, Е.А. Методика комплексной оценки устойчивости береговых эко-социо-экономических систем на основе индикаторного подхода / Г.Г. Гогоберидзе, Р.Д. Косьян, Е.А. Румянцева // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2020. – № 3. – С. 122-141. DOI: 10.22449/2413-5577-2020-3-122-141.

2. Gogoberidze G.G., Kosyan A.R., Rumiantceva E.A., Kosyan R.D. Spatial Planning as a Tool of Marine and Coastal Nature Management in Krasnodar Krai / G.G. Gogoberidze, A.R. Kosyan, E.A. Rumiantceva, R.D. Kosyan // Geography and Natural Resources. – 2021. – Vol. 42. – No. 3. – P. 276–281. DOI: 10.1134/S1875372821030082.

### **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РИСКОВ АРКТИЧЕСКОГО БЕРЕГОВОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ КАДАСТРА МОРСКИХ БЕРЕГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*Е.А. Румянцева, Г.Г. Гогоберидзе,  
г. Мурманск, ФГБОУ ВО «МАГУ»*

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) является регионом, в котором происходит значительная интенсификация природных и техногенных рисков природопользования. Наиболее подвержена этим процессам береговая зона АЗРФ, в которой сконцентрирована основная экономическая деятельность региона. В работах [1, 2] показана последовательность риск-источник – риск-фактор – риск-объект как схема составляющих риска, определяющих характер их эффективного влияния на элементы береговых эко-социо-экономических систем.

Основные принципы, заложенные в концепции модели рисков арктического берегового природопользования, с учетом риска каскадных катастроф и катастроф иерархических систем, включают положения о том, что:

береговая эко-социо-экономическая система рассматривается как единый территориальный объект, и оценка рисков природопользования проводится для данного объекта в целом;

оценки риск-факторов, равно как и интегрального показателя риска для рассматриваемой арктической береговой системы как территориального объекта, рассчитываются как безразмерные величины;

оценка риск-факторов и расчет интегрального показателя риска природопользования проводится на базе экспертных критериальных оценок в рамках матриц составляющих риска.

Необходимо отметить, что фактически все рассматриваемые факторы воздействия зависят в первую очередь от непосредственно природы риск-источника, а также уровня технологической эффективности и инновационности объекта, его технической безопасности, квалифицированности персонала объекта и т.д. Предлагаемая методология дает возможность выполнения анализа и выявления наиболее важных риск-факторов арктического природопользования. Кроме того, данная методика является составляющей эко-социо-экономического блока Кадастра береговых зон Российской Федерации, а возможность картирования рисков арктического берегового природопользования – часть инструментария в рамках ГИС-оболочки «Кадастр береговых систем Российской Федерации».

В качестве модельного региона была рассмотрена Мурманская область на пространственном уровне локальных муниципальных образований, расположенных непосредственно в береговой зоне. Пространственный анализ рисков арктического природопользования проведен для 17 приморских муниципалитетов Мурманской области, что позволило получить пространственное распределение степени возможного проявления рисков природопользования и преобладающих риск-факторов.

Использование инструментария даст возможность разработки обоснованных управленческих рекомендаций в сфере территориального планирования и ресурсопользования в АЗРФ. Кроме того, представляет интерес возможность ситуационных и сценарных оценок динамики показателей риска и его составляющих вследствие изменений инфраструктурных конфигураций в пределах рассматриваемой территории.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-05-00312.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гогоберидзе, Г.Г., Румянцева, Е.А., Шилин, М.Б. Природные и техногенные риски природопользования в береговых эко-социо-экономических системах Арктической зоны Российской Федерации / Г.Г. Гогоберидзе, Е.А. Румянцева, М.Б. Шилин // Региональная экономика: теория и практика. – 2021. – Т. 19. – № 2 (485). – С. 360-383. DOI: 10.24891/re.19.2.360.

2. Гогоберидзе Г.Г., Румянцева Е.А., Шилин М.Б. Оценка рисков арктического берегового природопользования на основе матричного подхода / Г.Г. Гогоберидзе, Е.А. Румянцева, М.Б. Шилин // Российская Арктика. – 2021. – № 15. – С. 05-16. DOI: 10.24412/2658-4255-2021-4-05-16.

**Тезисы докладов на Круглом столе  
«Мониторинг и изучение вредоносного  
цветения воды в российских водах Мирового океана»**

**МАСШТАБНЫЙ КРАСНЫЙ ПРИЛИВ НА КАМЧАТКЕ  
ОСЕНЬЮ 2020 ГОДА И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ**

*К.А. Винников, С.А. Семенченко,  
Ю.А. Галышева, О.В. Нестерова,  
Т.В. Бойченко, А.Д. Пелех,  
г. Владивосток, Институт  
Мирового океана ДФУ*

В сентябре 2020 года на юго-восточном побережье Камчатского п-ова произошло чрезвычайное происшествие, в результате которого пострадали прибрежные сообщества морских организмов, а также отдыхающие по близости туристы и местные жители. У пострадавших людей наблюдались следующие симптомы: покраснение глаз, белая пелена перед глазами или временная потеря зрения, затрудненность дыхания, кашель, головокружение, тошнота, диарея, повышенное содержание билирубина в крови, повышенная температура тела. В разных бухтах Авачинского залива в течение сентября и октября происходили массовые выбросы погибших гидробионтов, включая рыб. Наибольшая смертность наблюдалась среди морских ежей и хитонов. Особое внимание общественности привлек Халактырский пляж, возле которого наблюдалось массивное пенообразование, впоследствии растянувшееся на сотни километров к югу полуострова до мыса Лопатки.

Первичные исследования проб воды, морского грунта и гидробионтов подтвердили, что главной причиной массовой гибели гидробионтов на побережье Камчатки в сентябре-октябре 2020 г. стало масштабное вредоносное цветение воды (ВЦВ). Установлено, что это ВЦВ было вызвано одновременной и очень интенсивной вегетацией сразу нескольких видов микроводорослей – в основном динофлагеллят из рода *Karenia*. В результате активного размножения этих микроводорослей возник дефицит питательных веществ, который в свою очередь стимулировал усиленную выработку токсичных метаболитов, оказавших негативное воздействие на прибрежные морские экосистемы юга Камчатки. Благоприятный температурный режим, относительно спокойные климатические условия и существующие в этом районе морские течения способствовали резкому росту концентрации метаболитов и отмершей органики микроводорослей в прибрежной зоне на глубинах до 20 м, что и стало причиной массового замора.

Для выяснения причин и последствий масштабного ВЦВ, произошедшего на Камчатке осенью 2020 года, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации инициировало запуск комплексной программы «Экологическая безопасность Камчатки: изучение и мониторинг опасных

природных явлений и антропогенных воздействий» (далее – Программа), исполнителями которой стали Институт Мирового океана Дальневосточного федерального университета и десять научно-исследовательских институтов Российской академии наук.

В 2021 году в рамках Программы проводились следующие мероприятия:

изучение и мониторинг абиотических факторов среды, влияющих на динамику вредоносного цветения воды (ВЦВ) в прибрежных водах Камчатки и прилегающих районах Тихого океана;

оценка влияния вулканических и гидротермальных процессов на наземные и прибрежные экосистемы Камчатки;

изучение разнообразия вредоносных микроводорослей прибрежных вод Камчатки, вызывающих ВЦВ;

изучение опасных биотоксинов морских микроводорослей дальневосточных морей России;

разработка платформы для создания и анализа библиотек физиологически активных соединений и биотоксинов Камчатского региона;

изучение восстановительного потенциала прибрежных экосистем юго-восточной и юго-западной Камчатки в районах массовой гибели гидробионтов после ВЦВ осенью 2020 г.;

исследование распространения морских млекопитающих в прибрежных водах Камчатки, использования ими районов нагула и оценка их кормовой базы в условиях ВЦВ;

совершенствование технологий спутникового мониторинга экологического состояния прибрежных экосистем;

аэрокосмический мониторинг состояния морских акваторий Дальнего Востока России с целью оценки негативных воздействий природных и антропогенных факторов на прибрежные экосистемы Камчатки;

создание опорной информационно-технической инфраструктуры опытного геоэкологического полигона на Камчатке и развитие сейсмических наблюдений и мониторинга почвенных газов на побережье Авачинского залива.

По результатам комплексных экспедиций Института Мирового океана ДВФУ вдоль юго-восточного побережья Камчатки и на западном побережье Камчатки возле пос. Озерновский, а также на основе последующих лабораторных исследований собранных проб, можно сделать вывод о постепенном восстановлении донных сообществ прибрежных акваторий юго-восточной и юго-западной Камчатки в районах массовой гибели гидробионтов после ВЦВ осенью 2020 г. Тем не менее сегодня наблюдаются перестройки прибрежных сообществ морских организмов по преобладанию доминирующих видов до и после ВЦВ 2020 года.

Видовое богатство морского макробентоса составило 119 видов из 22 таксономических групп. По числу видов преобладали красные и бурые водоросли, десятиногие ракообразные, двустворчатые и брюхоногие моллюски. Иголкожие, которые прежде были одной из доминирующих по численности групп,

сегодня представлены пятью видами в достаточной плотности для поддержания популяций: два вида правильных шаровидных ежей, два вида морских звезд и один вид офиур.

Помимо факторов природного характера исполнителями Программы рассматривались другие потенциальные экологические риски, связанные с антропогенным воздействием человека на уникальную природу Камчатки и на ее обитателей. Проведенная оценка состояния прибрежной морской среды выявила локальные загрязнения органическим веществом и фенолами. Остальные поллютанты, такие как тяжелые металлы, стойкие органические загрязняющие вещества и радионуклиды, находились на фоновом уровне и не превышали санитарно-гигиенических норм.

В 2022 году все мероприятия по Программе были продолжены. Некоторые первичные результаты этих работ были представлены в ходе докладов на Круглом столе «Мониторинг и изучение вредоносного цветения воды в российских водах Мирового океана», проводимом в рамках Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия в Десятилетии ООН по наукам об океане». Исполнителями Программы был подготовлен ряд научных статей в высокорейтинговых изданиях, включая большую обзорную статью в международном журнале *Harmful Algae*, посвященную масштабному ВЦВ осенью 2020 года на Камчатке [1].

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № FZNS-2022-0001 «Исследование природных и антропогенных воздействий на пресноводные и эстуарные экосистемы п-ова Камчатка методами биоиндикации и биотестирования».

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Orlova T.Yu., Aleksanin A.I., Lepskaya E.V., Efimova K.V., Selina M.S., Morozova T.V., Stonik I.V., Kachur V.A., Karpenko A.A., Vinnikov K.A., Adrianov A.V., Iwataki M. A massive bloom of *Karenia* species (Dinophyceae) off the Kamchatka coast, Russia, in the fall of 2020 // *Harmful algae*. 2022. Vol. 120. P. 102337. DOI: 10.1016/j.hal.2022.10233.

### **ВЦВ В РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ ТИХОГО ОКЕАНА И АРКТИКИ КАК ВОЗРАСТАЮЩАЯ УГРОЗА ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА И ПРИБРЕЖНЫМ ЭКОСИСТЕМАМ**

*Т.Ю. Орлова,*  
г. Владивосток, ФГБУН «ННЦМБ»  
ДВО РАН

Дальневосточный регион уникален не только протяженностью морского побережья и высоким морским биоразнообразием, но и тем, что здесь зафиксированы: 1) наибольшее для РФ количество потенциальных видов-продуцентов морских фикотоксинов; 2) максимальные концентрация этих



организмов в толще воды, осадках и эпибиозе; 3) инциденты, связанные с токсичными вредоносными цветениями водорослей (ВЦВ), сопровождавшиеся гибелью людей и морских животных. Проблема мониторинга ВЦВ на практически необитаемом огромном побережье остается острой и нерешенной задачей.

ННЦМБ ДВО РАН (ранее Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН) на протяжении трех последних десятилетий активно занимается изучением случаев ВЦВ и детальными исследованиями потенциальных продуцентов морских фикотоксигенов. В 2007 году в ИБМ ДВО РАН был организован Центр мониторинга вредоносных микроводорослей и биотоксичности прибрежных морских акваторий Дальнего Востока РФ, который в настоящее время осуществляет свою деятельность в рамках ЦКП «Морской биобанк» ННЦМБ ДВО РАН <http://marbank.dvo.ru>.

В результате проведенных исследований идентифицировано 45 видов потенциально токсичных микроводорослей, включая новые виды, ранее не известные для морей РФ. Начиная с 2003 года, детальная информация о случаях ВЦВ, произошедших в прибрежных водах Дальневосточного федерального округа (ДФО), регистрируется нами в глобальной базе данных HAEDAT <http://haedat.iode.org>, включая случай ВЦВ, вызванный цветением динофлагеллят рода *Karenia* у берегов Камчатки осенью 2020 года и сопровождавшийся катастрофической гибелью гидробионтов и отравлениями людей, контактировавших с морской водой. Случаи ВЦВ в российском секторе западной части Тихого океана, также вносятся в интегрированную базу данных HAB Integrated Website (NOWPAP/CEARAC UNEP) <http://www.cearac-project.org/wg3/hab-ref-db/>.

Поскольку вспышки ВЦВ в значительной степени непредсказуемы, с учетом текущего уровня знаний, наши исследования ориентированы на понимание механизмов их возникновения, разнообразия и распространения с целью возможного прогнозирования. Результаты этих исследований выявили реальную угрозу отравления фикотоксинами в ДВФО. Экспериментально подтверждена способность микроводорослей из разных районов дальневосточных морей, продуцировать токсины группы-STX (паралитическое отравление моллюсками - PSP), домоевую кислоту (амнезийное отравление - ASP), токсин DTX-1 (диаретическое отравление - DSP) и микроцистины. В моллюсках из вод Камчатки обнаружены токсины ASP, и прибрежной акватории Приморского края - ASP и DSP (DTX-1; йессотоксины (YTX), пектенотоксин-2 (PTX-2) и азаспирацид-2 (AZA 2)). В связи с регистрируемым потеплением Арктики и северной Пацифики в прибрежье Чукотки существует угроза масштабных токсичных цветений *Alexandrium catenella* - продуцента STX. Это может сопровождаться массовой гибелью морских млекопитающих и птиц, а также и случаями отравления (PSP) местного населения.

На сегодняшний день, ввиду отсутствия отечественных стандартов фикотоксигенов и методов их анализа не существует, и, как следствие, невозможно подтвердить факты отравления, вызванные какими-либо из фикотоксигенов, как медицинскими, так и санитарными организациями. Крайне трудно установить причины отравлений и оценить реальные экономические последствия и вред,

нанесенный морским биоресурсам и здоровью населения ДВФО. Для решения этих проблем необходима разработка отечественных методов обнаружения опасных метаболитов, продуцируемых микроводорослями. Для их успешной реализации необходимо продолжение работ по формированию и поддержанию отечественной биоресурсной коллекции продуцентов морских фикотоксинов на базе ЦКП «Морской биобанк ННЦМБ ДВО РАН» <http://marbank.dvo.ru>. В своей деятельности «Морской биобанк» обеспечивает выполнение научных исследований, образовательного процесса доступными, легитимными биообразцами в соответствии с международными протоколами по сбору, каталогизации, хранению и обмену биоматериалами.

Работа выполнена при поддержке гранта 1022022400001-0-1.6.16 «Комплексный мониторинг микроводорослей, вызывающих цветение воды и продуцирующих фикотоксины, у берегов Камчатки и на сопредельных акваториях» (FWFE-2022-0001).

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ ПОСЛЕ ВРЕДНОСНОГО ЦВЕТЕНИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ ОСЕНЬЮ 2020 ГОДА**

*Д.Д. Данилин, Г.Г. Жигадлова,  
С.Г. Коростелев, К.Э. Санамян,  
Н.П. Санамян, А.М. Токранов,  
г. Петропавловск-Камчатский,  
КФ ТИГ ДВО РАН*

Осенью 2020 г. в прибрежных водах Южной Камчатки сложилась неблагоприятная экологическая обстановка, вызвавшая массовую гибель донных морских организмов в зоне сублиторали. В настоящее время существуют две гипотезы причин возникшей неблагоприятной экологической обстановки первая: природное явление, называемое «красным приливом» или вредоносным цветением водорослей (ВЦВ), вторая – гипоксия в сублиторальной зоне, связанная с рядом гидрологических и погодных факторов [1]. Мы попытались оценить динамику восстановления бентосных сообществ после произошедшей неблагоприятной экологической обстановки на примере полигона в бухте Вилучинская, где в исторически близком прошлом (2002 год) была проведена последняя количественная съемка бентоса на твердых грунтах сублиторали в диапазоне глубин от 4 до 15 м [2].

Сравнение бывшего состояния бентоса с существующим после ВЦВ, и изменение этого состояния позволило оценить степень негативного воздействия данного природного явления на обитающих здесь представителей различных групп гидробионтов и перспективы их восстановления.

Для оценки восстановительных процессов в 2021 и 2022 годах нами были проведены две бентосные количественные съемки с помощью водолазов. Пробы

брали учетной рамкой площадью 0,25м<sup>2</sup> по стандартным методикам [3]. Точки взятия проб соответствовали станциям взятия проб в 2002 году.

На каждой станции отбирали по 2 количественные пробы. На борту судна эти пробы просматривали, определяли характер грунта и биоценоз, после чего их этикетировали и фиксировали 4 % забуференным формалином. Параллельно с отбором проб на каждой станции производили измерение основных гидрологических параметров воды: соленость, рН, глубину, температуру, содержание растворенного кислорода, мутность. Подробную разборку проб, с подсчетом найденных видов и определением весовых показателей, производили в камеральных условиях.

В 2002 году на выбранном полигоне средняя биомасса бентоса была 525,12 г/м<sup>2</sup>. Зообентос составлял более 99 % общей биомассы. Наибольшую роль в создании столь значительной биомассы зообентоса в сублиторали бухты Вилючинская играли морские ежи, как плоские (*Echinarachnius parma*), так и правильные (*Strongylocentrotus polyacanthus*). В среднем на пяти обследованных станциях в 2002 году морские ежи составляли более 85 % от общей биомассы бентоса. Вторым таксоном по значимости были асцидии – 7,8 % в общей биомассе. Количественные характеристики других донных организмов и их вклад в общую биомассу приводятся в таблице 1.

Таблица 1. Средняя биомасса таксонов зообентоса и их доли в 2002 году

Основные таксоны	Средняя биомасса (г/м <sup>2</sup> )	% от общей биомассы
Algae	0,18	0,03
Echinoidea	448,18	85,35
Asteroidea	5,60	1,07
Polychaeta	0,52	0,10
Amphipoda	0,03	0,01
Decapoda	4,43	0,84
Balanomorpha	8,31	1,58
Gastropoda	8,50	1,62
Bivalvia	3,37	0,64
Bryozoa	0,40	0,08
Actinaria	4,80	0,91
Asciacea	40,80	7,77
ВСЕГО	525,12	100,00

Результаты обработки проб, собранных в ноябре 2021 года, показали, что в сублиторали бухты Вилючинская, несмотря на достаточно высокую биомассу бентоса (688,3 г/м<sup>2</sup>), большую её часть составляли водоросли – свыше 55 %. Среди животных максимальной биомассы достигали представители Asteroidea, Polychaeta, Bryozoa и Bivalvia. Морские ежи были представлены ювенильными экземплярами. Биомасса двустворчатых моллюсков складывалась в основном огромным количеством молодежи *Mytilus trossulus*, *Modiolus modiolus*, *Mya pseudoarenaria* и *Hiatella arctica* в пробах были представлены в основном единичными ювенильными экземплярами.

Итоги весенней съемки 2022 года показали, что постепенно происходит восстановление параметров бентосного сообщества характерных для периода предшествующего ВЦВ (Таблица 2).

Таблица 2. Средняя биомасса таксонов зообентоса и их доли в апреле 2022 года.

Основные таксоны	Средняя биомасса (г/м <sup>2</sup> )	% от общей биомассы
Algae	141,64	15,65
Echinoidea	434,42	47,99
Ophiuroidea	1,94	0,21
Asteroidea	141,50	15,63
Polychaeta, в том числе:	60,21	6,65
Spirorbidae	41,40	4,57
Olygochaeta	0,25	0,03
Amphipoda	8,79	0,97
Isopoda	0,02	0,00
Decapoda	12,50	1,38
Cumacea	0,04	0,00
Balanomorpha	2,85	0,31
Gastropoda	6,11	0,68
Bivalvia	71,90	7,94
Polyplacophora	6,44	0,71
Bryozoa	5,96	0,66
Hydrozoa	0,54	0,06
Sipuncula	0,04	0,00
Nemertini	0,15	0,02
Ascidiacea	9,96	1,10
Echiura	0,01	0,00
ВСЕГО	905,28	100,00

Но процесс идет, к сожалению, не так быстро, как хотелось. Многие таксоны, такие как губки, асцидии и актинии находятся в депрессии. Не появилось крупных правильных морских ежей. Их популяция, по-прежнему, представлена мелкоразмерными экземплярами до 3-4 см в диаметре. Численность и биомасса ракообразных, наоборот, увеличивается, что, по-видимому, обусловлено сократившейся численностью их потребителей. Исследования структуры бентоса и ее изменения на выбранном полигоне будут продолжены в следующем году.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коростелев С.Г., Данилин Д.Д., Корнев С.И. 2021. О масштабах и возможных причинах выбросов морских гидробионтов в сентябре-октябре 2020 г. на побережье юга Камчатки и северных Курильских островов. Региональные проблемы развития Дальнего Востока России и Арктики: тезисы докладов II Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции «Моисеевские чтения», посвященной памяти камчатского ученого Р.С. Моисеева. – Петропавловск – Камчатский: Камчатпресс, 2021 – С. 34-39.

2. Коростелев С.Г., Архипова Е.А., Владимирова О.А., Л.В. Ромейко Л.В. 2009. Фауна донных беспозвоночных б. Вилючинская Авачинского залива (Восточная Камчатка) // Вопросы рыболовства. Т. 10, № 1. С. 7-21.

3. Фролова Г.И. 2008. Методические рекомендации по отбору, обработке и анализу гидробиологических проб воды и грунта. – М.: Лесная страна. – 112 с.

## **МОРСКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ В ВОДАХ КАМЧАТКИ И ФЕНОМЕН ВЦВ**

*В.В. Рожнов, М.А. Соловьева,  
М.С. Мамаев, С.В. Найденко,  
г. Москва, ИПЭЭ РАН*

Вредоносное (токсичное) цветение водорослей (ВЦВ, красные приливы) относится к угрозам локального характера. На морских млекопитающих его воздействие возможно как через вдыхание биотоксинов водорослей в аэрозольной форме, так и при передаче по трофическим сетям (токсические виды микроводорослей являются начальным звеном трофических сетей, биотоксины могут аккумулироваться в тканях животных). Наиболее опасны для них бреветоксины, от которых страдают афалины и ламантины; домоевая кислота, которая воздействует в первую очередь на хищных (ластоногих), вызывая их массовую гибель (это почти ежегодно происходит у берегов Калифорнии), но обнаружена и в тканях гренландских и горбатых китов; известна гибель горбатых китов, которые питались скумбрией, накопившей сакситоксины [3, 5, 4]. Кроме того, опасны, по-видимому, сигуанотоксины и диарейные токсины моллюсков, но потенциальное воздействие их на морских млекопитающих малоизвестно и не изучено.

В водах Камчатки встречается около 30 видов морских млекопитающих, из них 12 занесены в Красную книгу Российской Федерации (2021). Некоторые виды обитают постоянно или сезонно, другие – встречается редко или единично. Постоянно встречаются 7 представителей усатых китов, 7 – зубатых китов и 8 – отряда хищные. К ВЦВ уязвимы в первую очередь виды, обитающие в прибрежной зоне и питающиеся в основном бентосом – калан, ларга, лахтак, антур, белуха и серый кит. О влиянии на морских млекопитающих камчатских вод ВЦВ известно мало: предполагается, что в результате ВЦВ в 2001 г. в заливе Шелихова Охотского моря погибли 300-500 особей лахтака, а также что серый кит избегает районов моря с цветением воды [2].

Целью нашей работы является изучение воздействия ВЦВ на китообразных и настоящих тюленей в акватории цветения водорослей в водах Камчатки. Задачи: оценить сезонное присутствие китообразных в акватории Восточной Камчатки, изучить перемещения и выявить ключевые местообитания настоящих тюленей у побережий Камчатки с использованием спутниковой телеметрии, оценить трофические связи серых китов в местах нагула у восточного побережья Камчатки с использованием методов липидного анализа и стабильных изотопов, оценить состояние здоровья серых китов и настоящих тюленей, обитающих в камчатских водах, для чего провести совместные с ДВФУ и другими институтами работы по токсикологическому и гормональному анализу собранных проб различных тканей.

Предварительный анализ присутствия китообразных в водах Камчатки позволил выявить его сроки для ряда видов: серый кит – с апреля по декабрь вдоль всего восточного побережья Камчатки, скопления образуют в бухтах Ольга и Вестник; японский гладкий кит – в ноябре-декабре у юго-западного побережья Камчатки, летом – у восточного (с июля по август – в районе Командорских о-вов); горбатый кит – с мая по сентябрь вдоль всего восточного побережья Камчатки (особенно в Камчатском и Карагинском заливах) и у побережья Командорских о-вов; финвал – у западного и восточного берегов Камчатки, летом – в Озерном, Карагинском и Камчатском заливах; точные сроки миграций неизвестны; северный плавун – с апреля по ноябрь у северо-западного побережья о. Беринга (пик численности весной); рыбацкая косатка – с мая по сентябрь у восточного побережья Камчатки (особенно в Авачинском заливе) и на Командорских о-вах, плотоядная – летом у западного и восточного побережья Камчатки и на Командорских о-вах, точные сроки миграций неизвестны.

Работы по серому киту проведены нами в бухте Ольга (Кроноцкий заповедник) в период с 31 мая по 8 июля, по тюленям – на о. Медный (Командорский заповедник) в период со 2 по 14 сентября.

В камчатской нагульной группировке серого кита в акватории Кроноцкого заповедника зарегистрированы 62 особи: 45 взрослых половозрелых китов (старше 6 лет), 14 подростков (2-5 лет), 3 сеголетка; у 15 особей определен пол (9 самцов, 6 самок). По фотографиям спины составлен каталог из 62 серых китов. По упитанности серых китов и состоянию их кожных покровов визуально оценивали успешность их нагула. По предварительным данным фотоидентификации нами выявлено 11 хорошо упитанных животных, 13 среднеупитанных и 9 истощенных. Более точная оценка успешности нагула будет проведена по данным липидного анализа собранных проб биопсии.

На о. Медном передатчиками «Пульсар» (ЗАО «Эс-Пас», Россия) нами помечена 21 особь (15 самцов, 6 самок) редкого подвида обыкновенного тюленя – антура (тюлень Стейнегера). В настоящее время ведется мониторинг перемещений антуров. Ранее мы впервые показали использование охотоморскими ларгами не только охотоморского побережья Камчатки, но и ее тихоокеанского (восточного) берега [1].

От всех антуров (12 половозрелых, 9 неполовозрелых) взяты образцы для серологических, гормональных, микробиологических и токсикологических исследований. Тест ВКА (bacteria killing assay), направленный на оценку активности системы комплемента (комплекса защитных белков, обладающих протеолитическими свойствами), провели для антура в сравнении с моржом и байкальской нерпой. Выявленная у антура низкая активность системы комплемента может свидетельствовать о его большей по сравнению с нерпой уязвимости к патогенам невирусной природы, однако она может быть компенсирована другими элементами иммунитета, что требует их дальнейшего изучения.

Всего нами собрано от серых китов по 12 проб кожи на анализ стабильных изотопов, генетический анализ, анализ общих липидов, липидных классов и жирных кислот; на анализ общих липидов, липидных классов и жирных кислот собрано также 8 проб жира. От тюленей (антур) собрано по 21 пробе: шерсти – на анализ гормонов и ртути, вибрисс – на анализ гормонов и ртути, цельной крови – на токсикологический анализ, сыворотки крови – на серологический анализ и анализ гормонов. Предполагается использовать собранные нами материалы по биопсии также для совместных работ с ДВФУ и другими институтами для анализа наличия в них биотоксинов (бреветоксины, домоевая кислота, сакситоксины, сигуанотоксины, диарейные токсины моллюсков).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Соловьёва М.А., Кузнецова Д.М., Глазов Д.М., Бурканов В.Н., Рожнов В.В. Первые данные об использовании охотоморской ларгой (*Phoca largha*) акватории Тихого океана // Зоологический журнал. – 2019. – Т. 98, № 9. – С. 1077–1082.
2. Сомов А.Г. Вероятная причина гибели лахтаков в Ямском лимане залива Шелихова Охотского моря в 2001 году // Труды ВНИРО. Промысловые виды и их биология. – 2017. – Т. 168. – С. 40-48.
3. Flewelling L.J., Naar J.P., Abbott J.P., Baden D.G. et al. Red tides and marine mammal mortalities // Nature. Brief Communications. – 2005. – Vol. 435. – P. 755-756.
4. Lefebvre K.A., Quakenbush L., Frame E., Huntington K.B., Sheffield G., Stimmelmayer R., Bryan A., Kendrick P., Ziel H., Goldstein T., Snyder J.A., Gelatt T., Gulland F., Dickerson B., Gill V. Prevalence of algal toxins in Alaskan marine mammals 2330 foraging in a changing arctic and subarctic environment // Harmful Algae. – 2016. – Vol. 55. – P. 13–24.
5. Bejarano A.C., Van Dola F.M., Gulland F.M., Rowles T.K., Schwaska L.H. Production and toxicity of the marine biotoxin domoic acid and its effects on wildlife: a review // Human and Ecological Risk Assessment. – 2008. – Vol. 14, № 3. – P. 544-567.

### **ВОЗМОЖНЫЕ АБИОТИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАТАСТРОФЫ В АВАЧИНСКОМ ЗАЛИВЕ КАМЧАТКИ В 2020 ГОДУ**

*В.Б. Лобанов, А.Ф. Сергеев,  
П.Ю. Семкин, П.П. Тищенко,  
П.Я. Тищенко,  
г. Владивосток, ТОИ ДВО РАН*

Неожиданное и беспрецедентное событие массовой гибели морской биоты произошло в прибрежных водах Авачинского залива полуострова Камчатка в сентябре 2020 года. Оно вызвало повышенное внимание как местных, так и федеральных органов власти. Российская академия наук предложила специальную программу комплексных междисциплинарных исследований, сосредоточенных не только на выяснении механизма этого конкретного события, но и на других потенциальных экосистемных рисках в водах у берегов Камчатки. Многие полевые расследования 2020-2021 годов были проведены там сразу после события различными организациями, включая правительственные структуры, академические

исследовательские институты, университеты и волонтеров. Это привело к общему мнению о том, что смертность была вызвана вредоносным цветением водорослей. Однако механизм этого цветения до сих пор оставался неясным. Среди возможных причин можно ожидать крупномасштабных изменений в западной субарктической части Тихого океана, такие как наблюдаемое быстрое потепление поверхностных вод и возможная эвтрофикация. Другая региональная причина может быть связана с мезомасштабной динамикой воды, в частности с сильными антициклоническими вихрями, которые формируются в заливах Камчатки и могут поднимать воду с низким содержанием кислорода и высоким содержанием питательных веществ на шельф. Другая локальная причина связана с воздействием стока рек и грунтовых вод на биогеохимические процессы в Авачинском заливе. В этой статье обсуждаются результаты наших недавних исследований.

## **ВОЗМОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ВРЕДНОСНОЙ МИКРОВОДОРОСЛИ И СТАДИИ ЕЕ ЦВЕТЕНИЯ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ОКЕАНА**

*А.И. Алексанин,*  
г. Владивосток, ИАПУ ДВО РАН

Ключевой задачей спутникового мониторинга микроводорослей океана является определение вида доминирующей водоросли в заданном регионе моря и ее биомассы. Большое разнообразие морских микроводорослей (более 5000 видов), близость оптических свойств различных видов и наличие шумов в спутниковых измерениях цветности делают решение задачи определения видового состава в «общей» постановке маловероятным. Но если собрать статистику видового состава микроводорослей конкретной акватории, то задачу оценки вида доминирующей по биомассе водоросли можно успешно решать. Так для залива Петра Великого (Японское море) в каждом конкретном месяце с вероятностью более 90 % будут доминировать от одного до трех родов водорослей [1]. В каждой пробе воды в среднем 60 % биомассы приходится на один вид.

Спектральные особенности восходящего из воды излучения формируют сами клетки фитопланктона. Остальные примеси воды в местах, не подверженных значительным прибрежным стокам, вносят плавно меняющийся по спектру вклад. Яркость моря в форме коэффициент отражения дистанционного зондирования  $Rrs$  можно с хорошей точностью аппроксимировать следующей зависимостью:

$$Rrs(\lambda) = f(\lambda) \frac{b_b(\lambda)}{a(\lambda) + b_b(\lambda)}$$

где  $f(\lambda)$  – некоторая известная функция от длины волны  $\lambda$ ,  $a(\lambda)$  – коэффициент поглощения света компонентами морской воды в приповерхностном слое,  $b_b(\lambda)$  – коэффициент рассеивания назад. При этом:



$$a(\lambda) = a_0(\lambda) + \sum C_i a_i^*(\lambda)$$

$$b_b(\lambda) = b_{b0}(\lambda) + \sum C_i b_{bi}^*(\lambda)$$

где  $C_i$  – концентрация биомассы водоросли  $i$  в воде,  $a_i^*(\lambda)$  и  $b_{bi}^*(\lambda)$  – спектральные параметры единицы биомассы водоросли  $i$ ,  $a_0(\lambda)$  и  $b_{b0}(\lambda)$  – параметры других компонент воды. Двумя ключевыми параметрами, определяющими особенности изменчивости величины  $Rrs(\lambda)$ , являются коэффициенты поглощения и рассеяния назад конкретных водорослей –  $a_i^*(\lambda)$  и  $b_{bi}^*(\lambda)$ .

Параметры поглощения и рассеяния  $a_i^*(\lambda)$  и  $b_{bi}^*(\lambda)$  можно измерить в лабораторных условиях, культивируя конкретные виды водорослей. Но этот процесс трудоемкий и для многих видов нет технологий их успешного выращивания. Самое простое – это брать пробы воды в местах, где цветущая водоросль по биомассе превышает 90 %. Это можно ожидать на стадии перед окончанием цветения. Стадии цветения можно определять по спутниковым данным.

В качестве примера успешного мониторинга цветения вредоносной водоросли можно разобрать цветение водорослей рода *Karenia* в акватории полуострова Камчатка осенью 2020г. [2]. *Karenia* относится к тому роду водорослей, которые успешно распознаются по спектру восходящего излучения [3]. Калибровка одного из алгоритмов по биомассе водоросли в пробах, взятых в акватории Камчатка, позволила уверенно выделять области, где биомасса водоросли превышала 2 г/м<sup>3</sup>. Такие области определялись по параметру прогиба спектра в голубом диапазоне:

$$F_\lambda = (Rrs(\lambda_2) \cdot (\lambda - \lambda_1) + Rrs(\lambda_1) \cdot (\lambda_2 - \lambda)) / (\lambda_2 - \lambda_1) / Rrs(\lambda),$$

где  $\lambda = 488$  нм,  $\lambda_1 = 412$  нм,  $\lambda_2 = 555$  нм для радиометра MODIS/AQUA. Стадию цветения можно определить по удельной флюоресценции водоросли – отношению высоты линии флюоресценции (flh) к концентрации хлорофилла-а (chl-a). В работе [4] показано, что фотохимическое преобразование энергии физиологически ограничено питательными веществами, а величина flh отражает фотофизиологическое состояние фитопланктона. Маленькая величина удельной флюоресценции говорит о стадии роста водорослей, а большая – о недостатке питательных веществ. На последней стадии водоросль усиленно выделяет метаболиты для подавления конкурентов, что и происходило в акватории Камчатки в 20-х числах сентября. При этом наблюдалось резкое падение концентрации хлорофилла-а в воде при постоянстве мутности, что указывает на отмирание водорослей. Шторм обеспечил катастрофические явления в прибрежной зоне на протяжении сотен километров, собрав у берега вредоносные вещества и разлагающиеся клетки.

К основным проблемам, затрудняющим решение задачи распознавания видов цветущих микроводорослей, следует отнести низкую точность атмосферной коррекции спутниковых данных цветности (особенно при низких углах солнца и наличии значительного количества пыли в атмосфере), а также низкую точность алгоритмов пересчета  $Rrs$  в параметры поглощения и рассеяния  $a_i^*(\lambda)$  и  $b_{bi}^*(\lambda)$  водорослями. Не простой задачей также является лабораторное определение этих

параметров у живых клеток на спектрофотометре с интегрирующей сферой – стандартная применяемая аппаратура.

Вредоносная водоросль не всегда доминирует по биомассе и не всегда имеет значительную биомассу, которую можно определить дистанционными методами. Токсины водоросли рода *Aleksandrium*, например, могут накапливаться в чистых водах в смертельных дозах в моллюсках, идущих в пищу человеку и животным. В таких случаях, если четко установлен сезон цветения такой водоросли, нужно следить за состоянием фитопланктонного сообщества и зонах острой нехватки питательных веществ. И только контактные измерения могут позволить определить возможные негативные последствия цветения вредоносной водоросли.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алексанин А. И., Ким В., Орлова Т. Ю., Стоник И. В., Шевченко О. Г. Фитопланктон залива Петра Великого и задача его дистанционного зондирования // Океанология. 2012. Т. 52, № 2. С. 239–250.
2. Orlova T.Yu., Aleksanin A.I., Lepskaya E.V., Efimova K.V., Selina M.S., Morozova T.V., Stonik I.V., Kachur V.A., Karpenko A.A., Vinnikov K.A., Adrianov A.V., Iwataki M. A massive bloom of *Karenia* species (Dinophyceae) off the Kamchatka coast, Russia, in the fall of 2020 // Harmful algae. 2022. (in press)
3. Soto I.M., Cannizzaro J., Muller-Karger F.E., Hu C., Wolny J., Goldgof D. Evaluation and optimization of remote sensing techniques for detection of *Karenia brevis* blooms on the West Florida Shelf// Remote Sens. Environ. 2015. Vol.170. P.239–254.
4. Lin, H.; Kuzminov, F.I.; Park, J.; Lee, S.; Falkowski, P.G.; Gorbunov, M.Y. The Fate of Photons Absorbed by Phytoplankton in the Global Ocean// Science. 2016. Vol.351. P. 264–267.

### **ТРЕХКАНАЛЬНЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА А: ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ «ЦВЕТЕНИЯ» ВОДЫ**

*В.В. Суслин,*  
г. Севастополь, МГИ РАН;  
*Т.Я. Чурилова, Т.В. Ефимова,*  
*Н.В. Моисеева, Е.Ю. Скороход,*  
г. Севастополь, ФИЦ ИнБЮМ РАН

Уникальные возможности дистанционных методов открывают перспективу оперативного экологического мониторинга водных акваторий. Организация такого мониторинга целесообразна только на основе корректных оценок биологических и физических характеристик вод. Однако, «стандартные» спутниковые продукты не дают точных оценок в водах второго типа по оптической классификации, к которым относится все внутренние водоемы России [1]. Для решения этой проблемы требуется развитие региональных алгоритмов для корректной трансформации данных дистанционного зондирования Земли из космоса в характеристики водной среды.

Анализ стандартных спутниковых продуктов *SeaWiFS* второго уровня, характеризующих выходящее из-под поверхности воды излучение  $nLw(\lambda)$  в спектральных каналах (СК)  $\lambda = 490, 510$  и  $555$  нм, показал, что их комбинация в виде индексов, определяемых как отношения  $I_{510} = \frac{nLw(555)}{nLw(510)}$  и  $I_{490} = \frac{nLw(510)}{nLw(490)}$ , обладает в Чёрном море существенной нелинейностью в течение года. Эта особенность легла в основу создания трехканального подхода к разделению общего поглощения света оптически активными компонентами водной среды на две составляющие: (1) поглощение пигментами фитопланктона ( $a_{ph}(\lambda)$ ) и (2) суммарное поглощение «детритом» и окрашенным растворенным органическим веществом ( $a_{CDM}(\lambda)$ ). На базе этого подхода и эмпирически установленных связей между  $a_{ph}(\lambda)$  и концентрацией хлорофилла  $a$  ( $C_a$ ) был создан региональный алгоритм определения  $C_a$  с использованием данных второго уровня сканера *SeaWiFS*. Установлено, что существуют, как минимум, два типа решений, соответствующих различному характеру поглощения света черноморской водой в СК 555 нм. Для обоих решений получены аналитические выражения для расчёта  $a_{ph}(\lambda)$  и  $a_{CDM}(\lambda)$  в СК 490 нм. Проведено исследование устойчивости *Deep* и *Shelf* решений к входным параметрам оптической модели воды [2]. Выполнена оценка точности разработанного алгоритма. Сопоставление результатов модельных расчетов концентрации хлорофилла  $a$  и показателей поглощения света  $a_{ph}(\lambda)$  и  $a_{CDM}(\lambda)$  на длине волны 490 нм с измерениями *in situ* показало удовлетворительное соответствие. Сравнение созданного алгоритма с другими известными решениями для Черного моря [3], показало его преимущество в корректности оценок величин восстанавливаемых параметров: решение *Deep* качественно и количественно воспроизводит наблюдаемый сезонный ход  $C_a$  в открытой части моря, что не обеспечивают в полной мере другие решения. Разработанный алгоритм модифицирован для спектральных каналов цветовых сканеров *MODIS* и *MERIS* [4], что позволило объединить данные сканеров *SeaWiFS*, *MODIS* и *MERIS* и создать многолетний массив расчетных данных, начиная с сентября 1997 г. В настоящее время проводится работа по модификации алгоритма к каналам *OLCI*, что расширит возможности применения трехканального алгоритма и позволит отслеживать локальные и кратковременные изменения качества среды и продуктивности вод в прибрежных районах Черного моря.

Разработанный трехканальный алгоритм может быть адаптирован к другому водоему путем ассимиляции биооптических характеристик типичных для конкретной акватории. Этот алгоритм позволит точно определять поглощение света пигментами фитопланктона и восстанавливать концентрацию хлорофилла  $a$ , как маркер биомассы фитопланктона, и отслеживать ее изменения в пространстве и времени, что может быть использовано для фиксирования «цветения» вод в связи с развитием отдельных видов фитопланктона, и в частности – вредоносных видов.

Работа со спутниковыми данными выполнена в рамках госзадания FNNN-2021-0003 «Развитие методов оперативной океанологии на основе междисциплинарных исследований процессов формирования и эволюции морской среды и математического моделирования с привлечением данных дистанционных и

контактных измерений» (шифр «Оперативная океанология»), анализ изменчивости биооптических показателей вод выполнен при поддержке гранта РФФ 22-27-00790.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Скороход, Е.Ю. Биооптические характеристики прибрежных вод Черного моря вблизи Севастополя: оценка точности спутниковых продуктов, восстановленных по данным MODIS и VIIRS [Текст] / Е.Ю. Скороход, Т.Я. Чурилова, Т.В. Ефимова, Н.А. Моисеева, В.В. Суслин // Морской гидрофизический журнал. – 2021. – Т. 37. – № 2 (218). – С. 233-246.

2. Суслин, В.В. Региональный алгоритм расчета концентрации хлорофилла а в Черном море по спутниковым данным SeaWiFS [Текст] / В.В. Суслин, Т.Я. Чурилова, Х.М. Сосик // Морской экологический журнал. – 2008. – Т. 7. – № 2. – С. 24-42.

3. Суслин, В.В. Концентрация хлорофилла-а в Черном море: сравнение спутниковых алгоритмов [Текст] / В.В. Суслин, Т.Я. Чурилова, М.Е. Ли, С. Мончева, З.З. Финенко // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. – 2018. – Т. 11. – № 3. – С. 64-72.

4. Suslin, V. A regional algorithm for separating light absorption by chlorophyll-a and coloured detrital matter in the Black Sea, using 480–560 nm bands from ocean color scanners [Текст] / V. Suslin, T. Churilova // International Journal of Remote Sensing. – 2016. – Т. 37. – № 18. – С. 4380-4400.

### ИССЛЕДОВАНИЕ СПУТНИКОВЫМИ МЕТОДАМИ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПРИБРЕЖНЫЕ АКВАТОРИИ КАМЧАТКИ

*В.В. Замшин, О.И. Четркова,*  
г. Москва, НИИ «АЭРОКОСМОС»

В современных условиях повышается актуальность исследования как естественных, так и антропогенных воздействий на морские прибрежные акватории. Это связано, с одной стороны, с неуклонно нарастающими темпами климатических изменений, а с другой стороны, с постоянно нарастающей антропогенной нагрузкой. Для проведения таких исследований целесообразно применять спутниковые методы, которые особенно эффективны для работы в акваториях большой площади с суровыми климатическими условиями, где затруднено проведение регулярных контактных измерений [1, 2].

Настоящая работа посвящена исследованию спутниковыми методами естественных и антропогенных воздействий на прибрежные акватории Камчатки, внимание к которым остаётся повышенным начиная с осени 2020 г., когда в этих акваториях было зарегистрировано экстремально интенсивное вредоносное цветение водорослей (ВЦВ) [3]. ВЦВ – опасный природный процесс, которому сопутствует ряд негативных эффектов. В частности, в водную среду поступают выделяемые микроводорослями токсины, оказывающие губительное влияние на гидробионтов (вплоть до их умерщвления) и всю морскую экосистему в целом.

В части работы, посвящённой исследованию естественных воздействий на прибрежные акватории Камчатки, с применением спутниковых методов изучались особенности пространственно-временной изменчивости основных факторов, способствующих интенсификации процессов развития ВЦВ. К таким факторам относятся, в том числе, температура морской поверхности, количество поступающей фотосинтетически активной радиации, характеристики приповерхностного ветра, режимы циркуляции водных масс и др. В качестве основных исходных данных в работе применялись длительные временные ряды ежесуточных информационных продуктов NOAA / OISST (оптимально-интерполированная температура морской поверхности, начиная с 1982 г.), AQUA, TERRA / MODIS (концентрация хлорофилла-а, фотосинтетически активная радиация, начиная с 2000 г.), NCEP Climate Forecast System V2 (компоненты векторов приповерхностного ветра, начиная с 1979 г.), HYCOM SSH (высота морской поверхности, начиная с 1992 г.) и др. Был использован подход к анализу длительных регулярных и нерегулярных временных рядов спутниковых данных, предложенный в работах [3, 4], позволяющий выполнить оценку условий подготовки и развития ВЦВ в прибрежных акваториях. Подход основан на сопоставлении значений исследуемых параметров водной среды, регистрируемых в период подготовки и развития ВЦВ, с их «нормальными» (фоновыми) уровнями и комплексном анализе выявленных отклонений. Под «нормальными» (фоновыми) уровнями в данном случае понимаются значения параметров водной среды, вычисляемые с использованием линейной аппроксимации доступного для анализа ретроспективного ряда результатов измерений, выполненных для рассматриваемых диапазонов дат в предшествующие года. Результаты оценки выражаются в виде количественных показателей, характеризующих величины зарегистрированных аномалий исследуемых параметров водной среды.

В результате работы установлено, что в летние месяцы 2020 г. сильные температурные аномалии морской поверхности, превышавшие в июне-июле климатическую норму на 15 % (отклонение 0,95 °С) и 12 % (отклонение 0,94 °С) соответственно, в сочетании с повышенным уровнем фотосинтетически активной радиации, превышавшим в июне-июле климатическую норму на 5,5 % (отклонение 4,45 э/м<sup>2</sup>/сут) и 8,5 % (отклонение 3,44 э/м<sup>2</sup>/сут) соответственно, могут рассматриваться как благоприятные условия и предвестники формирования сезонного интенсивного цветения микроводорослей. Зарегистрированная изменчивость уровня океана в летние месяцы 2020 г. оказывала влияние на режим течений (наблюдались преимущественно антициклонические вихри) и на формирование кормовой базы микроводорослей. Выявленные аномалии параметров водной среды способствовали возникновению условий для ВЦВ наряду с эффектами, выявленными в работе [5] (в т.ч., комплексным воздействием апвеллинга, даунвеллинга, штормовых условий и смены типа доминирующей водоросли).

Продолжаются работы, посвящённые исследованию антропогенных воздействий на прибрежные акватории Камчатки. С использованием спутниковых данных ведётся анализ особенностей глубинных стоков в Авачинской бухте, негативных последствий судоходства (в т.ч. судовых разливов) и др. Предварительные результаты исследования антропогенных воздействий демонстрируют, что:

1. Значительный негативный эффект оказывают глубинные стоки, поступающие в Авачинскую бухту из выпускного коллектора (длина ~250 м, производительность около 20 тыс. м<sup>3</sup>/сут.) очистных сооружений «Чавыча», обслуживающих микрорайоны Горизонт, Северо-Восток и др. (г. Петропавловск-Камчатский). Имеются данные о многочисленных повреждениях и разгерметизации коллектора, что подтверждается предварительным анализом временного ряда спутниковых многоспектральных изображений высокого разрешения. Продолжаются исследования количественных характеристик антропогенных воздействий глубинных стоков.

2. Величины плотности движения судов в акваториях Авачинского залива и Авачинской бухты в целом сопоставимы с показателями для Чёрного моря, что говорит о высокой подверженности акватории судовым загрязнениям. Имеются случаи регистрации из космоса судовых разливов. Продолжаются исследования количественных характеристик антропогенных воздействий судовых разливов.

Работа выполняется при финансовой поддержке Российской Федерации в лице Минобрнауки России в рамках государственного задания № FNEE-2022-0005.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Израэль, Ю.А. Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. М.: Флинта. – 2009. – 529 с.
2. Бондур В.Г. Аэрокосмические методы в современной океанологии // В кн. Новые идеи в океанологии. – М.: Наука, 2004. – Т. 1: Физика. Химия. Биология. – с. 55-117.
3. Bondur V., Zamshin V., Chvertkova O., Matrosova E., Khodaeva V. Detection and Analysis of the Causes of Intensive Harmful Algal Bloom in Kamchatka Based on Satellite Data // Journal of Marine Science and Engineering. 2021. vol. 9. № 10. p. 1–19. <https://doi.org/10.3390/jmse9101092>.
4. Бондур, В.Г. Замшин В.В., Чверткова О.И. Исследование аномального биогенного загрязнения Мраморного моря по спутниковым данным // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. – 2022. – Т. 507, №1. – с. 137-146 9 (в печати).
5. Алексанин А.И., Качур В.А. Особенности цветения микроводорослей рода *Karenia* на Камчатке // Материалы 19-й Международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». – 2021. – с. 216.

# МОНИТОРИНГ ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНЫХ «ЦВЕТЕНИЙ» ВОДЫ В МЕЛКОВОДНЫХ ЗАЛИВАХ И ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В РАЙОНЕ КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА

О.А. Дмитриева,  
г. Калининград, БФУ им. И. Канта,  
г. Москва, ИО РАН;  
А.С. Семенова,  
г. Калининград, БФУ им. И. Канта,  
АтлантНИРО;  
Е.Ю. Казакова,  
г. Калининград, АтлантНИРО

Куршский и Вислинский заливы Балтийского моря относятся к наиболее крупным и высокопродуктивным водоемам Калининградской области. Ежегодно в летний период в них и в разных районах Балтики регистрируют «цветения» воды, вызванные цианобактериями. Цель работы состояла в изучении структуры и динамики планктонных сообществ в период цианобактериальных «цветений» воды и оценке их влияния на состояние зоопланктона в крупнейших водоемах Калининградской области и юго-восточной части Балтийского моря в районе карбонового полигона в современный период.

Изучение фитопланктона и зоопланктона проводили в 2017–2021 гг. В российской части Куршского залива пробы планктона отбирали ежемесячно (с января по декабрь) на двух станциях, расположенных в прибрежной мелководной зоне (глубина 0,5 м), и на удалении 500 м от берега (глубина 3 м). Изучение планктона российской части Вислинского залива выполняли на 6 станциях в открытой части водоема ежемесячно с марта по ноябрь. Пробы в Балтийском море отбирали на точке карбонового полигона (глубина 80 м) один раз в месяц на восьми горизонтах фотического слоя (0–25 м). Пробы планктона обрабатывали по стандартной методике [1]. Биотестирование вод исследуемых акваторий заливов проводили на тест-организмах *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, 1901 и *Daphnia magna* Straus, 1820. согласно аттестованным методикам определения токсичности воды ФР.1.39.2007.03221, ФР.1.39.2011.09714, ФР.1.39.2007.03222 и ФР.1.39.2015.19999.

«Цветение» воды цианобактериями в Куршском заливе отмечается ежегодно на протяжении многих лет. Цианобактерия *Aphanizomenon flos-aquae* – основной возбудитель «цветения» воды залива. Виды рода *Microcystis* и *Planktothrix agardhii*, массово развивающиеся в составе сообществ фитопланктона Куршского залива, способны продуцировать и выделять микроцистины в окружающую среду [3, 5]. Высокая концентрация микроцистинов в период цианобактериального «цветения» воды может оказывать наиболее сильный негативный эффект на планктонных Cladocera [2]. В 2017–2021 гг. средняя за вегетационный сезон биомасса фитопланктона в прибрежной зоне Куршского залива изменялась в пределах от 13,8 до 90,1 г/м<sup>3</sup>, биомасса *Microcystis* spp. и *P. agardhii* – от 0,2 до 2,8 г/м<sup>3</sup>. По численности уровень развития этих видов превышал нормативы ВОЗ в среднем в

1,2–1,5 раза. Наименьшее отрицательное воздействие на планктонные организмы отмечено в 2020 г. В этом году в Куршском заливе зафиксирована самая низкая начиная с 2002 г. средняя за вегетационный сезон биомасса фитопланктона – 14 г/м<sup>3</sup>, а «цветение» воды имело самую низкую интенсивность. По результатам биотестирования острое токсическое воздействие воды из Куршского залива было отмечено в июне, июле, сентябре и октябре 2017 г., а также с июня по август 2018 г. В зоопланктоне в период массового развития цианобактерий возрастала доля мертвых особей: до 15–19 % на более глубоководной станции и до 44–59 % на наиболее мелководной станции в период нагонных явлений и последующего разложения скоплений цианобактериальных масс.

В Вислинском заливе в июле-сентябре в фитопланктоне в основном доминируют представители родов *Dolichospermum*, *Planktothrix*, *Woronichinia*, *Planktolyngbya*. Установлено, что среди вегетирующих в заливе цианобактерий существуют токсигенные штаммы рода *Microcystis*, способные вырабатывать микроцистины [4]. В целом за период 2017–2021 гг. средняя за вегетационный сезон биомасса фитопланктона варьировала от 3,6 до 19,3 г/м<sup>3</sup>. Стоит отметить, что в июле 2021 г. показатели биомассы фитопланктона были самыми высокими за период наблюдений, начиная с 2002 г., и в среднем за сезон составили 19,3 г/м<sup>3</sup>. В этот период отмечали ярко выраженный летний пик биомассы фитопланктона, обусловленный массовым развитием цианобактерий рода *Dolichospermum*. При этом биомасса фитопланктона на станциях залива изменялась от 12,9 до 104,4 г/м<sup>3</sup>. В этот период в зоопланктоне Вислинского залива значительно возрастала доля мертвых особей – до 11–20 %, особенно среди наиболее чувствительных к цианобактериальным цветениям видов планктонных ракообразных, а по результатам биотестирования токсическое воздействие на зоопланктон характеризовалось как острое.

Карбоновый полигон Балтийского моря расположен в районе метановой аномалии. Это район моря, который находится под влиянием выноса вод со стороны Калининградского морского канала и трансформированных вод р. Висла. В июне-августе массовыми видами цианобактерий в этой части Балтийского моря были *Aphanizomenon* sp., *Nodularia spumigena*, *Woronichinia* sp., *Dolichospermum* sp. Средняя для слоя 0–25 м биомасса фитопланктона в 2021 г. менялась от 0,6 до 6 г/м<sup>3</sup>. В июле-августе, в период массового развития потенциально-токсичных цианобактерий биомасса фитопланктона в слое 0–2,5 м достигала 1,12 г/м<sup>3</sup>. В этот период была отмечена высокая доля мертвых особей зоопланктона на горизонте 0 м – 10 % от численности в июле и 23–32 % от биомассы зоопланктона в августе.

Таким образом, во всех крупных высокопродуктивных водоемах Калининградской области в период цианобактериальных «цветений» воды возрастала доля мертвых особей в зоопланктоне. Наиболее часто острое токсическое воздействие было отмечено в Куршском заливе. В Вислинском заливе оно регистрировалось эпизодически. На станции карбонового полигона в прибрежной



зоне Балтийского моря максимальная доля мертвых особей зоопланктона была отмечена только в июле–августе в период массового развития цианобактерий.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1978. 242 с.
2. Сиделев С.И., Семенова А.С. Экологическая роль цианобактериальных токсинов (микроцистинов) в водных экосистемах // Цианопрокариоты /цианобактерии: систематика, экология, распространение. Материалы докладов II Международной научной школы-конференции. 2019. С. 54–58.
3. Belykh O.I., Gladkikh A.S., Sorokovikova E.G., Dmitrieva O.A. Identification of toxigenic Cyanobacteria of the Genus *Microcystis* in the Curonian Lagoon (Baltic Sea) // *Oceanology*. 2013. Т. 53, № 1. P. 71–79.
4. Mazur-Marzec H., Browarczyk-Matusiak G., Forycka K., Kobos J., Plinski M. Morphological, genetic, chemical and ecophysiological characterisation of two *Microcystis aeruginosa* isolates from the Vistula Lagoon, southern Baltic // *Oceanologia*. 2010. Vol. 52 (1). P. 127–146.
5. Overlingè D. et al. Characterization and diversity of microcystins produced by cyanobacteria from the Curonian Lagoon (SE Baltic Sea) // *Toxins*. 2021. Т. 13, №. 12. P. 838.

## **ДОСТУПНЫЙ ОКЕАН**

*Доступный океан,  
предполагающий открытый  
и равный доступ к данным,  
информации, технологиям  
и инновационным разработкам*

Проекты и инициативы, направленные на перспективные технологические разработки в сфере исследования морской среды, международное сотрудничество в области морской деятельности, развитие синей экономики, морского образования, а также восстановление естественных биологических ресурсов, ведение не истощительного рыбного промысла и развитие аквакультуры

**Тезисы докладов на Круглом столе  
«Плавающий университет в Десятилетии наук об Океане –  
объединяя усилия развиваем возможности»**

**РЕАЛИЗАЦИЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ  
«ТИХООКЕАНСКИЙ ПЛАВУЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

*О.А. Рутенко, К.А. Винников,*  
г. Владивосток, Институт  
Мирового океана ДВФУ

Стратегия социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 г. ставит целью обеспечение устойчивого экономического роста и научно-технологического развития регионов, повышение конкурентоспособности экономики Российской Федерации на мировых рынках на основе сбалансированного и устойчивого социально-экономического развития субъектов Российской Федерации и муниципальных образований, а также максимального привлечения населения к решению региональных и местных задач. Основным сдерживающим фактором реализации план-программы является острая нехватка кадров, особенно квалифицированных (в настоящее время, по оценкам ряда регионов, он составляет около 80 % от общей кадровой потребности). Для решения данной проблемы необходимо использовать инновационные методы подготовки молодых специалистов. Технология «Обучение через исследование», уже более 20 лет применяемая в реализации научно-образовательной программы «Плавающий университет», зарекомендовала себя как эффективная форма подготовки кадров и развития у них профессиональных экспедиционных навыков. Однако на Дальнем востоке, несмотря на расположение на побережье Тихого океана, подобные методы обучения не реализовывались. Есть лишь единичные случаи, когда студенты принимали участие в экспедиционных программах Арктического плавучего университета или институтов Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Научно-образовательная программа «Тихоокеанский плавающий университет» стартовала на базе Дальневосточного федерального университета в тесном сотрудничестве с институтами Дальневосточного отделения Российской академии наук в 2021 году. Пилотным проектом стала экспедиция на юго-восточное побережье Камчатки для изучения восстановительного потенциала прибрежных экосистем после вредоносного цветения водорослей осенью 2020 года. Была выполнена оценка состава, уровня и градиентов распространения загрязняющих веществ техногенного происхождения на прибрежных акваториях юго-восточной части Камчатки и состояния морских экосистем. Результаты исследования были представлены на конференциях и положены в основу написания курсовых и дипломных работ.

Следующим этапом реализации программы стало организация дальневосточной площадки и проведение зимней школы «Плавучий университет–2022», в которой приняли участие около 100 студентов из разных университетов не только Дальнего Востока, но и из центральных регионов. На школе студенты прослушали лекции по океанологии, акустике, гидробиологии и глубоководным исследованиям. Ведущие ученые поделились своим богатым экспедиционным опытом и рассказали об актуальных научно-исследовательских направлениях в изучении Мирового океана.

Осенью 2022 года была проведена экспедиция на Камчатку для продолжения мониторинговых исследований состояния экосистем Камчатского региона. Принявшие в ней участие студенты прослушали лекционные курсы, которые были подкреплены практической научно-исследовательской работой. Будущие морские специалисты овладели методами сбора и фиксации проб макробентоса, планктона и аквапочв. Собранный материал после анализа и интерпретации будет представлен на конференциях, использован для написания дипломных работ и публикации в рецензируемых научных журналах.

Однако экспедиция в силу технических причин прошла не в полной мере. Данный факт вскрывает проблему готовности и оснащения научного флота, обеспечения его эффективности и функционала. Вопрос готовности к экспедициям российского флота в целом и научного флота в частности относится к разряду стратегических вопросов технологического суверенитета и национальной безопасности Российской Федерации и требует всестороннего общественного и государственного рассмотрения.

Несмотря на сложности в реализации программы «Тихоокеанский плавучий университет» стоит отметить, что все проведенные мероприятия существенно повысили интерес и мотивацию студентов к фундаментальным и прикладным аспектам морских наук, можно с уверенностью утверждать, что прошедшие теоретическую и практическую подготовку студенты обеспечат восстановление кадрового потенциала в профильных научно-исследовательских институтах, вузах и промышленных компаниях, связанных с морскими исследованиями. Дальнейший вектор развития мы видим в проведении крупномасштабных морских экспедиций по мониторинговым исследованиям в прибрежных водах Северной Пацифики, Восточной Арктики и юго-восточной Азии.

## **«ПЛАВУЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ» ЮНЦ РАН НА НИС «ДЕНЕБ» И НИС «ПРОФЕССОР ПАНОВ»: ОБУЧЕНИЕ ЧЕРЕЗ ИССЛЕДОВАНИЯ**

*О.В. Степаньян,*  
г. Ростов-на-Дону, ЮНЦ РАН

Морские и речные экспедиции в формате «Плавучего университета» на НИС «Денеб» и НИС «Профессор Панов» Южный научный центр РАН проводит несколько лет. Инициатором и первым организатором таких экспедиций стал член-

корреспондент РАН Дмитрий Геннадиевич Матишов (1966–2015) – выдающийся ученый, создатель нового научного направления «Радиационная экологическая океанология», оставивший большой след в науках о Земле и Жизни [1-4]. Еще студентом Ленинградского государственного университета Д.Г. Матишов участвовал в многочисленных морских экспедициях по всей Арктике на многих научных и рыболовных судах. Дмитрий Геннадиевич прошел на морских судах десятки тысяч миль, наравне с членами команды и научной группой нес судовые вахты, выполняя в любую погоду, при сильной качке, минусовых температурах воздуха сложные и опасные палубные работы. В суровых полярных рейсах Д.Г. Матишов стал настоящим морским исследователем, умеющим ценить особое морское научное братство.

В первой половине 2000-х годов, будучи директором Азовского филиала ММБИ и заместителем председателя Южного научного центра РАН, Д.Г. Матишов лично возглавил свыше десяти экспедиций по Азовскому и Черному морям. Непосредственно с участием Д.Г. Матишова были приобретены два морских научных исследовательских судна – «Профессор Панов» и «Денеб», успешно работающие на акваториях Азовского, Черного и Каспийского морей. В настоящее время ежегодно осуществляется не менее 20 морских экспедиций.

Всегда особое внимание Д.Г. Матишов уделял работе со студентами и молодыми специалистами, лично проводя практические занятия и полевые выходы с молодежью. Более половины молодых специалистов из области естественных наук, ныне работающих в ЮНЦ РАН, прошли под его руководством производственные практики на научно-экспедиционной базе «Кагальник» и научных судах, в лабораториях и экспедициях.

Д.Г. Матишов был инициатором создания кафедры океанологии в Ростовском государственном (впоследствии – Южном федеральном) университете и более 12 лет был ее руководителем. Первый выпуск студентов-океанологов был осуществлен в 2007 г., ежегодно из стен кафедры океанологии ЮФУ выходит 10-15 квалифицированных специалистов океанологов и гидрометеорологов. Выпускники кафедры океанологии ЮФУ работают в различных научных и ведомственных организациях России и ближнего зарубежья, служат в гидрографической службе ВМФ РФ. При поддержке Д.Г. Матишова на кафедре океанологии ЮФУ было начато и продолжается изучение опасных природных явлений и их проявлений, связанных с внутренними волнами и сейшмами в Азовском и Черном морях, сгонно-нагонными явлениями в дельте Дона, абразией берегов южных морей. В конце 2000-х гг. исследования на Азовском и Черном морях впервые в России по инициативе Д.Г. Матишова стали проводиться в формате «Плавучего университета». В них принимали участие студенты Московского и Санкт-Петербургского государственных университетов, Южного федерального университета, Донского государственного технического университета, Кубанского государственного университета. Дмитрий Геннадиевич верил, что работы в формате «Плавучий университет» будут подхвачены океанологами в России, так и произошло.

Д.Г. Матишов ушел из жизни в самом расцвете творческих сил. Но остался большой багаж накопленных знаний, начинаний и идей Дмитрия Геннадьевича. И задача всех, кто работал с Дмитрием Геннадьевичем, продолжить реализацию его замыслов.

Одно из продолжений начинаний Д.Г. Матишова – это проведение экспедиций в формате «Плавучий университет». ЮНЦ РАН при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в 2021 и 2022 гг. осуществил две экспедиции по реке Дон и Цимлянскому вдхр. В исследованиях приняли участие студенты 2 и 3 курсов кафедры океанологии Южного федерального университета. Студентами получены новые научные результаты по гидрологии, гидрохимии и литологии этого равнинного водохранилища, определяющего все биологические процессы на Нижнем Дону. Впервые определена скорость осадконакопления в Цимлянском вдхр., которая в среднем оказалась равна 1 см в год. Выявлены зоны аккумуляции и размыва донных отложений, современные процессы геотрансформации затопленного старого русла Дона и элементов овражно-балочной системы.

Многие участники экспедиций «Плавучего университета» стали кандидатами географических наук, руководители молодежных лабораторий Минобрнауки, лауреатами Почетного знака «Молодой ученый Минобрнауки» и премии им. Д.Г. Матишова. В экспедициях «Плавучего университета» сложилось несколько крепких семейных пар!

Научные результаты «Плавучего университета» ЮНЦ РАН в 2021-2022 гг. были подробно соведены в средствах массовой информации на региональном и федеральном уровнях. Вышли сюжеты на телеканале «Дон ТР» и «Россия 1», опубликованы материалы в печатных изданиях «Коммерсант», «Молот», «Наше время», «Комсомольская правда – Ростов».

В дальнейших планах ЮНЦ РАН продолжить экспедиции в формате «Плавучий университет», расширив географию исследований на все южные моря России – Азовское, Черное и Каспийское.

Публикация подготовлена в рамках реализации государственного задания ЮНЦ РАН №122011900153-9 и проекта Русского географического общества № 40/2022-И «География Нижнего Дона и Цимлянского водохранилища: трансформация в условиях маловодья и засоления».

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Степаньян О.В. Вклад член-корреспондента РАН Д.Г. Матишова в морские исследования на Юге России / Окружающая среда и человек. Современные проблемы генетики, селекции и биотехнологии // Материалы междунар. научн. конференции и молодеж. научн. конфер. памяти член-корр. РАН Д.Г. Матишова (г. Ростов-на-Дону, 5-8 сентября 2016 г.). Ростов-на-Дону: Изд. ЮНЦ РАН. 2016. С. 38–44.

2. Матишов Г.Г., Степаньян О.В. Вклад член-корреспондента РАН Дмитрия Геннадьевича Матишова в изучение Мирового океана // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и индустриальных

вызовов ("Опасные явления – II"). Материалы II Международной научной конференции памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова. 2020. С. 7–16.

3. Степаньян О.В. Вклад член-корреспондента РАН Д.Г. Матишова в исследование опасных природных и техногенных явлений на юге и севере России // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и промышленных вызовов ("Опасные явления – III"). Материалы III Международной научной конференции памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова. 2021. С. 13–16.

4. Матишов Г.Г., Степаньян О.В. Радиационная экология океана: 20 лет поиска и свершений // Природа. 2020. №7. С. 37–45. doi: 10.7868/S0032874X20050063.

## **ИТОГИ ВЫПОЛНЕНИЯ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ С АПУ**

*А.В. Тертышников,*  
г. Москва, ФГБУ «ИПГ»,  
ФГБУН ИКИ РАН

На примере выполнения трех гелиогеофизических проектов на Арктическом плавучем университете обсуждается необходимость продолжения исследований полярной шапки в САФУ. Рассмотрены результаты проектов:

«Зондирование высокоширотной ионосферы и аврорального овала»;

«Вопросы мониторинга солнечной активности»;

«Определение положения Северного магнитного полюса Земли».

Зачем исследовать полярную шапку? – Фактически граница полярной ионосферы – авроральный овал (с полярными сияниями) висит над Северным морским путем, влияя на системы ионосферной радиосвязи и системы распределения электроэнергии, сбой системы ГНСС. Мониторинг аврорального овала необходимый элемент системы гидрометеорологической безопасности.

Для мониторинга высокоширотной ионосферы и аврорального овала разработана технология морского (океанского) подвижного пункта радиопросвечивания по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS. Проведен ряд успешных экспериментов. Предложены новые схемы радиопросвечивания ионосферы, получены технические решения:

«Способ зондирования ионосферы и тропосферы» / А.В. Тертышников. Заявка № 2018127892 от 30.06.2018;

«Способ зондирования ионосферы, тропосферы, геодвижений и комплекс для его реализации»/ А.В. Тертышников. Заявка № 2011128236 от 07.07.2011. Решение о выдаче патента РФ на изобретение от 01.02.2013;

«Способ определения положения эпицентральной зоны источника и скорости распространения перемещающихся ионосферных возмущений» / Тертышников А.В. и др., ФГБУ ФИПС, Рег. № 2014125712/07(041820) от 25.06.2014;

«Способ определения характеристик аврорального овала и состояния магнитного поля Земли» / А.В. Тертышников. Заявка: 2018110604 от 26.03.2018;

«Способ зондирования лунного грунта по излучению полярных сияний» /А.В. Тертышников, В.М. Смирнов и др. Заявка: 2017126782 от 25.07.2017;

«Способ определения положения аврорального овала и состояния магнитного поля Земли» / А.В. Тертышников. Заявка № 2015126532/28(041268) от 02.07.2015;

«Способ зондирования плазменного слоя геомагнитного хвоста и ионосферы Земли» / А.В. Тертышников и др. Заявка № 2017111411 от 04.04.2017 и др.

При обсуждении других выполненных проектов стоит обратить внимание на то, что:

ограничиваться наукой «об океане» по призыву ООН – это отказ от национальных задач соучредителей ПУ;

АПУ избавился от гелиогеофизических проектов;

АПУ необходим межведомственный Ученый Совет для формирования внятной научно-технической политики из докторов наук по профилю специальности соучредителей;

менеджерам ПУ надо освоить и применять инструменты менеджмента и маркетинга (GAP и SWOT-анализа и др.) для принятия грамотных управленческих решений;

необходим реестр технологий (проектов) для АПУ и его постоянный мониторинг;

необходимо повысить рентабельность участия в АПУ (абсурдные около 30 тыс. рублей в сутки за человека со скидками) и ответственность за результаты участия в АПУ;

необходимы кадровые решения по эффективному управлению АПУ, дабы воспрепятствовать его превращению в транспортно-туристический проект.

Так, для реализации второго проекта для АПУ было разработано техническое решение регистрации сильных солнечных вспышек, влияющих на морфодинамику аврорального овала и полярной шапки, на основе действующего макета, собранного из телевизионной антенны – «тарелки» и малошумящего усилителя.

По проекту «Определение положения Северного магнитного полюса Земли» была реализована технология, апробированная в Южном океане, где была определена возможность реверса движения Южного магнитного полюса Земли. Техническое решение закреплено патентом на «Способ определения положения магнитного полюса Земли».

Необходимость мониторинга положения Северного магнитного полюса Земли обусловлена тем, что он находится в Российском секторе Арктики. По маршруту АПУ-2021 на НЭС «Михаил Сомов» были проведены необходимые измерения. Но из-за подтвержденных организаторами АПУ трудностей, которые были обнаружены при обработке данных измерений, эксперимент пришлось повторить на другом судне и впервые в истории России определить положение Северного магнитного полюса Земли в 2021 г.: 156,7860 в.д. и 86,4000 с.ш.



## **НОВЫЕ ШАГИ В РАЗВИТИИ ПРОГРАММЫ «ПЛАВУЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ» В РАМКАХ ДЕСЯТИЛЕТИЯ НАУК ОБ ОКЕАНЕ ООН**

*Н.Б. Степанова, Е.В. Колтовская,  
Л.И. Хатмуллина,  
г. Москва, МФТИ, ИО РАН*

В рамках десятилетия наук об Океане в интересах устойчивого развития, объявленного ООН с 2021 по 2031 гг., в России продолжает развиваться научно-образовательная программа «Плавающий университет». Имея большую историю [1], к 2022 году программа приобрела всероссийский масштаб. Через программу обучающиеся внедряются в научные исследования в области морских дисциплин, проходят полный цикл обучения – от постановки задачи и работы в экспедиции до анализа полученных данных и публикации результатов. Целью программы остаётся подготовка молодых специалистов и их дальнейшая работа в научно-исследовательских коллективах.

Подобное подключение студентов и аспирантов к исследовательскому процессу влечёт большое временное и финансовое вложение в каждого из обучающихся. Чтобы повысить результативность проекта необходимо на первых этапах создавать большую заинтересованность обучающихся в специализации и привлекать к совместной работе молодых специалистов, нацеленных на дальнейшее развитие в науке. Для этого создан подготовительный этап – Научная школа, которая позволяет рассказать широкому кругу студентов об актуальных научных исследованиях, которые проводят научные группы институтов, университетов и индустриальных компаний.

Для участия в научной школе в 2022 г. поступило более 1000 заявок из 140 организаций от студентов океанологов, геологов, биологов, географов, химиков, физиков. Научная школа прошла одновременно в 5 городах РФ, объединив региональные вузы, научные организации и предприятия, направленные на исследования и разработку ресурсов Мирового океана. Порядка 500 студентов-участников прошли очное обучение и были допущены до конкурсного отбора в морские экспедиции. Около 40 учёных провели двухэтапный конкурсный отбор, состоящий из анонимного рецензирования 250 заявок и 211 собеседований. Победителями конкурса стали 85 студентов и аспирантов из 26 научных и образовательных учреждений, которые были направлены для выполнения научно-исследовательских задач в морские экспедиции в Балтийское и Карское моря. После завершения морских исследований обучающимся предстоит доложить научные результаты на профильных конференциях.

Научно-образовательная программа «Плавающий университет» проводится при координации Московского физико-технического института и поддержке Министерства науки и высшего образования РФ.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:** 1. Сузюмов А.Е., Козлова Е.В., Ахманов Г.Г. 25 лет под парусами науки: Плавающий университет (Обучение через исследования) // Георесурсы. – 2015. – №. 2 (61). – С. 106-110.

**Тезисы докладов на Круглом столе  
«Технологии мониторинга и контроля  
качества и продуктивности морской среды  
дистанционными и контактными методами»**

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И ПРОДУКТИВНОСТИ ВОД**

*Т.Я. Чурилова, Т.В. Ефимова,  
Н.В. Моисеева, Е.Ю. Скороход,  
г. Севастополь, ФИЦ ИнБЮМ;  
В.В. Суслин,  
г. Севастополь, ФГБУН ФИЦ МГИ*

В настоящее время «исследования в области экологии и рационального природопользования», направленные на сохранение морей «чистыми» и «продуктивными» становятся все более актуальными. Для принятия своевременных мер по защите акваторий от негативных последствий деятельности человека, необходима организация оперативного контроля их состояния. Использование спутниковой информации в этих целях позволяет проводить такой контроль водоемов на пространственных и временных масштабах, которые не доступны при использовании стандартных методов океанографических наблюдений в условиях морских экспедиций. Для своевременного принятия природоохранных мер необходимо создать систему, содержащую в основе своей оперативный контроль состояния водных экосистем в режиме реального времени. При организации такой системы должны быть выполнены как минимум два ключевых условия – это оперативность, которую обеспечивают спутники, и точность оценок экологических показателей, как залог адекватности принимаемых природоохранных мер. В связи с природой вариабельности спектрального сигнала, регистрируемого дистанционными оптическими сканерами, очевидно, что точность региональных алгоритмов дешифровки спутниковых данных обеспечивается, если в алгоритмах используются эмпирически установленные закономерности пространственно-временной изменчивости спектральных биооптических показателей вод и фотосинтетических характеристик фитопланктона в конкретной акватории.

Экологический мониторинг водных экосистем включает контроль качества среды и продуктивности экосистемы. Оценку качества и продуктивности водоемов целесообразно проводить по базовому звену экосистемы – фотосинтезирующим объектам, а именно, микроводорослям. Это связано с тем, что фотосинтез лежит в основе продуктивности водоема, а планктонные водоросли – являются наиболее чувствительными к изменениям в среде представителями биоты.

К основным показателям качества водной среды и продуктивности экосистем, которые представляется возможным оценивать с использованием спутниковых данных, относятся: прозрачность вод, глубина зоны фотосинтеза, световые условия

в придонном слое вод прибрежного района моря, концентрация основного фотосинтетически активного пигмента – хлорофилла «а», биомасса и размерная структура фитопланктона, содержание взвешенного и окрашенного растворенного вещества, частота и интенсивность цветения фитопланктона, его отдельных таксонов, скорость фотосинтеза и роста фитопланктона, первичная продукция.

Сотрудники ФИЦ ИнБЮМ проводят комплексные биооптические исследования на современном методологическом и технологическом уровне в течение >20 лет. На основе полученных результатов были установлены закономерности пространственно-временной изменчивости спектральных биооптических показателей вод и продукционных характеристик фитопланктона Азово-Черноморского бассейна [1-5] и разработаны региональные алгоритмы для точной оценки показателей качества и продуктивности вод [6-9] как основы создания системы оперативного экологического контроля.

Работа со спутниковыми данными и разработка алгоритмов выполнена в рамках госзадания FNNN-2021-0003 «Развитие методов оперативной океанологии на основе междисциплинарных исследований процессов формирования и эволюции морской среды и математического моделирования с привлечением данных дистанционных и контактных измерений» (шифр «Оперативная океанология»), анализ изменчивости спектральных биооптических показателей вод выполнен при поддержке гранта РФФ 22-27-00790.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Спектральные показатели поглощения света взвешенным веществом и растворенным органическим веществом в Азовском море / Т. Я. Чурилова [и др.] // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 73–83. – Режим доступа: [doi:10.48612/fpg/ex1p-9vtp-phu8](https://doi.org/10.48612/fpg/ex1p-9vtp-phu8).

2. Региональный спутниковый алгоритм восстановления основных биооптических характеристик Азовского моря: материалы докл. XXVI Междунар. симпоз. Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы / [В. В. Суслин и др.]. – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2020. – С. В203-В210. – Режим доступа: <https://symp.iao.ru/files/symp/aoo/26/B.pdf>.

3. Phytoplankton light absorption in the deep chlorophyll maximum layer of the Black Sea / Т. Churilova [et al.] // *European Journal of Remote Sensing*. – 2019. Vol. 52, suppl. 1. – P. 123-136. – Режим доступа: DOI: 10.1080/22797254.2018.1533389.

4. Light Absorption by Phytoplankton in the Upper Mixed Layer of the Black Sea: Seasonality and Parametrization / Т. Churilova [et al.] // *Frontiers in Marine Science*. – 2017. – Vol. 4, article 90. – 14 p. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00090>.

5. Annual variability in light absorption by particles and colored dissolved organic matter in coastal waters of Crimea (the Black Sea): Proceedings of SPIE 23rd International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics / [Т. Churilova et al.] – 2017. – Vol. 104664B. – 14 p. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1117/12.2288339>.

6. Suslin, V. A regional algorithm for separating light absorption by chlorophyll-a and colored detrital matter in the Black Sea using 480-560 nm bands from ocean colour scanners / V. Suslin, Т. Churilova // *International Journal of Remote Sensing*. – 2016. –

Vol. 37, iss. 18. – P. 4380-4400. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/01431161.2016.1211350>.

7. Спектральный подход к оценке скорости фотосинтеза фитопланктона в Черном море по спутниковой информации: методологические аспекты развития региональной модели / Т. Я. Чурилова [и др.] // Журнал Сибирского федерального университета. Серия «Биология». – 2016. – Т. 9, № 4. – С. 367-384. – Режим доступа: <https://doi.org/10.17516/1997-1389-2016-9-4-367-384>.

8. Churilova, T. Ya. Dependence of the Photosynthetic Quantum Yield on Phytoplankton Light Absorption: Equations for Assessing Primary Production in the Black Sea / T. Ya. Churilova, V. V. Suslin, H. M. Sosik // Physical Oceanography. – 2021.-Vol. 28, №1.-P. 67-77.– Режим доступа: doi:10.22449/1573-160X-2021-1-67-77.

9. Validation of spectral model for assessment of primary production in the Black Sea: Proceedings of SPIE: 27th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics / [T. Churilova et al.]. – 2021.– Vol. 11916, Article 119162N.-16 p.-Режим доступа: <https://doi.org/10.1117/12.2602143> SCOPUS.

## РЕГИОНАЛЬНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ БИООПТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ

*В.В. Суслин, С.Ф. Пряхина,  
г. Севастополь, ФГБУН ФИЦ МГИ;  
Т.Я. Чурилова, Т.В. Ефимова,  
Н.В. Моисеева, Е.Ю. Скороход,  
г. Севастополь, ФИЦ ИнБЮМ*

Для внутренних морей РФ существует проблема точной трансформации спутниковых данных в показатели качества и продуктивности вод, что связано с преобладающим влиянием неживой оптической компоненты среды на формирование восходящего из водной толщи излучения, фиксируемого дистанционными оптическими сканерами. С целью решения этой проблемы разрабатываются региональные алгоритмы, которые используют эмпирически установленные закономерности изменчивости спектральных показателей поглощения света оптически активными компонентами среды и спутниковые продукты второго уровня (спектр  $R_{RS}$ ) для восстановления основных биооптических характеристик: концентрации хлорофилла  $a$  в сумме с феопигментами ( $TChl$ ), показателей поглощения света неживой ( $a_{CDM}$ ) и живой ( $a_{ph}$ ) компонентами вещества и показателя обратного рассеяния света частицами взвеси ( $b_{bp}$ ) в верхнем слое Черного и Азовского морей. Проведено сопоставление величин восстанавливаемых параметров с результатами измерений, которое показало высокую точность разработанных алгоритмов. С использованием разработанных алгоритмов проведены расчеты, построены ежедневные карты распределения в поверхностном слое восстановленных биооптических параметров в период с 2000 по 2018 гг. и проведена ретроспективная оценка variability показателей качества и продуктивности вод [1, 2, 3]. Региональные алгоритмы являются основой для развития оперативного (в режиме реального времени) экологического мониторинга Черного и Азовского морей.

Работа со спутниковыми данными и разработка алгоритмов выполнена в рамках госзадания FNNN-2021-0003 «Развитие методов оперативной океанологии на основе междисциплинарных исследований процессов формирования и эволюции морской среды и математического моделирования с привлечением данных дистанционных и контактных измерений» (шифр «Оперативная океанология»), анализ изменчивости биооптических показателей вод выполнен при поддержке гранта РФФ 22-27-00790.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Suslin, V.V. Regional bio-optical algorithm for remote estimation of the sea of Azov`s IOPS [Текст] / V.V. Suslin, T.Ya. Churilova, T.V. Efimova, E.Yu. Moiseeva, I.E. Skorokhod, I.E. Stepochkin // Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering. "Atmosphere" an Open Access Journal by MDPI, et al., Ministry of Education and Science of Russian Federation, Russian Foundation for Basic Research, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics SB RAS; Editors: G.G. Matvienko, O.A. Romanovskii. – 2020. –С. 115600R.

2. Suslin, V. The Black Sea IOPS based on SeaWiFS data [Текст] / V. Suslin, S. Pryahina, T. Churilova, V. Slabakova // Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering. – 2016. – С. 1003531.

3. Суслин, В.В. База спутниковых данных биооптических характеристик Черного моря, полученных с цветковых сканеров SeaWiFS, MODIS и MERIS / В.В. Суслин., Т.Я. Чурилова, Т.М. Баянкина, С.Ф. Пряхина // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2016621256, 15.09.2016. Заявка № 2016620979 от 15.07.2016.

### **РЕГИОНАЛЬНЫЕ СПУТНИКОВЫЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАЧЕНИЙ БИООПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОД РОССИЙСКИХ МОРЕЙ**

*Д.И. Глуховец,*  
г. Москва ИО РАН,  
г. Долгопрудный, МФТИ

Начиная с 2002 г., в Лаборатории оптики океана Института океанологии РАН (ИО РАН) выпускаются электронные атласы биооптических характеристик морей России, построенные по данным спутниковых сканеров цвета (<http://optics.ocean.ru>). Важной особенностью этих атласов является использование для получения карт пространственных распределений биооптических характеристик региональных спутниковых алгоритмов, разработанных и валидированных по результатам многолетних судовых измерений в Баренцевом, Карском, Белом, Балтийском, Черном и Каспийском морях. Применение региональных алгоритмов для определения значений биооптических характеристик этих морей позволяет существенно повысить точность по сравнению со стандартными алгоритмами. Итог работы, проведенной сотрудниками Лаборатории оптики океана по использованию

данных спутниковых наблюдений, выполненных современными сканерами цвета за 20 лет – с 1998 по 2017 гг., представлен в коллективной монографии [1].

Полученные в последние годы новые данные судовых биооптических измерений позволяют проводить модификацию созданных ранее региональных алгоритмов. К примеру, региональный алгоритм Б98 непригоден для открытой акватории Баренцева моря, так как был создан в основном по данным измерений в Печорском море (15 станций из 21), которое характеризуется повышенным содержанием окрашенного растворенного органического вещества (ОРОВ). В 2022 г. был разработан более точный модифицированный региональный алгоритм Б22, использующий тот же индекс цвета, но с другими коэффициентами [2, 3]. Кроме того, показано, что региональный полуаналитический алгоритм Лаборатории оптики океана ИО РАН может быть настроен для получения более точных по сравнению с результатами работы стандартных алгоритмов данных о показателе поглощения ОРОВ в Баренцевом море.

В качестве примера исследований водных экосистем российских морей, выполненных с использованием региональных спутниковых алгоритмов, можно привести целый ряд работ [2-5].

В будущем мы планируем направить наши усилия на уточнение алгоритма оценки концентрации хлорофилла «а» для Каспийского моря, а также модификацию черноморского алгоритма для оценки концентрации кокколитофорид в зимний период.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 21-77-10059, предоставленного через Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Копелевич О.В., Салинг И.В., Вазюля С.В., Глуховец Д.И., Шеберстов С.В., Буренков В.И., Каралли П.Г., Юшманова А.В. Биооптические характеристики морей, омывающих берега западной половины России, по данным спутниковых сканеров цвета 1998-2017 гг. // Институт океанологии имени П.П. Ширшова РАН. Ответственный редактор д.ф.-м.н. О.В. Копелевич. Москва, 2018. – 140 с. [https://optics.ocean.ru/Atlas\\_2019/8\\_Monography\\_2018.pdf](https://optics.ocean.ru/Atlas_2019/8_Monography_2018.pdf).

2. Glukhovets D., Sheberstov S., Vazyulya S., Yushmanova A., Salyuk P., Sahling I., Aglova E. Influence of the Accuracy of Chlorophyll-Retrieval Algorithms on the Estimation of Solar Radiation Absorbed in the Barents Sea // *Remote Sensing*. 2022; 14(19):4995.

3. Glukhovets D., Sheberstov S., Vazyulya S., Yushmanova A., Salyuk P., Sahling I., Aglova E. Influence of the Accuracy of Chlorophyll-Retrieval Algorithms on the Estimation of Solar Radiation Absorbed in the Barents Sea // *Remote Sensing*. 2022. Vol. 14. № 19. 4995.

4. Glukhovets D.I., Goldin Yu.A. Surface desalinated layer distribution in the Kara Sea determined by shipboard and satellite data // *Oceanologia*. 2020. № 62. № 3. P. 364-373.

5. Kopelevich O., Sheberstov S., Vazyulya S. Effect of a Coccolithophore bloom on the underwater light field and the albedo of the water column // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2020 Jun 20;8(6):456.

# РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРОДУКТИВНОСТИ ВОД НА ПРИМЕРЕ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА И СЕВЕРО-ЕВРОПЕЙСКОГО БАССЕЙНА АРКТИКИ

*П.В. Лобанова, А.С. Малышева,  
С.К. Кузьмина,  
г. Санкт-Петербург, СПбГУ*

Изучение продуктивности вод Мирового океана – важная и актуальная задача современных океанологических исследований, направленная на понимание не только биологического и промыслового потенциала океана, но и физико-биологических взаимосвязей в его поверхностном слое. Различные модели и алгоритмы, разработанные с учётом региональных особенностей экосистем, позволяют нам иметь представление о пространственно-временной изменчивости параметров, отражающих продуктивность вод, и, в первую очередь, это первичная продукция морского фитопланктона и концентрация хлорофилла-а. Существующие на данный момент алгоритмы предполагают зависимость этих параметров от факторов среды: освещённость, обеспеченность биогенными микроэлементами, температура воды и др. [3]. А использование спутниковых данных даёт возможность исследовать их пространственно-временную изменчивость на различных масштабах [2].

В рамках данного исследования разработаны и проверены региональные алгоритмы восстановления максимальной удельной скорости фотосинтеза (ассимиляционного числа,  $P^B_m$ ), которая характеризует фотосинтетические способности морского фитопланктона, на примере Атлантического океана, и региональные модели положения высокопродуктивных зон в трёх морях (Гренландское, Норвежское и Баренцево моря) Арктического бассейна, подверженного значительному влиянию современных климатических изменений, приводящих к повышению продуктивности вод региона [1].

Для разработки алгоритмов восстановления  $P^B_m$  использованы судовые данные этого параметра ( $\text{мг С (мг Хл-а)}^{-1} \text{ ч}^{-1}$ ) из глобальной базы данных PANGAEA в поверхностном слое 0-30 м на станциях, расположенных между  $55^\circ$  ю.ш. и  $83^\circ$  с.ш. в 16 биогеографических провинциях и выполненных в 2002-2013 гг., и спутниковые данные температуры поверхности океана (ТПО) ( $^\circ\text{C}$ ) с временной дискретностью один день и пространственной –  $0.01^\circ \times 0.01^\circ$ . Для разработки моделей положения высокопродуктивных зон использованы следующие спутниковые данные за период 2010-2019 гг., приведённые к временной дискретности 1 месяц и пространственной –  $4 \times 4$  км: цвет океана – концентрация хлорофилла-а (Хл-а) ( $\text{мг м}^{-3}$ ) и коэффициент диффузного ослабления нисходящего солнечного излучения для длинны волны 490 нм ( $\text{м}^{-1}$ ) из базы данных, фотосинтетически-активная радиация (ФАР) (моль квантов  $\text{м}^{-2} \text{ день}^{-1}$ ) ТПО ( $^\circ\text{C}$ ), солёность (psu), а также модельные данные глубины перемешанного слоя (ГПС) (м) тех же дискретностей и за тот же промежуток

времени, полученные с использованием данных вертикальных профилей плотности воды.

На основании необходимости учёта сезонной и региональной изменчивости  $P^B_m$ , нами разработаны линейные температурные алгоритмы восстановления этого параметра отдельно для сезонов и для районов Атлантического океана и Северо-Европейского бассейна Арктики, когда и в которых наиболее чётко прослеживалась связь между  $P^B_m$  и ТПО по результатам анализа всех имеющихся станций:  $r = 0.48$  и  $0.84$ , при  $p < 0.01$  для сезонов (зима и лето, соответственно) и  $r = 0.36$ ,  $0.61$  и  $0.54$  при  $p < 0.01$  для трёх районов (район 1 – акватория между Гренландией и Шпицбергенем, захватывающая северные части Гренландского и Норвежского морей, а также северо-западную часть Баренцева моря; район 3 – к северу от Ньюфаундлендской банки между Гренландией и полуостровом Лабрадор; и район 4 – к югу-востоку от полуострова Лабрадор, соответственно). Следует отметить, что в указанных районах измерения  $P^B_m$  попали в характерные сроки «цветения» фитопланктона, и там проявилась значимая связь  $P^B_m$  с ТПО, в то время как для остальных районов рассматриваемой акватории значимой связи не наблюдалось. По результатам калибровки, точность алгоритмов является наибольшей для лета ( $r^2 = 0.70$ ), у остальных она составила порядка 20-40 % описания исходной выборки (район 1 – 13 %, район 3 – 37 %, район 4 – 29 %).

Проведённая одновременно валидация разработанных в данном исследовании региональных алгоритмов  $P^B_m$  и других известных, опубликованных ранее, показала минимальное отклонение региональных алгоритмов от *in situ* оценок  $P^B_m$  по сравнению с другими рассматриваемыми алгоритмами как по сезонам, так и для регионов в отдельности. При этом, для валидации использовался комплексный статистический анализ: построение диаграмм Тейлора и расчёт различных ошибок (систематическая ошибка (СО), абсолютная среднеквадратическая ошибка (АСКО), абсолютная процентная ошибка (АПО) и др.). Наибольшей точностью характеризуется алгоритм, разработанный для зимнего периода:  $r = 0.82$  при  $p < 0.01$  ( $n = 25$ ), СО = 0.11, АСКО = 0.69, АПО = 13 %. А также алгоритм, разработанный для района 4:  $r = 0.86$  при  $p < 0.01$  ( $n = 47$ ), СО = -0.01, АСКО = 1.03, АПО = 35 %.

Для разработки региональных моделей положения высокопродуктивных зон в Северо-Европейском бассейне Арктики использовался алгоритм машинного обучения Random Forest в модификации Classifier. При этом, под высокопродуктивной зоной понималась акватория с концентрацией хлорофилла-а выше  $1 \text{ мг м}^{-3}$ . Предварительный анализ показал, что ФАР, солёность и ТПО вносят наибольший вклад в пространственно-временную изменчивость концентрации хлорофилла-а: для ФАР эта доля составила 28-32 % в зависимости от рассматриваемого моря, для солёности – 26-31 %, для ТПО – 25-29 %, а вот ГПС определяет всего 12-17 % изменчивости.

Региональные модели, разработанные с учётом вклада параметров среды в продуктивность вод, показали высокое соответствие реальному положению высокопродуктивных зон в различные сезоны, а также внутригодовой изменчивости



их общих площадей (Precision: 75-78 %, Recall: 80-93 % f1-score: 74-76 %). Здесь следует отметить, что во всех трёх морях в характерные периоды «цветения» фитопланктона (май-июнь – весеннее «цветение», сентябрь – осеннее) модельные оценки несколько занижены. Наибольшее соответствие показала модель для Гренландского моря.

Таким образом, результаты исследования подтверждают не только важность использования моделей для анализа пространственно-временной изменчивости продуктивности вод Мирового океана, но и важность их разработки с учётом региональных особенностей акваторий и сезонной динамики продукционных характеристик.

Исследование в Северо-Европейском бассейне Арктики выполнено при финансовой поддержке гранта СПбГУ № 93016972.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Arrigo et al. Impact of a shrinking Arctic ice cover on marine primary production // *Geophysical Research Letters*. 2008. № 35(19). P. L19603.

2. Lee Y. J. et al. An assessment of phytoplankton primary productivity in the Arctic Ocean from satellite ocean color/in situ chlorophyll-a based models // *J. Geophys. Res. Oceans*, 2015. №. 120. P. 6508– 6541.

3. Nevison, C. et al. Net Community Production in the Southern Ocean: Insights from comparing atmospheric potential oxygen to satellite ocean color algorithms and ocean models // *Geophysical Research Letters*. 2018. № 45(19). P. 10549-10559.

### **РЕГИОНАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ДИСТАНЦИОННОЙ ОЦЕНКИ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА «А» В ЧЕРНОМ МОРЕ**

*Е.Н. Корчёмкина,*  
г. Севастополь,  
ФГБУН ФИЦ МГИ РАН

Задачи дистанционного определения первичных гидрооптических характеристик по измерениям в видимой области состоят из двух подзадач: атмосферной коррекции сигнала, принятого спутником, и создания адекватной биооптической модели для решения обратной задачи гидрооптики. Биооптическая модель представляется региональной проблемой, тогда как атмосферная коррекция – более глобальной. Наиболее подвержены ошибкам атмосферной коррекции коротковолновые спутниковые каналы, которые так же используются при расчетах концентрации хлорофилла в морской воде. Таким образом, для увеличения точности оценки биооптических показателей требуется улучшить качество данных в коротковолновой области спектра. В данной работе излагается подход к созданию регионального спутникового алгоритма оценки продуктивности вод, причем как решение обратной задачи, так и атмосферная коррекция выполняются на основе особенностей гидрооптических характеристик вод Черного моря.

Предлагаемая схема дополнительной атмосферной коррекции базируется на том, что спектры коэффициента яркости вод Черного моря можно считать в первом

приближении зависящими только от двух параметров – рассеяния назад взвешенным веществом и поглощения неживой органикой. Благодаря этому можно на основании двух значений коэффициента яркости в каналах, наименее подверженных ошибкам атмосферной коррекции, как правило в зеленой области спектра, пользуясь упрощенной двухпараметрической моделью, рассчитать оценочные значения в коротковолновом и длинноволновом спутниковых каналах. Также ранее было показано, что спектральный ход погрешности атмосферной коррекции аппроксимируется степенной функцией, уменьшающейся в сторону длинных волн. Поэтому в спутниковый коэффициент яркости вносится поправочное слагаемое с аналогичным степенным ходом, которое позволяет привести значения в коротковолновом и длинноволновом спутниковых каналах к оценочным. Благодаря этому, даже если исходные значения коэффициента яркости были отрицательны, в результате нескольких итераций становится возможно получить положительные значения. Таким образом, данные в коротковолновых каналах становятся пригодными к использованию в биооптических моделях.

В предлагаемом алгоритме используется биооптическая модель GSM [1]. Модель имеет три неизвестных – концентрацию хлорофилла, поглощение неживой органикой и рассеяние назад взвешенным веществом, а также два входных параметра – спектральные наклоны поглощения неживой органикой и обратного рассеяния. Удельное поглощение хлорофилла задается табличной функцией, полученной экспериментально для Черного моря [2].

Отличия состоят в используемых процедурах оптимизации для вычисления параметров модели. Многопараметрическая оптимизация дает решение математической задачи без учета приближенности модели, сводя к минимуму отклонения экспериментальных данных от модельных спектров и таким образом устраняя только случайную погрешность эксперимента. Кроме того, полосы поглощения неживой органики и хлорофилла перекрываются, и не всегда возможно выяснить, чем определяется форма спектра коэффициента яркости.

В разработанном алгоритме эта проблема решается путем выделения участков в видимой области спектра; каждый неизвестный параметр модели определяется на том спектральном участке, где его вклад проявляется наиболее существенно по сравнению с влиянием других компонентов. Это дает возможность различить спектры, основываясь на известных общих закономерностях их поведения. Кроме того, это исключает влияние ошибок в моделях отдельных компонентов в тех участках, где эти компоненты не вносят вклад в результирующие гидрооптические характеристики воды. На каждом участке минимизация выполняется по одной переменной, остальные же параметры считаются при этом постоянными. Это значительно упрощает вычисления и стабилизирует решение обратной задачи.

При сопоставлении с результатами спектрофотометрических и флуориметрических определений концентрации хлорофилла «а» рассчитанные представленным методом концентрации показывают высокие значения корреляции [3, 4]. При исключении дополнительной атмосферной коррекции корреляции

оказываются ниже. Кроме того, данный метод позволяет, помимо концентрации хлорофилла «а», получить другие гидрооптические характеристики. Также возможна перенастройка биооптической части алгоритма путем изменения спектральных участков для расчета отдельных параметров, таким образом можно адаптировать алгоритм, например, к эвтрофным водам.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Maritorea, S.; Siegel, D.A.; Peterson, A.R. Optimization of a semianalytical ocean color model for global-scale applications. *Appl. Opt.* 2002, 41, 2705. <https://doi.org/10.1364/ao.41.002705>.

2. Churilova, T.; Suslin, V.; Krivenko, O.; Efimova, T.; Moiseeva, N.; Mukhanov, V.; Smirnova, L. Light Absorption by Phyto-plankton in the Upper Mixed Layer of the Black Sea: Seasonality and Parametrization. *Front. Mar. Sci.* 2017, 4, 90. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00090>.

3. Lee, M.E. Shybanov, E.B.; Korchemkina, E.N.; Martynov, O.V. Retrieval of concentrations of seawater natural components from reflectance spectrum. In Proceedings of the SPIE 22nd International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, Tomsk, Russia, 29 November 2016; p. 100352Y. <https://doi.org/10.1117/12.2247845>.

4. Корчемкина, Е. Н. Спектральный коэффициент яркости водной толщи в Черном море весной 2019 г., его характеристики и связи с другими биооптическими параметрами / Е. Н. Корчемкина, Е. В. Маньковская // Современные проблемы оптики естественных вод : Труды XI Всероссийской конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 29 сентября – 01 2021 года. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2021. – С. 75-81. – EDN IAOZOE.

### ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПРОДУКТИВНЫХ ВОД ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ НА ПРИМЕРЕ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

*А.А. Мольков, И.А. Капустин,*  
г. Нижний Новгород, ННГУ  
им. Лобачевского, ИПФ РАН, ВГУВТ;  
*С.В. Федоров,*  
г. Нижний Новгород, ННГУ  
им. Лобачевского,  
г. Севастополь, МГИ РАН;  
*В.В. Пелевин,*  
г. Москва, ИО РАН

Необходимость экологического мониторинга внутренних водоемов все чаще оказывается предметом обсуждения на разных уровнях. Прежде всего это связано с интенсивным цветением цианобактерий, гниение которых сопровождается выделением токсинов, и как результат, замором рыбы и гибелью пернатых представителей фауны, что формирует стойкие невыносимые запахи вблизи береговой кромки и неприглядный вид. Это реальная проблема как для отдельных

людей, проживающих или отдыхающих поблизости, так и для держателей домов отдыха и рыбных хозяйств, водозаборных (поливочных) систем и ГЭС.

Описанные проблемы наблюдаются на множестве российских водоемов. Горьковское водохранилище, расположенное на главной водной артерии центральной России, – не исключение. Близость целого ряда университетов и институтов позволили за последние десятилетия достичь плодотворного сотрудничества и важных результатов (см., например, публикации в рамках экспедиции “Плавучий университет Волжского бассейна”), организовать регулярные совместные работы на водоеме, развить новые оригинальные методики и технические решения для дистанционных измерений качества воды и состояния водной поверхности [1, 2]. Особое место среди них занимают спутниковые оптические методы, применение которых к внутренним водоемам сопряжено с некоторыми принципиальными трудностями. Среди них:

Сезонная изменчивость гидро- и биооптических характеристик водоема, сопровождаемая существенным перераспределением состава и концентраций ключевых оптически важных компонентов, что в конечном итоге требует развития “динамических” региональных биооптических алгоритмов.

Сильно неоднородная пространственно-временная изменчивость оптических свойств воды на различных масштабах (от десятков минут до суток, от метров до километров), вызванная влиянием работы ГЭС и метеорологических условий на гидрофизические характеристики водоема [3]. С одной стороны, важно отметить, что предварительные оценки параметров течений могут быть получены с помощью двух (или более) последовательных спутниковых изображений водохранилища в период цветения с помощью PIV метода. С другой стороны, а именно со стороны валидации биооптических алгоритмов, указанная особенность ставит под вопрос традиционную стационарную методику отбора проб воды для валидации спутниковых данных, допускает применение проточных систем, интегрированных с флуориметрами и применяемых с борта водоизмещающих (не скоростных) судов, и хорошо разрешается с использованием высокопроизводительных неинвазивных флуоресцентных лидаров с борта скоростных судов [4].

Отсутствие стационарных постов измерения оптических характеристик атмосферы вблизи исследуемых водоемов. Эти данные критически необходимы для осуществления точной атмосферной коррекции спутниковых изображений [5], учитывая, что сигнал атмосферы в общий сигнал, измеряемый спутником, составляет до 90 %, а воды, характеристики которой требуется восстановить, – порядка 5 %. Особенно это актуально в условиях частых переносов пылевого аэрозоля и дыма пожаров из соседних регионов.

Учет обозначенных особенностей позволит развить надежные методы мониторинга текущего состояния водоема и обеспечить возможность накопления достоверных данных с целью осуществления ретроспективных оценок и создания прогностических региональных моделей.

Благодарности. Разработка спутниковых методов мониторинга Горьковского водохранилища выполнена в рамках реализации Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» ННГУ (№ темы Н-468-99\_2021-2023), развитие дистанционных радиофизических методов мониторинга состояния водной поверхности – в рамках госзадания ИПФ РАН (0030-2021-0006), проведение комплексных натурных измерений – при поддержке гранта РГО “Плавучий университет Волжского бассейна” (Договор № 17/2022-Р), дистанционная диагностика течений прибрежной зоны – при поддержке РФФ (проект №18-77-10066), проведение лидарных измерений и обработка лидарных данных – при поддержке РФФИ (проекты №20-55-75002 и №19-55-80004 соответственно).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ермошкин А.В., Капустин И.А., Мольков А.А., Поплавский Е.И., Русаков Н.С. / Макет системы экологического мониторинга пленочных загрязнений в акватории Горьковского водохранилища // Научные проблемы водного транспорта. – 2020. – № 62. – С. 11–19.
2. Ермаков С.А., Даниличева О.А., Капустин И.А., Лещев Г.В., Мольков А.А. / Деформация пленочных снимков на поверхности воды. Эксперимент и модель // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2020. – Т. 17. – № 6. – С. 97–102.
3. Капустин И.А., Мольков А.А. / Структура течений и глубины в озерной части Горьковского водохранилища // Метеорология и гидрология. – 2019. – №7. – С.110-117.
4. Мольков А.А., Пелевин В.В., Федоров С.В., Корчёмкина Е.Н. / Новый метод спутникового мониторинга оптически сложных внутренних водоемов с высокой пространственно-временной изменчивостью оптических свойств воды // Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. – 2020. – Т. 492. – № 1. – С. 33-34.
5. Molkov A., Fedorov S., Pelevin V. / Toward Atmospheric Correction Algorithms for Sentinel-3/OLCI Images of Productive Waters // Remote Sensing. – 2022. – V.14. – P. 3663.

### **КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ НА ПРИМЕРЕ АВАРИИ НА СИРИЙСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ 23 АВГУСТА 2021 ГОДА**

*Н.А. Князев, О.Ю. Лаврова,*  
г. Москва, ИКИ РАН

В работе представлены результаты спутникового мониторинга нефтяного разлива в водах Левантийского бассейна, результатом которому послужила авария на тепловой электростанции Сирийского города Банияс 23 августа 2021 года. В ходе аварии несколько тонн нефти попало в Средиземное море и в течение недели распространялось вдоль Сирийского побережья, достигнув морского порта г. Латакия. 29-30 августа нефтяное пятно стало распространяться в западном

направлении, практически достигнув восточного берега Северного Кипра. Поскольку аварийный разлив повлек за собой огромный экологический риск в акватории, относящийся не только к Сирийскому побережью, но и к территориальным водам Турции, возникла необходимость оперативно локализовать загрязнение, чтобы своевременно начать операцию по его ликвидации.

Одним из наиболее эффективных способов обнаружения нефтяных пленок на морской поверхности остаются методы и технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Для анализа и оценки распространения нефтяного загрязнения на участках Сирийского побережья и в открытых водах Левантийского бассейна нами использовались оптические данные видимого диапазона спутниковых систем Sentinel-2 (MSI), Landsat-8 (OLI), Modis (Terra/Aqua), данные сверхвысокого разрешения, полученные с серии наноспутников американской системы PlanetScore, а также радиолокационные данные спутниковой системы Sentinel-1. Такой комплексный подход позволил исследовать динамику распространения нефтяного пятна в течение каждых нескольких часов, а также установить возможные причины направления распространения нефтяной пленки. С использованием инструментов информационной системы спутникового мониторинга «See the Sea» (STS), разработанной в ИКИ РАН, было проанализировано 29 спутниковых изображений за период с 24 августа по 9 сентября 2021 г. Благодаря встроенным инструментам кластеризации объектов на изображениях, были определены границы распространения нефтяной пленки, а также даны количественные оценки изменения площади нефтяного пятна с течением времени. Установлено, что максимальная площадь пятна на период аварии относится к 30 августа и составляет около 1500 кв. км. Начиная с 1 сентября активно осуществлялись мероприятия по ликвидации нефтяного пятна, ее результаты хорошо наблюдаются на спутниковых данных. К 9 сентября 2021 г. морская акватория была практически полностью очищена от нефтепродуктов, однако часть нефтяных пленок все еще можно было наблюдать в прибрежных водах Сирии в течение как минимум 10 дней.

Работа выполнена в рамках темы «Мониторинг» (госрегистрация № 122042500031-8). Обработка и анализ спутниковых данных проводились с использованием возможностей Центра коллективного пользования «ИКИ-мониторинг».

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ермаков С.А., Лаврова О.Ю., Капустин И.А., Ермошкин А.В., Мольков А.А., Даниличева О.А. О гребенчатой структуре границ сликов на морской поверхности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 7. С. 208–217. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-7-208-217.

2. Князев Н.А., Лаврова О.Ю., Костяной А.Г. Спутниковый радиолокационный мониторинг нефтяных загрязнений в акватории Анапа – Геленджик за период 2018–2020 гг. // Океанологические исследования. 2021. Т. 49. № 1. С. 163–185. DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2021.49(1).8.

3. Лаврова О.Ю., Митягина М.И. Спутниковый мониторинг пленочных загрязнений поверхности Черного моря // Исследование Земли из космоса. 2012. № 3. С. 48–65.

4. Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Костяной А.Г. Спутниковые методы выявления и мониторинга зон экологического риска морских акваторий. М.: ИКИ РАН, 2016. 334 с.

5. Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Уваров И.А., Лулян Е.А. Текущие возможности и опыт использования информационной системы See the Sea для изучения и мониторинга явлений и процессов на морской поверхности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 3. С. 266–287. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-266-287.

## **ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА «А» В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ УЧАСТКОВ АКВАТОРИИ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И СОПРЯЖЕННЫХ КОНТАКТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

*И.А. Суторихин, А.А. Донцов,  
С.А. Литвиненко,  
г. Барнаул, ИВЭП СО РАН,  
г. Новосибирск, ФИЦ ИВТ*

В последние десятилетия под влиянием глобальных и региональных изменений в экологической системе и воздействия антропогенных факторов на территории Российской Федерации наблюдаются значительные изменения состояния гидрологических и гидробиологических параметров внутриконтинентальных водных объектов [1]. В связи с этим, разрабатываются различные системы и подходы мониторинга, как правило, они предназначены для относительно больших водных объектов, таких как озеро Байкал [2]. На малых озерах практически отсутствует наземная система измерительных приборов, в связи с этим основным источником информации об их состоянии являются данные дистанционного зондирования Земли из космоса и результаты экспедиционных исследований. Однако современный уровень изучения водных объектов предполагает проведение регулярных систематических измерений, что затруднительно в плане проведения экспедиционных работ, величин, характеризующих состояние водных объектов так и метеорологических параметров, приводящих к изменению этих состояний. Изучение состояния водных объектов типа озер и водохранилищ трудно представить без хорошо структурированной базы данных площадных, гидрологических и гидрохимических параметров [1, 2].

Целью работы является получение натурные данные по пространственному распределению концентрации хлорофилла «а» в поверхностном слое воды Новосибирского водохранилища на основе разработанной ГИС [3]. Особенностью данной ГИС является то, что она позволяет использовать при решении гидрологических и гидробиологических задач спутниковые снимки, данные

наземных измерительных комплексов и результаты экспедиционных измерений. Такой подход обеспечивает возможность предоставления разноплановой информации о состоянии водных объектов пользователям ГИС.

Оценка содержания хлорофилла «а» в поверхностном слое водоемов. В целом процедуру обработки спутниковых данных для решения рассматриваемой задачи можно разделить на следующие этапы:

Атмосферная коррекция с учетом микрофизических параметров приводного аэрозоля, шкалой ветра и волнения водной поверхности, а также функции ремиссии обратной отражательной способности воды Кубелки – Мунка;

Вычисление спектрального индекса NDCI;

Вычисление концентрации содержания хлорофилла «а» в поверхностном слое;

Географическая привязка и экспорт, полученных результатов в формат Geotiff.

Для реализации указанных этапов за основу был взят вычислительный пакет ACOLITE, предназначенный для обработки данных Landsat (5/7/8) и Sentinel-2 (A/B). ACOLITE позволяет производить атмосферную коррекцию по алгоритму «Dark spectrum fitting» и содержит модифицированный модуль chl\_o2, для определения концентрации хлорофилла «а» в поверхностном слое внутриконтинентальных водных объектов [4].

Результаты обработки данных. В сентябре 2021 г. на части акватории Новосибирского водохранилища была проведена комплексная экспедиция по непосредственному определению содержания хлорофилла «а» в поверхностном слое воды на станциях с использованием теплохода-лаборатории и сопряженные с ними спутниковые измерения с платформы Sentinel-2. Пробы воды с поверхности отбирались батометром Рутнера. Концентрация хлорофилла «а» определялась спектрофотометрированием ацетоновых экстрактов клеток водорослей фитопланктона, осевших на мембранные фильтры с размером пор 0,8 мкм. Измерения проводились на спектрофотометре ПЭ-5400УФ, концентрация хлорофилла рассчитывалась по общепринятой методике в соответствии с ГОСТ 17.1.4.02-90. На каждой станции фиксировались метеопараметры и с использованием аэрозольного спектрометра ИХКиГ СО РАН измерялись микрофизические характеристики (спектр размеров и объемная концентрация) приводного аэрозоля. Результаты обработки данных по распределению концентрации хлорофилла «а» в поверхностном слое воды на станциях участков акватории Новосибирского водохранилища и сопряженных спутниковых измерений приведены в таблице и карто-схеме.

Таблица 1. Концентрация хлорофилла «а» в поверхностном слое Новосибирского водохранилища по экспедиционным и спутниковым данным от 10 сентября 2021 г.

Зона	Экспедиционные измерения ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) на станциях в соответствующих участках акватории ГОСТ 17.1.4.02-90.	Sentinel-2 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) по результатам расчета индекса NDCI	Обработка Sentinel-2 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) по результатам расчета индекса NDCI с дополнительной коррекцией
1	10,1±0,1	8	9
2	8,5±0,1	5	7
3	6,6±0,1	4	5
4	4,5±0,1	3	4



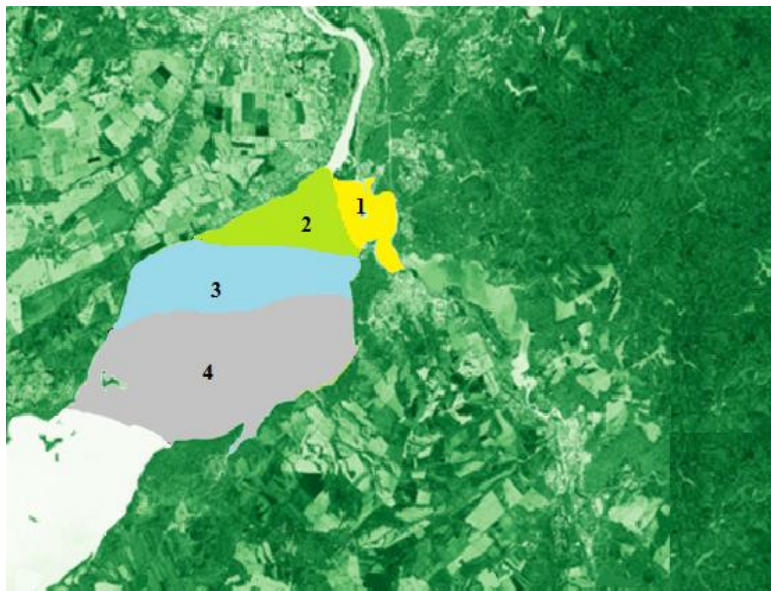


Рисунок 1 Распределение хлорофилл «а» в поверхностном слое воды Новосибирского водохранилища 11 сентября 2021 по результатам наземных и спутниковых измерений

Заключение. Результаты проведенной комплексной экспедиции показали, что учет микрофизических параметров приводного аэрозоля, метеопараметров и балла волнения, а также введенная соответствующая коррекция существенно повышают точность определения концентрации хлорофилла «а» в поверхностном слое внутриматериковых водных объектов по данным спутниковых измерений.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сухоруков Б.Л., Ковалева Т.Е., Новиков И.В. Оценка трофности водных объектов по данным дистанционной спектроскопии высокого разрешения видимого диапазона // Водные ресурсы. 2017. Т. 44. №1. С. 79-90.
2. Boronina L., Sadchikov P., Tazhieva S. et al. Effectiveness of the automation selection of water treatment technology in a particular water source // Advanced Materials Research. 2014. Vols. 1073-1076. Pp. 1039-1042.
3. Донцов А.А., Суторихин И.А. Специализированная геоинформационная система автоматизированного мониторинга рек и водоемов // Вычислительные технологии. 2017. Т. 22, №5. с. 39-46.
4. ACOLITE [Electronic resource]. – URL: <http://www.odnature.naturalsciences.be>.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛЮМОВ Р. СУЛАК И Р. ТЕРЕК НА ОСНОВЕ ДАННЫХ КОНТАКТНЫХ И ДИСТАНЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

*К.Р. Назирова,*  
г. Москва, ИКИ РАН

Речной сток в море играет важную роль в физических, химических и биологических процессах в океане, особенно в шельфовых районах, являясь

основным источником поступления взвешенных и растворенных минеральных и биогенных веществ в море, а также антропогенного загрязнения. В связи с развитием в последние годы внутреннего туризма, в частности в Республике Дагестан, назрела необходимость экологического мониторинга курортной прибрежной зоны в районе г. Махачкалы, где сильно влияние выноса р. Сулак и р. Терек. Наилучшим инструментом для непрерывного мониторинга являются спутниковые методы дистанционного зондирования, но так как приустьевые области высоко динамичны, быстро изменчивы и наиболее сложны для получения количественной информации с применением спутниковых методов для каждого исследуемого района необходимо проводить верификацию спутниковых данных и вносить потенциально возможные корректировки в используемые алгоритмы расчетов количественных характеристик, концентрации взвешенного вещества и мутности, в нашем случае. Целью работы являлось исследование гидрологической структуры прибрежных вод, находящаяся под влиянием речного стока и определение минерального состава взвеси рек Терек и Сулак и его сопоставление с мутностью морской воды, определенной по спутниковым данным и измерениям in-situ. В работе представлены результаты подспутниковых измерений в приустьевых зонах рек Сулак и Терек, проведенные в июне 2022 г. Натурные измерения проводились с маломерного судна и включали в себя CTD-зондирования высокоточным прибором канадской фирмы RBR-concerto, оснащенный дополнительными датчиками мутности Seapoint Turbidity и флуоресценции Turner Design Cyclops-7 для определения концентрации хлорофилла-а. Для измерения мутности воды в более тонком приповерхностном слое, мутность воды дополнительно измерялась портативным турбидиметром TN400 фирмы Apera instruments. Одновременно с зондированием на тех же станциях брались пробы морской воды в приповерхностном слое для оценки концентрации взвешенного вещества весовым методом. Пробы были также использованы для определения количественного минерального состава взвеси. Рентгенофазовый анализ образцов выполнен в лаборатории кристаллохимии и рентгеноструктурного анализа кафедры кристаллографии и кристаллохимии МГУ имени М.В. Ломоносова. В качестве спутниковых данных использовались данные оптических сенсоров MSI Sentinel-2A; -2B; OLI Landsat-8, и OLI Landsat-9. Для расчета полей мутности и концентрации взвешенного вещества использовались алгоритмы C2RCC, Nechad 2016 и Dogliotti. На основе данных рентгенофазового анализа был получен качественный и количественный минеральный состав взвеси в пробах воды, отобранных в разных частях плюмов рек Терек и Сулак. Качественный минеральный состав выносов этих рек схожий (кварц, плагиоклаз, щелочной полевой шпат, смешаннослойные образования слюда-сметит, гидрослюды, сметит, хлорит, каолинит, кальцит), в выносе Терека преобладают глинистые минералы, для выноса Сулака характерно примерно одинаковое количество терригенных и глинистых минералов. В результате анализа и сопоставления данных спутниковых и подспутниковых измерений мутности воды в Каспийском море за 2022 г. и минерального состава взвеси было получено, что в пробах с высокой мутностью

отмечается большое количество кварца, полевых шпатов и кальцита. При уменьшении мутности воды в пробах наряду с валовым уменьшением массы взвешенного вещества отмечается рост относительного количества глинистого материала.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 19-77-20060.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Nazirova, K.; Alferyeva, Y.; Lavrova, O.; Shur, Y.; Soloviev, D.; Bocharova, T.; Stochkov, A. Comparison of In Situ and Remote-Sensing Methods to Determine Turbidity and Concentration of Suspended Matter in the Estuary Zone of the Mzymta River, Black Sea. *Remote Sens.* 2021, 13, 143. <https://doi.org/10.3390/rs13010143>.

2. Neukermans, G.; Loisel, H.; Meriaux, X.; Astoreca, R.; McKee, D. In situ variability of mass-specific beam attenuation and backscattering of marine particles with respect to particle size, density, and composition. *Limnol. Oceanogr.* 2012, 57, 124–144. <http://doi.org/10.4319/lo.2012.57.1.0124>.

3. Van de Hulst, H.C. *Light Scattering by Small Particles*; Dover Publications: New York, NY, USA, 1981.

4. Van Der Linde, D.W. Protocol for determination of total suspended matter in oceans and coastal zones. *JRC Tech. Note I* 1998, 98, 182.

**Тезисы докладов на Круглом столе  
«Информационное взаимодействие и доступ  
к цифровым данным, информации и знаниям  
в области океана и морской деятельности»**

**ОБ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ ВОЕННОЙ  
ПОДСИСТЕМЫ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ  
ИНФОРМАЦИИ ОБ ОБСТАНОВКЕ В МИРОВОМ ОКЕАНЕ**

*А.А. Федоров, А.И. Юровских,  
г. Санкт-Петербург, 373 Центр ВМФ;  
Н.Н. Михайлов, А.А. Воронцов, Е.Д.  
Вязилов, К.В. Белова, Д.А. Мельников,  
г. Обнинск, ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»  
Росгидромета;  
В.Ю. Бахмутов,  
г. Санкт-Петербург, АО «ГНИНГИ»*

Морская доктрина Российской Федерации определяет, что «информационное обеспечение морской деятельности предусматривает поддержание и развитие глобальных информационных систем, в том числе единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане...», что является одной из целей Стратегии развития морской деятельности Российской Федерации.

Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) представляет собой межведомственную «систему систем», предназначенную для интеграции информации о морской среде и морской деятельности, содержащейся в информационных системах ведомств-участников, и комплексного информационного обеспечения изучения, освоения и использования Мирового океана.

В настоящее время ЕСИМО включает данные и сервисы более чем 1800 регламентных (обязательных для сопровождения) единиц информационных ресурсов (более 200 баз данных).

В составе ЕСИМО действует военная подсистема (ВП), выполняющая задачи обеспечения ВМФ информацией об обстановке в Мировом океане, циркулирующей в единой системе. Военная подсистема развернута и функционирует на базе центра ЕСИМО Минобороны России – 373 Центра ВМФ (г. Санкт-Петербург). В настоящее время военная подсистема состоит из информационно-технологического узла ЕСИМО категории «специализированный» (СИТУ), действующего в открытой телекоммуникационной сети.

В целом, подход организации ЕСИМО основан на применении сквозных цифровых решений и технологии управления процессами «от сбора наблюдений до предоставления информации для принятия решений» (рис. 1).



Рисунок 1. Сквозная (end-to-end) технология управления и применения данных в ЕСИМО

На сегодня в центрах и поставщиках информации ЕСИМО действует более 30 программных комплексов (виртуальных облачного представления и физических), осуществляющих процессы формирования ЕИП ЕСИМО. Этапы процесса автоматизированы и выполняются по сквозному принципу на основе слежения за событиями.

Взаимодействие военной подсистемы ЕСИМО с общим (гражданским) контуром единой системы осуществляется путем обмена информацией узла ВП с центральным узлом ЕСИМО (ВНИИГМИ-МЦД, г. Обнинск).

В результате в военную подсистему поставляется более 1300 единиц оперативных и неоперативных информационных ресурсов Росгидромета и других ведомств-участников единой системы (обновления около 200 доставок данных в сутки, осуществляемых автоматически согласно действующим обновления информации в ведомственных системах). По Арктике доступны более 900 единиц интегрированных информационных ресурсов (наборов данных) 8-ми ведомственных систем – участников ЕСИМО (вклад Росгидромета составляет более 800 единиц ресурсов), сформированные на основе 85 баз данных по 300 параметрам морской среды и морской деятельности, 30 % из них обновляются оперативно.

Эти данные используются для обеспечения органов военного управления флота через обращение к порталу СИТУ ВП ЕСИМО по открытым сетям передачи данных.

Использование военной подсистемы ЕСИМО несомненно повышает эффективность информационного обеспечения ВМФ. Вместе с тем информационное сопряжение между открытым и закрытым контуром ВП ЕСИМО на данном этапе не реализовано в полном объеме по соображениям информационной безопасности. Это существенно затрудняет доступ абонентов автоматизированной системы гидрометеорологического обеспечения военно-морского флота (АС ГМО ВМФ), действующей в среде системы передачи данных (СПД) Минобороны России, к ресурсам ЕСИМО, препятствует использованию сервисов портала военной подсистемы, делает невозможным доступ к распределенным сервисам ГМО единой системы.

Модернизацию ВП ЕСИМО предусматривается осуществить на основе подхода по цифровой трансформации государственных информационных систем и применения современных цифровых технологий. Основные концептуальные решения состоят в следующем:

1) в направлении архитектуры (рисунок 2):

усовершенствованию подлежат средства открытого и, особенно, закрытого контуров ВП ЕСИМО, модернизированный аппаратно-программный комплекс СИТУ-М составит типовую программно-техническую инфраструктуру подсистемы в конфигурации Оператор ВП, Оператор ГМО, Абонент ГМО;

открытый контур военной подсистемы в составе экземпляра СИТУ-М размещается в сети интернет и ориентирован на информационно-техническое взаимодействие с общим контуром ЕСИМО и смежными системами, информационное производство и обслуживание потребителей продукции ГМО ВМФ по открытым сетям;

закрытый контур военной подсистемы в составе экземпляра СИТУ-М размещается в среде СПД МО РФ и будет служить в качестве цифровой платформы гидрометеорологического обеспечения военно-морского флота в составе АС ГМО ВМФ, включая сеть СИТУ-М (виртуальной и(или) физической) на базе ГМЦ флотов по необходимости;

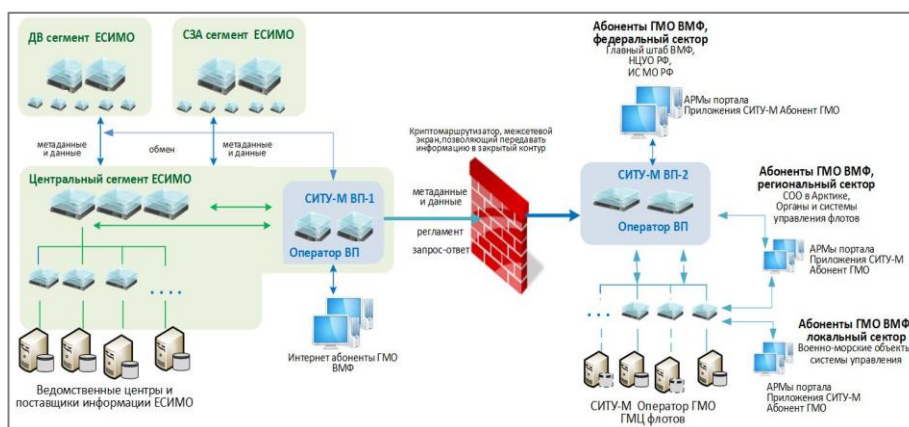


Рисунок 2. Обобщенная структура перспективной ВП ЕСИМО

информационно-техническое взаимодействие между контурами будет осуществляться посредством соединения экземпляров узлов с применением одностороннего телекоммуникационного шлюза на основе средств межсетевого экранирования и специальных решений по информационной безопасности.

2) в функциональном направлении предусматривается реализация прикладных задач ГМО ВМФ по информационно-сервисной поддержке различных видов деятельности

Это потребует внедрения новых решений:

сбор данных, формирование и ведение единого информационного пространства в области ГМО ВМФ на основе данных ЕСИМО и АС ГМО ВМФ, смежных систем;

–информационное производство, обогащение и создание новой информации ГМО ВМФ на основе интегрированных данных, включая улучшение потребительских свойств продукции в трактовке оценки воздействий ГМУ на объекты и операции ВМФ: данные-информация-знания-рекомендации;

–предоставления комплексной наблюдаемой, прогностической и климатической информации по гидрометеорологической и гидрофизической обстановке в Мировом океане;

оперативных уведомлений с оценками уровня опасности, а также рекомендаций по смягчению воздействий ГМУ для конкретных районов, военно-морских объектов и операций;

реализации заказов на предоставление персонализированного ГМО ВМФ и обслуживание в режиме “единого окна”, персонифицированное по группам абонентов ГМО ВМФ федерального, регионального и объектового секторов с применением порталов и личные кабинеты пользователей СИТУ-М, по электронной почте, ftp, программным путем (API, вэб-сервисы, геосервисы);

обеспечение информационной безопасности в соответствии с требованиями ФСТЭК России;

мониторинг актуальности и доступности данных и услуг на всех этапах их жизненного цикла и реализация мер устранения неполадок.

3) в техническом направлении планируется:

цифровизация и интеграция цифровых объектов морского гидрометеорологического обеспечения ЕСИМО в составе АС ГМО ВМФ;

применение современных цифровых технологий (облачные вычисления, большие данные и др.);

использование открытых/свободных и условно-бесплатных программных продуктов российского производства, сертифицированных установленным порядком;

внедрение средств защиты информации ЕСИМО согласно требованиям Минобороны и ФСТЭК России;

обеспечение достаточности ресурсов цифровой платформы ГМО ВМФ, в том числе: а) информационного взаимодействия с ЕСИМО и смежными системами; б) интеграции данных и ведения консолидированной информационной базы; в) информационного обслуживания не менее 300 пользователей одновременно, более 5000 обращений к системе ежедневно, доставка данных целевым пользователям в объеме от 350 Гбайт ежемесячно.

4) в информационном направлении будет обеспечено:

организация хранилища данных наблюдений и продукции в области ГМО ВМФ на сети СИТУ-М закрытого контура военной подсистемы, представляющее собой единое информационное пространство, консолидация данных и метаданных в центральном хранилище;

совместное применение данных и сервисов в области гидрометеорологии, другой обстановки в Мировом океане, без дополнительных затрат на разработки средств ИТВ;

унифицированность информации на основе отечественных и международных стандартов в области управления данными;

релевантность информации потребностям пользователей, ее представление в готовом для прямого применения виде, документирование информации.

5) в организационном направлении:

операторами открытого контура военной подсистемы будут Центр ЕСИМО Минобороны РФ (373 Центр ВМФ), центры ЕСИМО Росгидромета и других ведомств-участников единой системы ЕСИМО;

операторами закрытого контура военной подсистемы будут подразделения ВМФ в контексте сопровождения цифровой платформы ГМО ВМФ на базе ВП ЕСИМО: 373 Центр ВМФ, и ГМЦ флотов ВМФ.

Важной целью развития ВП ЕСИМО является использование новой парадигмы гидрометеорологического обеспечения, выдвинутой Всемирной метеорологической организацией и заключающейся в том, что кроме цифровых сведений об ОЯ необходимо выдавать потребителям сведения о возможных воздействиях этих явлений. Ее реализация позволит повысить качественный уровень гидрометеорологического обеспечения, выполняя автоматически (по событию) процессы:

выявления уровней опасности на основе локальных пороговых значений показателей ОЯ для конкретных категорий объектов и ситуаций;

доведение необходимых данных с помощью цифровых информационных панелей и интерактивных карт о состоянии гидрометеорологической обстановки в заданном районе, посредством загрузки во внешние системы управления;

предоставление сведений об ОЯ при принятии решений за счет получения прогнозов возможных воздействий окружающей среды на объекты и процессы ВМФ в зависимости от уровня опасности до, в период и после явления.

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЕСИМО: «МОНИТОРИНГ МОРСКИХ И ПРИБРЕЖНЫХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

*М.А. Кириченко, С.П. Горбунова,  
г. Москва, ФГБУ «РФИ  
Минприроды России»*

В целях обеспечения функционирования единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане и совершенствования информационного обеспечения морской деятельности Российской Федерации, Центром ЕСИМО Минприроды России решена прикладная задача (далее – ПЗ) по



выявлению нарушений правил охраны и использования природных ресурсов на особо охраняемых природных территориях (далее – ООПТ) Российской Федерации с применением информационных ресурсов и технологий ЕСИМО.

#### Постановка задачи

Назначение ПЗ. Мониторинг морских и прибрежных особо охраняемых природных территорий федерального значения Российской Федерации.

Цель ПЗ – выявления нарушений правил охраны и использования природных ресурсов на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) Российской Федерации (Статья 8.39 КоАП) с использованием информационных ресурсов и технологий ЕСИМО.

Задачи ПЗ. Решение прикладной задачи достигается за счёт выявления нарушений правил охраны и использования природных ресурсов на особо охраняемых природных территориях (ООПТ), формирования и рассылки оповещений должностным лицам Минприроды России и должностным лицам ООПТ о выявленных нарушениях.

#### Данные


Данные. Выполнение ПЗ требует информации о границах ООПТ, представленной в виде базы геоданных; контактные данные должностных лиц ООПТ и Минприроды России; базовую картографическую подложку, представленную в виде растрового файла в формате GeoTiff или картографическую основу, загружаемую со стороннего web-ресурса; информационного ресурса ФГБУ "Центр системы мониторинга рыболовства и связи" (RU\_NFR\_38 Информация о местонахождении судов рыбопромыслового флота РФ (день); информационного ресурса ФГУП «Морсвязьспутник» (RU\_MORSVJAZSPUTNIK\_35 Сведения о текущем местоположении российских морских и смешанного (река-море) плавания транспортных судов); данных ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» (наблюдения за метеорологическими параметрами в акваториях прибрежных морей России, а также данные прогнозов об угрозе экстремальных гидрометеорологических условий и чрезвычайных природных ситуаций).

Участники и их роли. Центр ЕСИМО Минприроды России (ФГБУ «РФИ Минприроды России») – оператор интегрированного ресурса RU\_MNR\_31 «Информация о прохождении транспортных и промысловых судов вблизи границ ООПТ»; Центр ЕСИМО Росрыболовства (ФГБУ «ЦСМС) – поставщик информационного ресурса RU\_NFR\_38 – Информация о местонахождении судов рыбопромыслового флота РФ (день); Центр ЕСИМО Минтранса России (ФГУП «Морсвязьспутник» и ФГБУ «АМП Приморского края и восточной Арктики») – поставщик информационного ресурса RU\_MORSVJAZSPUTNIK\_35 – сведения о текущем местоположении российских морских и смешанного (река-море) плавания транспортных судов); Центр ЕСИМО Росгидромета (ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД») – поставщик гидрометеорологической информации в акваториях прибрежных морей России, а также данные прогнозов об угрозе экстремальных гидрометеорологических условий и чрезвычайных природных ситуаций.

## Схема решения и применение ПЗ

Схема решения ПЗ. Схему решения прикладной задачи можно представить в виде следующей последовательности действий: загрузка и обработка оперативных данных: препроцессинг исходных данных – приведение к единому формату, удаление некорректных данных; отбор записей, соответствующих данным о последнем местоположении каждого из наблюдаемых судов; выполнение пространственного запроса, формирующего список судов, находящихся вблизи границ ООПТ; формирование и публикация ГИС-слоя, содержащего результаты пространственного запроса; формирование и рассылка оповещений о прохождении судов вблизи границ ООПТ, с учётом буферной зоны вокруг границ ООПТ.

Применение ПЗ. По результатам автоматической привязки местоположения судов к ООПТ в режиме он-лайн формируется набор сведений по признаку нахождения судов в охранной зоне ООПТ либо непосредственно на ООПТ, далее проводится оповещение должностных лиц (ответственных должностных лиц Минприроды России и ответственных должностных лиц на ООПТ; отдел регулирования лесных и земельных отношений на ООПТ Департамента государственной политики и регулирования в сфере развития ООПТ Минприроды России; дежурный Ситуационного центра Минприроды России; Центры и Поставщики ЕСИМО) – SMS и e-mail оповещение) (рис. 1 и 2).



**Оповещение о прохождении судов вблизи ООПТ**  
fires кому: zapoved  
Копия: scentr, oopt, ARezyapov, vmadyanova

16.10.2022 08:55  
[Скрыть сведения](#)

От: fires@mnr.gov.ru  
Кому: zapoved@kronoki.ru,  
Копия: scentr@mnr.gov.ru, oopt@rpn.gov.ru, ARezyapov@mnr.gov.ru, vmadyanova@mnr.gov.ru

**Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО)**  
Центр ЕСИМО Минприроды России - [ФГБУ "РФИ Минприроды России"](#)

В непосредственной близости от границ ООПТ проходят следующие суда:

ООПТ	Название судна	IMO	MMSI	Широта	Долгота	Курс	Скорость	Дата и время
<a href="#">Южно-Камчатский</a>	АЙС КРИСТАЛЛ	<a href="#">8512920</a>	н/д	51.4947	156.4767	230	0	16.10.2022 01:36 МСК
<a href="#">Южно-Камчатский</a>	ГЕННАДИЙ ВОДОЛАЗСКИЙ	<a href="#">9082180</a>	н/д	50.86	156.8347	216	6.8	16.10.2022 02:16 МСК
<a href="#">Южно-Камчатский</a>	ЛЕНИНЕЦ	<a href="#">9823912</a>	н/д	50.9	156.9127	48	12	16.10.2022 01:22 МСК
<a href="#">Кроноцкий</a>	ЕЛИЗОВО	<a href="#">8832100</a>	н/д	53.9527	160.2707	132	0.6	16.10.2022 00:54 МСК
<a href="#">Кроноцкий</a>	СВЯТОЙ НИКОЛАЙ	<a href="#">9081447</a>	н/д	54.288	161.2433	270	11.2	16.10.2022 02:14 МСК
<a href="#">Кроноцкий</a>	КАЗАКЕВИЧИ	<a href="#">8829218</a>	н/д	54.338	161.442	66	8.4	16.10.2022 00:52 МСК

Данные о местоположении судов предоставлены [ФГУП "Морвязьспутник"](#) и [ФГБУ "ЦСМС"](#)

[Детальная информация о положении судов](#)  
[Задать вопрос](#)

Рисунок 1. Фото e-mail оповещения о прохождении судов вблизи ООПТ.  
Статистика: с 01.01.2022 – 20.10.2022 г. организовано 812 рассылок уведомлений о нарушениях судами границ ООПТ

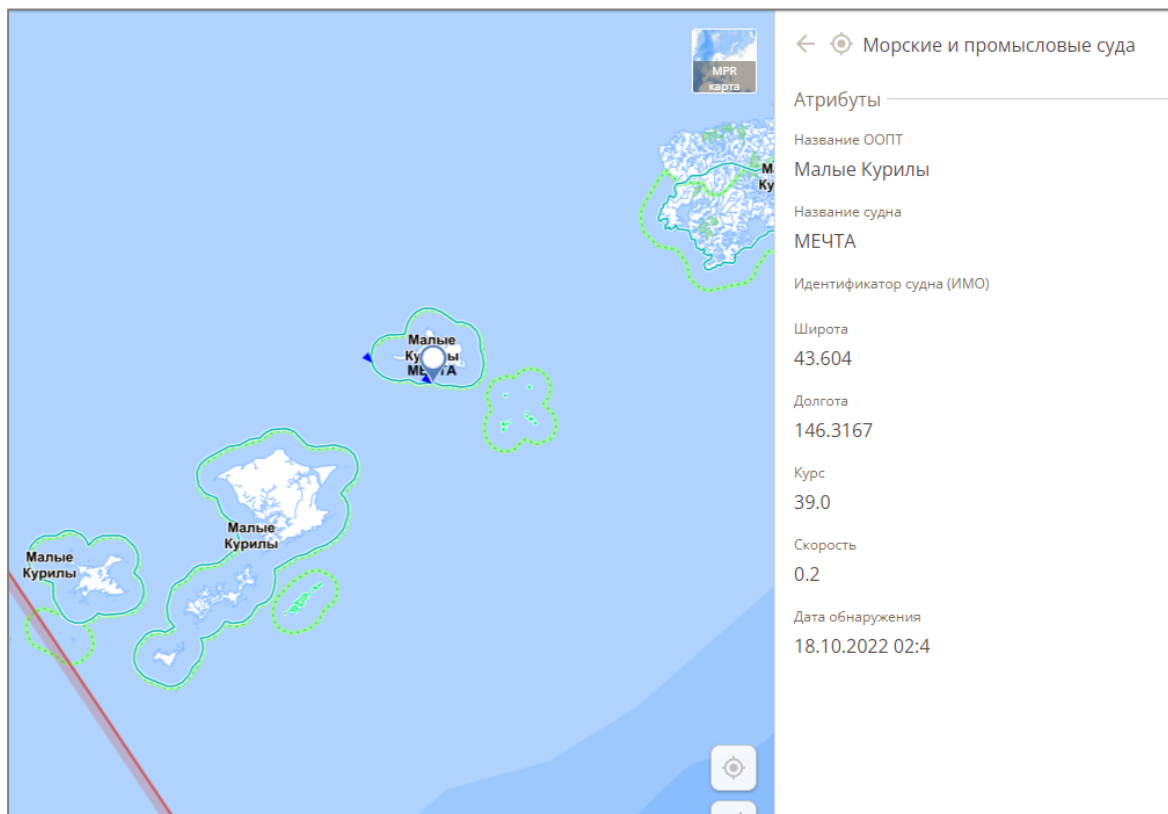


Рисунок.2. Тематический ГИС-сервис «Результаты автоматического выявления нарушения нахождения судов в охранной зоне ООПТ» публикуется в «Системе обеспечения оперативной информацией для поддержки принятия управленческих решений руководством Минприроды России на базе Ситуационного центра», <https://sooi.minprirody.ru/gis/projects/narusheniia-v-oopt/>

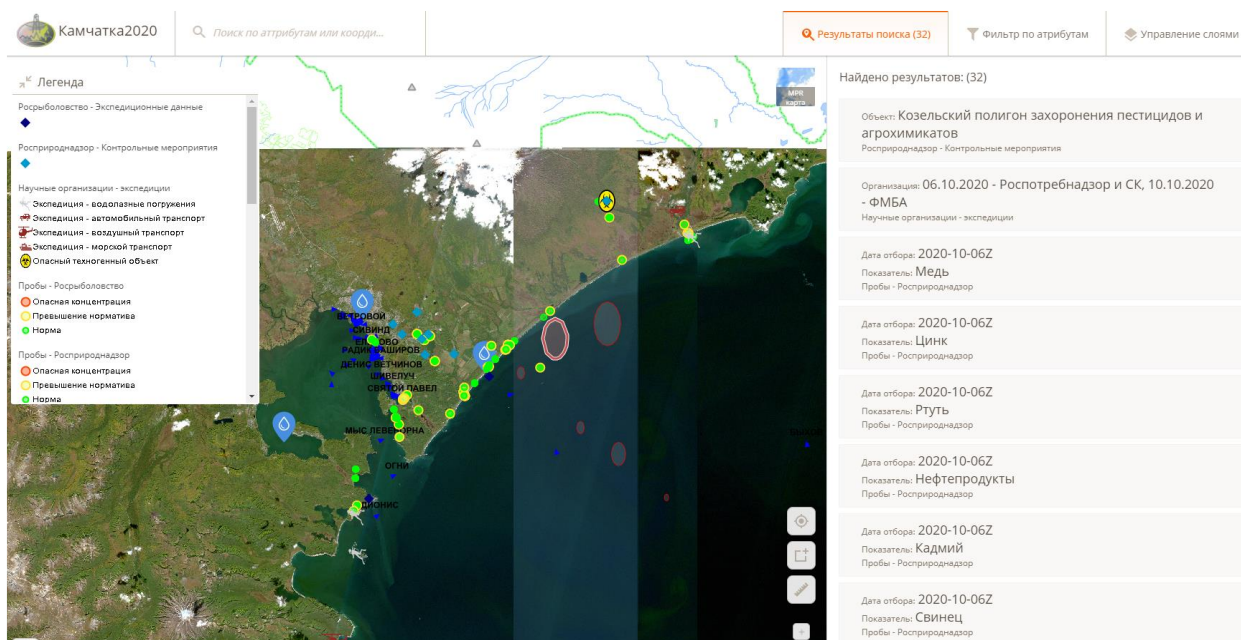


Рисунок 3. Тематический ГИС-сервис «Результаты отработки инцидента «Загрязнение акватории Тихого океана на Камчатке» опубликован в «Системе обеспечения оперативной информацией для поддержки принятия управленческих решений руководством Минприроды России на базе Ситуационного центра», <https://sooi.minprirody.ru/gis/projects/kamchatka2020/>

На федеральном уровне, информационный сервис о прохождении транспортных и промысловых судов вблизи границ ООПТ был задействован в организации информационного обеспечения отработки инцидента, связанного с гибелью морских гидробионтов в акватории Тихого океана на Камчатке (по поручению Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации В.В. Абрамченко о формировании единой электронной карты отбора проб (п. 8 Протокола от 12.10.2020 №ВА-П11-77пр).

Перспективы развития ПЗ. В дальнейшем планируется сформировать дополнительный набор сведений, содержащих информацию об опасных эндогенных геологических процессах (вулканизм, прогноз землетрясений и извержений, цунами) и результатах измерений концентраций загрязняющих веществ в акваториях ООПТ и производить SMS и e-mail оповещение.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Статья 8.39. Нарушение правил охраны и использования природных ресурсов на особо охраняемых природных территориях Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 24.09.2022).

2. Приказ МПР РФ от 16.02.2006 № 23 «О Центре единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане МПР России».

3. Приказ МПР РФ от 03.04.2008 № 74 «Об утверждении положения о Центре единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане МПР России».

4. Приказ Минприроды России от 27.10.2021 № 800 «Об утверждении порядка и регламента деятельности центра единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане Минприроды России».

### **ЕСИМО КАК ПРООБРАЗ ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИИ И ЗНАНИЙ ОБ ОКЕАНЕ И МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, СЕРВИСОВ УПРАВЛЕНИЯ И ДОСТУПА К НИМ**

*Н.Н. Михайлов, С.В. Белов, К.В. Белова,  
А.А. Воронцов, Е.Д. Вязилов,  
А.В. Козловцев, Д.А. Мельников,  
А.С. Михеев, Н.В. Пузова,  
г. Обнинск, ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»*

Системный проект развития единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) (2019) и Концепция цифровой трансформации единой системы в области гидрометеорологического обеспечения морской деятельности (2022) ориентированы на перевод ЕСИМО в формат цифровой платформы.

С другой стороны, в рамках ведомственных программ национальной программы «Цифровая экономика» интенсивно развиваются тематические цифровые платформы, в том числе в прикладной области ЕСИМО. Эти условия

формируют необходимость рассмотрения вопросов интеграции данных и сервисов, информационного обслуживания на уровне информационно-технических взаимодействий «система – система». Морская доктрина РФ также нацеливает на решение этих задач, определяя ЕСИМО в качестве “системы систем” в области информационного обеспечения морской деятельности.

В связи с этим возникает необходимость определённой коррекции вектора развития ЕСИМО. В докладе дается видение построения на базе ЕСИМО многофункциональной информационно-технологической цифровой экосистемы данных, информации и знаний об океане и морской деятельности, сервисов по доступу к ним в контексте информационного обеспечения морской деятельности.

Общепринято, что цифровая платформа (корпоративная, межведомственная) является частью цифровой экосистемы, которая выходит за рамки платформы по функционалу и в большей степени ориентирована на потребителя для доступа к продукции, необходимой ему, напрямую без посредников. В экосистеме ЕСИМО существенная роль будет придана решению прикладных задач информационного обеспечения морской деятельности. В этой сфере наметился определенный прогресс в части разработки прикладных сервисов гидрометеорологического обеспечения морской деятельности.

В докладе рассмотрены принципы построения цифровой экосистемы: клиентоцентричность; обеспечение единого информационного пространства; эволюционный подход, широкомасштабная оптимизация и автоматизация; глобальный масштаб применения экосистемы ЕСИМО.

Достижимость отмеченных принципов в условиях модернизации единой системы определяется двумя факторами. Во-первых, в период разработки и почти 10-летней эксплуатации ЕСИМО накоплен обширный опыт и наработки, прямо применимые в экосистеме после их перевода в современную среду программного обеспечения окружения. Текущая ЕСИМО имеет все основания называться прообразом цифровой экосистемы. Сказанное в особой степени применимо к процессам интеграции и управления разнородным и распределенными данными по морской среде и морской деятельности. Следовательно, для конструирования цифровой экосистемы будет применён сугубо эволюционный подход по наращиванию возможностей действующей версии ЕСИМО. Отрадно также отметить, что решения в области разработки Национальной единой системы управления данными во многом близки к решениям ЕСИМО, естественно, на большем масштабе внедрения и применения цифровых современных технологиях.

С другой стороны, конструирование цифровой экосистемы ЕСИМО неизбежно потребует применения современной архитектуры и технологий что неизбежно вызовет определённый реинжиниринг технологического задела ЕСИМО.

Кроме того, в архитектуре системы должны будут появиться и применяться новые функции и компоненты такие как информационное производство, технологии облачных вычислений, больших данных, искусственного интеллекта. Все это потребует тщательного рассмотрения архитектурных вопросов, аккуратной и

обоснованной замены компонентов, добавления новых функций. По существу, в направлении цифровой экосистемы предстоит решение задачи построения 2-й современной версии ЕСИМО, имеющей направленность на информационное обслуживание.

## **СКВОЗНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ: ОТ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ДО ЦИФРОВЫХ ЗНАНИЙ В ОБЛАСТИ ОПАСНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ОКЕАНАХ И МОРЯХ НА ОСНОВЕ ЕСИМО**

*Е.Д. Вязилов, Н.Н. Михайлов,  
Д.А. Мельников, А.С. Михеев,  
А.В. Козловцев,  
г. Обнинск, ФГБУ «ВНИИГМИ-  
МЦД»*

В последние годы набирают обороты цифровизация и цифровая трансформация. Цифровизация – это внедрение в организациях цифровых технологий на всех этапах обработки данных. Цифровая трансформация – это сквозное комплексное преобразование существующих и внедрение перспективных информационных технологий в организациях для комплексной автоматизации обработки данных от сбора до принятия решений в виде конвейера непрерывной обработки данных. Трансформация направлена на повышение уровня автоматизации управления данными и эффективности их использования в бизнес-процессах предприятий, зависящих от гидрометеорологических условий [1].

Конвейер – это способ организации вычислений, используемый для массовой обработки потоковых данных с целью полной автоматизации этой обработки и выполнения в одно и то же время нескольких операций на различных этапах конвейера. Сейчас большинство операций, связанных с массовой обработкой данных, остается прерогативой персонала. Для реализации конвейерной обработки требуется оптимизация существующего программного обеспечения, снижение его сложности и повышение управляемости. Базовыми компонентами конвейерной организации обработки гидрометеорологических данных являются средства интеграции данных; организация потоков работ на основе правил; управление операциями по обработке и получению цифровой информационной продукции [2].

Сквозная обработка данных используется для отслеживания выполнения сервисов в облаке Amazon Web Service, получения аналитических данных в реальном времени (Qlik). Гидрометеоцентр России имеет «сквозную обработку» – декодирование данных в реальном времени, ассимиляция, интерполяция в узлы сетки для получения анализов и прогнозов. ВНИИГМИ-МЦД разработал технологию автоматической интеграции данных, которая включает передачу данных и метаданных на сервер интеграции, загрузку в БД, построение картографических слоев, визуализацию данных и предоставление потребителям.

Организация автоматического гидрометеорологического обеспечения потребителей наблюдаемой, агрегированной, прогностической и климатической информацией – это фактически реализации новой парадигмы гидрометеорологического обеспечения. Для конвейерной обработки данных можно выделить следующие этапы:

- сбор данных напрямую от наблюдательных платформ;
- инвертирование и упорядочение наблюдаемых данных – представление в другом порядке по отношению к наборам наблюдаемых данных;
- интерполяция наблюдаемых данных по времени (временные ряды) и или пространству (узлы регулярной сетки на стандартных горизонтах);
- вычисление новых параметров на основе наблюдаемых значений;
- статистическая обработка наблюдаемых и интерполированных значений с различными временными масштабами (сутки, декада, месяц, год);
- обобщение – получение климатических характеристик для различных параметров окружающей среды за заданный период времени (например, 30 лет),
- каталогизация всех поступающих наблюдаемых данных и создание метаданных на создаваемые инвертированные, расчетные и климатические массивы данных;
- выявление аномалий в наблюдаемых данных по отношению к климатическим значениям или превышений локальных пороговых значений наблюдаемых параметров и присвоение им уровней опасности;
- доставка информации потребителям с помощью подписки и SMS сообщений;
- прогноз воздействий и выдача рекомендаций в случае превышения значений наблюдаемых параметров их локальных пороговых значений;
- оценка возможного ущерба и расчет стоимости превентивных мероприятий для их оценки и принятия решений;
- мониторинг всех этапов обработки данных.

Конвейерная обработка данных базируется на исключении множества ручных операций пользователя по поиску, выборке, подготовке к обработке и передаче потоков данных от одного этапа к другому; сопровождается автоматической подготовкой метаданных и загрузкой создаваемых, или пополняемых, или обновляемых баз инвертированных, расчетных, обобщенных и климатических данных в базу интегрированных данных. При реализации конвейерной обработки должны выполняться следующие требования:

- новые источники наблюдаемых данных включаются в обработку по мере необходимости;
- производится полная автоматизация обработки данных вплоть до создания автономной системы обработки данных;
- все создаваемые наборы данных должны иметь заранее заготовленные метаданные;

автоматически создается различная информационная продукция, которая должна автоматически доводиться до конкретных пользователей за счет персонализированной подписки на нее;

схема подключения новых данных и сервисов является открытой для их включения в систему конвейерной обработки;

новые сервисы настраиваются на тип продукции, географический район, состав параметров, масштаб обобщения данных;

выполнение всех этапов обработки данных постоянно контролируется и в случае сбоев процесс повторяется.

В результате реализации конвейерной обработки данных станет возможным: расширение состава интегрированных данных от различных источников; проведение предварительной обработки данных; создание инвертированных и расчетных массивов данных; подготовка регулярной цифровой информационной продукции и автоматизированный анализ данных; осуществление автоматической передачи выявленных аномалий или превышений локальных пороговых значений потребителям; выдача прогноза воздействий и рекомендации для принятия решения. Впервые в гидрометеорологии предлагается организовать конвейерную обработку данных.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Viazilov E. D. Digital transformation of hydrometeorological support – the basis for improving the safety of the population and enterprises. International Young Scientists School and Conference On Computational Information Technologies For Environmental Sciences In Commemoration Of RAS Corresponding Member Vasily Lykosov Cites '2021 22 – 26 November 2021. Moscow, Russia. 2022. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1023 012014. – 8 p. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1023/1/012014> doi:10.1088/1755-1315/1023/1/012014.

2. Viazilov Evgenii D., Melnikov Denis A., Mikheev Alexander S. On the development of a pipeline for processing hydrometeorological data. Supplementary Proceedings of the XXIII International Conference on Data Analytics and Management in Data Intensive Domains (DAMDID/RCDL 2021). MGSU. – pp. 110-119. <http://ceur-ws.org/Vol-3036/paper08.pdf>.

#### **О ПРОЕКТЕ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*С.В. Белов, Н.Н. Михайлов,*  
г. Обнинск, ФГБУ «ВНИИГМИ-  
МЦД»

В рамках реализации Стратегии развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года требуется разработка и утверждение единой государственной информационной политики обеспечения морской деятельности. Информационное обеспечение морской деятельности (далее ИОМД) является основой для принятия решений на всех уровнях деятельности по изучению,



освоению и использованию ресурсов и пространств Мирового океана. ИОМД заключается в своевременном предоставлении субъектам морской деятельности необходимой информации о надводной, подводной и воздушной обстановке во внутренних морских водах, территориальном море, исключительной экономической зоне, на континентальном шельфе Российской Федерации и в открытых районах океанов и морей (далее информация об обстановке в Мировом океане). ИОМД предусматривает поддержание и развитие глобальных информационных систем, в том числе единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (постановление Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2005 г. № 836, ФС-77110165 от 25.11.2011 г., далее – ЕСИМО), единой государственной системы освещения надводной и подводной обстановки (далее – ЕГСОНПО).

В сентябре 2022 года в рамках деятельности секции по информационному обеспечению морской деятельности Научно-экспертного совета Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» был разработан проект документа политики ИОМД. Согласно представленному проекту, целью информационной политики обеспечения морской деятельности является повышение эффективности информационного обеспечения морской деятельности посредством на основе применения сквозных цифровых технологий, технологий и средств ЕСИМО. Для достижения указанной цели требуется выполнить следующие задачи:

- разработка и осуществление правовых, методических и организационных норм, руководств, правил и процедур ИОМД;

- создание системы стандартов взаимодействия и совместимости информационных систем и комплексов в области ИОМД;

- развитие средств и технологий по управлению данными и информационному обеспечению морской деятельности на основе сквозных цифровых технологий облачных вычислений, больших данных, искусственного интеллекта и др.;

- формирование единого информационного пространства в области обстановки в Мировом (далее ЕИП) на основе информационных систем навигационно-гидрографического, гидрометеорологического, поисково-спасательного, природоохранного и других видов обеспечения морской деятельности.

- развитие средств и технологий по предоставлению и распространению персонализированной информации (услуг) в поддержку бизнес процессов в области морской деятельности.

Определены основные принципы информационного обеспечения морской деятельности: доступности, международного обмена, обмена информацией между государственным и частным секторами, общей инфраструктуры, взаимодействия и совместимости, приоритетности отечественного производителя и государственной поддержки.

В части организации информационного обеспечения морской деятельности определены потребители информации и услуг, основные бизнес-процессы, каналы и условия взаимодействия, а также финансовое обеспечение осуществления ИОМД.

Осуществление ИОМД предусматривает следующие типы взаимоотношений поставщиков и потребителями информации (услуг): автоматизированное обслуживание, персональная поддержка и совместное создание. Рассмотренные типы взаимоотношений будут осуществляться в рамках ИОМД следующих категорий: обслуживание общего назначения, обслуживание по регламентам, специализированное обслуживание по запросам.

Ключевыми преимуществами применения цифрового ИОМД являются: объединение в ЕИП информационных ресурсов участников ИОМД в виде единой цифровой модели морской среды и морской деятельности (предыдущее, текущее, будущее состояния) и ее применение; применение общих вычислительных и информационных ресурсов и сквозных технологий “от сбора данных до информационного производства, распространения/предоставления информации”, снижение издержек за счет применения цифровых технологий работы с данными; реализация технологий информационного производства и получение продукции в виде сквозных цифровых представлений: данные, информация (сведения); информация (базы знаний), информация (рекомендации); переход от самообслуживания с помощью веб-сайтов и порталов к целевому персонализированному обеспечению потребителей; повышение производительности труда сотрудников и уменьшение рутинных операций, выполняемых ими.

## **СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СБОРА И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАНЫХ МОРСКИХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МИНИСТЕРСТВ (ВЕДОМСТВ) РФ В ГОСФОНД ВНИИГМИ-МЦД И ЕСИМО**

*А.А. Воронцов, Н.Н. Михайлов,  
г. Обнинск, ФГБУ «ВНИИГМИ-  
МЦД»*

ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» Росгидромета в течение многих лет занимается сбором и размещением в Госфонде данных морских научных исследований различных министерств и ведомств.

Традиционно осуществляется:

мониторинг выполнения Плана проведения морских научных исследований (МНИ) Российской Федерации;

сбор данных экспедиционных наблюдений на НИС, регистрация и первичная обработка материалов океанографических наблюдений;

контроль, переформатирование и каталогизация данных, их передача в Госфонд.

Динамика поступления экспедиционных данных такова, что с уменьшением программ исследований в Мировом океане, уменьшилось число проводимых экспедиций.

В целом за последние пять лет предоставлены данные 315 рейсов НИС от организаций Минобрнауки (ИО РАН, АО ИО РАН, МГИ РАН, ИМБИ РАН, ИВПС КарНЦ РАН, ИБРАЭ РАН, ИМГиГ ДВО РАН, ДВО РАН, ННЦМБ ДВО РАН, ЮНЦ РАН, ИНБЮМ РАН, МГУ, САФУ) – , Минприроды (ААНИИ, ДВНИГМИ, ГОИН, СевУГМС, СевКавУГМС, ДагЦГМС, ВСЕГЕИ), Минсельхоза России (ТИНРО) , а также коммерческих организаций (АО «Южморгеология», ООО «ЦМИ МГУ», АО «ГНИНГИ», ООО «Фемко-Менеджмент»).

Динамика последних пяти лет приведена в таблице.

Принадлежность	2018	2019	2020	2021	2022	2018-2022
<i>Минорбрауки, кол-во рейсов</i>	36	32	40	31	42	181
Минорбрауки, кол-во станций	1436	1309	24075	2034	3734	32588
<i>Минприроды, кол-во рейсов</i>	25	26	17	20	28	116
Минприроды, кол-во станций	4262	3361	3323	8083	4897	23926
<i>Минсельхоз кол-во рейсов,</i>	0	0	0	10	0	10
Минсельхоз кол-во станций,	0	0	0	1540	0	1540
<i>Коммерческие структуры, кол-во рейсов</i>	0	3	2	1	2	8
Коммерческие структуры, кол-во станций	0	392	88	44	85	609
<i>ИТОГ, рейсы</i>	61	61	59	62	72	315
ИТОГ, станции	5698	5062	27486	11701	8716	58663

В ЕСИМО каталоги данных опубликованы в виде информационных ресурсов и доступны on-line (RU\_RIHMI-WDC\_1249 и RU\_SCOC\_77).

Полученные экспедиционные данные переводятся в стандартный формат, заносятся в базу данных и используются для расчетов климатических характеристик Мирового океана с публикацией в ЕСИМО (<http://www.esimo.ru/atlas/> и <http://portal.esimo.ru/portal/auth/portal/esimo-user/services/climate>).

С целью улучшения процедур сбора и размещения данных в Госфонде, а также последующего применения данных, предлагается унифицировать поставляемую информацию. Часть этой работы для унификации поступающих материалов уже сделана: обновлена и дополнена документация технологии управления данными экспедиционных океанографических наблюдений в виде «Методических рекомендаций по подготовке и передаче данных океанографических наблюдений в ведомственные центры сбора данных»; ведется обновление программных средств технологии усвоения экспедиционных данных в части процедур контроля, каталогизации и преобразования/переформатирования данных для размещения в Госфонде, прямой загрузки в СУБД и обновления данных в ЕСИМО для информационного обслуживания потребителей.

В настоящее время академические институты шлют данные в едином, унифицированном формате (начало этому было положено при проведении Полярного года). Необходимо завершить процесс унификации, и если для судов Росгидромета это сделать проще, то остаются различные коммерческие

организации, в которые надо все согласовать и договориться о едином подходе. Т.е., надо согласовать для всех участников МНИ единый подход в предоставлении информации. Со своей стороны, мы можем сделать уточняющую редакцию Руководства и разослать всем участникам для использования. Лучшим решением этого вопроса было бы добавление в Правила проведения МНИ... (утверждены постановлением Правительства РФ от 30.07.2004 года №301) раздела по оформлению и предоставлению материалов МНИ в Госфонд.

**Тезисы докладов на Круглом столе  
«Оперативная информация об океанической среде  
в актуальных задачах гидроакустики»**

**ОПЕРАТИВНАЯ ОКЕАНОГРАФИЯ В ИНТЕРЕСАХ  
ГИДРОАКУСТИКИ. ПРБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РЕАЛИЗАЦИИ  
МЕТОДА СОГЛАСОВАННОЙ С ПОЛЕМ  
ОЖИДАЕМОГО СИГНАЛА ОБРАБОТКИ**

*В.В. Коваленко,*  
г. Москва, ИО РАН

В работе рассматривается проблема нахождения путей и разработки методов улучшения показателей гидроакустического подводного наблюдения путем получения и использования информации о текущем и прогнозном состоянии океанической среды. В рамках указанной проблемы учтен ряд задач, среди которых: согласованная обработка данных наблюдения с полем ожидаемого сигнала; оптимизация расположения акустических сенсоров в океанической среде; оптимизация поисковых траекторий акустического наблюдателя в океане; адекватное описание сигнала; адекватное описание помехи (фона).

Подход к решению указанной проблемы и связанных с ней задач основан на создании и применении инструментария оперативной океанографии, поставляющего в решатель конечной задачи подводного наблюдения текущие и прогнозные оценки состояния океанической среды. Любой гидроакустический наблюдатель «видит» объекты через океаническую среду, изменчивость которой искажает поля и влияет на показатели качества наблюдения. Произведенные в адекватном решаемой задаче окне пространственных масштабов оценки состояния среды позволяют либо частично отыграть у природы связанные с искажающим её влиянием потери, либо учесть их при решении конкретной задачи. В этом заключается смысл работы. Качество оценок состояния океана связано с показателями их точности. И сами оценки, и показатели их точности меняются в пространстве и времени, зависят от пространственных и временных масштабов изменчивости и представляются полями. Называемые неопределенностями, и представляемые полями, указанные неточности воспроизведения характеристик среды вызываются ошибками физической модели, некачественной выборкой натурных данных и ошибками моделирования морского дна. Объединение указанных неопределенностей оценок состояния океанической среды при расчетах акустических полей приводит к оценкам уже полей акустических неопределенностей, прямо связанных с качеством подводного наблюдения, т.е. с конструкцией сонаров.

Таким образом, решение указанных прикладных задач и проблемы в целом связано с минимизацией неопределенностей в их последовательности от оценок состояния среды до качества гидроакустического наблюдателя. При этом

определяющую роль в указанном каскаде неопределенностей играет первоначальная ступень, а именно, неопределенности оценок среды. Их минимизация является главной целью, а критерий минимизации связан с качеством решения прикладной задачи. Требования к точности воспроизведения текущего и прогнозного состояния океанической среды в данном случае исходят от конечного пользователя.

Основными результатами работы являются отсутствующее ныне в РФ представление общей технологии решения указанной проблемы и связанных с нею задач. Показана необходимость иерархического построения систем оценивания океана от глобального уровня до интересного для приложений локального уровня. Отмечены особенности вложений локальных систем в крупномасштабные с уточнениями граничных условий на каждом из уровней. Приведены особенности ассимиляции натуральных данных моделями в указанных задачах. Приведено описание принципов адаптивного моделирования через варианты моделей с различной параметризацией. Приведено описание технологии адаптивной выборки натуральных данных в областях повышенной неопределенности оценок, регулятором которой является представление неопределенностей акустического поля, как близкого к конечному продукту. Показано, что современным инструментом получения адаптивной выборки натуральных данных в областях неопределенности являются оснащенные измерительной техникой подводные аппараты. Описаны приемы их использования и необходимое системное и прикладное оснащение. Приведены характерные для задачи, согласованной с полем ожидаемого сигнала обработки ограничения

В работе сделан акцент на то, что вся область подводного наблюдения подошла к такой ступени, когда ее дальнейшее развитие оказалось связанным с умением оценивать состояние океанической среды, а архитектура систем подводного наблюдения основываться на парадигме распределенных, реконфигурируемых средств. Обе парадигмы, т.е. оценивание состояния океанической среды с приемлемой точностью и распределенный характер наблюдения оказались связанными с использованием адекватного инструмента – автономных беспилотных роботизированных носителей измерительного оборудования и средств наблюдения.

В настоящее время для развития обсуждаемой предметной области потребовался сплав физического знания о среде, средств, способных измерять состояние среды при наличии неоднородностей различных масштабов и развертываемых мобильных носителей измерительных средств. И в задаче оценки состояния океанической среды, и в задаче подводного наблюдения особую роль стали играть автономные аппараты планерного типа (глайдеры). Способность к долговременной работе, в том числе в составе группы, с использованием развитого сенсорного оборудования сделала этот вид робототехники соответствующим современным задачам. В заключительной части работы сделаны предложения по планированию соответствующих будущих работ.

Работа выполнена в рамках государственного задания для ИОРАН 0128-2022-0010.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коваленко В.В., Родионов А.А., Ванкевич Р.Е. Методические основы построения систем оперативной океанографии в приложении к задачам подводного наблюдения // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2021. Т. 14, № 3. С. 4 – 19. doi: 10.7868/S2073667321030011.

2. Коваленко В.В. Информационно-управляющие системы в задачах подводного наблюдения и обеспечения скрытности морских объектов // *Морские информационно-управляющие системы*. – М.: АО «Моринформсистема – Агат»: – 2019 с. 26-41.

3. E.J. Sullivan, D. Middleton. Estimation and Detection Issues in Matched-Field Processing // *IEEE Journal of oceanic Engineering*, vol. 18, No 3, 1993.

4. Baggeroer A. B. Why did applications of MFP fail, or did we not understand how to apply MFP? Proceedings of the 1st International Conference and Exhibition on Underwater Acoustics. Corfu Island, Greece: Heraklion. 2013, 41-49.

5. C.S. Clay, «Use of arrays for acoustic transmission in a noisy oceans», *Rev. Geophys.*, vol. 4, no. 4, pp 475-507, 1966.

## УСВОЕНИЕ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ КАК ОДНА ИЗ КЛЮЧЕВЫХ ЗАДАЧ ОПЕРАТИВНОЙ ОКЕАНОЛОГИИ

*Р.М. Вильфанд, Ю.Д. Реснянский,  
Б.С. Струков, А.А. Зеленко,  
г. Москва, Гидрометцентр России*

Оперативная океанология определяется как деятельность, включающая регулярное проведение океанографических и морских метеорологических наблюдений, их быструю интерпретацию и доведение до пользователей интересующей их информации в удобной форме. Результатом такой деятельности является получение диагностических и прогностических оценок состояния морской среды в режиме, близком к реальному времени.

Получение этих оценок включает решение следующих взаимосвязанных задач: 1) проведение океанографических наблюдений и оперативный сбор их данных, 2) обработку получаемой таким образом информации для её включения в систему усвоения данных, 3) усвоение разнородных данных контактных и дистанционных наблюдений численными моделями, обеспечивающими получение искомым диагностических и прогностических оценок состояния океана и 4) оперативное распространение продукции заинтересованным потребителям.

Одним из основных компонентов морских информационно-прогностических систем, обеспечивающих решение задач оперативной океанологии, являются системы усвоения океанографических данных (СУОД). Назначение таких систем – получение наилучшей оценки текущего состояния гидрофизических полей с использованием данных измерений и расчетов по модели общей циркуляции океана. Получение этой оценки осложняется: 1) неполнотой имеющихся наблюдений, 2) их разнородностью, 3) неточностью наблюдений, связанной с инструментальными погрешностями и ошибками репрезентативности, 4) погрешностями самой модели.

Общепринятым способом преодоления осложнений является использование систем усвоения данных. Система усвоения данных – это технологическая реализация методологии получения наилучшей оценки истинного состояния океанографических полей по данным всех доступных наблюдений с использованием прогностической модели. Суть процедур усвоения данных состоит в комбинировании (синтезе) данных наблюдений и результатов расчетов по соответствующей эволюционной модели. В конечном итоге процедура сводится к построению оптимальной комбинации из этих двух источников информации с учетом статистической структуры ошибок каждого из них. Получаемая при этом оценка оказывается более точной, нежели оценки, извлекаемые порознь из наблюдений или из модельных расчетов.

Разработка СУОД ведется во многих мировых океанографических и метеорологических центрах. Первая национальная версия СУОД, действующая в оперативном режиме, создана в Гидрометцентре России и функционировала в период 2006–2014 гг. [1]. Структура программного кода этой версии системы, в которой использовалась модель общей циркуляции океана с географической системой координат, не позволяла, однако, включить в расчетную область приполярную зону к северу от  $80^\circ$  с. ш. А условие жесткой крышки, используемое в океанской модели [1], не давало возможности явно рассчитывать изменения уровня океана, одной из важных переменных, характеризующих динамику океана и поддающейся корректировке в ходе усвоения имеющихся альтиметрических данных.

Поэтому при создании следующей версии СУОД [2] было принято решение в качестве прогностической модели использовать одну из активно развивающихся моделей общей циркуляции океана – модель NEMO [4] в конфигурации ORCA1 с включенной в нее моделью морского льда LIM3. В этой конфигурации расчеты осуществляются на трехполюсной сетке, имеющей разрешение  $1^\circ \times 1^\circ$  в средних широтах и особым расположением узлов в северной приполярной области, где горизонтальное разрешение составляет  $\approx 50$  км ( $362 \times 332$  узлов на 75 уровнях).

Усвоение данных осуществляется в СУОД по циклической схеме «анализ–прогноз–анализ» в одноэлементном ее варианте, в котором последовательно усваивается информация по вертикальным распределениям температуры и солёности воды, уровню моря, сплоченности морского льда и температуре поверхности океана (ТПО) без непосредственного учета их связей между собой и с другими элементами. Такая связь устанавливается лишь опосредовано, через взаимозависимость различных переменных в расчетной модели.

Для температуры и солёности анализ проводится с использованием трехмерной вариационной схемы 3D Var на регулярной 1-градусной сетке на 21 модельном уровне от 10 м до 1400 м. Пространственные ковариации поля ошибок первого приближения, являющиеся ключевым элементом вариационного анализа, задаются обобщенной на пространственный случай моделью авторегрессии и скользящего среднего (АРСС) – ПАРСС [3].



Усвоение данных по уровню моря, сплоченности морского льда и ТПО выполняется по релаксационной схеме, в которой в качестве наблюдений используются двумерные сеточные поля этих элементов. Релаксационная схема усвоения данных по сплоченности морского льда дополнена специальной процедурой перераспределения инкрементов анализа между несколькими градациями толщин льда, для которых отсутствуют данные непосредственных наблюдений.

Период цикла усвоения может варьироваться от 1 до 10 суток. Инкременты анализа, получаемые в результате минимизации целевой функции, представляют собой поправки, которые в последовательной циклической схеме следует добавить к модельным полям. Эти поправки вводятся с использованием метода дробных инкрементов (IAU – Incremental Analysis Updates) в ходе повторного интегрирования модели от начальных условий с предыдущего цикла усвоения.

По результатам анализа настроенных численных экспериментов сформирована оперативная версия СУОД. В этой версии усвоение осуществляется с односуточным временным окном, позволяющим поддерживать ежесуточный выпуск продукции. Эта версия с атмосферным форсингом оперативной системы CFS Национальных центров прогнозов окружающей среды США функционирует с октября 2016 года.

Получаемые таким образом результаты усвоения данных включают представленную в узлах регулярной сетки  $362 \times 332$  узлов на 75 уровнях (в диапазоне глубин от 0,5 м до 6 км с толщинами слоев от ~1 м на верхних уровнях до ~200 м на нижних) информацию о трехмерных распределениях температуры воды, её солёности и скорости течений, а также об отклонениях морской поверхности от равновесного состояния и о параметрах ледяного покрова. Эта информация может служить исходной для определения скорости распространения звука, знание которой необходимо для гидроакустических приложений. Ежедневно обновляемая информация размещается в графическом виде на общедоступном сервере [http://193.7.160.230/web/GODAS\\_HMC/](http://193.7.160.230/web/GODAS_HMC/) и в цифровом виде в формате NetCDF на сервере <ftp://goindata@193.7.161.101> с авторизацией по запросу к авторам доклада.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зеленко А.А., Реснянский Ю.Д., Цырульников М.Д., Струков Б.С., Свиренко П.И. Глобальная система усвоения океанографических данных: Пилотная версия // Труды VI Российской научно-технической конференции «Современное состояние и проблемы навигации и океанографии» («НО-2007»), 23-25 мая 2007 г. Санкт-Петербург. –2007. –С. 464–473.

2. Струков Б.С., Реснянский Ю.Д., Зеленко А.А. Релаксационный метод усвоения данных по сплоченности морского льда в модели NEMO–LIM3 с несколькими категориями ледяного покрова // Метеорология и гидрология. –2020. – №2. –С. 65–77.

3. Цырульников М.Д., Свиренко П.И., Горин В.Е., Горбунов М.Е., Климова Е.Г. Разработка схемы трёхмерного вариационного усвоения данных в Гидрометцентре России // В кн.: 80 лет Гидрометцентру России. М.: ТРИАДА ЛТД. –2010. –С. 21–35.

4. Madec G., and the NEMO team. NEMO ocean engine. Note du Pôle de modélisation, Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL), France, No 27. –2015. ISSN No 1288-1619. –391 pp.

## **ШИРОКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ADCP ДЛЯ МОНИТОРИНГА МОРСКОЙ СРЕДЫ**

*А.Н. Серебряный,*  
г. Москва, АО «АКИН»

Двадцатилетний опыт работы с доплеровским акустическим профилографом (ADCP “Rio Grande 600 kHz”) в шельфовых зонах морей позволил нам собрать большой массив новых важных данных о происходящих там процессах, а также зарегистрировать ряд необычных явлений, описанию которых посвящен этот доклад. Универсальность ADCP и надежность его работы при регистрации наблюдавшихся аномальных явлений подчеркивают уникальность этого прибора и его незаменимость при работе в море. В докладе показано разнообразие изученных процессов и зарегистрированных аномальных явлений, наблюдавшихся в разных районах Черного и Японского морей.

Помимо площадных съемок, которые дают представление о направлении и силе течений на шельфе морей, что является решением традиционной задачи для прибора, будет показано использование прибора для изучения внутренних волн и сопровождающих их процессов. Это обнаружение нового механизма генерации внутренних волн при столкновении течений [1]. Регистрация внутренних волн рекордных амплитуд в Черном море и необычно долгое сопровождение их на шельфе косяком рыб [2,3]. Наблюдение поверхностной волны – убийцы высотой около 4.5 м при относительно тихой погоде на геленджикском шельфе. Доказательные данные о воздействии проходящего над морем шквала на характер течения в поверхностном слое моря [4].

Кроме того, дана информация о течениях в прибрежной зоне после подводного землетрясения, происшедшего в море вблизи побережья Абхазии. Также приведены примеры других необычных гидродинамических явлений для идентификации которых требуется проводить дополнительный анализ.

Это наблюдение кратковременного значительного импульсного усиления течения (до 1 м/с) на крымском шельфе (внутренняя волна типа волны-убийцы?), а также наблюдение процесса, напоминающего «солевые пальцы», на границе гидрологического фронта на абхазском шельфе. Работа была поддержана на протяжении многих лет грантами РФФИ.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Серебряный А.Н. Столкновение течений – новый механизм генерации внутренних волн в море // Доклады РАН. Науки о Земле. 2022. Т. 506. № 2. С. 265-269.

2. Бондур В.Г., Серебряный А.Н., Замшин В.В., Тарасов Л.Л., Химченко Е.Е. Интенсивные внутренние волны аномальных высот на шельфе Черного моря// Изв. РАН, Физика атмосферы и океана. 2019. Т.55. №1. С. 119-128.

3. Бондур В.Г., Серебряный А.Н., Замшин В.В. Регистрация косяков рыб, привлекаемых солитонами интенсивных внутренних волн // Доклады РАН, Науки о Земле. 2020. Т. 492. № 2. С. 94-98.

4. Серебряный А.Н., Свадковский А.Н. Генерация интенсивного подповерхностного течения проходящим над морем шквалом// Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2022. (В печати).

## **ОЧНОСТЬ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ ОБ ОКЕАНИЧЕСКОЙ СРЕДЕ КАК ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ**

*А.И. Малеханов,*

г. Нижний Новгород, ИПФ РАН

Один из наиболее актуальных вопросов в области разработки эффективных систем подводного наблюдения – определение необходимых требований к объему и качеству информации относительно океанической среды для повышения практических возможностей приемных гидроакустических комплексов (ГАК). По существу, вопрос заключается в оценке количественных требований к системе оперативной океанографии, которым она должна удовлетворять для повышения эффективности функционирования ГАК в нестационарных и регионально-изменчивых условиях реального океана.

Цель доклада – осветить поставленный вопрос с позиций моделирования и сравнительного анализа ряда методов пространственной обработки сигналов на примере работы вертикальной антенной решетки (АР) в условиях априори неточного знания параметров океанической среды [1]. Рассмотрен один из базовых сценариев – прием слабого полезного сигнала, создаваемого на входе АР удаленным подводным источником, на фоне собственных шумов океана и интенсивной помехи, создаваемой другим локализованным источником (например, надводным судном). В качестве канала распространения сигналов рассмотрен мелководный канал Баренцева моря в летний период с характерными для него гидрологией и геоакустическими параметрами подстилающего дна. Предполагается, что физические свойства канала – вертикальный профиль скорости звука (ВПСЗ), скорость звука в донных породах и их плотность – известны не точно, но с произвольными отклонениями от реальных (фактических) значений в пределах заданных интервалов, которые в совокупности характеризуют уровень априорной неопределенности расчетной модели среды. Интервал таких отклонений ВПСЗ ограничен величиной 5 м/с в приповерхностной области и монотонно уменьшается с глубиной, при этом он составляет относительно малую величину в сравнении с той вертикальной изменчивостью профиля (~20 м/с), которая приводит к формированию придонного акустического волновода в летних условиях. Параметры дна задаются

намного более вариативными, поскольку они известны на практике, как правило, наименее точно: до 20 % для скорости звука в дне и до 50 % для плотности.

Расчеты и интерпретация результатов выполнены в рамках хорошо известного модового подхода к описанию звуковых полей отдельных источников в подводном канале, наиболее адекватного для диапазона первых сотен Гц и ниже. На заданной частоте (240 Гц) полное число мод дискретного спектра в канале составляет 28, т.е. канал распространения является многомодовым. Глубина источника сигнала выборочно варьируется в срединной области канала (от 40 до 120 м при глубине канала 160 м), источника помехи – в приповерхностной области (до 10 м), расстояния до обоих источников выборочно меняются в интервале от 10 до 30 км. Важно, что модовый состав принимаемых сигналов оказывается во всех случаях сильно неравномерным по номерам мод и существенно различным для обоих источников, т.е. вертикальная АР как пространственный (по сути – модовый) фильтр заведомо имеет «ресурс» своей эффективности в зависимости от выбора метода пространственной обработки. Отношение суммарных (по элементам АР) интенсивностей сигнала и помехи выбрано на уровне  $-10$  или  $-20$  дБ, т.е. моделируется сценарий приема слабого многомодового сигнала, «маскируемого» интенсивной модовой помехой. Эффективность АР с обработкой сигнала на фоне помех характеризуется коэффициентом усиления или антенным выигрышем по величине отношения сигнал/(шум + помеха) (ОСШП). Известно, что эта величина является параметром отношения правдоподобия при решении задачи обнаружения слабого сигнала и сильно влияет на качество оценки его неизвестных параметров (например, координат источника).

Моделируются три известных метода пространственной обработки: согласованная с сигнальным полем обработка; оптимальная обработка (по критерию максимума выходного ОСШП); согласованная фильтрация отдельных мод (аналогичная угловой фильтрации сигналов в виде плоских волн с помощью фазированной АР). Статистический ансамбль реплик принимаемых полей на входе АР, отвечающий ансамблю реализаций расчетной модели канала с учетом «расстройки» по указанным параметрам, формирует ансамбль величин антенного выигрыша для каждого метода обработки. Последующее усреднение дает те величины, которую естественно назвать реальными значениями выигрыша в условиях частичной априорной неопределенности и сопоставить их с соответствующими значениями, отвечающими точному знанию параметров канала. В результате получаем величины потерь эффективности АР, зависимость которых от амплитуды вариаций параметров позволяет количественно оценить пределы допустимых (по заранее заданному уровню потерь) отклонений параметров от тех опорных значений, для которых рассчитываются весовые векторы АР для каждого метода обработки.

Показано, что согласованная обработка в условиях интенсивной модовой помехи заметно (до нескольких дБ) проигрывает оптимальной обработке в ситуации точного знания параметров канала. Характерно, что этот проигрыш только растет с

уменьшением относительного уровня полезного сигнала и(или) таким изменением модового состава сигнала и помехи (при изменении глубин источников или расстояний до них), при котором их частичное «перекрытие» усиливается. Эффективность метода согласованной модовой фильтрации критически зависит от того, на какую именно моду «настроена» АР, и при оптимальном выборе обладает усилением, близким к усилению оптимальной обработки. Вместе с тем, согласованная обработка является более устойчивой к вариациям параметров канала и, более того, может демонстрировать немонотонную зависимость от интервала этих вариаций. Такая особенность объясняется исключительно присутствием мощной помехи, «накрывающей» часть энергонесущих мод сигнального поля. К примеру, при амплитуде вариаций скорости звука на уровне 2–3 м/с в приповерхностной области канала или скорости звука в дне на уровне ~1 % (~20 м/с) методы согласованной и оптимальной обработки показывают уже практически одинаковую эффективность, но при этом потери усиления оптимальной обработки значительно выше.

Таким образом, уровни допустимых в указанном смысле отклонений параметров канала для различных методов обработки оказываются не просто различными, но сильно зависящими от того, по какому именно параметру расчетная модель отлична от реальной среды. Это означает, что универсальные количественные оценки «приемлемого» качества многопараметрической модели океанической среды, а вместе с ней, и требований к системе оперативной океанографии, отсутствуют в принципе. Но они существуют и могут быть получены для заданного морского района, характеризуемого набором типичных значений своих гидро- и геоакустических параметров, ожидаемых интервалов глубин положения источников полезного сигнала и помех различной природы, а также для заданного положения АР в канале и частотного диапазона. Все эти факторы явно влияют на результат и должны приниматься в расчет. Именно они и дают в совокупности количественную оценку требований к необходимой точности оперативного оценивания параметров среды в заданной акватории в интересах повышения потенциала систем подводного наблюдения.

Материал доклада подготовлен при поддержке РФФ (проект № 20-19-00383).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Малеханов, А.И. Пространственная обработка акустических сигналов в каналах мелкого моря в условиях априорной неопределенности: оценки потерь эффективности / А.И. Малеханов, И.П. Смирнов // Акустический журнал. – 2022. – Т. 68. – № 4. – С. 427-439.

# ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ОКЕАНИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

*В.И. Ермолаев,*  
г. Санкт-Петербург, АО «Концерн  
Океанприбор»

Одним из основных потребителей оперативной информации об океанической среде являются гидроакустические средства различного предназначения [1-2]. Наличие актуальных или прогнозных данных о пространственно-временной изменчивости среды кардинально меняет парадигму оптимизации применения этих средств при решении задач поиска объектов различного класса. С организационной точки зрения использование этих данных позволяет перейти от климатических к оперативным и прогнозным данным на этапе планирования применения гидроакустических средств и от точечных к сеточным данным – в динамике непосредственного выполнения задач наблюдателем [3]. С точки зрения модельной поддержки это предполагает комплексное использование аналитических и имитационных методов моделирования, моделей двумерно-неоднородной среды, разнообразных методов оптимизации. С технологических позиций использование при моделировании оперативных или прогнозных данных об океанологической среде основано на применении технологий работы с геопространственными данными, геоинформационными системами, цифровыми наборами морских карт, разнообразными базами пространственных и атрибутивных данных.

Задача оптимизации применения гидроакустических средств по данным текущих измерений в настоящее время решается при допущении об идентичности гидрофизических условий на всех участках (во всех точках) района их функционирования. Предлагаемый метод оптимизации основанный на использовании данных о пространственно-временной изменчивости среды снимает это допущение – параметры среды считаются уникальными в каждой точке района, а, следовательно, и возможности гидроакустических также зависят от пространственных данных, характеризующих их местоположение.

Схема решения задачи оптимизации в этом случае представляется следующим образом:

Пусть множество управляющих воздействий на гидроакустическое средство  $U$  включает подмножество  $F$  режимов его работы и подмножество  $M$ , характеризующее маневрирование носителя ГАС в координатах  $x, y, z$ , тогда:

1. На район функционирования гидроакустического средства накладывается расчетная сетка  $\mathbf{x} = x_{i,j}$ , где  $x_{i,j}$  - координаты узлов расчетной сетки.
2. В каждом узле расчетной сетки формируется вектор  $\mathbf{G}_x$ , характеризующий состояние среды.

3. С использованием расчетных моделей, чувствительных к параметрам вектора  $G_x$  производится оценка эффективности различных режимов гидроакустического средства в узлах расчетной сетки (для оптимальных  $z$ ) и формируется подмножества  $G_i^N$  эффективного применения различных режимов гидроакустических средств в узлах сетки. Нижний индекс подмножества характеризует номер режима, а верхний – общее количество возможных режимов работы средства.

4. Узлы, в которых одноименные режимы по эффективности превосходят или равны эффективности других режимов, объединяются в подмножества слабого доминирования режимов (подмножества эффективного применения определенных режимов гидроакустического средства) –  $G_1^N, \dots, G_i^N \dots G_n^N$ . Узлы, в которых эффективность всех режимов равна нулю объединяются в подмножество  $G_0^N$  неэффективного применения гидроакустического средства. Проведенное таким образом районирование [4] обеспечивает оптимальное управление  $U$  гидроакустическим средством при его нахождении в любом узле расчетной сетки.

5. С учетом проведенного районирования производится поиск начальных  $x_0$  и конечных  $x_k$  координат поиска, а также последовательности обследования участков района отличающихся различным влиянием среды на эффективность применения различных режимов ГАС. В соответствии с теорией поиска [5], обследование производится начиная с участков, где поисковые возможности носителя ГАС максимальны, а заканчиваются на участках, где поисковые возможности минимальны.

Приведенный алгоритм решения задачи оптимизации, с небольшими изменениями, может быть применен для других вариантов применения гидроакустических средств в условиях пространственно-временной изменчивости океанической среды, в частности для:

решения задачи оптимального размещения и управления позиционными гидроакустическими средствами в назначенных районах;

решения задачи оптимального распределения и управления поисковым потенциалом группы разнородных наблюдателей, использующих гидроакустические средства;

решения задачи маршрутизации при организации гидроакустической связи с использованием ретрансляторов-модемов;

решения задачи маршрутизации маневренных объектов, обеспечивающей минимизацию риска их обнаружения гидроакустическими средствами.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Машошин, А.И. Оперативная океанология в интересах применения гидроакустических средств ВМФ //Морская радиоэлектроника. –2020. – №4(74). – С.2-4.

2. Коваленко, В.В. Океанологическое обеспечение распределенных систем подводного наблюдения // Информационно-управляющие системы. –2016. –№2(10). – С.68-79.
3. Ермолаев, В.И. Оптимизация применения гидроакустических средств в условиях пространственно-временной изменчивости среды/ Ермолаев, В.И., Михальчук, А.В. // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. –2021. –Т. 14, № 3. – С. 35 – 46.
4. Динер, И.Я. Исследование операций. – Л.: ВМОЛУА, 1969. – 605 с.
5. Хеллман, О. Введение в теорию оптимального поиска. – М.: Наука, 1985. – 245с.



**Тезисы докладов на Круглом столе  
«Перспективные технологические разработки  
в сфере исследования морской среды»**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭФФЕКТИВНОГО ОКИСЛЕНИЯ  
И ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ  
(ТЕОД-ТЕХНОЛОГИИ) ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ «ВЕЧНЫХ»  
ФТОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОПАДАЮЩИХ В  
МИРОВОЙ ОКЕАН С ПЛАСТИКОВЫМ МУСОРОМ**

*С.В. Изюмов,*  
г. Москва, ООО «ЦКПР»;  
*Н.М. Легкий,*  
г. Москва, РТУ МИРЭА;  
*В.А. Телегин,*  
г. Москва, ИЗМИ РАН

Пластиковый мусор и микро-пластиковые загрязнения, попадающие в океан, являются причиной возникновения экологических проблем, и представляют серьезную угрозу для здоровья человека. Наряду с обычными полимерами, используемыми для изделий из пластика, применяются также фторорганические соединения, в которых в органическую молекулу входит хотя бы один атом фтора, соединенный напрямую с углеродом. Примером такого соединения является, например, тефлон. Все большую угрозу для человека стали представлять накапливающиеся в водной среде техногенные соединения на основе перфторалькильных (PFOA) и полифторалькильных кислот (PFOS) – химических веществ группы PFAS [1]. Большинство этих соединений в природе практически не разлагаются и относятся к классу «вечных» загрязнений.

Одним из способов очистки воды от фторорганических соединений является использование интенсивных процессов окисления, активированных гидроксильными радикалами. В зарубежной литературе эти процессы получили название Advanced Oxidation Processes (AOP) [2]. Технология эффективного окисления и деструкции органических соединений (ТЕОД-технология) является разновидностью АОР-технологий.

ТЕОД-технология является мощным инструментом для очистки воды от органических, в том числе токсичных, загрязнений. По существу, окислению могут подвергаться любые органические соединения, а сам процесс деструкции может продолжаться до полной минерализации загрязнений до молекул воды, углекислого газа и неорганических солей соответствующих кислот в случае присутствия в молекулах атомов азота, серы, хлора или фтора.

Существенное отличие и преимущество технологии интенсивного окисления от любых других технологий очистки воды состоит в том, что вещества подвергаются фактически «холодному сжиганию» в воде, а не переводятся из одного

состояния в другое, как, например, при использовании любого метода, основанного на фильтрации.

Главным методом генерации ОН-радикалов в ТЕОД-технологии являются использование мощного ультрафиолетового излучения в сочетании с пероксидом водорода (UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

В работе приведены данные о том, что скорости процессов интенсивного окисления при использовании ТЕОД-технологии в миллионы раз выше скорости окисления озоном. Показано, что большое количество углеводородных соединений, которые не поддаются окислению озоном, в том числе фторорганических соединений, легко окисляются при активировании химических реакций с помощью ОН-радикалов. Это позволяет удалять из воды практически любые, в том числе микропластиковые и токсичные фторорганические загрязнения.

Приведены данные по применению ТЕОД-технологии для таких применений как:

Удаление токсичных веществ и устойчивых органических загрязнителей из питьевой воды таких как: РСЕ, ТСЕ, МТВЕ, пестициды, гербициды, нефтепродукты, фенолы, цианиды, полициклические органические соединения.

Снижение содержания общего органического углерода (ТОС) в воде для реализации водно-химического режима АЭС и ТЭС.

Очистка конденсатов нефтехимических производств от нефтепродуктов и других органических загрязнений.

Подготовка ультрачистой воды с содержанием ТОС на уровне 1 мкг/дм<sup>3</sup> для аналитической химии, фармацевтики и предприятий электронной промышленности.

Очистка стоков от токсичных соединений, препятствующих биологической очистке.

В работе показана возможность применения ТЕОД-технологии для очистки воды от микропластиковых и «вечных» загрязнений. Рассмотрены основные процессы, влияющие на эффективность окисления и деструкции органических и фторорганических соединений.

Приведено описание пилотной установки с мощным ТЕОД-реактором, которая может быть использована для лабораторных и пилотных исследований по очистке воды от фторорганических соединений. Представлены примеры применения установки для очистки воды от устойчивых токсичных органических загрязнений.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Marek Trojanowicz et al. Advanced Oxidation/Reduction Processes treatment for aqueous perfluorooctanoate (PFOA) and perfluorooctanesulfonate (PFOS) – A review. *Chemical Engineering Journal* 336 (2018), p. 170 – 199
2. Mihaela I. Stefan. *Advanced Oxidation Processes for Water Treatment*. IWA Publishing, 2018.

## **ПРОДУКТИВНЫЙ ОКЕАН**

*Продуктивный океан,  
способствующий устойчивому обеспечению  
продовольствием и стабильному  
развитию морского хозяйства*

Проекты и инициативы, направленные на перспективные технологические разработки в сфере исследования морской среды, международное сотрудничество в области морской деятельности, развитие синей экономики, морского образования, а также восстановление естественных биологических ресурсов, ведение не истощительного рыбного промысла и развитие аквакультуры

**Тезисы докладов на Круглом столе  
«Биологические ресурсы внутренних европейских морей  
Российской Федерации»**

**СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА ИХТИОФАУНЫ  
ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ КРЫМА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)  
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

*Е.Н. Скуратовская, Т.Н. Климова,  
Д.Н. Куцын, И.В. Вдодович,  
Ю.А. Загородняя,  
г. Севастополь, ФИЦ ИнБЮМ РАН*

Климатические изменения, наблюдаемые в последние десятилетия, оказали существенное влияние на экосистему Черного моря. С начала 1990-х гг. в Черном море отмечаются устойчивые изменения в гидрологическом режиме и динамике вод. Это приводит к преобразованию структуры сообществ рыб на разных этапах жизненного цикла и изменению биологии отдельных видов.

Замедление скорости основного черноморского течения в летний гидрологический сезон вызвало усиление его меандрирования вдоль свала глубин, вовлечению в зону антициклонов вод из прилегающих участков моря, что способствует более равномерному распределению ихтиопланктона на шельфе и прилегающих глубоководных участках. На состоянии ихтиопланктона существенным образом отразились и климатические изменения. По данным экспедиционных исследований с начала 2000-х гг. в северной части Черного моря отмечается постепенное увеличение видового разнообразия и численности летнего ихтиопланктона после деградации экосистемы конца 1980-90-х гг. В то же время наблюдается расширение устоявшихся сроков нереста тепловодных и умеренноводных видов рыб в связи с потеплением поверхностного слоя моря, а также уменьшение размерных характеристик личинок рыб, что является закономерным при повышении температуры в период эмбрионального и постэмбрионального развития рыб. Региональные условия прогрева верхнего слоя моря и формирования вертикальной термической стратификации летнего типа становятся основными лимитирующими факторами результативности нереста тепловодных видов рыб. Если начало нерестового сезона и выживание икры в период эмбрионального развития в основном зависит от температуры поверхности воды в море, то выживание личинок – от обеспеченности их пищей, что определяется совпадением сроков результативного нереста с максимумом развития кормового зоопланктона [1].

Учитывая уникальность гидрометеорологических условий Черного моря и многокомпонентность его ихтиофауны, исследование закономерностей изменчивости основных характеристик жизненного цикла рыб, таких как продолжительность жизни, смертность, рост, размеры, сроки созревания

представляет несомненный интерес, так как позволяет не только углубить представления об эволюции гидробионтов, но и рационально управлять биологическими ресурсами, что особенно актуально в условиях климатических изменений и роста антропогенной нагрузки [2]. На основании результатов исследования массовых прибрежных видов средиземноморского комплекса, было установлено, что существует два основных паттерна географической изменчивости жизненных циклов рыб в Черном море. К первой группе относятся виды, у которых продолжительность жизни, максимальные размеры, сроки и длина наступления половой зрелости увеличиваются от низких широт к высоким, в то время как темп роста в начале жизненного цикла снижается. Это большинство изученных видов: морской ерш *Scorpaena porcus*, султанка *Mullus barbatus*, спикара *Spicara flexuosa*, мерланг *Merlangius merlangus*, атерины *Atherina hepsetus* и *Atherina boyeri*, бычок-трявник *Zosterisessor ophiocephalus*. Ко второй группе, в которой наблюдается обратный характер изменчивости, относится ставрида *Trachurus mediterraneus* – активный сезонный мигрант в Черном море.

На основании результатов анализа географической изменчивости была предпринята попытка предсказать возможные направления изменчивости жизненных циклов исследованных видов рыб в условиях потепления климата. Первый сценарий, более вероятный, исходит из предположения, что климатические изменения приведут к росту температуры и снижению сезонности, т.е. условия в Черном море в большей степени станут соответствовать современным средиземноморским. Вероятно, это приведет к снижению предельных размеров и увеличению темпа роста рыб на первых годах жизни у рыб I группы. В то же время для ставриды следует ожидать увеличение предельных размеров и длины наступления половой зрелости в связи с возможностью снизить сезонную миграционную активность и увеличить период нагула. Менее вероятен второй сценарий, при котором произойдет повышение температуры до значений, оказывающих существенное влияние на скорость основного обмена. В данном случае, в соответствии с правилом TSR (temperature-size rule), для обеих групп вероятно снижение размеров.

Результаты многолетних ихтиологических исследований позволили установить, что динамика ихтиофауны в прибрежных акваториях Крыма в современный период определяется рядом процессов, напрямую или опосредованно сопряженными с потеплением вод:

- улучшением условий воспроизводства и выживаемости икры, личинок и молоди теплолюбивых видов, в том числе промысловых;
- концентрацией холодолюбивых видов на больших глубинах;
- преобразованием жизненных циклов рыб;
- вселением и натурализацией видов из других районов с последующим изменением характера пищевых взаимоотношений внутри экосистемы.

Исследования выполнены в соответствии с государственным заданием ФИЦ ИнБЮМ по теме «Закономерности формирования и антропогенная

трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана» (№ 121030100028-0).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дехник Т.В., Павловская Р.М. Сезонные изменения видового состава, распределения и численности ихтиопланктона // Основы биологической продуктивности Чёрного моря. Киев: Наукова думка, 1979. – С. 268 – 272.

2. Kutsyn D.N. Age, Growth, Maturation, and Mortality of Red Mullet *Mullus barbatus* (Mullidae) of Crimea, the Black Sea // Journal of Ichthyology. – 2022. Vol. 62, no. 2. – P. 244-253.

### КСЕНОРАЗНООБРАЗИЕ АЗОВСКОГО МОРЯ И ЕГО РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

*Д.Ф. Афанасьев, Л.А. Живоглядова,*  
г. Ростов-на-Дону, «АзНИИРХ»

Анализ большого массива гидробиологических данных по численности, биомассе и видовому составу фито-зоопланктона, а также зообентоса позволил выявить основные этапы изменений экосистемы Азовского моря с 1970 г. по настоящее время. Выявлено несколько последовательных квазистабильных состояний экосистемы, а также основные драйверы изменения, способствующие переходу экосистемы из одного квазиустойчивого состояния в другое. Такими драйверами оказались: 1) изменение солёности в результате изменения стока реки Дон, 2) долговременные климатические изменения и 3) интродукция инвазивных видов. Серьезное воздействие на экосистему Азовского моря оказывает интродукция чужеродных видов зоопланктона и зообентоса. Наиболее эврибионтные, быстроразмножающиеся и формирующие большую биомассу представители этих групп существенно изменили направления и интенсивность потока веществ и энергии в Азовском море. Среди таких видов особо выделяются два – гребневик *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 и двустворчатый моллюск *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906). Их запасы исчисляются миллионами тонн, а способность образовывать значительную биомассу определяет активную трансформацию аборигенных биоценозов и сокращение запасов аборигенных видов. Вместе с тем, ряд видов из числа вселенцев открывает перспективы увеличения ресурсного потенциала моря. Моллюски-вселенцы *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) и *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 уже являются объектами промысла, объёмы которого нарастают. Высокую плотность поселений, способную обеспечить рентабельную добычу и переработку, формирует анадара кагосимская *A. kagoshimensis*. Добыча этого моллюска в промышленных масштабах может начаться в ближайшей перспективе. Высокий потенциал как объекты промысла имеют белая песчаная ракушка *Mya arenaria* Linnaeus, 1758 и несколько недавних вселенцев – азиатский моллюск *Corbicula fluminea* (O. F. Müller, 1774) и восточная речная креветка *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849).

# О ВОЗДЕЙСТВИЯХ ЗАТОПЛЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ НА МОРСКУЮ ЭКОСИСТЕМУ: НАКОПЛЕННЫЕ ЗНАНИЯ И НЕРЕШЕННЫЕ ЗАДАЧИ

*В.Т. Пака,*

г. Калининград, АО ИО РАН

Химическое оружие (ХО) – это оружие массового поражения, действие которого основано на токсических свойствах отравляющих веществ (ОВ). Создание химического оружия относится ко времени Первой Мировой войны. Первой стала применять ХО немецкая армия. Идеи химической войны восприняли все ведущие государства мира. Началась гонка химических вооружений различных типов. После Первой Мировой войны ХО было признано оружием массового уничтожения и запрещено, но никакие запреты на применение ХО не помешали разработке и накоплению химических вооружений. И все-таки во Второй Мировой войне массового использования ХО не было. Но в послевоенном мире остались химические арсеналы и очевидная необходимость их ликвидации. В первую очередь нужно было ликвидировать ХО побежденной Германии. После Первой Мировой войны ликвидация проводилась простейшим способом – затоплением. Поскольку катастрофических последствий в районах затоплений не обнаруживалось, отношение к допустимости затопления не пересматривалось вплоть до принятия в 1993г. Конвенции [1] о запрещении разработки, производства, накопления и применения ХО и о его уничтожении. Согласно Конвенции (Ст. IV, п. 10), каждое государство-участник в ходе уничтожения химического оружия обязывается уделять первостепенное внимание защите окружающей среды. Однако, положения Конвенции (Ст. III, п. 2) не применяются к химическому оружию, которое было сброшено в море до 1 января 1985 года. Научная общественность, имеющая отношение к контролю экологической безопасности Балтики, получила возможность детального ознакомления с официальной информацией о затоплении трофейного оружия нацистской Германии в Балтийском море из докладов экспертов специальной рабочей группы, созданной Хельсинской комиссией по охране морской среды Балтийского моря – HELCOM CHEMU [2]), работавшей в 1993-95 гг. Возникло понимание необходимости специальных исследований воздействия боевых ОВ на морскую экосистему при прогнозируемой разгерметизации оболочек ХО, и такие исследования начали проводиться странами балтийского региона с середины 90-х годов.

В презентации представлен обзор потенциальных угроз от затопленного в Балтийском море химического оружия (ХО) [3]. Наиболее опасными химическими агентами являются отравляющие вещества (ОВ), стойкие в морской среде. Рассмотрены основные механизмы переноса отравляющих веществ из районов затоплений в другие районы Балтийского моря. Отмечено, что риск токсического воздействия на биоту и человека ОВ, мигрирующих в виде взвеси и загрязняющих дно моря на больших удалениях от районов затопления, пренебрежимо мал, но в

отношении вредоносности ОВ, поступающих по пищевой цепочке, необходимы дополнительные исследования их мутагенного и канцерогенного воздействия. Представлен поэтапный путь развития комплексных исследований проблемы, задачи этапов и роль международной кооперации в их решении. В ходе этих исследований были разработаны эффективные методы обнаружения подводных потенциально опасных объектов – возможных источников поступления ОВ, определены координаты большого числа таких объектов, разработаны методы отбора и анализа проб воды и донных отложений с целью идентификации источников загрязнения морской среды, установлены бесспорные факты поступления ОВ в морскую среду вместе с разносимыми течениями взмученными донными отложениями. Однако, поставленные жизненно важные задачи, включая разработку рекомендаций по оздоровлению морской среды, еще далеки от своего решения. Активность научных исследований резко замедлилась, а возможность сохранения обеспечивавшей их успешность международной кооперации в условиях обострения противостояния России и ее бывших западных партнеров стала в обозримом будущем нереальной. Тем не менее, очевидна необходимость продолжения натурных исследований на Балтике для завершения картирования затопленного ХО и мониторинга районов вторичного заражения дна моря, при этом внимание должно быть обращено на идентификацию потенциально опасных подводных объектов на основе полного химического анализа проб, прицельно отбираемых вблизи обнаруженных объектов [4]. При невозможности кооперации с западными партнерами, Россия должна найти собственные силы и средства для завершения исследований в полном объеме, в частности, освоить наиболее эффективные методы поиска подводных объектов с использованием автономных носителей поисковой аппаратуры и восполнить потерю возможности выполнения химических анализов прицельно отбираемых проб, выявляющих все установленные химические трассеры боевых ОВ.

Крайне необходимо:

возобновить национальный проект специального мониторинга Балтийского моря, ориентированный на ликвидацию химической угрозы для всех видов деятельности на море и рекреации,

обеспечить необходимое число гражданских химических лабораторий эталонами боевых ОВ и продуктов их деструкции в морских условиях или включить в состав исполнителей аналитическую лабораторию, имеющую необходимую лицензию,

обеспечить достаточную квоту участия в проекте научных судов РАН или иных ведомств, учитывая, что действующая квота на исследование Балтийского моря совершенно недостаточна, и без ее радикального увеличения выполнение проекта затянется на десятилетия.

Учитывая, что Балтика является не единственным морем, в котором затоплялось ХО, необходимо приступить к систематическим исследованиям



аналогичных проблем в других морях России, отменив действующий до сего времени мораторий на информацию о затоплениях ХО, произведенного в СССР.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении. Париж.1993.

2. HELCOM. Final Report of the ad hoc Working Group on Dumped Chemical Munition (HELCOM CHEMU) to the 16th Meeting of the Helsinki Commission. HELCOM. 1995.

3. Пака В.Т., В.Н. Набатов, 2022. Химическое оружие в Балтийском море: потенциальные угрозы для окружающей среды и здоровья населения; пройденные и предстоящие задачи на пути решения проблемы// Океанологические исследования, 2022, т. 50, №2, с.139-162.

4. Пака В.Т., Чечко В.А. 2021. Обследование донных отложений вблизи подводных источников загрязнений// Океанология, 2018, т.58. №-5. с.803–808.

### **ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЧЕРНОМ МОРЕ**

*Н.А. Мильчакова,*  
г. Севастополь, ФИЦ ИнБЮМ

В рамках природоохранных мероприятий Конвенции ООН по биоразнообразию период с 2021 по 2030 гг. объявлен Десятилетием наук об океане для реализации глобальных целей по сохранению и восстановлению морских экосистем. Их ключевым маркером стали морские охраняемые акватории (marine protected area – МРА), к которым относятся более 15 тыс. объектов, занимающих 7,5 % общей площади Мирового океана. К 2030 г. этот показатель в мире должен возрасти до 30 %, при этом доля объектов со строгим заповедным режимом – до 10 %.

В Черном море насчитывается 57 МРА, их площадью составляет 8014 км<sup>2</sup> (1,9 % общей площади моря). Из них только пять объектов расположены в открытых морских районах, но они занимают более половины всей площади охраняемых акваторий. Большинство МРА сосредоточено в прибрежной зоне Крымского п-ова (37 объектов), который по данным Международного союза охраны природы является одним из центров биологического разнообразия в Европе. Независимо от государственной принадлежности, МРА Черного моря имеют низкую категорию охраны и в основном относятся к памятникам природы. Площадь таких объектов варьирует от 0,5 до 3 км<sup>2</sup>, протяжённость их сухопутных границ не превышает 3 км, а морские границы удалены от берега до 500 м. При этом на долю объектов площадью менее 1 км<sup>2</sup> приходится около 70 % МРА Черного моря. Такая же ситуация характерна для многих приморских стран Европы, где также преобладают мелкоплощадные объекты (до 90 % их общего количества).

Суммируя, можно заключить, что роль МРА Черного моря в поддержании устойчивого функционирования экосистемы, сохранении биоразнообразия и

биоресурсов незначительна. Учитывая сложившуюся на сегодняшний день ситуацию, для Республики Крым и города федерального значения Севастополь, где сосредоточено наибольшее количество МРА, нами предложено разработать региональные программы комплексного управления прибрежными зонами (КУПЗ) с учетом функционального зонирования и рационального природопользования и последующее внедрение их в практику территориального планирования. Эта природоохранная мера в полной мере будет соответствовать Морской доктрине и Экологической политике РФ до 2030 г., в которых к сфере национальных интересов государства отнесено сохранение морской среды и природных ресурсов.

По нашему мнению, применение региональных программ КУПЗ в природоохранной деятельности позволит решать проблемы сохранения ценных приморских территорий и акваторий, находящихся в квазистационарном состоянии, обосновывать приоритетные направления развития морехозяйственного, туристического и других кластеров, регулировать рыболовство, использовать междисциплинарные индикаторы для снижения конфликтов природопользования и внедрять экологически безопасные технологии.

К первоочередным природоохранным мерам целесообразно отнести создание новых крупноплощадных МРА, повышение категории охраны для большинства действующих объектов и формирование обширных буферных зон. Для всего бассейна Черного моря высокую природоохранную значимость будет иметь разработка единой пространственно-иерархической экологической сети МРА с доминированием крупных объектов с высоким охранным статусом.

Предложенный комплекс мер будет способствовать сохранению биоразнообразия и биоресурсов Черного моря, достижению целевых показателей Десятилетия наук об океане в соответствии с глобальной инициативой ООН.

Исследования выполнены в соответствии с государственным заданием ФИЦ ИнБЮМ по теме «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана» (№ 121030100028-0).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мильчакова Н. А., Александров В. В., Бондарева Л. В., Панкеева Т. В., Чернышева Е. Б. Морские охраняемые акватории Крыма. Научный справочник / по ред. Н. А. Мильчаковой. – Симферополь: Н. Орианда, 2015. – 312 с.
2. Alexandrov V. V., Milchakova N. A. Do protected areas influence populations of the threatened red alga *Phyllophora crispa* along the southwestern coast of Crimea (the Black Sea)? // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2022. – Vol. 7 (4). – P. 70–83.
3. Milchakova N. Marine plants of the Black Sea. An illustrated field Guide. – Sevastopol: DigitPrint, 2011. – 144 pp.

# ПЕРСПЕКТИВЫ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ РЕПРОДУКТИВНЫХ КЛЕТОК РЕДКИХ, ИСЧЕЗАЮЩИХ И ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ВИДОВ РЫБ ЮЖНЫХ МОРЕЙ РОССИИ

*Е.Н. Пономарева,*  
г. Ростов-на-Дону, ФГБУН «ЮНЦ  
РАН»

Перспективным направлением сохранения генетического разнообразия ихтиофауны южных морей России, является замораживание и долгосрочное хранение репродуктивных клеток рыб в жидком азоте.

Единой методики криоконсервации для репродуктивных клеток рыб пока не разработано, это связано с разной средой обитания и образом жизни объектов. А использование криоконсервированных клеток рыб в аквакультуре России в настоящее время крайне редко из-за отсутствия специализированных криобанков репродуктивного материала. Однако само направление глубокого замораживания клеток рыб имеет большие перспективы в использовании для восстановления редких и исчезающих видов, и применения в аквакультуре для формирования высокопродуктивных маточных стад [1].

Актуальны новые методологические подходы к низкотемпературному консервированию репродуктивных клеток рыб с применением различных воздействий на клетки перед глубоким замораживанием в период соединения с протектором, при использовании низкочастотных токов, акустико-механического действий, что позволяет сохранить клетки с высокой выживаемостью и показателями качества [2].

В результате многолетних исследований удалось оптимизировать методику криоконсервации репродуктивных клеток редких и исчезающих осетровых видов рыб южных морей России. Были получены положительные результаты по использованию электростимуляции перед эквilibрацией и выведение протектора с использованием раствора NaCl [3,4].

Воздействие электрическим сигналом на клетки осетровых рыб способствовало увеличению проницаемости мембран сперматозоидов для криопротекторов, обеспечивая сохранение целостности клеток в процессе консервирования. Показано, что в присутствии электрического поля формируются ион-проводящие каналы, вследствие чего возникает активный транспорт веществ.

В рамках гранта РФФ 21-16-00118 совместно с учеными Донского государственного технического университета проведены исследования по использованию акустико-механического воздействия с применением пьезоактуаторов в результате которых определены параметры частоты сигнала и времени воздействия на репродуктивные клетки осетровых видов рыб, при которых отмечена высокая выживаемость от 65 % спермиев после размораживания.

В результате научных исследований разработаны эффективные методы глубокого замораживания репродуктивных клеток рыб, которые заложены на длительное хранение в криобанк Южного научного центра РАН.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Krasilnikova A.A., Tikhomirov A.M. Alternative methods of preparation of fish sperm to freeze at ultra-high values of cooling rate // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия Рыбное хозяйство. Астрахань, 2014. № 2. С. 72-78.

2. Шишова Н.В., Ескин Г.В., Комбарова Н.А., Пашовкин Т.Н., Федорова Е.В. Влияние ультразвуковой обработки на стабильность лактозо-глицерино-желточного разбавителя спермы и выживаемость сперматозоидов быка при криоконсервации // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2011. – 4, спецвыпуск. – С. 164-169.

3. Богатырева, М.М. Оптимизация методов криоконсервации спермы для сохранения генофонда осетровых рыб: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.06. Астрахань, 2010. 20 с. [Bogatyreva, M.M. Optimizatsiya metodov kriokonservatsii spermy dlya sokhraneniya genofonda osetrovyykh ryb: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.02.06. Astrakhan', 2010. 20 p. (in Russ.)].

4. Пономарева Е.Н., Неваленный А.Н., Белая М.М., Красильникова А.А. Использование криоконсервированной спермы для формирования маточного стада стерляди // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2017. № 4. С. 118-127. [Ponomareva E.N., Nevalennyi A.N., Belaya M.M., Krasil'nikova A.A. Ispol'zovanie kriokonservirovannoi spermy dlya formirovaniya matochnogo stada sterlyadi // Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaistvo. 2017b. № 4. pp. 118-127. (in Russ.)]. DOI: 10.24143/2073-5529-2017-4-118-127.

## **СОВМЕСТНАЯ МОРСКАЯ ПОВЕСТКА ДНЯ ДЛЯ ЧЕРНОГО МОРЯ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ**

*И.Н. Капырин,*  
г. Москва, МИД России

1. Задача рационального использования потенциала Мирового океана в целях обеспечения экономического роста активно продвигается в региональном и глобальном масштабе. Вопросы развития морской или «синей» экономики закрепились в повестке дня целого ряда международных организаций, в том числе с участием России.

2. В течение десятилетий Россия принимала участие в создании отвечающих требованиям современности инструментов сотрудничества на морских пространствах на Балтике. Эти наработки могут быть использованы для решения стоящих перед страной задач и в других морских бассейнах.

3. В Черноморском регионе шесть прибрежных государств – Россия, Грузия, Турция, Болгария, Румыния, Молдавия и Украина по инициативе Еврокомиссии в 2017-2019 годах совместно сформировали общие приоритеты в сфере развития «синей»/морской экономики. В контексте председательства Болгарии и Румынии в Совете ЕС, соответственно в первом полугодии 2018 и 2019 гг., были приняты Бургасская декларация, а через год в Бухаресте – «Совместная морская повестка дня для Черного моря» (СМП) [1].

Одним из ключевых принципов построения СМП является определение вектора регионального сотрудничества самими причерноморскими странами, их особая ответственность за принятие решений, касающихся судьбы региона.

В целях реализации СМП странами-участницами было сформировано общее понимание термина морской/«синей» экономики<sup>2</sup>.

В СМП определены три основных направления проектной деятельности на основе принципа добровольного участия: здоровая морская и прибрежная экосистема (включает решение проблемы загрязнения морской среды и пластикового мусора, поддержку устойчивого рыболовства и аквакультуры в Черном море, создание соответствующих систем мониторинга состояния экосистемы Черного моря); конкурентоспособная, инновационная и устойчивая морская/«синяя» экономика (включая взаимодействие в транспортной и цифровой

---

<sup>2</sup> Синяя экономика – совокупность связанных с океанами, морями и побережьями видов экономической деятельности (включая, устойчивое использование и сохранение), в числе которых – широкий круг взаимосвязанных и приносящих долгосрочный и стабильный вклад в экономику традиционных секторов, таких как судоходство, судостроение, рыболовство, традиционный пляжный туризм, а также целый спектр обладающих большим потенциалом развивающихся отраслей, таких как «синяя» биоэкономика/биотехнологии, энергия океана, ветроэнергетика, опреснение воды, защита побережья и окружающей среды, являющихся источниками экономического роста.

сфере, развитие инновационных бизнес-моделей, создание новых рабочих мест, подготовку специалистов по морским специальностям); привлечение инвестиций в черноморскую «синюю» экономику (в частности, оказание содействия морскому предпринимательству и созданию морских кластеров, улучшение доступа к источникам финансирования). В документе охарактеризованы основные вызовы для бассейна Черного моря, намечены пути решения накопившихся проблем и конкретные действия, которые необходимо для этого предпринять странам-участницам.

4. При подготовке СМП были учтены российские предложения, направленные на формирование условий для равноправного взаимодействия причерноморских стран в интересах социально-экономического развития юга России. Исходим из того, что СМП представляет собой именно совместное видение странами-участницами проблем и перспектив развития морской экономики в регионе и не является собственностью тех или иных участников этого процесса.

В соответствии с поручением Правительства Российской Федерации координацию российского участия в СМП на первоначальном этапе была возложена на МИД России. В СМП зафиксировано, что она является дополнением к совместной работе в рамках Организации Черноморского экономического сотрудничества и Комиссии по защите морской среды Черного моря от загрязнения, представители которых были приглашены в руководящую структуру, созданную странами-участницами.

5. Параллельно с принятием СМП, страны-участницы поддержали разработку представителями научного сообщества ее научно-исследовательской опоры – «Повестки стратегических исследований и инноваций для Черного моря» (ПСИИ).

Повестка состоит из четырех основополагающих элементов: развитие научных исследований, придание импульса развитию морской/«синей» экономике, расширение инновационной инфраструктуры, создание потенциала в сфере образования и подготовки специалистов по морской экономике.

На основе ПСИИ были запущен подготовительный сетевой проект «Black Sea Connect», а вслед за ним – масштабные проекты «DOORS» и «BRIDGE-BS», в которых благодаря выделенному на эти цели государственному финансированию принимали участие ведущие российские научно-исследовательские учреждения. Эти проекты нацелены на создание механизмов рационального использования и сохранения экосистемы Черного моря, формирование моделей пространственного планирования, разработку системы экологического мониторинга.

6. В 2020-2021 гг., несмотря на ограничения, продиктованные пандемией, болгарские, а затем турецкие координаторы реализации СМП представили предложения по конкретным темам, в том числе эффективное управление морским транспортом, совершенствование навыков судовождения, защита подводного культурного наследия, развитие предпринимательства в сфере морской/ «синей» экономики, борьба с морским мусором, развитие прибрежного и морского туризма, продвижение «зеленого» морского транспорта.

7. После начала специальной военной операции на Украине взаимодействие на данном направлении приостановлено. Тем не менее, проделанная работа позволила запустить процесс формирования общего российского видения и конкретных подходов к развитию морской/«синей» экономики, причем не только в бассейне Черного моря. Научным сообществом проводится анализ наработанного опыта и инвентаризация данных в этой сфере в целях подготовки рекомендаций органам власти. Приоритеты СМП могут быть использованы в качестве национальной «дорожной карты» для продвижения комплексного управления морской деятельностью, а также разработки стратегий развития прибрежных регионов Российской Федерации.

В связи с тем, что затрагиваемые в СМП проблемы носят трансграничный характер и так или иначе требуют совместного поиска решений, документ в перспективе может послужить базой для восстановления проектной работы и налаживания взаимодействия со странами Черноморского региона.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <https://mid.ru/upload/archive/c0c5bea0e852030de29646498970e6ae.pdf>

#### **«СИНЯЯ» ЭКОНОМИКА: ОПЫТ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА**

*М.Л. Колесникова,*  
г. Москва, Институт Европы РАН

Развитие концепции «синей» экономики представляет собой новый мировой тренд, связанный с продвижением универсальных эколого-ориентированных подходов к управлению морепользованием. Показательным в этом отношении является опыт Европейского союза. К настоящему моменту ЕС разработал значительный объем официальных директивных установок и прикладных технологических решений в данной сфере, что позволяет ему реализовывать собственный вариант «синей» экономики.

К основным документам, определяющим ее развитие в Европейском союзе, относятся программа осуществления Комплексной морской политики (2007 г.); Рамочная директива по морской стратегии (2008 г.); многочисленные инициативы и стратегии для морских бассейнов и регионов (2007 – 2021 гг.); Стратегия «синего» роста (2012 г.); Директива ЕС по морскому пространственному развитию (2008 г.); программа перехода к устойчивой «синей» экономике (2021 г.); Миссия «Восстановим наш океан и воды к 2030 году» (2021 г.), запущенная в рамках инициативы «Миссии ЕС» Девятой рамочной программы «Горизонт Европа» (2021 – 2027 гг.); ряд других документов.

Концепция Комплексной морской политики считается важным элементом многих законодательных инициатив ЕС, в свою очередь, и «синяя» экономика прямо или опосредованно «вшита» в его различные программы. В частности, в Морскую стратегию по безопасности (2014 г.). Документ определяет стратегические интересы

ЕС и его государств-членов в сфере морской безопасности, охватывая экологию и морскую экономику (включая устойчивую эксплуатацию природных и морских ресурсов в морских зонах и открытом море, контроль за незаконным, нерегулируемым и несообщаемым рыболовным промыслом; защиту окружающей среды и управление последствиями изменения климата в морских акваториях и прибрежных регионах, сохранение биоразнообразия; т.д.). Таким образом, Морская стратегия по безопасности связывает различные области морской деятельности ЕС при достижении совместной цели – безопасности в морской сфере [1].

«Синяя» экономика является важным компонентом Зеленой сделки (2019 г.). Для выполнения поставленных в этой программе задач ЕС планирует шире использовать ресурсы Мирового океана, совершенствовать технологии управления морской экономикой, переходить на устойчивые принципы ее развития и «экологизировать» морские отрасли.

Для реализации «синей» экономики ЕС использует и развивает различные механизмы, включая: 1) морское пространственное планирование; 2) интегрированную инфраструктуру сбора комплексных данных о Мировом океане; 3) систему непрерывного комплексного морского наблюдения; 4) действия, направленные на качественные – природосберегающие и технологические – изменения в морской сфере; 5) финансовое, нормативно-правовое, кадровое, научное обеспечение принятия политических и управленческих решений на разных уровнях, информационное сопровождение данных процессов; 6) международное сотрудничество; и т.д. [2]

Оценка документов ЕС позволяет сделать вывод о его дальнейших планах по развитию данной сферы, которые предусматривают необходимость перехода от «синей» экономики к устойчивой «синей» экономике; переориентацию морской экономики на достижение целей Зеленой сделки и обеспечение устойчивого развития; активизацию деятельности ЕС по его продвижению в качестве глобального участника политических процессов в морской сфере.

Подытожим, что в совокупности опыт, коммуникационные возможности и накопленный объем знаний в сфере «синей» экономики могут дать ЕС дополнительные инструменты влияния на мировой арене. Его деятельность на пути к устойчивому развитию приобретает качество специфического мирового эталона, который он может использовать для получения конкурентных преимуществ в новой для всех сфере [3].

Россия как ведущая морская держава не может игнорировать факт быстрого распространения установок «синей» экономики в мировой морехозяйственной практике. Инвентаризация и систематизация опыта других стран и международных организаций может стать одним из факторов обеспечения интеграции нашей страны в новые международные форматы управления морепользованием. В первую очередь это касается изучения опыта Европейского союза, который разделяет с Россией сразу несколько морских бассейнов. Результатом должна стать комплексная оценка



и адаптирование зарубежного опыта применительно к условиям нашей страны, в том числе с учетом особенностей каждого прибрежного региона [4].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колесникова М.Л. Зеленый поворот и курс на безопасность в морской политике ЕС. В сборнике: Европейская аналитика 2021. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Европы Российской академии наук. Москва – Санкт-Петербург, 2021. С. 35-45.

2. Колесникова М.Л. Системный аспект «синей экономики» ЕС. *Международная жизнь*. 2020. № 12. С. 94-101.

3. Колесникова, М. Л. «Зеленое восстановление» ЕС: морские компоненты. *Европейская аналитика 2020*. – Москва – Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью «Нестор-История», 2021. – С. 48-55.

4. *Blue economy термины и определения* / Рук. ред. совета АМ. Коновалов; ред. совет: К.В. Бабаев, А.Л. Балыбердин, Г.В. Батунова, Г.Е. Гиголаев, А.А. Громыко, П.А. Гудев, С.А. Добролюбов, А.А. Евдокимова, А.И. Егорова, И.Н. Капырин, М.Л. Колесникова, М.Б. Котенев, П.О. Крупышева, С.А. Кудж, С.А. Семенов, А.С. Сигов, Н.В. Стапран, О.В. Филатова, С.М. Шаповалов. – М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2022, 142 с.

#### ПРЕЗЕНТАЦИЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОГО ИЗДАНИЯ «BLUE ECONOMY: ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ»

*А.А. Евдокимова,*  
г. Москва, ИКИ НМП РТУ МИРЭА

Роль и значение Мирового океана, его пространств и ресурсов в жизнедеятельности человечества резко возросло. Все большее распространение в мире получает концепция «синей» экономики. Ее успешное применение с учетом российской специфики и национальных интересов Российской Федерации особенно актуально для нашей страны вследствие значительной площади морских пространств, находящихся под суверенитетом или юрисдикцией Российской Федерации (около 7,5 млн. кв. км) [1].

В связи с этим в целях содействия сбалансированному социально-экономическому развитию Российской Федерации за счет устойчивого использования ресурсов Мирового океана в конце 2022 года под эгидой Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации опубликовано научно-популярное издание «Blue economy: термины и определения».

Необходимо отметить, что на сегодняшний день понятие «синяя» экономика терминологически не определено и используется международными организациями и странами в различных интерпретациях. В Российской Федерации законодательно закреплены понятия военно-морской деятельности и морской деятельности. В рамках настоящей работы проанализирована зарубежная практика по использованию и развитию концепции «синей» экономики (публикации Всемирного банка, Европейского союза, ООН, ОЭСР – всего 96 источников), а также приведены

практические примеры существующих международных инициатив глобального (объявленное ООН Десятилетие наук об океане в интересах устойчивого развития на период до 2030 года) и регионального характера («Совместная морская повестка дня для Черного моря» (СМП) и ее научная составляющая – «Повестка стратегических исследований и инноваций для Черного моря» (ПСИИ) по сотрудничеству в рамках «синей» экономики.

Рассмотрев два уровня инициатив по развитию концепции «синей» экономики (глобальный и региональный), можно отметить, что объединяющим их элементом выступает понимание того, что формирование комплексных научных знаний посредством тесного международного сотрудничества и обеспечение равноправного всеобщего доступа к ним занимает центральное место в переходе стран к устойчивой экономике.

Масштабное распространение новой коронавирусной инфекции (COVID-19), а также все более ускоряющееся изменение климата показали стратегическую значимость научных знаний и информации для принятия решений. Океан может играть центральную роль в вопросах восстановления социально-экономического развития и замедления ухудшения качества окружающей среды. Однако для этого необходимо совершить кардинальный рывок в качестве научных знаний об океане и переходе к устойчивой «синей» экономике. Именно на это нацелены рассмотренные инициативы по международному сотрудничеству в рамках концепции «синей» экономики.

Всего издание охватывает 125 терминов (53 межотраслевых и 72 отраслевых термина): рыболовство, аквакультура, туризм, морские биоэкономика и биотехнологии, освоение морских минеральных и энергетических ресурсов, энергетика, инфраструктура и морские технологии, загрязнение морской среды, мониторинг и обеспечение безопасности на море, научно-исследовательская деятельность и образование, морской транспорт, судоходство, портовая деятельность, финансирование «синей» экономики, впервые систематизируя их для удобства использования заинтересованными лицами.

Раздел научно-популярного издания, посвященный финансированию «синей» экономики, содержит описание таких новых видов финансовых инструментов, призванных поддержать финансирование устойчивой «синей» экономики, как синие облигации и учет расходов на охрану окружающей среды в счёт погашения задолженности. Объем «синей» экономики оценивается примерно в 3 трлн долларов США в год, что делает ее седьмой по величине экономикой мира по объему ВВП [1]. Инвесторы всё больше начинают интересоваться открывающимися возможностями, которые предоставляют отрасли, входящие в «синюю» экономику. Безусловно, переход и последующее развитие концепции «синей» экономики требует значительных финансовых затрат, которые будут иметь долгосрочный характер с точки зрения окупаемости. Такая ситуация требует разработки новых видов финансовых инструментов, а также инновационных стандартов ведения бизнеса.

Данное издание может быть использовано широким кругом заинтересованных лиц: представителями государственного сектора – в рамках процесса стратегического планирования; научным сообществом – для проведения дальнейших исследований; представителями бизнеса – в целях оптимизации направления инвестиций в существующие и перспективные, только еще формирующиеся отрасли экономики; обществом в целом – для расширения знаний о возможностях Мирового океана.

В ходе работы над составлением научно-популярного издания была сделана попытка найти в документах стратегического планирования Российской Федерации аналоги терминов и определений, зафиксированных в документах международных структур для ряда процессов и явлений в сфере «синей» или морской экономики. Прделанная работа показала, что на сегодняшний день в Российской Федерации существует определенный пробел в части законодательной базы и терминологического аппарата по развитию концепции «синей» или морской экономики.

Однако использование принципов, лежащих в ее основе, будет способствовать развитию морской деятельности и морского потенциала Российской Федерации. Это, в свою очередь, позволит обеспечить переход нашей страны на новый уровень экономического развития и повышения качества жизни граждан. Поэтому столь важно обеспечить всестороннее распространение знаний о возможностях, которые несет в себе «синяя» экономика для социально-экономического развития нашей страны и увеличения ее конкурентных преимуществ с сохранением текущей экономической модели развития. Как представляется, данное научно-популярное издание поспособствует данному процессу.

Итоги работы над научно-популярным изданием «Blue economy: термины и определения» наглядно демонстрируют острую необходимость в разработке в Российской Федерации собственной законодательной и терминологической базы по развитию «синей» экономики. Предстоит определить термин, который будет продвигаться в Российской Федерации: «синяя» экономика или морская экономика. Также необходимо продолжить начатую работу по другим направлениям, в том числе:

рассмотреть используемые термины и определения в рамках документов других международных структур с участием России (например, Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества (АТЭС) и межгосударственного объединения Федеративной Республики Бразилии, Российской Федерации, Республики Индии, Китайской Народной Республики и Южно-Африканской Республики (БРИКС);

разработать собственные русскоязычные дефиниции в рассматриваемой сфере и подготовить русско-английскую версию издания;

рассмотреть и обобщить термины и определения в рассматриваемой сфере, введенные русскими учеными [1].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Blue economy: термины и определения / Рук. ред. совета АМ. Коновалов; ред. совет: К.В. Бабаев, А.Л. Балыбердин, Г.В. Батурова, Г.Е. Гиголаев, А.А. Громько, П.А. Гудев, С.А. Добролюбов, А.А. Евдокимова, А.И. Егорова, И.Н. Капырин, М.Л. Колесникова, М.Б. Котенев, П.О. Крупышева, С.А. Кудж, С.А. Семенов, А.С. Сигов, Н.В. Стапран, О.В. Филатова, С.М. Шаповалов. – М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2022, 142 с.

**Тезисы докладов на Круглом столе  
«Развитие морской деятельности на региональных  
направлениях национальной морской политики»**

**ОСОБЕННОСТИ РОССИЙСКО-КИТАЙСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА  
В АРКТИКЕ**

*Ю.В. Кулинцев,*  
г. Москва, ИКСА РАН

Изменения климата открывают прежде скованную льдом Арктику для судоходства и в перспективе – для эксплуатации природных ресурсов. В результате геополитических перемен в мире Арктический регион становится очередным полем острой конкуренции государств. Продолжающийся подъем Китая логически приводит его к участию в этом соперничестве наряду с арктическими государствами.

В исследовании рассмотрены интересы РФ и КНР в Арктике; стратегии и политика Москвы и Пекина в регионе, а также перспективы взаимодействия двух государств применительно к Арктическому региону.

**Интересы России в Арктике**

В геополитическом отношении Россия – северная страна, ее территория занимает почти весь север Евразийского континента, за исключением Скандинавии. Россия также крупнейшее по длине береговой линии арктическое государство.

Руководство России рассматривает Арктическую зону Российской Федерации (территорию площадью 9 млн кв. км, что составляет 40 % пространства всей Арктики) как свою стратегическую ресурсную базу. Здесь проживает всего 2,5 млн жителей, но создается 12–15 % ВВП страны, добывается 80 % газа, а также никель, алмазы, редкоземельные металлы. Арктика производит 25 % экспортного потенциала страны, более 30 % экспортного улова рыбы.

Наряду со значительными экономическими интересами (ресурсными, транспортными) у России в этом регионе есть и жизненно важные интересы безопасности. Ядерное сдерживание остается основной гарантией безопасности страны, и Северный флот сохраняет свое значение как один из главных инструментов стратегии ядерного сдерживания.

**Интересы Китая в Арктике**

В официальном изложении Пекина интересы Китая в Арктике связаны в основном с экологией, научными исследованиями, судоходством, разведкой и разработкой природных ресурсов. Действительно, климатические изменения, происходящие в Арктике, влияют – благодаря воздушным потокам и т. п. — на климат различных районов Китая. В то же время очевидно, что важнейшим общим драйвером для КНР в Арктике служит стремление новоиспеченной глобальной державы присутствовать во всех уголках мира и Мирового океана. Под лозунгом общего будущего для всего человечества Пекин планирует формирование нового мирового порядка, где Китай, как одно из сильнейших государств мира, будет одним из ведущих нормотворцев и гарантов порядка.

Руководство РФ относится к такой перспективе с осторожностью. В российском официальном понимании применительно к Арктике существует иерархия национальных интересов. С точки зрения Москвы, базовые интересы России в Арктике более всего совпадают с интересами других арктических стран – Дании, Канады, Норвегии и США. Все они имеют выход к Северному Ледовитому океану, обладают в нем исключительными экономическими зонами, разрабатывают природные ресурсы и должны заботиться о коренном населении Севера.

После пяти арктических стран в этом «списке» стоят три постоянных члена Арктического совета: Исландия, Финляндия и Швеция. Здесь важна в первую очередь экономика.

И только потом идут интересы других стран, включая наблюдателей Арктического совета, в частности Великобританию, Германию, Италию, Францию, а также Индию, Китай, Южную Корею, Японию. В этом случае большое значение имеют престиж, политика, мореплавание.

#### Стратегии России

Россия на протяжении почти всего XX века была лидером в освоении Арктики. Арктическая стратегия России рассматривает Арктику как стратегическую ресурсную базу страны и стремится к ее приращению.

Китайская арктическая стратегия принята в 2018 году. Это всеобъемлющий и детальный документ, но в отличие от российского более декларативный. КНР намерена проводить в Арктике научные исследования, защищать окружающую среду и сферы обитания коренных народов, способствовать развитию региона и участвовать в его управлении. Китай выражает свое уважение другим странам, заявляет о готовности к сотрудничеству, провозглашает взаимовыгодный характер отношений, приверженность устойчивому развитию.

В сфере безопасности говорится об укреплении мира и стабильности, обеспечении безопасности морской торговли, поддержке прав всех государств на использование Арктики. В соответствии с базовой позицией КНР стратегия предлагает инклюзивную систему управления Арктикой. Разумеется, в такой системе Китай, учитывая его вес, сможет претендовать на одну из ведущих ролей.

В этом положении содержится основное противоречие между стратегиями России и Китая. Китайская стратегия ориентирована на усиление роли внерегиональных игроков в Арктике. При этом Пекин стремится играть среди них одну из ведущих ролей в формировании арктической повестки дня.

#### Подходы к сотрудничеству

Некоторые важнейшие положения китайской и российской стратегий в Арктике прямо противоречат друг другу. Тем не менее Москва и Пекин не акцентируют эти расхождения и избегают столкновений в практической политике. Более того, Китай и Россия все теснее взаимодействуют друг с другом в Арктике на прагматической основе совпадающих интересов.

Россия подходит к развитию отношений с Китаем в целом и конкретно в Арктике очень осторожно, стремясь оградить свой суверенитет. Российская

стратегия заключается в самоусилении — преимущественно через развитие собственного потенциала. Позиция в отношении сотрудничества с другими странами предполагает максимум внешних партнёрств, которые должны уравновешивать друг друга, а не создавать излишнюю зависимость от одного крупного партнёра.

У Китая и России есть множество очевидных взаимных интересов в Северном Ледовитом океане. В основном они касаются четырёх аспектов: во-первых, взаимодополнения спроса на импорт и экспорт энергоносителей; во-вторых, общности потребностей в развитии и использовании Северо-Восточного прохода; в-третьих, совпадения интересов в области экологической безопасности и безопасности судоходства в Арктике; и, наконец, общей потребности в совместном противостоянии стратегии сдерживания Соединённых Штатов в рамках конкуренции за региональный порядок.

После введения антироссийских санкций со стороны западных стран российская газовая отрасль стала испытывать трудности с привлечением зарубежного финансирования в инвестиционные проекты, включая уже согласованные ранее с западными компаниями. Помимо трудностей с финансированием российским компаниям, работающим в Арктическом регионе, приходится преодолевать технологическую блокаду, обусловленную антироссийскими санкциями. При этом Китай также стал выступать одним из поставщиков технологий в Арктических проектах.

Собственных ресурсов России явно недостаточно для самостоятельного и полномасштабного освоения Арктики. Возможности Москвы в значительной мере ограничивает сложившаяся международная конъюнктура, которая подталкивает Россию к поиску партнёров из Азии, Латинской Америки и других регионов мира для привлечения капитала и технологий в арктические проекты. В текущих условиях Пекин остаётся одним из основных партнёров в развитии российских арктических регионов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гудев П. А. Новые риски и возможности межгосударственного сотрудничества в Арктике // Арктика и Север. 2019. № 36. С. 78.
2. Кулинцев Ю.В., СЮЙ Гуанмяо. «Ледовой Шёлковый путь»: китайско-российское сотрудничество на фоне переустройства международного порядка в Арктике // Восточная Азия: факты и аналитика. – 2020. № 2. – С. 36-50.
3. О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года // Правительство России. 20.02.2013. <http://government.ru/info/18360> (дата доступа: 27.11.2022).
4. China's Arctic Policy // The State Council Information Office of the PRC. January 26, 2018. URL: [http://english.www.gov.cn/archive/white\\_paper/2018/01/26/content\\_281476026660336.htm](http://english.www.gov.cn/archive/white_paper/2018/01/26/content_281476026660336.htm) (дата доступа: 27.11.2022).

## СОХРАНЕНИЕ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ: ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ

*О.В. Филатова,*  
г. Москва, РАНХиГС

Сохранение морских экосистем является одной из 17 Целей устойчивого развития (ЦУР) до 2030 года. Это означает общемировое признание критического состояния данной сферы и необходимости выработки иных подходов к использованию и сохранению океана. Не менее актуальна данная тематика для России как крупнейшей морской державы, ведущей активную морехозяйственную деятельность. Развитие морской деятельности в России обуславливает необходимость в формировании наиболее объективного представления о том, какие проблемы в сфере морской деятельности необходимо решать. Для этого целесообразно проанализировать международную и российскую публичную отчетность о достижении Целей устойчивого развития: материалы докладов ООН о достижении Целей устойчивого развития 2017-2022 гг. [1-6], а также «Добровольный национальный обзор хода осуществления Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» [7].

В результате изучения докладов ООН о достижении Целей устойчивого развития за 2017-2022 гг. было выявлено, что среди основных проблем морской среды в докладах упоминаются следующие:

Загрязнение морской среды: на сегодняшний день 16 % морских экосистем имеют высокий риск эвтрофикации. Предполагается, что к 2050 г. уровень эвтрофикации повысится в 20% всех морских экосистем. В прибрежных районах растет количество мертвых зон: если в 2008 году их было 400, то в 2019 году их стало около 700 [3]. Одна из главных проблем морской среды – пластиковое загрязнение: в 2021 году в Мировой океан попало более 17 миллионов тонн пластика [5]. При существующих темпах пластикового загрязнения к 2040 году общий объем пластикового загрязнения удвоится или утроится.

Перелов: с 1990 по 2018 год потребление рыбы выросло на 122%. В 2017-2022 происходит непрерывный рост перелова. Снижается доля общемировых рыбных запасов, находящихся на уровне, обеспечивающем воспроизводство: 1974 г. – 90%, 2013 г. – 69%, 2015 г. – 67%, 2017 г. – 66%. К 2022 произошла стабилизация, но повышения показателей роста общемировых рыбных запасов, обеспечивающих воспроизводство, пока нет. По данным ФАО, наиболее высокая доля рыбных запасов, находящихся на уровне, не обеспечивающем биологическое воспроизводство составляет 35%. В таком состоянии находятся акватории Атлантики, Юго-Восток акватории Тихого океана, акватории Черного и Средиземного морей, западная акватория Индийского океана.

Закисление океана: по причине закисления океана с 2009 по 2018 г. в мире исчезло около 14 % коралловых рифов [2]. При существующей динамике прогнозируется рост закисления океана на 150% к 2100. В ближайшие десятилетия



процесс закисления морской среды будет ускоряться. В последние годы действенных мер по борьбе с закислением предпринято не было, однако растет количество станций наблюдения за состоянием морской воды.

За период 2017-2022 улучшения ситуации по перечисленным показателям не зафиксировано. Представляется, что одной из причин сложившейся стагнации в деятельности по сохранению биоразнообразия и охране морских экосистем является недостаточное финансирование морских исследований в том числе со стороны международных организаций. Так, по данным Группы ООН по устойчивому развитию (<https://unsdg.un.org/ru/2022-unsdg-chair-report/SDGs>), финансирование науки об океане 2013-2017 г. составляет в среднем 1,2% национальных бюджетов на науку (от 0,02% до 9,5%). По количеству совместных международных программ ЦУР №14 занимает последнее место. Из 23,9 млрд долларов, выделенных Группой ООН по устойчивому развитию на реализацию ЦУР, на сохранение морских экосистем приходится всего 0,4%. Это меньше, чем выделено на реализацию любой из остальных Целей устойчивого развития.

В 2020 году Аналитическим центром при Правительстве Российской Федерации был выпущен «Добровольный национальный обзор хода осуществления Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» [7]. В Обзоре отражено состояние морских экосистем и деятельность по их сохранению. Согласно Обзору, к 2020 году в целях достижения ЦУР № 14 Россией предприняты следующие шаги:

Принята Стратегия развития морской деятельности и Морская доктрина РФ.

Увеличение биоразнообразия рыб с 400 видов в 2015 до 1500 видов в 2018.

Сформулированы повышенные требования к экологии нефте- и газодобычи, осуществляемой на континентальном шельфе.

Ведется мониторинг состояния морей РФ.

Бизнес реализует проекты по сохранению биоразнообразия морей.

Проводится сертификация на уловы водных биологических ресурсов, Россия участвует в международных договорах о регулировании рыбного промысла.

Создание в Арктике особо охраняемых природных территорий (с 2015 по 2018 ООПТ в Арктике увеличились на 73%).

С 2015 по 2019 год произошло более чем четырехкратное увеличение финансирования морских экспедиций на научно-исследовательских судах Минобрнауки, с 342 млн руб. до 1601 млн руб.

Предусмотрена модернизация и строительство двух новых научно-исследовательских судов.

Работает 40 рыбоводных заводов.

Обзор показывает, что Россия ведет деятельность по сохранению морских экосистем как на стратегическом государственном уровне, так и формирует правовые ограничения использования морских ресурсов локального характера. Помимо нормативно-правового регулирования, фиксируется выделение средств на научные исследования, а также работы по сохранению и восполнению утраченного

биоразнообразия. В обзоре отмечено, что актуальная деятельность нуждается в продолжении и совершенствовании. В частности, в качестве важнейшей задачи сохранения морских экосистем указывается предотвращение придонного тралового лова.

На сегодняшний день в Докладах ООН предлагаются следующие пути сохранения морского биоразнообразия: комплексное управление природными ресурсами и экономическое развитие; ответственная добыча морских ресурсов; расширение доступа к инфраструктуре очистки сточных вод; реализация международных соглашений, которые обеспечивают правовые и институциональные рамки для использования ресурсов океана (например, Соглашение о мерах государства-порта (2016)); поддержка маломасштабного рыболовства. В большинстве стран есть рамочные механизмы по удовлетворению потребностей малых рыбопромысловых предприятий. Предлагаемые пути сохранения морского биоразнообразия предполагают комплексный подход к управлению природными ресурсами, что требует государственных стратегий по их реализации, некоторые из подходов лежат в правовой и социально-экономической плоскости, поскольку предполагают нормативное регулирование использования морских ресурсов, а также инфраструктурное и институциональное развитие. Представляется, что реализация предлагаемых мер требует высокого качества государственного управления и стратегического планирования, а также высокого уровня развития правовой системы и правовой культуры, сформированной в государстве.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Доклад о Целях в области устойчивого развития, 2017. - ([https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2017/theSustainableDevelopmentGoalsReport2017\\_russian.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2017/theSustainableDevelopmentGoalsReport2017_russian.pdf)).
2. Доклад о Целях в области устойчивого развития, 2018. - (<https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2018/TheSustainableDevelopmentGoalsReport2018-RU.pdf>).
3. Доклад о Целях в области устойчивого развития, 2019. - ([https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019\\_Russian.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019_Russian.pdf)).
4. Доклад о Целях в области устойчивого развития, 2020. - ([https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020\\_Russian.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020_Russian.pdf)).
5. Доклад о Целях в области устойчивого развития, 2021. - ([https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2021\\_Russian.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2021_Russian.pdf)).
6. Доклад о Целях в области устойчивого развития, 2022. - ([https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022\\_Russian.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022_Russian.pdf)).
7. Добровольный национальный обзор хода осуществления Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. 2020. - ([https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26421VNR\\_2020\\_Russia\\_Report\\_Russian.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26421VNR_2020_Russia_Report_Russian.pdf))

### **III КОНФЕРЕНЦИЯ ООН ПО МОРСКОМУ ПРАВУ И ПОЗИЦИЯ РЕЙГАНОВСКОЙ АДМИНИСТРАЦИИ**

*Г.Е. Гиголаев,*  
г. Москва, ИВИ РАН

В 2022 году исполнилось ровно 40 лет с момента принятия Конвенции ООН по морскому праву (1982). Как известно, с приходом в Белый дом администрации Р. Рейгана Соединенные Штаты резко изменили свою линию поведения в отношении Конференции ООН по морскому праву и подготовленного ей проекта Конвенции. Несомненно, это было связано с общими изменениями внешнеполитического курса американской администрации, которые, в свою очередь, вытекали из логики «неоконсервативной революции», с которой связывается та трансформация, которую претерпела не только внешняя, но и внутренняя политика США. Исходя из основных постулатов той программы, с которой Рейган шел на выборы, новая администрация должна была более жестко противостоять социалистическим и развивающимся странам на внешнеполитической арене, кроме того, Рейган говорил о необходимости пересмотра отношений между бизнесом и государством и снижения регулирующей роли государства. Учитывая, что основное недовольство американской стороны на ведшихся с 1973 года на площадке Конференции ООН переговорах по морскому праву вызывали вопросы, касавшиеся разработки минеральных ресурсов глубоководных районов морского дна за пределами национальных юрисдикций прибрежных государств, и, принимая во внимание, что основное давление на американскую администрацию в этих вопросах оказывал крупный бизнес, связанный с разработкой минеральных ресурсов, переход США от компромиссной к более агрессивной политике в отношении проекта Конвенции был предопределен, поскольку внешнеполитические основания для такого перехода переплетались с внутривнутриполитическими и концептуальными основами этого пересмотра, как явствует из написанного выше, были довольно глубокими.

При этом, необходимо отметить, что к началу X сессии Конференции (март-апрель 1981) – первой при новой администрации, к началу которой американские представители заявили о том, что США намерены предпринять всестороннее изучение/пересмотр подготовленного в ходе предшествующей работы Конференции неформального текста проекта Конвенции ООН по морскому праву, в американских органах исполнительной власти, связанных с выработкой политики США по вопросам морского права имелись определенные расхождения относительно линии поведения в отношении проекта Конвенции. Довольно влиятельны были сторонники положений, выработанных в ходе работы Конференции и легших в основу проекта Конвенции, в министерстве обороны, гопартаменте и ряде других ведомств. По этой причине, накануне начала X сессии III Конференции ООН по морскому праву состав американской делегации подвергся основательной чистке, из него было

выведено 8 человек, включая ее руководителя, Дж. Олдрича. Ставка сделана была на затягивание переговоров.

Озвученная американской стороной на начавшейся в марте сессии Конференции новая позиция, как отмечалось в документах госдепа, вызвала озабоченность, а порой и непонимание у большинства участников Конференции. Даже среди ключевых союзников не наблюдалось полного единодушия. Однозначно поддержали американцев только представители ФРГ. Позиция Великобритании, Франции и Японии была более двусмысленной и содержала определенные оговорки. Австралия и Новая Зеландия вообще придерживались линии на одобрение имеющегося проекта Конвенции. СССР был настроен на сотрудничество по ряду вопросов, в частности по свободе судоходства, и выражал готовность урезонить представителей «группы 77», критиковавших США, но одновременно критиковал американцев за то, что они ставят под угрозу результат многолетней работу Конференции и просил конкретизировать предложения США по изменению проекта Конвенции, чтобы хотя бы понимать, чем тут можно помочь. Но американцы тянули время. Весенняя сессия закончилась безрезультатно, ее возобновили в августе. И США сделали все, чтобы предотвратить формализацию имеющегося неформального текста проекта Конвенции. Прежде всего, неформально поработали с рядом развивающихся стран и, в итоге, договорились с «группой 77» за спиной СССР (что доставило им особое удовольствие). В итоге принятие проекта Конвенции было отложено на следующий год, для чего была назначена еще одна – XI сессия.

Резюмируя, можно сказать, что пересмотр отношения к проекту Конвенции ООН по морскому праву, лежал вполне в русле неоконсервативной повестки дня, которую стала продвигать рейгановская администрация. Так американцы упирали на необходимость свободной конкуренции при разработке ресурсов глубоководных районов морского дна за пределами национальных юрисдикций, критикуя прописанный в части XI проекта Конвенции режим этих районов, который в большей степени был выгоден развивающимся странам. Да и в целом, резкая смена позиции вразрез с мнением большинства участников Конференции, вполне вписывалась в тот более агрессивный курс по отношению к социалистическим и развивающимся странам, который стала проводить новая администрация. Как отмечал советский посол А.Ф. Добрынин, если у того же СССР и были иллюзии, что жесткая риторика Рейгана во время предвыборной кампании объяснялась именно электоральными соображениями, а после победы это поведение «сменится более трезвым подходом к межгосударственным отношениям», то они довольно быстро развеялись. Вполне характерным для первого года администрации Рейгана был и курс на затягивание переговоров, стремление отложить принятие решения на более поздний срок, которое можно было объяснить как необходимостью выиграть время для того, чтобы полностью войти в курс дела (официальная позиция), так и стремлением достичь позиции силы. В целом, в краткосрочной перспективе, на X сессии Конференции ООН по морскому праву эта тактика сработала, и дальнейшая работа над текстом проекта Конвенции была перенесена на следующий год. Однако,

как известно, на XI сессии Конференции, в 1982 году, американцы остались в меньшинстве и не смогли помешать принятию Конвенции ООН по морскому праву, участниками которой США до сих пор не являются, несмотря на то, что в начале 1990-х гг., в новых международных условиях, им удалось добиться пересмотра XI части Конвенции, посвященной режиму морского дна и недр за пределами национальной юрисдикции, положения которой, главным образом, стали камнем преткновения на X сессии.

Надо отметить, что в период нахождения у власти администрации Рейгана США окончательно сделали выбор в пользу односторонних действий. Они признали те положения конвенции, которые их устраивали (прежде всего, о свободе судоходства), и даже сочли вправе требовать от других государств соблюдения этих положений, но провели их в жизнь односторонними документами: программа свободы судоходства (FON Program) 1983, прокламации президента о введении 12-мильной границы тервод (1988) и 200-мильной исключительной экономической зоны (1983).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гиголаев Г. Е. III Конференция ООН по морскому праву и администрация Рональда Рейгана в США // Электронный научно-образовательный журнал «История». – 2021. – Т. 12. – Выпуск 11 (109). URL: <https://history.jes.su/s207987840017634-6-1/> DOI: 10.18254/S207987840017634-6.

2. Гудев П. А. Конвенция ООН по морскому праву: проблемы трансформации режима. М.: ИМЭМО, 2014.

3. Добрынин А.Ф. Сугубо доверительно. Посол в Вашингтоне при шести президентах США (1962 – 1986). М.: Автор, 1996.

4. Foreign Relations of the United States, 1981-1988, Volume XLI, Global Issues II. U.S. Department of State. Office of the Historian [Электронный документ]. Открытый доступ. URL: <https://history.state.gov/historicaldocuments/frus1981-88v41/ch3?start=1> (дата обращения: 25.10.2021).

5. Larson, David L. The Reagan administration and the law of the sea // Ocean Development & International Law, Vol. 11, 1982, Issue 3-4, P. 297-320, DOI: 10.1080/00908328209545699.

#### РАЗВИТИЕ СЕВЕРНОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА

*С.А. Семенов,*  
г. Москва, РАНХиГС

Потребность в формировании надежных морских коммуникаций в Арктике обусловлена целым рядом причин. К проявлениям такой обусловленности можно отнести не только объективные причины, но и субъективные, такие как национальные интересы государства, формируемые страной программы развития, поддерживающие такое развитие регулятивы. В числе регулятивов непосредственно относящихся к инфраструктурному развитию Арктики, можно отнести Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 № 645 «О Стратегии развития

Арктической зоны РФ и обеспечении национальной безопасности на период до 2035 года» [1]. Указ декларирует, что: «г) значение Северного морского пути как транспортного коридора мирового значения, используемого для перевозки национальных и международных грузов, будет возрастать в результате климатических изменений; д) вероятность наступления в результате антропогенного воздействия и (или) климатических изменений в Арктической зоне событий, имеющих неблагоприятные экологические последствия, создает глобальные риски для хозяйственной системы, окружающей среды и безопасности Российской Федерации и мира в целом...».

Содержание Указа, конечно, не сводится к этим двум пунктам, но полагаю их ключевыми, включающими основные факторы: мировое значение Северного транспортного коридора (СТК), заинтересованность национальная и международная в использовании СТК для перевозки грузов, возрастающая в результате климатических изменений привлекательность СТК и Арктики в целом, возрастающее антропогенное воздействие на изменения в Арктической зоне, возрастающие риски для хозяйственных систем страны и мира в результате климатических изменений в Арктике. Понимание значения перечисленных пунктов неизбежно связано как с пониманием межфункциональных связей, так и внешних по отношению к ним факторов влияния.

Попробуем разобраться с их содержанием и возможными следствиями.

Во-первых, что понимается под Северным транспортным коридором (СТК)? СТК – это перспективный международный транспортно-коммуникационный проект, включающий в себя активное использование акватории Северного морского пути (СМП) и организующий круглогодичные морские перевозки на всем его протяжении. Отметим, что «международность» проекта здесь определяется не коллективными международными усилиями по созданию транспортного коридора в российской Арктике, а международной заинтересованностью в его использовании. Выгодность СТК для мирохозяйственных связей обоснована множеством исследований. Упомяну только работу PricewaterhouseCoopers [5], из которой следует, что развитие мировой экономики сдерживается провозными возможностями морских грузовых перевозок, которые ограничены объективными ограничениями, в том числе, «узкими» местами в каналах, проливах и др.

Анализируя содержание СТК отметим, что его акватория опирается на крайние незамерзающие порты на Западе (Мурманск) и Востоке (Петропавловск-Камчатский), между которыми в арктических морях существует сезонный лед, что требует использования судов ледового класса и/или проводки судов с использованием ледоколов. А вне этих портов на Запад и Восток соответственно ни ледовое усиление судов, ни ледоколы не требуются. Таким образом, внутри СТК и вне его существенно различающиеся технические, технологические и организационные требования к реализации системы морских перевозок.

В итоге можно переформулировать – под СТК подразумевается определенное транспортно-коммуникационное, логистическое, техническое и организационно-

правовое решение круглогодичного функционирования в российской зоне Арктики регулярной морской широтной магистрали между крайними незамерзающими на Западе (Мурманск) и Востоке (Петропавловск-Камчатский) портами России.

Цель СТК – создание новых возможностей для устойчивого развития России, снятие принципиальных инфраструктурных ограничений развития российских регионов Сибири и Дальнего Востока, стимулирование экономической, инновационной и социальной активности на новых доступных к освоению территориях, более активное участие, включая инфраструктурное, в международной торговле, интеграцию в мирохозяйственные связи на основе предоставления уникальных высокотехнологичных услуг и контроля над стратегическими коммуникациями.

Отмеченное выше существенное отличие в требованиях к организации перевозок внутри и вне СТК «подталкивает» к выводу о целесообразности организации специфического конвейера внутри СТК, полностью контролируемого Россией и по сути являющегося уникальным высокотехнологичным сервисом в глобальных морских перевозках. Значительную часть потенциальных транзитных морских перевозок в Арктике представляют контейнерные перевозки, которые в рамках Арктического конвейера логично унифицировать по характеристикам контейнеровозов. Основу такой унификации могут составлять размерения судов и схема размещения контейнеров, их ледовый класс, тип двигательной установки. В то же время, унификация контейнеровозов,двигающихся по СТК, подразумевает унификацию Западного и Восточного опорных портов как основы для организации специфического конвейера. По смыслу: к Западнему и Восточному опорному портам приходят обычные (без ледового усиления) контейнеровозы из любых стран мира, далее в опорных портах ориентировочно в течение суток контейнеры перегружаются на российские арктические, а в дальнейшем, после прохождения СТК, контейнеры перегружаются на обычные контейнеровозы и уходят по назначению. Основные схемы: Тихий океан – СТК – Атлантика и наоборот. Движение арктических российских контейнеровозов в зависимости от сезона и климатических флуктуаций могут требовать или нет ледокольной проводки. В идеале такие контейнеровозы должны сами справляться с сезонным льдом в акватории СТК. В таком случае логично делать их соизмеримыми по мощности с существующими атомными ледоколами и, соответственно, оснащать их экологически чистой атомной энергетической установкой. Перевалка контейнеров в опорных пунктах конвейера может осуществляться в полуавтоматическом или автоматическом режиме для размеров 10000–12000 и более TEU укладывается в сутки. Примеры таких технологий уже есть в крупнейших портах мира и рекламируются рядом технологических компаний. Перечисленное формирует предпосылки для безусловного контроля России над контейнерными перевозками по столь привлекательному арктическому транспортному коридору. Перевозки наливных, насыпных или генеральных грузов по Арктике могут осуществляться по регламентируемым именно Россией требованиям к таким перевозкам, судам, их

техническому и юридическому оформлению с организацией движения при поддержке российского ледокольного флота и/или на российских судах.

Наличие военно-морских баз на острове Врангеля, Новосибирских островах, Северной Земле, Новой Земле и островах Франца-Иосифа формирует географически явный коридор между береговой линией России и цепочкой баз, что обеспечивает контроль над перевозками и при необходимости, принуждение к исполнению российских правил перевозок в российской зоне Арктики.

Когда работоспособны такие предложения? В первую очередь, когда есть понимание, что национальные интересы абсолютно выше недовольства бывших западных партнеров и навязанных международных правил, а надежность взаимоотношений с этими партнерами – ликвидирована ими самими. В то же время международная выгода от активного использования СТК весьма высока и не только позволяет создать более короткие маршруты морских перевозок Европа - Азия, Европа – Западные побережья Америк, Азия – Восточные побережья Америк, но и позволяет на этих глобальных маршрутах использовать более крупные и экономически эффективные суда, не ограниченные физическими возможностями Панамского канала, Суэцкого канала, Малаккского пролива, Гибралтара. А в этом заинтересован весь коммерческий мир. Что касается арктических контейнеровозов на атомном ходу, то это способно существенно снизить риски загрязнения Арктики как в результате потенциально возможных аварий, обычных (на мазуте) судов, так и вследствие почти неизбежных загрязнений из-за бункеровки судов в портах.

Регулярный арктический транспортный коридор создает вторую (после Транссиба) широтную магистраль вдоль всей территории страны и снимает принципиальные ограничения на формирование меридиональных транспортных коридоров между названными широтными коридорами. По сути, это перспективная транспортно-коммуникационная сеть и инфраструктурная основа для развития Сибири, Дальнего Востока и Арктической зоны Российской Федерации.

Существует множество взаимосвязанных задач, требующих поиска решений для развития данных предложений, включая необходимость, видимо, государственных заданий на широкий круг исследований и разработок, нахождение технических и технологических решений по созданию новых транспортных коммуникаций в Арктике в условиях вечной мерзлоты, а также решений в сфере энергетики, жилищного и промышленного строительства, развития промежуточных портов, соответствующей поддерживающей береговой инфраструктуры, кадрового обеспечения, цифровизации и связи в Арктике и других. Эти вопросы остаются за рамками настоящего выступления.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны РФ и обеспечении национальной безопасности на период до 2035 года». – (<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202010260033>)



2. Арктический регион: проблемы международного сотрудничества: Хрестоматия в 3 томах / Рос. совет по межд. делам [под общ. ред. И.С. Иванова]. – М.: Аспект-Пресс, 2013. – Т. 2.

3. Российская Арктика в XXI веке: природные условия и риски освоения / Русское географическое общество, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Географический факультет. – М.: ООО «Феория», 2013.

4. Материалы выступлений на Восточном экономическом форуме 2022. - (<https://forumvostok.ru/>)

5. PricewaterhouseCoopers. Economic Views: Future of World Trade. Top 25 Sea and Air Freight Routes in 2030. March 2011. – ([https://www.pwc.de/de/transport-und-logistik/assets/future\\_of\\_world\\_trade-final\\_160311.pdf](https://www.pwc.de/de/transport-und-logistik/assets/future_of_world_trade-final_160311.pdf))

### **РОЛЬ И МЕСТО МОРСКОЙ МЕДИЦИНЫ**

*И.Г. Мосягин,*  
г. Санкт-Петербург,  
Главное командование  
Военно-Морского Флота

Одной из отличительных особенностей новой редакции Морской доктрины Российской Федерации, которая была утверждена Президентом Российской Федерации 31 июля 2022 года, является появление раздела «Медико-санитарное обеспечение морской деятельности», что свидетельствует о долгожданной реализации гуманистического подхода к человеку морского труда.

В целый ряд документов стратегического планирования государства, разработанных и утвержденных в последние 5 лет, заложены положения о морской медицине, как одном из наиболее эффективных направлений сохранения человеческого потенциала морских отраслей России.

Морская медицина является частью медицины. Ее возникновение и развитие определяется своеобразием условий деятельности российского флота в частности, и морского потенциала страны в целом, а также спецификой задач, решаемых медицинским составом, форм и методов достижения целей медико-санитарного обеспечения в этих условиях.

Имея общие цели с отечественной медициной и здравоохранением страны, используя свойственные им материально-техническую базу, достижения науки и техники, методы и формы работы, морская медицина ввиду выраженной зависимости от потребностей флота, от морского потенциала государства сформировалась как самостоятельная разновидность профессиональной деятельности медицинских работников.

На современном этапе развития морская медицина состоит из совокупности частных медицинских наук, таких как морская эргономика, морская хирургия, морская терапия, морская гигиена, морская токсикология, морская эпидемиология, судовая медицина, военно-морская медицина, морская физиология и патофизиология, водолазная медицина, история морской медицины и ряда других дисциплин. Наряду с этим практические задачи здравоохранения обусловили возникновение разделов, посвященных особенностям патологии среди членов экипажей кораблей и судов, работников морских объектов практически во всех отраслях теоретической и клинической медицины.

Также в сферу научных и практических интересов морской медицины входит решение проблемы сохранения здоровья населения, проживающего и работающего на островах и морском побережье, исследование влияния Океана, морского климата на человека.

Таким образом, морская медицина – это самостоятельная отрасль здравоохранения, предназначенная для сохранения и укрепления здоровья физических лиц, выполняющих профессиональные задачи на объектах морской деятельности, а также населения, проживающего на приморских территориях.

Морская медицина является медицинской наукой, исследующей влияние Океана на человека с целью разработки средств и методов сохранения человеческого потенциала морских отраслей и приморских территорий.

Зачастую мы сталкиваемся с отождествлением понятий морская медицина и судовая медицина. Но это не равнозначные понятия. Судовая медицина ограничивается рамками судна, морского, речного или озёрного транспорта, решает комплекс проблем сохранения здоровья членов экипажа судна и пассажиров судна. Судовая медицина является составной частью морской медицины, отдельной отраслью морской медицины.

Имеется научная специальность – «Авиационная, космическая и морская медицина». К сожалению, паспорт специальности, так как объединяет в себе три отрасли, три науки, общим для которых является решение проблемы влияния опасных факторов внешней среды на экипаж (воздушного судна, космического аппарата, морского судна), имеет весьма ограниченный характер и предусматривает направления, связанные с судовой медициной, не охватывает весь спектр задач, стоящих перед морской медициной, перед морским здравоохранением.

Морская медицина тесно связана с медициной катастроф, экстремальной медициной в связи с особенностями морского труда, потенциальной вероятностью возникновения аварийных ситуаций и катастроф на объектах морской деятельности.

Ликвидация медико-санитарных последствий этих инцидентов на море и приморских территориях, с научной точки зрения, находится в сфере научной специальности «Безопасность в чрезвычайных ситуациях».

Военно-морская медицина является отраслью, частью военной медицины и предназначена для сохранения здоровья личного состава Военно-Морского Флота, как в мирное, так и в военное время. Это с одной стороны. В то же самое время военно-морская медицина – это отрасль морской медицины, ее неотъемлемая часть, так как Военно-Морской Флот не только вид Вооруженных Сил Российской Федерации, но и составная часть морского потенциала государства, его силовая основа.

Морская медицина, как наука, носит комплексный характер и поэтому взаимосвязана с различными областями научных знаний: 1) естественными науками, в первую очередь, с биологическими науками; 2) техническими науками; 3) сельскохозяйственными науками; 4) общественными (социальными) науками, наиболее тесно с социологией, психологией и педагогикой; 5) гуманитарными науками.

Морская медицина, как наука, имеет три направления в научных исследованиях: 1) фундаментальные научные исследования; 2) прикладные научные исследования; 3) научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки.

К числу наиболее важных проблем, решаемых морской медициной, относится: исследование влияния факторов Океана, морского климата на человека, прогнозирование и обоснование рисков здоровью;

обоснование и разработка нормативных и правовых документов в сфере морского здравоохранения;

разработка и обоснование программ общественного здоровья и моделей здоровьесбережения населения, улучшения медико-демографической ситуации в приморских регионах;

исследование влияния факторов моря, профессиональной деятельности на здоровье экипажей и трудовых коллективов морских объектов;

разработка медицинских и инженерно-психологических требований к морской технике, к средствам индивидуального и коллективного снаряжения и спасения;

определение требований к физическому развитию и состоянию здоровья кандидатов в морские вузы и образовательные учреждения среднего профессионального образования;

разработка методов и средств, повышающих устойчивость человека к действию неблагоприятных факторов плавания и медицинских рекомендаций по повышению эффективности морской деятельности, по повышению безопасности морской деятельности путем рационального обучения, подготовки и тренировки экипажей, коллективов;

медицинское изучение причин и предпосылок морских происшествий, аварий и катастроф, связанных с личностью морского специалиста, и разработка специальных методов их медицинского расследования и предупреждения;

обоснование организационных принципов морского здравоохранения.

И ряд других задач.

Таким образом, морская медицина является самостоятельной отраслью здравоохранения, отдельной медицинской наукой, решающей комплексную проблему сохранения здоровья человеческого потенциала морских отраслей и населения приморских территорий.

## **ХОД РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ МОРСКОЙ МЕДИЦИНЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ДО 2030 ГОДА**

*И.Г. Мосягин,*  
г. Санкт-Петербург, Главное  
командование Военно-Морского  
Флота

Основным документом, определяющим национальную морскую политику Российской Федерации, является Морская доктрина Российской Федерации. В редакции 2015 года впервые были определены положения социального характера, посвященные развитию морской медицины, как одному из наиболее эффективных направлений сохранения человеческого потенциала морских отраслей России.

В новую Морскую доктрину, утвержденную Президентом России В.В. Путиным 31 июля 2022 года, впервые включен раздел «Медико-санитарное обеспечение морской деятельности». Так, в пункте 84 говорится: «Сохранение человеческой жизни на море, сбережение здоровья моряков и персонала объектов морской инфраструктуры является важным принципом национальной морской политики и отвечает ее национальным интересам в Мировом океане. Главным условием реализации этого принципа является совершенствование системы медико-санитарного обеспечения морской деятельности».

В пункте 85 дано определение понятию «Медико-санитарное обеспечение»: «Медико-санитарное обеспечение морской деятельности представляет собой совокупность мероприятий, выполняемых субъектами морской деятельности в целях обеспечения охраны здоровья и гигиены труда моряков, персонала объектов морской инфраструктуры, включая оказание им медицинской помощи, а также оказание медицинской помощи пассажирам и другим лицам, временно находящимся на борту судна (корабля)».

Пункт 86 определяет приоритетные направления совершенствования системы медико-санитарного обеспечения морской деятельности.

Работа по реализации Морской доктрины начата. Министерства, ведомства, приморские субъекты Российской Федерации получили Морскую доктрину, получили также распоряжение вице-премьера Мантурова Дениса Валентиновича, председателя Морской коллегии от 10 августа 2022 г. № МД-П4-13495 о реализации национальной морской политики, изложенной в Морской доктрине Российской Федерации, по кругу ведения.

В Минздраве России и ФМБА России приступили к проработке данного вопроса и исполнению распоряжения. Так, Минздрав России в августе текущего года запросил федеральные органы исполнительной власти представить проблемные вопросы нормативного правового характера, возникающие при оказании медицинской помощи лицам, работающим на судах, и предложения по их решению.

Сведения в Минздрав России направлены от Минобороны России, ФМБА России, в процессе подготовки находятся аналогичные данные от других заинтересованных министерств и ведомств. Подобная работа организована в ФМБА России.

Во исполнение пункта 100 Морской доктрины Минобороны России, федеральные органы исполнительной власти (по списку), органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации (по списку) ежегодно до 15 июня будут докладывать в Правительство Российской Федерации результаты мониторинга по реализации Морской доктрины.

На основании полученных докладов Правительство Российской Федерации готовит ежегодный доклад Президенту Российской Федерации о комплексной оценке состояния национальной безопасности в сфере морской деятельности и предложения по ее обеспечению.

Таким образом, впервые создан инструмент государственного управления в сфере медико-санитарного обеспечения морской деятельности.

Работа в сфере морского здравоохранения осуществляется в плановом порядке в соответствии с Концепцией развития морской медицины в Российской Федерации до 2030 года, одобренной Морской коллегией при Правительстве Российской Федерации 28 апреля 2018 года. Развитие национальной морской медицины в период до 2030 года планируется осуществлять в три этапа. Первый этап (2018 – 2022 годы) предусматривает создание научных заделов, организационных и нормативных правовых основ в обеспечение развития морской медицины. Мероприятия первого этапа выполнены в полном объеме. Второй этап (2023 – 2027 годы) определяет реализацию созданных научно-технических заделов, организационных и нормативных правовых основ в обеспечение развития морской медицины. И на третьем этапе (2028 – 2030 годы) планируется нарастить возможности морского медицинского комплекса.

Стратегию развития морской медицины для более четкого понимания направлений деятельности целесообразно разделить на ряд стратегических направлений, на ряд стратегий. Этому вопросу было ранее посвящено несколько публикаций в журнале «Морская медицина» в 2015 – 2016 годах. Это стратегии интегрированного роста, диверсификационного роста, рыночная, образовательная, региональная, мультидисциплинарная и другие.

В 2015 году в структуре Научно-экспертного совета Морской коллегии нами была создана секция по морской медицине, включавшая в себя на начальном этапе 41 эксперта, представляющая коллективное экспертное структурное подразделение для разработки нормативных правовых документов в сфере сохранения здоровья людей, так или иначе связанных с морем, то есть работающих на морских объектах или проживающих в приморских регионах, подготовки необходимых экспертных заключений по сохранению человеческого потенциала морских отраслей России.

Секция хорошо себя зарекомендовала. Много сделано. Много нам еще предстоит сделать. В августе 2022 года начат процесс актуализации персонального состава в связи с произошедшими кадровыми изменениями в министерствах, ведомствах, органах исполнительной власти приморских субъектов Российской Федерации, а также в связи с возрастанием роли человека морского труда, повышением внимания политического руководства страны, руководителей разного уровня к необходимости сохранения человеческого потенциала для более интенсивного развития морских отраслей.

По представлению должностных лиц состав секции сформирован, утвержден.

Количественный состав секции значительно увеличен: с 37 до 135 экспертов, в том числе представляющих федеральные органы исполнительной власти – 50 человек, представляющие интересы приморских субъектов Российской Федерации – 60 человек, 12 специалистов высокого уровня представляют крупные публичные акционерные общества, занимающиеся морской деятельностью, а также представители вузов, научных организаций, ассоциаций и обществ.

Первое заседание обновленного состава секции по морской медицине пройдет в Санкт-Петербурге в Главном командовании ВМФ в расширенном формате с участием руководящего состава медицинской службы Военно-Морского Флота, членов Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации заместителя Министра здравоохранения Российской Федерации Андрея Николаевича Плутницкого и заместителя руководителя Федерального медико-биологического агентства России Игоря Владимировича Борисевича, а также редакции научно-практического журнала «Морская медицина» в ноябре 2022 года.

На май 2023 года спланировано проведение комплекса мероприятий, приуроченных к 150-летию ФГКУ «1472 военно-морской клинический госпиталь» Минобороны России в г. Владивостоке, аналогичных тем, что успешно были проведены в мае 2019 года в Архангельске под эгидой Морской коллегии, в том числе межведомственного учения по спасанию на море и организации лечебно-эвакуационных мероприятий с морских направлений, выездному заседанию секции по морской медицине, всероссийской научно-практической конференции по морской медицине и конференции по истории военно-морской медицины.

## **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ СИСТЕМЫ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У НОВОБРАНЦЕВ УЧЕБНОГО ЦЕНТРА ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*А.Б. Гудков, О.Н. Попова,*  
г. Архангельск, Северный  
государственный медицинский  
университет

В настоящее время формирование вооруженных сил Российской Федерации осуществляется не только на контрактной основе, но и предусматривается призыв на действительную военную службу молодых людей, достигших 18-летнего возраста и годных по состоянию здоровья к военной службе. В связи с этим, возникает необходимость перемещения в северные регионы значительных контингентов новобранцев из других климатических зон.

Климатические факторы Севера, по мнению В.И. Турчинского [1], можно классифицировать на неспецифические (холод, высокая относительная влажность воздуха, тяжелый аэродинамический режим), которые могут встречаться в других регионах Земли и специфические (изменение фотопериодизма, колебания атмосферного давления, факторы электромагнитной природы), которые характерны только для высоких широт. Следует подчеркнуть, что специфические факторы могут лишь в незначительной мере блокироваться социальными и другими мерами защиты [2]. Многие из перечисленных факторов Севера являются неблагоприятными для человека, а некоторые из них имеют элементы выраженной экстремальности.

Переезд человека на Север сопровождается адаптивными реакциями. Обычно выделяют три стадии адаптации приезжих к условиям Севера: 1 стадия – стадия адаптивного напряжения (первые 2-6 месяцев), 2 стадия – стадия стабилизации функции (3-4 года), 3 стадия – стадия адаптированности (10-15 лет и более) [3]. Самой напряженной, с точки зрения появления возможных отрицательных последствий для человека, является стадия адаптивного напряжения, а самая открытая функциональная система к контакту с окружающими внешними факторами – дыхательная.

Цель исследования: установить характер компенсаторно-приспособительных реакций дыхательной системы у военнослужащих учебного центра ВМФ в начальный период службы в Арктической зоне РФ на стадии адаптивного напряжения.

Обследованы 32 военнослужащих (средний возраст  $18,3 \pm 0,12$  года), прибывших из средней полосы РФ в учебный центр ВМФ, расположенный в Арктической зоне. Каждый военнослужащий обследовался один раз в месяц в течение пяти месяцев. Осуществлялась спирография, анализировался состав выдыхаемого воздуха.

Установлены значительные изменения системы внешнего дыхания у новобранцев в динамике стадии адаптивного напряжения. Так, установлена реакция со стороны статических и динамических легочных объемов и емкостей: снижена по сравнению с должной величина жизненной емкости легких (ЖЕЛ) на 9 – 17,1 % ( $p < 0,001$ ) в первые четыре месяца; увеличены резервные объемы вдоха (Ровд) и выдоха (Ровыд) в течение пяти месяцев ( $p < 0,001$ ); увеличен минутный объем дыхания (МОД) ( $p < 0,001$ ) за счет частоты дыхания (ЧД) ( $p < 0,001$ ). Однако величина максимальной вентиляции легких (МВЛ) снижена в первые три месяца на 8,8 – 16,2 % ( $p < 0,05-0,001$ ). Следует заметить, что величина Ровыд возрастает в течение пяти месяцев в большей степени, чем величина Ровд, что является целесообразной реакцией, направленной на демпфирование внешних воздействий на скорость выведения углекислого газа [4]. Значительно увеличено потребление кислорода ( $PO_2$ ) ( $p < 0,001$ ) в первые два месяца наблюдения. По сравнению с должными снижены показатели проходимости дыхательных путей: объем форсированного выдоха за 1-ю секунду выдоха (ОФВ1), а также средняя объемная скорость на уровне 25-75% форсированного выдоха ( $CO_{25-75}$ ) ( $p < 0,01-0,001$ ) в первые два месяца. Увеличены показатели одного дыхательного ( $O_2RC$ ) и одного сердечного ( $O_2CC$ ) циклов в первые два месяца ( $p < 0,05-0,001$ ).

Таким образом, дыхательная система новобранцев находится в состоянии функционального напряжения, особенно в первые два месяца после призыва.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Турчинский В. И. Классификация основных факторов Крайнего Севера, оказывающих влияние на процесс адаптации и здоровье пришлого человека // Основные аспекты географической патологии на Крайнем Севере. – Норильск, 1976. – С. 46–48.
2. Гудков А.Б., Попова О.Н., Пашенко А.В. Физиологические реакции человека на локальное холодное воздействие: монография.– Архангельск: Изд-во Северного



государственного медицинского университета, 2012.– 145 с.

3. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Марачев А.Г., Милованов А.П. Патология человека на Севере. – М.: Медицина, 1985. – 416 с.

4. Кубушка О.Н., Гудков А.Б. Особенности структуры жизненной емкости легких у северян старшего школьного возраста // Вестник Поморского университета. Серия: Физиологические и психолого-педагогические науки. 2003. №1. С. 42-51.

## **О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ СОВРЕМЕННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ И СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ**

*А.С. Свистов, А.В. Чумаков,*  
г. Санкт-Петербург, ФГБВОУ ВО  
«Военно-медицинская академия имени  
С.М. Кирова» Министерства обороны  
Российской Федерации

В результате реализации Федерального Проекта «Северный морской путь» в районах Арктики и Северного морского пути (АСМП) прогнозируется значительный рост грузопотока, людского транзита, активизация гражданского и военного судоходства, нефте- и газодобычи, развитие атомной энергетики, увеличение корабельной группировки и строительство новой береговой инфраструктуры флота. Соответственно, расширяются и задачи медицинского обеспечения в условиях АСМП. С учётом ожидаемого роста термического травматизма, специфической и неспецифической заболеваемости инфекционной и неинфекционной природы у военных и гражданских специалистов, проходящих службу (работающих) в районах АСМП, в ближайшей перспективе остро встанет вопрос об улучшении системы медицинского сопровождения их деятельности. Принимая во внимание нарастающую в регионе АСМП вероятность военных конфликтов (с применением летальных вооружений и оружия массового поражения), крупных техногенных аварий и катастроф, несчастных случаев очевидна необходимость в совершенствовании медицинского обеспечения при ведении боевых действий, выполнении надводных и подводных технических и аварийно-спасательных работ, плавании в условиях холода и пакового льда.

Среди важнейших задач медицинского сопровождения деятельности человека в условиях АСМП: 1. Медицинский отбор, обследование и освидетельствование, лечение и реабилитация специалистов. 2. Профилактика влияния неблагоприятных профессионально-обусловленных и климатических воздействий на организм. 3. Для особых условий – дальнейшее изучение биологических эффектов службы (работы) по специальностям, исследование возможностей и внедрение современных инновационных медицинских технологий (СИМТ) при лечении раненых, больных и поражённых.

Создание «Учебно-научного центра медицинского сопровождения деятельности в Арктике и на Северном морском пути» (далее – Центра) может быть

направлено на развитие биомедицинского кластера в высоких широтах. В ведении Центра предусмотреть: 1. Внедрение СИМТ для лечения раненых, больных и поражённых в районах АСМП, в том числе – методов экстракорпорального лечения (ЭККЛ) и ингаляционной терапии. 2. Продвижение технологий и обучение специалистов СИМТ для АСМП, включая: а) подготовку специалистов, стационарных и мобильных бригад, владеющих навыками ЭККЛ, искусственной вентиляции лёгких и другими методами, используемыми в реанимации и интенсивной терапии; б) разработку программ сертифицированного обучения, повышения квалификации, профессиональной переподготовки (с государственной аккредитацией) специалистов СИМТ для АСМП; в) разработку стандартов диагностики и лечения, протоколов сортировки и эвакуации в условиях АСМП для раненых, больных и поражённых, нуждающихся в применении СИМТ, в том числе методов ЭККЛ; г) создание сети лечебных подразделений СИМТ в Российской Федерации (в крупных приморских городах, на военно-морских базах), мобильных экстренных бригад (в портах, на спасательных и госпитальных судах, на передовых форпостах); д) оснащение аппаратами ЭККЛ (и др.), расходным медицинским имуществом лечебно-эвакуационных модулей санитарного авиационного, морского, железнодорожного и автомобильного транспорта.

Спасательные и госпитальные суда для действий в условиях АСМП должны быть приспособлены к плаванию в северных морских широтах. На борту крупных судов-спасателей (типа пр. 21300) может быть предусмотрено развёртывание многопрофильного госпиталя с возможностями СИМТ, включая ЭККЛ.

Перспективы СИМТ видятся при лечении тяжёлых соматических и профессионально-обусловленных заболеваний, среди которых: первичная гипотермия (в т.ч. осложнённая терминальными аритмиями, нестабильной гемодинамикой, острой сердечно-сосудистой недостаточностью), термическое поражение дыхательных путей – холодовое и тепловое (в т.ч. с отравлением продуктами пожара и химического пожаротушения), иные интоксикации, дисбарические поражения, пневмонии тяжёлого течения (осложнённые острым респираторным дистресс-синдромом, острой дыхательной недостаточностью) и т.д.

Эффективной медицинской технологией, перспективной в лечении многих заболеваний, сегодня является экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО) – сложный интегральный комплекс, объединяющий в себе все современные методы лечения и диагностики для крайне тяжёлых больных. ЭКМО успешно применяли в лечении осложнённых вирус-ассоциированных поражений лёгких (возбудителями атипичной пневмонии, свиного гриппа, COVID-2019). В странах Европы ЭКМО совершила революцию в лечении первичной гипотермии, осложнённой нестабильной гемодинамикой, нарушениями ритма и проводимости, острой сердечно-сосудистой недостаточностью (вплоть до остановки кровообращения), обеспечив выживаемость большинства пострадавших. Сетевая организация подразделений ЭКМО позволяет немедленно передавать нуждающихся в центры ЭККЛ. На этапе длительной или затруднённой транспортной эвакуации

временно используется механическая сердечно-легочная реанимация по стандартному протоколу. При этом преимущества автоматической компрессии грудной клетки (устройствами типа LUCAS<sup>TM</sup>2) перед мануальной очевидна. Для борьбы с гипотермией (парадокс, но холод – нейропротектор и антигипоксанта) применяется вено-артериальная ЭКМО, для поддержки функции лёгких при поражении системы органов дыхания – вено-венозная. Инвазивное экстракорпоральное насыщение крови кислородом реализуется в результате оценки базальной температуры тела и выраженности клинических симптомов, ранжированных согласно Швейцарской системе стадирования ICAR MedCom. Как заметил R. Bartlett, один из создателей технологии ЭКМО: «Экстракорпоральная мембранная оксигенация рутинно войдет в практику отделений интенсивной терапии так же, как уже вошла искусственная вентиляция лёгких». При этом ICAR MedCom постулируется тактический принцип: «Никто не может быть признан мёртвым, пока не согрет и не признан мёртвым».

В настоящее время в районах АСМП аппараты ЭКМО и искусственного кровообращения успешно функционируют лишь в самом начале Северного морского пути (г. Мурманск, г. Архангельск), мобильных бригад ЭКМО нет. Однако в перспективе отделения ЭКМО целесообразно развернуть в составе многопрофильных больниц и госпиталей, базирующихся как на берегу, так и на борту океанских судов ледового класса. Подготовку кадров для отделений и мобильных бригад ЭКМО (теоретическую и практическую, в том числе в симуляционном центре), обобщение практического опыта ЭКМО в районах АСМП возможно осуществлять и на базе Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова.

Еще одна СИМТ заключается в лечебном применении возможностей ингалятора «Ингалит В2-01» (разработки СКБ ЭО при ИМБП РАН), обеспечивающего подогрев (до 40–100 °С) и подачу на вдох дыхательной газовой смеси кислорода и гелия (в соотношениях 30/70 % и 20/80 %) – термогелиокса. Эту технологию с успехом использовали при лечении больных новой коронавирусной инфекцией штамма SARS-CoV-2 при тяжёлом поражении органов дыхания – для профилактики развития острого респираторного дистресс-синдрома. Достигнуты успехи в лечебном применении термогелиокса и при пневмониях иного генеза (вызванных гриппом, бактериальными, смешанными), при астматической бронхообструкции, общем переохлаждении. В организованных морских и береговых коллективах возможности этой СИМТ также могут быть использованы в профилактике и лечении первичной гипотермии.

Применение СИМТ (ЭКМО, дыхания термогелиоксом) при тяжёлом общем переохлаждении, осложнённой пневмонии, сочетающихся с механическими травмами, ожогами, поражением ксенобиотиками, декомпрессионной болезнью – предмет дальнейших исследований и строго аргументированной научной дискуссии. Возможности СИМТ при оказании медицинской помощи пострадавшим в условиях АСМП целесообразно оценить в реальных и клинических условиях при научном

сопровождении профильных кафедр Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова, медицинских отделов НИИ СиПТ и НИИ КиВ ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», соответствующих подразделений ГНИИИ ВМ и иных организаций МО РФ.

Перспективы применения СИМТ открываются и в сферах тактической медицины, разработки и использования нового медицинского имущества и лекарственных средств на флоте, создания индивидуального комплекта профилактических лекарственных средств для аварийных партий подводных лодок, строительства и оснащения новых спасательных и госпитальных судов; в вопросах превентивной заготовки, трансплантации и трансплант-координации аутогенного костного мозга и его компонентов для служащих (работников) радиационно- и химически-опасных объектов флота; при создании автономных систем обогрева тела и подогрева инфузионных растворов, а также – системы удалённого продолжительного мониторинга внутрисосудистого декомпрессионного газообразования. Предложения по данным инновациям нами ранее уже были представлены в печати.

## **ТАМЕРОН, КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИММУНОМОДУЛЯТОР И АНТИОКСИДАНТ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ ПЕРСОНАЛА НА КОРАБЛЯХ ВМФ И ГРАЖДАНСКОГО ФЛОТА, В ТОМ ЧИСЛЕ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ ПРИ COVID-19**

*Д.С. Руднев,*

г.о. Серпухов, АНО «Институт инженерной физики»;

*Е.А. Царькова,*

г.о. Серпухов, ООО «Медицинская клиника «АксиоМед»

Среди факторов, негативно влияющих на состояние здоровья моряков, медицинские работники выделяют прежде всего укачивание, воздействие электромагнитных и электростатических полей, вибрацию, шумы механизмов. Не проходят бесследно малоподвижность, монотонность образа жизни, социальная изоляция, информационный голод и психоэмоциональное напряжение, а также единство зон труда и отдыха, резкая смена широтных и часовых поясов, нарушение естественных биоритмов и др. Все эти факторы действуют не изолированно, а в различных комбинациях, усугубляя друг друга, приводя к развитию стрессовых состояний и ослаблением иммунного статуса. Как показывают многочисленные исследования, биологические последствия стресса в высокой степени ассоциированы с повышенными системными уровнями окислительного стресса и воспаления.

Фундаментальные и клинические исследования лекарственного препарата Тамерон продемонстрировали его высокую антиоксидантную активность, которую он проявляет как молекула – непосредственно взаимодействующая с активными

формами кислорода и азота [1, 2]. При этом в отличие от других антиоксидантов, Тамерон также воздействует на работу генов, ответственных за продукцию белков и факторов антиоксидантной защиты в клетке [3, 4]. Поэтому применение препарата Тамерон является крайне продуктивным для купирования развития окислительного стресса и воспаления, т.к. он обладает свойствами, обеспечивающими нормализацию окислительно-восстановительного статуса клеток организма, иммунного статуса и повышает устойчивость клеток, тканей и органов человека к физиологическому стрессу. Таким образом, препарат Тамерон может быть рекомендован в качестве лечебного и профилактического средства для применения в целях обеспечения здоровьесбережения персонала на кораблях ВМФ и гражданского флота, в том числе для лечения и реабилитации при Covid-19.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ермаков А.М., Царькова Е.А. К вопросу об антиоксидантной активности препарата «Тамерон». «Известия института Инженерной физики», 2020, №3 (57) с 103-106.

2. Shetty, A.K., Attaluri, S., Kodali, M., Shuai, B., Shetty, G.A., Upadhy, D., Hattiangady, B., Madhu, L.N., Upadhy, R., Bates, A., Rao, X., 2020. Monosodium luminol reinstates redox homeostasis, improves cognition, mood and neurogenesis, and alleviates neuro- and systemic inflammation in a model of Gulf War Illness. Redox biology 28, 101389. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2019.101389>

3. Ермаков А.М., Царькова Е.А., Ермакова О.Н., Царьков А.Н. ТАМЕРОН (АМИНОДИГИРОФТАЛАЗИНДИОН НАТРИЯ) КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКСНЫЙ ПРЕПАРАТ ДЛЯ ТЕРАПИИ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ COVID-19. Морская медицина. 2020; 6(3):67-75. <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-3-67-75>

4. Schumann S, Kaiser A, Nicoletti F, Mangano K, Fagone P, van Wijk E, Yan Y, Schulz P, Ludescher B, Niedermaier M, von Wegerer J, Rauch P, Setz C, Schubert U, Brysch W. Immune-Modulating Drug MP1032 with SARS-CoV-2 Antiviral Activity In Vitro: A potential Multi-Target Approach for Prevention and Early Intervention Treatment of COVID-19. International Journal of Molecular Sciences. 2020; 21(22):8803. <https://doi.org/10.3390/ijms21228803>

### **АКТУАЛЬНОСТЬ ОПЫТА ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ ПРИ ОКАЗАНИИ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ОБЫЧНЫМИ ВИДАМИ ОРУЖИЯ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ**

*В.А. Мурынин, А.А. Зубарев,  
г. Севастополь, ФГБУ «1472  
Военно-морской клинический  
госпиталь» Минобороны России*

С первых дней войны медицинская служба испытывала серьезные трудности, ощущался резкий дефицит в средствах, не хватало кадров.

Большие потери несла медицинская служба непосредственно на поле боя. Во время войны погибли или пропали без вести более 85 тысяч медиков. Из них 5 тысяч

врачей, 9 тысяч средних медицинских работников, 23 тысячи санитарных инструкторов, 48 тысяч санитаров и санитаров-носильщиков.

Борьба за жизнь раненого начиналась сразу после ранения, непосредственно на поле боя. Весь медицинский персонал ясно осознавал, что главной причиной гибели раненых на поле боя, помимо несовместимых с жизнью травм, являются шок и кровопотеря. При решении этой проблемы важнейшим условием успеха были сроки и качество оказания первой медицинской помощи, первой врачебной и квалифицированной медицинской помощи.

Группой военных медиков под руководством Е.И. Смирнова, который являлся главным хирургом Севастопольского морского госпиталя, в первые месяцы войны, в период тяжелых оборонительных боев Севастополя, отработывалась четкая организация работы всех военных медиков – рациональное расположение госпиталей и медсанбатов Севастопольского оборонительного района, правильный выбор путей эвакуации, применение обоснованных методов лечения.

Основными задачами медико-санитарной службы Севастопольского оборонительного района в 1941 – 1942 годах являлись в первую очередь приближение первых этапов медицинской помощи к линии обороны, улучшение качества и времени эвакуации раненых с использованием автотракторной техники, развертывание медицинских подразделений ближе к передовому району, усиление медсанбатов и медицинских рот опытными специалистами – хирургами, травматологами. А также организацией эвакуации в глубокий тыл с использованием военно-санитарных поездов сухопутным путем и морским путем с использованием морских санитарных транспортов.

С первых дней войны Севастопольский военно-морской госпиталь перестроился на военный лад:

в помещении второго терапевтического отделения на 70 коек развернуто приемно-сортировочное отделение. По своему устройству и близости к госпитальному причалу, это помещение более всего подходило к такому переоснащению;

помещения инфекционного отделения, занимавшее 2 крупных здания на 225 коек перепрофилировано в третье хирургическое отделение для легко раненных на 150 коек и хирургический изолятор на 75 коек;

половина кожно-венерического отделения преобразована в четвертое хирургическое отделение со своей операционной и перевязочной.

В результате всех мероприятий на 1 сентября 1941 года госпиталь был развернут на 761 койку, из них: хирургических 495, терапевтических 115, нервных и психиатрических 51, кожных 25, инфекционных 75. [1]

Штат госпиталя на военное время не изменился. Начсостав перешел на казарменное положение. Пришлось открыть еще одно приемно-сортировочное отделение (ПСО) на пристани артиллерийских мастерских. Каждое ПСО могло пропустить через себя до 120 раненых за сутки.

1 июля госпиталь получил первую партию раненых, пострадавших на миноносце «Быстрый», подорвавшимся на mine при выходе из рейда [2]. После сильного разрушительного взрыва оказывать медицинскую помощь было невозможно. И поэтому, с необработанными ранами, многие только в трусах, облитые нефтью, раненые переносились из катеров в ПСО. Госпиталь очень быстро, в течение не более нескольких минут, организовал работу ПСО. Поступило вначале 93 человека, а затем еще 16 человек. Это было первое боевое крещение госпиталя [3].

Заполняемость госпиталя боевыми травмами в дальнейшем шла чрезвычайно неравномерно, каждый месяц с возрастанием. В октябре число фактически занятых коек доходило до 1200. Приходилось ставить койки в коридорах, физиолечебнице, читальне [4].

Всего только через Главный госпиталь, за период с 22 июня по 5 ноября 1941 года, прошло более 9000 человек больных и раненых. [5]

Массовые приемы в октябре были частыми, заполняемость доходила до 1800 коек. В первых числах ноября госпиталь фактически выполнял функции передового пункта медицинской помощи, непосредственно получал раненых с передовых сухопутных позиций на подступах Севастополя. Раненые поступали почти непрерывно через госпитальную пристань и через главные ворота [6].

В этот достаточно напряженный период госпиталь играл, с точки зрения санитарной тактики, самую разнообразную роль: он представлял собою высококвалифицированное, стационарное лечебное учреждение для главной базы флота со всеми видами медицинской помощи, он служил так же эвакуогоспиталем для районов военных действий. Он был, зачастую, так же передовым пунктом медицинской помощи.

Госпиталь работал в Севастополе до вечера 5 ноября. На следующий день 6 ноября в 17 часов «Армения» с больными, ранеными, сотрудниками госпиталя вышла из Севастополя навстречу гибели. Несмотря на столь краткий период работы Севастопольского морского госпиталя, опыт его оказания медицинской помощи защитникам Севастополя для нас бесценен.

Необходимо так же помнить и об опыте медицинского обеспечения ограниченного контингента советских войск в Республике Афганистан. Он показал, что необходимо техническое переоснащение медицинской службы современными средствами эвакуации. И прежде всего, оснащение медицинской службы достаточным количеством санитарных самолётов и вертолётов.

Таким образом, используя опыт медико-санитарной службы Черноморского флота в период обороны Севастополя 1941-1942 годов и опыт медицинского обеспечения ограниченного контингента советских войск в Республике Афганистан, мы ставим во главу угла медицинского обеспечения сил Специальной военной операции, следующие позиции:

приближение этапов оказания медицинской помощи к передовому району боевых действий, развертывая в полевых условиях с использованием маскирующих

свойств местности в палатках или приспособленных зданиях медицинские роты, отдельные медицинские батальоны, медицинские отряды специального назначения или подвижные медицинские группы этих подразделений;

расширение объемов оперативных вмешательств в развернутых медицинских подразделениях в полевых условиях, с оказанием в том числе квалифицированной медицинской помощи;

усиление развернутых медицинских подразделений опытными врачами специалистами, такими как хирурги, анестезиологи-реаниматологи, травматологи, неврологи;

расширение возможностей санитарной эвакуации из медицинских подразделений развернутых в полевых условиях, после оказания необходимого объема медицинской помощи, в том числе переоборудовав автобусы ПАЗ с использованием комплектов типового санитарного оборудования с возможностью одномоментной эвакуации одним автобусом до 8 лежачих раненых; с использованием вертолетного транспорта, оснатив их модулем медицинским вертолетным, с возможностью одномоментной эвакуации до 4 лежачих раненых из них двое на аппарате искусственной вентиляции легких и до 10 сидячих раненых;

использование сформированных санитарно-эвакуационных поездов, с целью эвакуации раненых после оказания специализированной медицинской помощи из военных госпиталей, дислоцированных в приграничных к месту проведения специальной военной операции районах, с целью своевременного освобождения кочного фонда, с возможностью одномоментной эвакуации до 400 раненых;

использование самолетов транспортной авиации на базе ИЛ-76, оснатив их модулями медицинскими самолетными, для эвакуации раненых находящихся в тяжелом состоянии, после оказания специализированной медицинской помощи в главные и центральные госпитали, с возможностью одномоментной эвакуации до 90 раненых, из них до 45 лежачих и до 8 раненых на аппаратах искусственной вентиляции легких;

применение морского санитарного транспорта для эвакуации раненых на дальнейший этап оказания медицинской помощи, на базе плавмастерской, усилив команду врачами специалистами, с возможностью одномоментной эвакуации до 100 раненых [7].

С учетом вышеизложенного необходимо отметить, что принятая и используемая в настоящее время система оказания медицинской помощи показывает свою эффективность и ее дальнейшее совершенствование будет осуществляться в зависимости от применяемых вооружений и развития промышленности страны.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Центральный архив Министерства обороны России Филиал военно-медицинских документов (ЦАМО ФМД) фонд 5695, опись 51880, дело 2, лист 28.
2. ЦАМО ФМД фонд 5695, опись 51880, дело 2, лист 36.
3. ЦАМО ФМД фонд 5695, опись 51880, дело 2, лист 37.
4. ЦАМО ФМД фонд 5695, опись 51880, дело 2, лист 38.



5. ЦАМО ФМД фонд 5695, опись 51880, дело 2, лист 38.

6. ЦАМО ФМД фонд 5695, опись 51880, дело 2, лист 39.

7. С.В. Кульнев и др. Развитие систем оказания медицинской помощи раненым, больным и пострадавшим в военных конфликтах прошлого и настоящего. Вестник Российской Военно-Медицинской Академии 4 (64), СПб 2018 с. 174.

## **МЕДИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНЫХ МОРСКИХ ПОХОДОВ**

*А.Т. Тягнерев, Д.В. Ковлен,  
Э.Н. Безкишкий,  
г. Санкт-Петербург, ВИ ДПО  
ВУНЦ ВМФ «ВМА», ВМедА  
имени С.М. Кирова,  
ГУМФР им. С.О. Макарова*

Актуальность проблемы сохранения и укрепления здоровья специалистов плавсостава в настоящее время приобретает особую роль. Вектор активизации морской деятельности задан в Морской доктрине Российской Федерации. В ее новую редакцию впервые в истории включен раздел «Медико-санитарное обеспечение морской деятельности», а одним из приоритетных направлений совершенствования последней обозначено развитие системы медико-психологической реабилитации (МПР) моряков, обеспечивающей профилактику заболеваний и улучшение качества их жизни [2].

МПР – это комплекс медицинских и психологических мероприятий, направленных на коррекцию возникших психофизиологических нарушений у военнослужащих после выполнения ими специальных задач. Как следует из определения, МПР применима только по отношению к военнослужащим, что отражено в руководящих документах. Однако обновленная редакция Морской доктрины задает вектор направления совершенствования системы медико-санитарного обеспечения морской деятельности в части распространения данного вида медицинского обеспечения на гражданскую составляющую морского потенциала. Безусловно, это требует разработки соответствующей законодательной базы и руководящих документов различных уровней.

МПР входит в систему санаторно-курортного обеспечения и проводится бесплатно. В соответствии с приказом МО РФ от 27.12.2017 №815 граждане имеют право на бесплатный проезд к местам проведения реабилитационных отпусков и обратно. Перечень категорий лиц, подлежащих реабилитации, показания и ее продолжительность, а также общий порядок проведения определены приказом Министра обороны Российской Федерации от 27.01.2017 №60 [3]. Сама процедура МПР проводится в соответствии со «Стандартами медико-психологической реабилитации».

Приказ уделяет отдельное внимание специалистам плавсостава. Так, в подпунктах «в», «г», «д», «р», «т» приложения №1 к приказу, правом на МПР обладают специалисты с привязкой к временному критерию выполнения

конкретных задач плавания и службы. На наш взгляд указанные временные критерии являются не совсем корректными, поскольку развитие показаний к проведению мероприятий медико-психологической коррекции профессиональной работоспособности может наступать в более ранние сроки исполнения обязанностей службы в условиях плавания и местностях с неблагоприятными климатическими условиями [3].

Отдельного внимания заслуживает категория лиц плавсостава, привлекаемая к выходам в море на строящихся кораблях. Как показали результаты исследований у данной категории лиц не достигался устойчивый уровень работоспособности, отражающий формирование первичных адаптивных перестроек в организме при длительном рабочем цикле. Это обусловлено значительно худшими условиями обитаемости строящихся кораблей на этапах испытаний. Кроме того, у данной категории отмечено замедление восстановительных процессов в организме в послепоходовом периоде в сравнении со специалистами действующих кораблей. В этой связи особого внимания со стороны медицинской службы заслуживает категория лиц, привлекаемая к проверкам новых и ремонтируемых кораблей, поскольку у них в первую очередь могут истощаться физиологические резервы и наблюдаться признаки утомления, вплоть до астении [1].

Следовательно, требуется уточнение категорий специалистов, имеющих право на проведение МПР после выполнения задач плавания в меньшие сроки, чем оговоренные в приказе МО РФ №60.

Поскольку выполнение работ в условиях плавания осуществляют не только военнослужащие, но и гражданские специалисты, целесообразно внедрить процедуру МПР для данного контингента с целью продления их профессионального долголетия.

Саму МПР целесообразно осуществлять персонализировано, основываясь на данных контроля исходного уровня функционального состояния организма. Как показали исследования, подобный подход позволяет, сократить среднее и общее количество процедур при МПР, улучшая при этом ее эффективность и снижая общие затраты на ее проведение.

В результате проведенного нами анализа были сделаны следующие выводы:

1. В настоящее время термин МПР применим только в отношении военнослужащих, при этом обновленная редакция Морской доктрины РФ распространяет его на гражданскую составляющую морского потенциала, что требует переработки соответствующей законодательной базы и разработки руководящих документов по проведению МПР у гражданских специалистов.

2. Профессиональную деятельность в условиях плавания осуществляют не только военнослужащие, но и гражданские специалисты. Целесообразно внедрить процедуру МПР для данного контингента с целью продления их профессионального долголетия.

3. В связи с распространением понятия МПР на гражданскую составляющую морского потенциала Российской Федерации следует законодательно выделить данную процедуру в отдельный вид медицинского обеспечения.

4. У лиц, привлекаемых к выходам в море на кораблях, показания для проведения МПР могут возникать в более ранние сроки, чем 30 и 60 суток и не всегда связаны с местом постоянного прохождения службы, в особенности это актуально для моряков строящихся кораблей, осуществляющих свою деятельность в измененных условиях обитаемости.

5. Следует внедрить комплексную процедуру исследования и оценки исходного и периодического уровня физиологических резервов организма. Полученные данные целесообразно использовать для выявления лиц с признаками снижения адаптационных возможностей организма и профессиональной работоспособности с целью принятия своевременных управленческих решений.

6. Для продления профессионального долголетия процедуру МПР как военнослужащих, так и гражданских специалистов, следует выполнять персонализировано с учетом индивидуальных особенностей организма, специфики выполняемых задач по занимаемой должности, а также других особенностей факторов военного или иного труда.

7. Необходимо внедрить этапную систему МПР, предусматривающую диагностику и осуществления мероприятий по ранней коррекции отклонений функционального состояния у членов экипажа непосредственно в походе.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванов А.О., Тягнерев А.Т., Безкишкий Э.Н., Иодис А.А. Особенности функционального состояния и работоспособности экипажей строящихся кораблей на этапе выходов в море // Морская медицина. – 2017. – Т. 3, № 3. – С. 70–77.

2. Об утверждении Морской доктрины Российской Федерации: указ Президента РФ от 31.07.2022 №512 // СЗ РФ. №31.01.08.2022. ст. 5699.

3. О медико-психологической реабилитации: приказ Министра обороны Российской Федерации от 27.01.2017 №60 // Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravo.gov.ru>.

4. Тришкин, Д.В. Организационные основы совершенствования медицинской реабилитации в санаторно-курортных организациях Вооруженных Сил / Тришкин Д.В., Долгих С.В., Мерзликин А.В., Коваленко А.В., Воронин С.В. // Военно-медицинский журнал. – 2017. – Т. 338, № 3. – С. 4–14.

## ЦИФРОВЫЕ ДАННЫЕ – ПЕРСПЕКТИВА МОРСКОЙ МЕДИЦИНЫ?

*Д.А. Суров, М.С. Коржук,  
Р.В. Еселевич, В.Г. Гребеньков,  
г. Санкт-Петербург, ВМедА им.  
С.М.Кирова;  
В.М. Иванов,  
г. Санкт-Петербург, ГТУ им. Петра  
Великого,  
В.А. Акулинин,  
г. Омск, ОмГМУ;  
В.М. Коржук,  
г. Санкт-Петербург, НИУ ИТМО;  
И.С. Лепетинский,  
г. Москва, «Морспасслужба»*

Введение. Цифровизация медицины осуществляется с 2019 по 2024 гг. в соответствии с Федеральным проектом. Основным продуктом должно стать создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения. Компонентами продукта намечены информационная система, рабочие места, связь, электронные сервисы. В 2021 г. в проект добавлены «Умное здравоохранение», онлайн-сервисы для врачей и пациентов. Морская доктрина РФ (2022) декларировала обеспечение объектов морской деятельности современной медицинской техникой и имуществом; перспективные медицинские разработки в интересах морской медицины; робототехнику для морского здравоохранения и др. новые и перспективные технологии. Подчеркивается необходимость нового, более эффективного уровня взаимодействия медицины с пациентами. Будут реализованы направленность работы врача на пациента, особенно важная при ограниченности ресурсов, содействие врачу в сборе, анализе медицинских данных, в принятии решений. Пациенту будет обеспечена повышенная эффективность и безопасность медицинской помощи. Стратегическое направление – более эффективное обращение с медицинскими данными. Вместе с тем, метацелью цифровизации медицины следует считать цифровое моделирование диагностики, лечения, исхода на основе взаимодействия цифровых моделей пациента, заболевания или травмы, лечебного воздействия.

Морская медицина крайне неоднородна в части обеспеченности ресурсами. Для профилактического, планового звеньев существует относительная достаточность, в то время как для неотложного – резко выраженная ограниченность ресурсов. Под ресурсами понимаются время, силы и средства, данные. Таким образом, как трактовка термина «цифровые медицинские данные» (ЦМД), так и вопросы характеристики их на современном этапе являются актуальными.

Основная часть. Согласно нормативным документам, данные – это информация в форме, приемлемой для общения, интерпретации или обработки человеком или с помощью автоматических средств [ISO/IEC 2382:2015(en) Information technology –

Vocabulary // ISO]. «Информация – сведения (сообщения, данные) независимо от формы их представления» [«Федеральный закон Российской Федерации от 27 июля 2006 г. № 149 ФЗ Об информации, технологиях и о защите информации»]. В процесс передачи (или приёма) информации включены, как правило, 4 компонента: 1) источник; 2) форма/оболочка/природа/порция информации (данные); 3) путь/механизм передачи; 4) приемник.

Рассмотрение характеристик ЦМД согласно приведённой выше структуре – источник, носитель/форма/природа/порция информации, путь/механизм её передачи и приёмник, а также анализ актуального состояния разработки этих свойств в медицине с учетом достижений других областей современной науки и техники и стали задачами этой публикации.

Источниками ЦМД могут выступать: 1) пациент/сопровождающие; 2) медицинский персонал; 3) медицинское оборудование и приборы.

Рассматривая источник «Пациент/Сопровождающие», следует указать следующее. Свойства, влияющие на качество и количество ЦМД: 1) общий культурно-образовательный уровень; 2) медицинская эрудиция; 3) коммуникационная способность; 4) искренность; 5) комплайнс и др. Формы данных, доступные для получения: 1) вербальные: а) аудиозапись, б) распознавание речи, сохранение в виде авторского текста в) распознавание смысла, сохранение в виде стандартизованного текста [1]; 2) невербальные (поза, жесты, выражение лица, интонации): а) видеозапись, б) видеоанализ, в) видеопаттерн [2]. Варианты получения данных: 1) пассивный (авторское повествование), точен, но отличается сложностью стандартизации; 2) активный (анкеты, опросники и др.), отличается легкостью автоматизации, простотой стандартизации, обладает большой погрешностью; 3) сочетание.

Характеристика источника «Персонал». Свойства, влияющие на качество и количество ЦМД: 1) квалификация; 2) профиль; 3) профессиональная эрудиция и др. Формы данных: 1) вербальные: а) аудиозапись, б) АРМ врача, в) распознавание речи, сохранение в виде авторского текста, г) распознавание смысла, сохранение в виде стандартизованного текста [1]; 2) невербальные (осмотр, пальпация, перкуссия, аускультация, специальные физикальные методы исследования (влагалищное, ректальное, пахового канала и пр.), инструментальные мануальные исследования, запах и т.д.) а) обработка словесного представления б) прямое невербально-цифровое преобразование (распознавание изображения, пальпаторно-цифровой преобразователь, перкуторно-цифровой преобразователь, аускультативно-цифровой преобразователь [3]) .

Характеристика источника «Оборудование и приборы». Свойства, влияющие на качество и количество ЦМД: 1) разрешающая способность; 2) адекватность управления; 3) адекватность применения 4) физическое и моральное старение. Варианты получения данных: 1) Стандартный, характеризуется простотой и быстротой, 2) операторский, персонифицированный. Формы данных: 1) цифровые;

2) аналоговые; 3) цифровое представление аналоговых данных; 4) врачебные заключения.

Природа ЦМД разнообразна. Они могут быть визуальными, в т.ч. видеоэндоскопическими, аудиальными, кинестетическими, в т.ч. – пальпаторными, вербальными, ольфакторными, лабораторными (биохимическими, клиническими, генетическими, иммунологическими и т.д.), электрофизиологическими, биофизическими (давление, скорость, вязкость и др.), интроскопическими (УЗИ, КТ, МРТ и др.).

Структура ЦМД включает данные об субъекте (медицинская организация, персонал), об объекте (пациент), о предмете (заболевании, травме, медицинских вмешательствах, их результатах), средства обеспечения непрерывности в пространстве и времени.

Следует упомянуть и о гносеологических категориях ЦМД. Это – контекст-целостность, абсолютность-относительность-условность, допустимость, атрибутивность-относимость, точность-приблизительность (нечеткость), актуальность-своевременность.

Крайне актуальным для морской медицины является путь и механизм передачи ЦМД. Для береговых баз и в пределах отдельно взятого объекта морской деятельности современные информационно-коммуникационные технологии обеспечивают широкий ряд возможностей, но вопрос обеспечения устойчивого скоростного канала связи центра с объектом в дальней океанской зоне далек от окончательного решения.

Следует перечислить характеристики приемника, влияющие на качество приема данных: 1) квалификация; 2) профиль; 3) должность/позиция; 4) профессиональная и общая эрудиция; 5) комплайнс и др. Варианты обращения с ЦМД даже на сегодняшний день широки: сбор, накопление, хранение, защита, восстановление, анализ, синтез, моделирование, прогнозирование, реагирование, интеграция, объединение, сортировка, оценка, управление, передача, обмен и т.д.

При анализе современного состояния цифровизации медицины, и морской – в частности, обращают на себя внимание ряд проблем: слабая связь ИКТ и медицины в целом; малое внимание автоматизации получения данных; низкая степень сохранения первоисточника данных; недостаточность средств и алгоритмов стандартизации; низкий комплайнс потенциальных участников; кадровый голод. Главная проблема, по нашему мнению, – слабость законодательной базы. Профессиональный стандарт специалиста, удовлетворяющего по своим трудовым функциям потребностям цифровизации медицины, отсутствует.

Пути решения поименованных проблем следующие: осознание реалий; признание направления деятельности; консолидация энтузиастов; грантовая деятельность; публикации по проблеме; укрепление прямых и обратных связей производственных, медицинских и образовательных организаций; додипломная и последипломная подготовка кадров, разработка отечественных компьютеризированных медицинских изделий и технологий.

Примерами реальности решения проблем является работа ряда творческих коллективов и предприятий [1, 2, 3, 4, 5].

Таким образом, именно морская медицина, в силу своих особенностей, может стать ледоколом на фарватере цифровизации Российского здравоохранения.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <https://www.speechpro.ru/product/programmy-dlya-raspoznavaniya-rechi-v-tekst/voice2med>
2. Аксенов А.Ю. Методология видеоанализа в диагностике нарушений локомоторной функции у детей с церебральным параличом при использовании ограниченного числа светоотражающих камер (Обзор литературы) / А.Ю. Аксенов, Г. Хит, Т.А. Клишковская, Т.И. Долганова // Гений ортопедии. – 2019. – Т. 25. № 1. – С.102-110.
3. <https://npfmeridian.ru/products/med/spiritus-meridian/>
4. Хасанов А.Р. Плевральная манометрия при лечебном торакоцентезе как средство определения предикторов нежелательного исхода у пациентов с синдромом плеврального выпота / А.Р. Хасанов, М.С. Коржук, К.Г. Безмозгин, О.О. Жукова, А.А. Кинзерский // Новости хирургии. – 2019. – Т.27. № 1. – С. 26-34.
5. Ivanov V.M. Practical application of augmented/mixed reality technologies in surgery of abdominal cancer patients/ V.M. Ivanov, A.M. Krivtsov, S.V. Strelkov, A.Yu. Smirnov, R.Yu. Shipov, V.G. Grebenkov, V.N. Rumyantsev, D.A. Surov, M.S. Korzhuk, I.S. Gheleznyak, V.S. Koskin // Journal of Imaging. – 2022. – Т. 8. № 7.

### **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГИГИЕНИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ И САНИТАРНОГО ПРОСВЕЩЕНИЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

*А.С. Дыбин,*  
г. Северодвинск, в/ч 69008-2

Введение. Проведение мероприятий по гигиеническому воспитанию и санитарному просвещению являются первоочередными в системе профилактики заболеваний военнослужащих. Легендарные российские адмиралы Ф.Ф. Ушаков, П.С. Нахимов, и др. осознавали важность обучения военных моряков основным гигиеническим навыкам [1, 2].

Анализ научной литературы позволил сформулировать такие проблемы современной системы гигиенического воспитания и просвещения военнослужащих как: низкий уровень гигиенического воспитания подрастающего поколения [3], паттерналистский подход к охране здоровья военнослужащих [4], отсутствие в военных образовательных учреждениях (ВОУ) системы гигиенического воспитания и санитарного просвещения, как было в Российской армии до 1917 года [5], отсутствие актуальных методических пособий для проведения занятий в системе гигиенического воспитания военнослужащих [5, 6], а в документах, регламентирующих медицинское снабжение отсутствует номенклатура средств

наглядной агитации для санитарного просвещения, нет единой общедоступной информационной базы знаний и материалов.

**Материалы и методы.** В исследовании были использованы аналитический, экспериментальный и статистический методы. В феврале-апреле 2022 года было проведено медико-социальное исследование, посвященное изучению вопросов гигиенического воспитания и санитарного просвещения военнослужащих в условиях Арктического региона. Местом исследования послужила Беломорская военно-морская база. Объем выборочной совокупности составил 352 человека. Структура респондентов в зависимости от воинского звания соответствовала генеральной совокупности. Средний возраст опрошенных составил 35 лет (95 % ДИ: 34,41-36,01).

**Результаты и обсуждение.** На вопрос о том, знают ли респонденты наиболее распространенные заболевания в регионе среди военнослужащих утвердительно ответил лишь каждый третий опрошенный (35,8 %, n=126). Причины возникновения наиболее распространенных заболеваний среди военнослужащих были не важны для 39,8 % респондентов (n=140). Также был задан вопрос об актуальности информации о мерах профилактики и лечения наиболее распространенных заболеваний среди военнослужащих в регионе. Не важной для себя информацию о профилактике посчитали 33,0 % опрошенных (n=116). Полученные результаты свидетельствуют о недостаточной эффективности мероприятий по популяризации гигиенических знаний. Помимо этого, низкий уровень заинтересованности военнослужащих в знаниях свидетельствует об отсутствии у них достаточной мотивации к обучению. В связи с этим, в качестве одного из перспективных направлений развития системы гигиенического воспитания необходимо рассмотреть использование ресурсов и достижений современного маркетинга для повышения мотивации военнослужащих и их эмоциональной заинтересованности.

В результате опроса о частоте занятий по гигиеническому воспитанию более половины респондентов сообщили о частоте занятий 1 раз в месяц и реже (55,9 %, n=196), 44,1 % отметили проведение занятий 1 раз в неделю и чаще (n=156). Поиск возможных причин, почему занятия в системе гигиенического воспитания более чем с половиной опрошенных военнослужащих проводятся один раз в месяц и реже показал, что наставления, руководства и правила подготовки медицинской службы предписывают проведение занятий по гигиеническому воспитанию военнослужащих лишь в общих чертах, конкретный перечень тем отсутствует, так же, как и критерии оценки эффективности работы в данной системе. Соответственно, отсутствует расписание занятий по данной тематике в указаниях главных специалистов, а значит и нет оснований для включения их в план боевой подготовки на период обучения.

Опрошенным было предложено выбрать наиболее оптимальный для них способ доведения информации по профилактике заболеваний, наиболее популярными оказались лекционный формат (33,8 %, n=119) и интернет-сайт (31,3 %, n=110). Учитывая, что руководящими документами предписаны два



основных формата – лекция и санитарный бюллетень, последний из них оказался одним из наименее удобных (8,8 %, n=31). Использование мобильного телефона также оказалось невостребованным (4,3 %, n=15). Учитывая повышенный интерес военнослужащих к интернет-сайтам, необходимо использовать возможности научных рот, имеющих в своем составе талантливых программистов и веб-дизайнеров, для создания необходимых интернет-ресурсов.

Одним из перспективных направлений развития Вооруженных Сил Российской Федерации является разработка цифровой экосистемы, которую военнослужащие смогут использовать ежедневно. Специализированные смартфоны и внутриведомственная сотовая связь, носимая электроника, отслеживающая показатели здоровья военнослужащих, электронные медицинские книжки и единая информационная база дают огромные возможности по совершенствованию системы управления и обучения военнослужащих.

Разработка новых образцов интерактивных технических средств агитации позволит вывести процесс гигиенического воспитания и санитарного просвещения военнослужащих на новый уровень, что является особо актуальным в условиях дальних морских походов.

Также необходимо возвращение в ВОУ курсов по военной гигиене для обучения курсантов необходимым знаниям по профилактике заболеваний у военнослужащих, которые затем могут применяться на практике в войсках и на флоте.

Создание специальных программ и методических пособий по снижению неблагоприятного воздействия вредных факторов, характерных для отдельных военно-учетных специальностей позволит конкретизировать профилактические мероприятия для каждого специалиста.

Выводы. Система гигиенического воспитания и санитарного просвещения военнослужащих имеет обширные перспективы для дальнейшего развития, что позволит увеличить эффективность профилактических мероприятий в ходе медицинского обеспечения и продлить профессиональное долголетие воинских специалистов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кузнецов, С.М. Санитарное просвещение и гигиеническое воспитание населения на этапах становления и развития Российского государства (Часть1) / С.М, Кузнецов, В.А. Майдан, А.А. Шишлин, М.А. Бокарев, А.В. Майдан // Профилактическая и клиническая медицина. –2015.– № 3(56). – С. 78–87.

2. Мосягин, И.Г. Роль русских адмиралов в сохранении здоровья моряков Российского флота / И.Г. Мосягин, О.К. Бумай. – Спб: Балтийский образовательный центр, 2021. 88 с. – ISBN 978-5-6045822-1-3

3. Согияйнен, А.А. Научно-методическое обоснование совершенствования медицинского обеспечения граждан призывного возраста в Российской Федерации: дисс. уч. ст. д.м.н.: 14.02.03: защищена 25.06.2020: утв. 03.07.2020 / Согияйнен Александр Алексеевич. – М., 2020. – 313 с.

4. Жолус, Б.И. Совершенствование правовых основ охраны жизни и здоровья военнослужащих // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2018. – № 1(61). – С. 173-177.

5. Шишлин, А.А. Основные направления совершенствования гигиенического воспитания военнослужащих в системе формирования здорового образа жизни / А.А. Шишлин // Вестник Российской Военно-медицинской академии. –2015. – №2(50). – С. 184-188.

6. Жолус, Б.И. Развитие системы гигиенического обучения и воспитания личного состава в Вооруженных Силах / Б.И. Жолус, А.Ю. Зеткин, А.С. Кучеров, В.С. Поляков, В.Н. Реммер // Военно-медицинский журнал. – 2021. –№6. – С. 43-52.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ДЫХАТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ**

*А.О. Иванов, В.А. Петров,  
А.В. Киндзерский, Я.В. Куданов,  
И.В. Майоров, Н.А. Моргунов,  
В.В. Петров,  
г. Санкт-Петербург, НИИ  
ГЕРОПРО;  
А.М. Носов,  
г. Санкт-Петербург, Военно-  
медицинская академия им. С. М.  
Кирова;  
А.А. Танова, Д.В. Сафонов,  
А.В. Степанов,  
г. Ростов-на-Дону, ФГБОУ ВО  
РОСТГМУ*

Введение. Разработка способов, лекарственных средств и устройств для стабилизации и длительного поддержания жизнеспособности человека при массивной кровопотере, остром нарушении мозгового и коронарного кровообращения на догоспитальном этапе является актуальной проблемой, одним из вариантов решения которой может явиться внедрение искусственных газовых смесей с повышенным содержанием инертных газов (ИГС) для дыхания, обладающих общими антигипоксическими, цитопротективными и другими терапевтическими эффектами.

Цель проведенных исследований – исследование свойств и лечебных эффектов смесей газов, содержащих кислород, аргон, ксенон и криптон в повышенных концентрациях.

Используемые методы

Для выявления возможных токсических свойств и местно-раздражающего действия ИГС были выполнены экспериментальные исследования по правилам GLP на лабораторных животных (крысах и хорьках). Животные находились в камере с ИГС в течение 14 (28) суток по 120 (240) минут ежедневно.

Исследование терапевтических эффектов ИГС при кровопотере проведено на крысах (n=36), кроликах (n=18) и свиньях (n=15). После моделирования кровопотери животные делились на контрольную и экспериментальную группы, в которых сравнивалось течение патологического процесса в условиях обычного атмосферного воздуха, классической нормобарической кислородотерапии и дыхания ИГС. Во всех случаях моделировалась 45 – 50 % потеря ОЦК.

Исследования противоишемических эффектов ИГС выполнено на крысах (n=60; n=72) и кроликах (n=18) путем моделирования ишемии сердца или ОНМК. Во всех случаях по 50 % животных после моделирования ишемии случайным образом распределялись в контрольную и экспериментальную группы, в которых сравнивалось течение патологического процесса в камере с составом среды, моделирующей традиционную кислородотерапию (контрольная группа), и камере с ИГС (экспериментальная группа). Длительность нахождения животных обеих групп в камере составляла 4 – 4,5 часа.

#### Результаты исследований

Результаты исследований по оценке возможного токсического и местнораздражающего влияния ИГС в проверяемых режимах показали отсутствие нежелательных лекарственных реакций у обоих видов животных. Все изменения лабораторно-биохимических, патоморфологических и иных показателей экспериментальных животных находились в рамках «норм реакции» (за исключением единичных артефактов).

В результате моделирования летальной кровопотери у кроликов выживаемость при нахождении животных в исследуемой ИГС с повышенным содержанием кислорода, аргона и ксенона составила 100 %, при этом в группе контроля – 37,5 %. После окончания действия ИГС выживаемость в исследуемой группе за период наблюдения 24 часа составила 66,6 %, при этом в контрольной группе выживаемость составила 25 %.

При моделировании летальной кровопотери у свиней и обеспечении их дыхания ИГС с повышенным содержанием аргона, ксенона и криптона выжили все экспериментальные животные. Выживаемость в контрольной группе, где использовалась терапия 100 %-ным кислородом, составила 83 %. Также, при использовании ИГС обнаружен статистически значимо более низкий уровень лактата в крови в постгеморрагическом периоде, а также тенденции к более стабильным показателям кислотно-основного состояния крови.

Моделирование ОНМК у кроликов выполнялось перевязкой сонных артерий и последующим отбором из них крови, что позволило наблюдать параллельно развивающиеся патологические процессы в виде ОНМК (церебральный инсульт) и системной гемической гипоксии. В результате проведенных исследований установлено, что, несмотря на отсутствие межгрупповых различий по смертности, зафиксированны существенно лучшие функциональные показатели у кроликов, находившихся в исследуемой смеси газов. По результатам КТ головного мозга и

патоморфологии установлено, что ИГС обеспечивает снижение объема и степени тяжести повреждения мозговых структур.

По результатам экспериментов с моделированием ишемических повреждений в сердце и головном мозге у крыс установлено, что посткондиционирование путем помещения животных в ИГС с повышенным содержанием кислорода, аргона и ксенона сопровождалось улучшением клинического состояния животных, что отразилось в снижении встречаемости «вынужденного положения тела», дефекации, а также в более быстром восстановлении после наркоза в сравнении с группами, получавшими стандартную кислородотерапию.

**Выводы:**

Результаты проведенных доклинических исследований показали отсутствие токсических и местнораздражающих эффектов ИГС, что позволяет перейти к клиническим исследованиям безопасности и эффективности ИГС.

Использование для дыхания ИГС при острой массивной кровопотере у экспериментальных животных показало меньшие изменения кислотно-щелочного баланса в сравнении с обычной кислородотерапией, снижению количества летальных исходов, длительное поддержание жизнеспособности.

В результате проведенных исследований при моделировании ишемических нарушений в сердце и головном мозге установлены выраженные антигипоксические, кардио- и нейропротекторные эффекты, а также признаки анальгетического и анксиолитического эффекта.

Результаты выполненных доклинических исследований позволяют перейти к планированию клинических исследований с целью создания лекарственного препарата медицинского газа и устройств для эффективного поддержания жизни и терапии на доклиническом и клиническом этапах.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Отчёт о НИР «Изучение токсических свойств и местнораздражающего действия смеси ИГС №1 (O<sub>2</sub>+Ar+Xe) на крысах при многократном применении с периодом отсроченного наблюдения», УДК 615.076.9: 615.458, код исследования: 5.28/20, АО «НПО «Дом Фармации».

2. Отчёт о НИР «Изучение токсических свойств, местнораздражающего действия и фармакологической безопасности искусственной газовой смеси ИГС №1 (O<sub>2</sub>+Ar+Xe) на хорьках при многократном применении с периодом отсроченного наблюдения», УДК 615.076.9: 615.458, код исследования: 2.58/20, АО «НПО «Дом Фармации».

3. Отчёт о НИР «Оценка лечебной эффективности искусственных газовых смесей ИГС №1 (O<sub>2</sub>+Ar+Xe) и ИГС №2к (O<sub>2</sub>+N<sub>2</sub>) на модели ишемического повреждения головного мозга у крыс» (УДК 615.076.9: 615.458, код исследования: 4.28/20, АО «НПО «Дом Фармации».

4. Отчёт о НИР «Исследование протективной активности нормобарической дыхательной смеси газов с повышенным содержанием инертных газов на модели летальной кровопотери у кроликов». Отчёт по НИР на базе ФГБУ «НИИ гриппа им. А.А. Смородинцева» Минздрава России, уч. № НИР-ЛХТ-СА-004/2021.

5. Отчёт о НИР «Исследование протективной эффективности нормобарической дыхательной смеси газов с повышенным содержанием инертных газов на модели ишемического инсульта у кроликов», на базе ФГБУ «НИИ гриппа им. А.А. Смородинцева» Минздрава России, уч. № НИР-ЛХТ-СА-009/2021.

## **«ДИСБАРОГЕННАЯ ОСТЕОАРТРОПАТИЯ» КАК ОТРАЖЕНИЕ СЛЕДОВЫХ СИСТЕМНЫХ ПРОЦЕССОВ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ НА ПРЕДЕЛЬНЫХ ГЛУБИНАХ: РОЛЬ ВОСПАЛЕНИЯ**

*А.В. Чумаков,*  
г. Санкт-Петербург, ФГБВОУ ВО  
«Военно-медицинская академия  
имени С.М. Кирова» Министерства  
Обороны Российской Федерации

Положения Морской доктрины Российской Федерации, долгосрочные планы по освоению Арктики и развитию Северного морского пути неразрывно связаны с актуальными задачами морской медицины. Разработка природных месторождений континентального шельфа, наращивание промысла морепродуктов и транзитного судоходства в высоких широтах, представляющие колоссальную ценность для народного хозяйства нашей страны, защита этих активов требуют создания системы медицинского сопровождения жизни и деятельности всех категорий специалистов флота и береговых служб в северных регионах. Отдельная задача – медицинское обеспечение надводных и подводных технических работ, спасательных морских операций в условиях пакового льда.

Для реализации ряда перечисленных стратегий необходимы глубоководные работы с участием человека. В новейшее время наши акванавты, обладающие опытом имитационных водолазных спусков на предельные (до 500 м) глубины, с борта современного спасательного судна «Игорь Белоусов» в морских условиях успешно осуществили насыщенные спуски, достигнув отметки в 317 и 416 м. Многолетние исследования, динамическое наблюдение за состоянием здоровья у акванавтов, работавших на предельных глубинах, показали, что их труд связан с комплексом специфических трансформаций внутренних органов и функциональных систем.

Морская служба тесно ассоциирована с воздействием на организм человека множества неблагоприятных профессионально обусловленных факторов химической, физической, биологической и социально-психологической природы. Эти факторы могут оказывать прямое и опосредованное, индивидуальное и комплексное воздействие на организм, провоцируя его физиологические и патологические реакции, функциональные и структурные изменения, в конечном счёте определяя уникальный спектр профессионально-обусловленных заболеваний. И по сей день механизмы этиопатогенеза, участвующие в развитии этих болезней, факторы «соматизации» специфических изменений, ближайшие и

отдалённые последствия, риски для здоровья и жизни, связанные с воздействием неблагоприятных условий морского труда, исследованы недостаточно полно.

К сожалению, тезис «что нас не убивает – делает сильнее», далеко не всегда справедлив. В случае работы в экстремальных условиях однозначно сказать, какой из факторов становится явно патогенным, фатальным, а какой связан с полезными адаптивными реакциями, подчас весьма затруднительно.

У акванавтов, завершивших службу более 10–15 лет назад, в периоде отдалённого последствия глубоководных (до 500 м) насыщенных водолазных спусков нами описан «синдром следового системного ремоделирования», включающий процессы специфической трансформации систем кровообращения, дыхания, опоры и движения, особые метаболический и иммунный статусы организма. Непрерывная трансформация органов и функциональных систем акванавтов не типична для естественной возрастной динамики. Их отличает совокупность особых изменений, ассоциированных с профессиональной деятельностью, связанных с временным фактором, имеющих полиэтиологический характер и обусловленных многими механизмами пато- и эндосаногенеза. У водолазов других специальностей, тем более, у лиц, не подвергавшихся гипербарическому воздействию, подобный феномен не наблюдается.

В рамках синдрома состояние акванавтов мы описываем дефинициями: «гипербарический миокард», «лёгкое водолаза», «дисбарогенная остеоартропатия», «периферический симпатолитический эффект», «иммунный дуализм», «клеточный стазис». У них выявлены: сосудистые реакции перераспределительного характера, направленные на ликвидацию дефицита перфузии в кровоснабжаемых тканях (которые в т.ч. позволяют поддерживать функцию миокарда, чрезвычайно высокую физическую и аэробную работоспособность); торможение обмена нейромедиатора в симпатических синапсах; снижение продукции тканевых апоптотических аутоантител на фоне замедления клеточного метаболизма; прогресс дилатации камер сердца без их явной гипертрофии; нарастание перибронхиального пневмофиброза и эмфиземы лёгких при снижении скоростных показателей экспирации и т.д.

Наиболее впечатляющие и очевидные изменения у акванавтов происходят в системе опоры и движения. Исходно трактуемые как проявления дисбарического остеонекроза, специфические дефекты (как правило, двухсторонние; в плечевых и тазобедренных суставах чаще кистозного характера, в коленных – склеротического) были обнаружены у каждого из 24 обследуемых, а их общее количество в группе за десятилетие возросло с 421 до 540.

В дополнение к рентгенографии (скрининговому исследованию), при МРТ были не только подтверждены случаи специфических изменений, но и выявлены новые – зоны асептического некроза и остеосклероза, субкортикальные кисты суставных головок, инфаркта и отёка костного мозга в диафизах, участки деструкции длинных трубчатых костей. Установлено, что кистозные полости выполнены фиброзно-жировым содержимым. По данным Е. Адаевой (2011), у

акванавтов количество костно-суставных дефектов коррелирует со стажем, максимально достигнутыми глубинами и количеством насыщенных спусков.

Сцинтиграфия скелета (в режимах «Osteo» и «Angio»), исследование содержания в крови основных биохимических маркеров костного ремоделирования (кальция, фосфора, щелочной фосфатазы, тиреотропного, паратиреоидного и соматотропного гормонов, остеокальцина, продуктов деградации коллагена I типа) позволили исключить нарушения минерального обмена и костного метаболизма, кровотока питающих сосудов как причины специфического поражения крупных (плечевых, тазобедренных, коленных) суставов. Минеральная костная плотность кортикальных и трабекулярных зон поясничных позвонков при КТ-денситометрии оказалась нормальной, что позволило говорить о преобладании местных суставных изменений над генерализованным остеопорозом. Вялотекущие возрастные дегенеративно-дистрофические процессы в позвоночнике сопровождаются выраженным кальцинозом и частичной оссификацией связочного аппарата. Высокая распространённость полиморфизмов генов рецептора кальцитонина, альфа-цепи коллагена I типа, коллагеназы-1, ассоциированных с костным ремоделированием и соединительнотканной дисплазией, в сочетании с многолетней динамикой, описанной выше, может говорить о вовлечённости как эпигенетических, так и наследственных механизмов.

Наблюдаемые у акванавтов следовые полиэтиологические дегенеративно-дистрофические костно-суставные процессы атипичного течения, не имеющие с острым повреждением очевидной связи, предлагаем именовать не «дисбарическим остеонекрозом», но «дисбарогенной остеоартропатией» (Чумаков А.В., 2011).

Изменения органов и функциональных систем, индуцированные продолжительным пороговым гипербарическим стрессом, происходят на генетическом (геном) и эпигенетическом (транскриптом, протеом, метаболом) уровнях. Eftedal I. et al. (2013) показано, что в результате безаварийных глубоководных спусков на уровне транскриптома активируются пути апоптоза, воспаления и иммунного ответа. В различных категориях специалистов флота, и акванавтов в т.ч., мы сталкиваемся с острыми и хроническими очаговыми инфекционными процессами, нередко выявляем у них повышенные концентрации провоспалительных маркеров. На предельных глубинах акванавты страдают от гнойно-воспалительных заболеваний, индуцированных условнопатогенной микрофлорой (Семко В.В. и соавт., 1997). В результате длительного пребывания на глубинах до 500 м реакции иммунитета у человека приобретают принципиально новый, стойкий характер. В крови уровень органоспецифичных антител к сердцу и лёгким высокий, суммарных апоптотических аутоантител – существенно снижен; гуморальный иммунитет истощён. При сцинтиграфии с лейкоцитами, мечеными  $^{99m}\text{Tc}$ -ГМПАО, миграция радиофармпрепарата происходит в зоны очаговой инфекции (это придаточные пазухи носа, зубы, в случае дисбактериоза – область кишечника), однако клеточные элементы воспаления в области суставов отсутствуют. Но воспалительные процессы как одна из вероятных граней

«дисбарогенной остеоартропатии» возможны в присутствии медиаторов: интерлейкинов, фактора некроза опухоли, фибриногена, С-реактивного белка и т.д.

Как известно, стрессовое воздействие на организм приводит к антагонистической плеiotропии в виде нарушений нейроэндокринной регуляции, экспрессии генов, процессов естественной клеточной гибели, увеличения продукции провоспалительных цито- и хемокинов и пр. Как показала Е. Адаева (2011), декомпрессионный стресс способен индуцировать обратимый воспалительный процесс в крупных суставах, наблюдаемый при МРТ. Нам также ещё предстоит изучить патогенетический вклад инфламасомы и пироптоза (программируемой некротической гибели клеток).

В отношении воспалительного процесса и иммуноопосредованных изменений у морских специалистов, в т.ч. акванавтов, уместно говорить о важнейшей роли эндогенных и экзогенных этиологических факторов, об антигенной ирритации (в узком и широком смысле), выступающей причиной, неблагоприятным и потенцирующим фоном множества болезней. Во-первых, это ирритация эндогенная, особенно если говорить об инфекционном процессе, как остром, так и хроническом, в том числе очагового характера. Внутренняя антигенная ирритация органов также происходит на фоне ишемии, аутоиммунных процессов. Во-вторых, ирритация внешняя, возникающая вследствие воздействия среды пребывания с определёнными физико-химическими свойствами, в том числе искусственного происхождения, реализуемая травмирующими агентами. Исследования «синдрома следового системного ремоделирования», связанных с ним феноменов («дисбарогенной остеоартропатии» и др.), процессов, лежащих в основе наблюдаемых изменений у акванавтов продолжаются (Чумаков А.В. и соавт., 2005 – 2022).

## **ОПЫТ КОРРЕКЦИИ ВИТАМИННОГО БАЛАНСА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА У УЧАСТНИКОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ**

*Е.Р. Бойко, Н.Н. Потолицына,*  
г. Сыктывкар, ИФ ФИЦ Коми НЦ  
УрО РАН

В ходе выполнения программы научных исследований в рамках Комплексной арктической экспедиции «Умка-2022» на территории Чукотского автономного округа было проведено исследование эффективности 14-дневного курса витаминизации участников экспедиции. Для этих целей использовался витаминно-минеральный БАД «Витабаланс – Мультивит» (производитель Университетская Инновационная компания «Литораль, С.Петербург), разработанный сотрудниками Института физиологии и Военно-медицинской академии МО РФ, и успешно себя зарекомендовавший ранее у лиц, работающих в особых условиях жизнедеятельности.

На первом этапе исследования, после прибытия на Чукотку, у всех обследованных лиц было проведено фоновое тестирование, всем участникам был



выдан БАД, который рекомендовали принимать во время завтрака по 1 капсуле в день в течении 14 дней. Сразу после окончания курса витаминизации было проведено повторное тестирование с целью оценки эффективности проведенной витаминизации. Третий этап исследования, направленный на изучение длительности сохранения эффектов витаминизации, был проведен через 12 дней после последнего приема витаминного комплекса. Комплексное физиологическое обследование включало – забор крови для определения биохимических показателей витамины, липидограмма, клинико – биохимические маркеры, эндокринный профиль. Выполнялась оценка фактического потребления нутриентов подготовленным интервьюером, и психофизиологическое тестирование.

Показано, что прием БАД благоприятно сказался на показателях витаминного статуса у наблюдаемых лиц, и было отмечено у них существенное увеличение содержания жирорастворимых витаминов и витамина В1. Показатели обеспеченности организма витамином В2 в целом также демонстрировали положительную динамику. Обследование, проведенное через 12 дней после окончания приема БАД, показало сохранение положительного эффекта, достигнутого при витаминизации группы наблюдения. В это время отмечена нормализация процессов свободнорадикального окисления и значительное увеличение антиокислительной емкости крови.

Таким образом, проведенное исследование показало, что применение современных витаминных БАД является эффективным средством профилактики развития дефицита витаминов в организме человека в условиях Арктики и может быть рекомендовано к использованию.

## **МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАСПИЙСКОГО ТЮЛЕНЯ**

*Е.В. Вербицкий,*  
г. Ростов-на-Дону, ФГБУН ФИЦ  
«ЮНЦ РАН»

Геофизические особенности расположения Каспийского моря определяют значительные различия его южной и северной акватории. А сезонные изменения делают их еще контрастными. Каспийский тюлень обитает в обеих акваториях. У него сезонные миграции имеют место, но появление потомства, как правило, приурочено к определенным местам. В связи с этим возникают вопросы. Насколько морфологически различаются тюлени, обитающие преимущественно в южной и северной акватории? Насколько они дифференцированы генетически? И можно ли говорить о двух разных популяциях южных и северных тюленей Каспийского моря? Если да, то это выдвигает новые требования к экологическому контролю, повышает ответственность природоохранных мероприятий по сохранению популяций каспийского тюленя и ведет к уточнению эколого-просветительных мероприятий, включая экотуризм.

Для поиска ответов на указанные вопросы проводилась морфометрия 28 черепов (Гептнер, 1976; Latem, 2019) тюленей обеих акваторий по 32 признакам. В генетических исследованиях образцов кожных покровов тюленей было проведено секвенирование фрагмента гена цитохрома b мтДНК, обладающего наибольшей эволюционной пластичностью (Palo, Vainola, 2006; Saider, 2016). Анализировались, также, последовательности ДНК тюленя из GenBank. Отличия первичных нуклеотидных последовательностей генетического локуса определялись с использованием модели Kimura-2. Они представлялись графически в виде ML-кладограммы по программе Mega 5.0. Сравнение с имеющимися данными в GenBank проводилось по непараметрическому критерию Манна-Уитни.

Оказалось, что тюлени северной и южной акватории Каспийского моря существенно отличаются формой черепа. Так для тюленей из южного Каспия характерна более короткая и широкая мозговая часть при удлиненной лицевой части черепа. Скорее всего, различия в форме черепов особей из различных частей моря обусловлены условиями местообитаний на северном и южном Каспии. По всей видимости, короткая лицевая часть черепа лучше приспособливает голову тюленя для добычи не только мелкой рыбы, но и ракообразных, а также моллюсков, повсеместно встречающихся на мелководье северного Каспия. А удлиненная лицевая и более широкая мозговая часть черепа делают голову тюленя более адекватной для добывания корма в глубоководных водах фотического слоя (до 80 м) южного Каспия, где преобладают пелагические виды рыб, а ракообразные и моллюски встречаются редко. Другими различиями черепов тюленей северного и южного Каспия являются особенности затылочной кости, а также продольные гребни лобно-теменных костей. К гребням прикрепляются фасции и мышцы, обеспечивающие подвижность головы, участвующие в подвижности шеи и подключного сочленения. Однако генетический анализ не дал четкого ответа о сходстве или различии тюленей юга и севера Каспия.

Таким образом, каспийский тюлень, обладает высоким уровнем генетического, краниометрического разнообразия, что указывает на развитую внутривидовую филогенетическую структуру. В свете резкого сокращения численности популяции этого вида и придания ему природоохранного статуса актуально продолжение комплексных исследований популяционной структуры тюленей Каспийского моря с выявлением особенностей его молекулярно-генетического разнообразия по всей акватории моря. При этом следует учитывать, что представление о единой популяции каспийского тюленя в настоящее время вряд ли обладает достаточной полнотой. Возможно, в дальнейшем посредством комплексного анализа природных факторов и молекулярно-генетических параметров тюленей вскроются новые подпопуляции каспийского тюленя, существование которых обусловлено геофизическими контрастами Каспийского моря. А это ставит новые задачи при изучении природного наследия Каспия, при выполнении природоохранных мероприятий и при реализации эколого-просветительной деятельности в регионе.

**ПРОТОКОЛ**  
**заседания Научно-экспертного совета Морской коллегии при**  
**Правительстве Российской Федерации от 28 октября 2022 г. № 2 (54)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Научно-экспертного  
совета Морской коллегии при  
Правительстве Российской Федерации,  
доктор технических наук



Л.М. Клячко

«09» ноября 2022 г.

**ПРОТОКОЛ**  
**ЗАСЕДАНИЯ**  
**НАУЧНО-ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА**  
**МОРСКОЙ КОЛЛЕГИИ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ**  
**РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

от 28 октября 2022 г. № 2 (54)

ПРЕДСЕДАТЕЛЬСТВОВАЛ

Председатель Научно-экспертного совета Морской коллегии при  
Правительстве Российской Федерации, доктор технических наук  
Клячко Лев Михайлович

Присутствовали:

Члены Научно-экспертного  
совета Морской коллегии:

А.Л. Балыбердин, Г.В. Батунова,  
С.В. Белов, С.И. Буянов, А.В. Галкин,  
Г.Г. Гогоберидзе, Н.И. Голубева,  
В.К. Зиланов, В.Н. Илюхин,  
А.М. Коновалов, М.Б. Котенев,  
Н.Н. Кудинов, М.Р. Максименко,  
В.А. Мартыщенко, И.Г. Мосягин,  
В.С. Наумов, Р.В. Паршин, А.М. Попов,  
Ю.С. Ромашев, С.В. Сологуб,  
Е.М. Соломенцев, Ю.И. Рабинович,  
С.М. Шаповалов

Представители федеральных  
органов исполнительной  
власти:

Е.С. Глухов, Д.В., Безруков,  
И.В. Ориничева, С.Л. Мартынов,  
Г.Н. Нипомилуев, Б.М. Ташимов,  
А.В. Шестеркин

## **1. О Первой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия в Десятилетии ООН наук об океане».**

(Клячко)

Заседание НЭС прошло в рамках Первой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия в Десятилетии ООН наук об океане» (далее – конференция). Конференция проведена РТУ МИРЭА в период 24-28 октября под эгидой Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации и Межведомственной национальной океанографической комиссии (МНОК), при поддержке Минобрнауки России.

В соответствии с пунктом 1.8 протокола совещания членов Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации от 20 мая 2022 г. № ЮБ-П4-40пр в конференции приняли участие представители федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации и подведомственных им организаций (Минобрнауки России, Минобороны России, Минтранса России, Минсельхоза России, Минздрава России, МИД России и др.). Также в конференции приняли участие представители 19 дружественных иностранных государств.

Конференция была направлена на повышение доступности для населения результатов научных исследований, поддержку наиболее значимых мероприятий и инициатив по достижению целей объявленного ООН Десятилетия наук об океане, а также на привлечение молодежи, студентов и молодых ученых к исследованию Мирового океана и морской деятельности в целом, что соответствует поручению Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации и было отмечено в приветствии ее председателя Д.В. Мантурова, направленного участникам мероприятия.

На конференции была проведена презентация научно-популярного издания «Blue economy: термины и определения», подготовленного в соответствии с планом работы Морской коллегии на 2022 год. Участники конференции высоко оценили практическую значимость издания и необходимость продолжения выпуска научно-популярных публикаций по морской тематике.

**НЭС выражает признательность** ректору РТУ МИРЭА С.А. Куджу, руководителю оргкомитета конференции, директору Института комплексных исследований национальной морской политики РТУ МИРЭА А.Л. Балыбердину за предложение о проведении заседания НЭС в рамках конференции и хорошую организацию этого мероприятия.

**НЭС рекомендует** Институту комплексных исследований национальной морской политики РТУ МИРЭА:

обобщить предложения участников конференции и обсудить на очередном заседании НЭС целесообразность вынесения их на рассмотрение Морской коллегии;

подготовить предложения по выпуску научных и научно-популярных изданий под эгидой Морской коллегии в 2023 году.

**НЭС считает целесообразным** рекомендовать Минобрнауки России сделать проведение Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия в Десятилетии ООН наук об океане» ежегодным, совместив ее с презентацией отчетов, предусмотренных протоколом совещания членов Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации от 20 мая 2022 г. № ЮБ-П4-40пр (раздел I, пункт 7).

## **2. О строительстве судов для перевозок по Северному морскому пути.**

(Буянов, Ориничева, Безруков, Галкин, Балыбердин, Клячко)

Одним из стратегических документов, определяющих развитие СМП является «План развития Северного морского пути на период до 2035 года», утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 01 августа 2022 года №2115-р. В 2021 году по сравнению с 2020 годом грузопоток вырос на 5,7% (с 33 до 34,9 млн т). Рост объема арктических перевозок был обусловлен увеличением как объема завоза и вывоза грузов, так и объема перевозок транзитных грузов. По экспертным оценкам объем перевозок грузов по СМП по итогам 2022 года составит 33,8 млн. тонн, с учетом полного отсутствия транзитных перевозок. В целом объем перевозок грузов по трассам СМП к 2035 году прогнозируется исходя из данных, приведенных в Плане, в объеме 238 млн тонн (2024 г. – 90,0 млн тонн, 2030 г. – 216,0 млн тонн).

Для освоения перспективных объемов перевозок грузов по приведенным выше проектам предполагается строительство судов:

на период до 2024 года – 11 ед.;

на период до 2030 года – 29 ед.;

на период до 2035 года - 52 ед.

Общая потребность в строительстве новых судов для освоения арктических проектов на период до 2035 года составляет 92 ед.

Осуществление планов по развитию Северного морского пути (СМП) во многом зависит от возможностей выполнения новых заказов судостроительными предприятиями. В настоящее время они значительно загружены. Следует отметить, что крупнотоннажное судостроение для СМП осуществляется только заводом «Звезда».

Госкорпорация «Росатом» совместно с АО «ОСК» проводит подготовительные мероприятия по строительству крупнотоннажной верфи в Кронштадте на модели частно-государственного партнерства. Планируемая обработка металла – 300 тыс. тонн в год. Запустить первую очередь по крупноузловой сборке планируется через 38 месяцев после начала реализации проекта.

**НЭС отмечает**, что суда для перевозок грузов по Северному морскому пути являются высокотехнологичными. Доля импортного оборудования при строительстве таких судов составляет в настоящее время до 70%. Учитывая жесткую

санкционную политику в отношении предприятий ОСК, строительство таких судов на верфях России, включая ССК «Звезда», представляется затруднительным. Единственным выходом в данной ситуации является резкое ускорение создания производства собственного судового оборудования и комплектующих для строительства арктического флота. Отсутствие необходимого комплектующего оборудования, при сохранении санкционной политики Запада, может привести к сдвигу на неопределенный срок завершения строительства арктических судов.

**НЭС рекомендует** Морской коллегии:

рассмотреть обоснованность серийного строительства судов усиленного ледового класса в условиях преобладания на трассах Севморпути однолетних льдов и наличия создаваемой группировки ледокольного флота Атомфлота;

рассмотреть на одном из заседаний в 2023 году ход реализации поручений, касающихся разработки и производства судового оборудования и комплектующих для строительства судов на отечественных верфях (протокол № ЮБ-П4-40пр от 20.05.2022 г.).

### **3. О разработке и реализации образовательных программ и программ переподготовки кадров в целях государственного управления морской деятельностью.**

---

(Коновалов, Балыбердин, Клячко)

В соответствии с планом работы Морской коллегии на 2022 год РТУ МИРЭА подготовил проект дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Государственное управление морской деятельностью Российской Федерации».

В настоящее время разрабатывается План мероприятий («дорожная карта») продвижения комплекса образовательных программ «Государственное управление морской деятельностью Российской Федерации», а также матрица компетенций для качественной реализации потребностей в образовании.

**НЭС поддерживает** работу РТУ МИРЭА по Плану мероприятий («дорожной карте») продвижения комплекса образовательных программ «Государственное управление морской деятельностью», а также по формированию матрицы компетенций для качественной реализации потребностей в образовании, и считает целесообразным завершить ее в 2023 году.

**НЭС рекомендует:**

РТУ МИРЭА провести в ноябре-декабре 2022 года апробацию указанной программы повышения квалификации;

заинтересованным федеральным органам исполнительной власти, имеющим в подчинении образовательные учреждения, оказать РТУ МИРЭА необходимую помощь в организации апробации указанной программы повышения квалификации.

#### **4. О предложениях по разработке единой информационной политики обеспечения морской деятельности и Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации.**

---

(Белов, Батурова, Балыбердин, Голубева, Коновалов, Нипомилуев, Клячко)

На совещании членов Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации (протокол от 20 мая 2022 г. № ЮБ-П4-40ПР) НЭС дано поручение совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и организациями подготовить предложения по разработке единой информационной политики обеспечения морской деятельности.

Согласно Морской доктрине Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ от 31 июля 2022 г. №512, (далее – Морская доктрина) информационное обеспечение относится к видам деятельности, обеспечивающим и создающим условия для эффективного осуществления морской деятельности. Информационное обеспечение заключается в своевременном предоставлении субъектам морской деятельности необходимой информации об обстановке в Мировом океане, включая информацию о состоянии и загрязнении морской среды, прибрежных территорий и воздушно-космического пространства над ними, в том числе координатно-объектовой и иной информации об антропогенных объектах в Мировом океане.

Важнейшим направлением в информационном обеспечении морской деятельности в настоящее время является поддержание и развитие глобальных информационных систем, в том числе Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО), Единой государственной системы освещения надводной и подводной обстановки (ЕГСОНПО), составляющих общую информационно-коммуникационную инфраструктуру информационного обеспечения морской деятельности.

В целях выполнения поручения Морской коллегии, ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» Росгидромета совместно с секцией Научно-экспертного совета по информационному обеспечению морской деятельности выполнена разработка проекта документа «Единая государственная информационная политика обеспечения морской деятельности».

Подготовленный проект составлен с учетом Концепции гидрометеорологического обеспечения морской деятельности на основе ЕСИМО в контексте цифровой трансформации Росгидромета (одобрен решением Межведомственной комиссии по решению задач и рассмотрению вопросов межотраслевого значения в области функционирования Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (далее – МВК по ЕСИМО), протокол заседания № 31 от 25 апреля 2022 года), а также системного проекта «Модернизация и перевод Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане на современные цифровые технологии» (одобрен решением МВК по ЕСИМО, протокол заседания № 27 от 27 ноября 2019 года).

В указанном проекте:

выделены принципы государственной информационной политики: доступность данных и сервисов; обеспечение обмена данными между государственным и частным секторами, международного обмена данными; применение общей информационно-технической инфраструктуры; поддержка взаимодействия и совместимости данных и сервисов, направлений информационного обслуживания; приоритетность отечественного производителя и государственной поддержки;

приведены общие положения по организации информационного обеспечения морской деятельности, включая основные бизнес-процессы и каналы взаимодействия, условия взаимодействия в контексте доступа к информации, финансовое обеспечение;

рассмотрены вопросы реализации государственной информационной политики в области информационного обеспечения морской деятельности.

В соответствии с государственным заданием Минобрнауки России в 2022 году РТУ МИРЭА проводит разработку концепции и формирование платформы для информационного обеспечения реализации национальной морской политики в части науки и образования, проводимых морских научных исследований, популяризации Целей и основных направлений действий Российской Федерации по реализации Десятилетия ООН наук об океане (далее – Платформа).

Концепция Платформы сформирована.

Планируется, что на Платформе будут отражаться все наиболее важные сведения о морских экспедиционных исследованиях, проводимых организациями, подведомственными Минобрнауки России. В частности, на карте Мирового океана будут отображены: положение всех российских научных судов и районы работ по заявкам на проведение морских научных исследований. Этот информационный ресурс также будет содержать актуальные сведения о научно-исследовательских судах Минобрнауки России.

Платформа будет использоваться для подачи заявок на проведение морских научных исследований по установленной форме в режиме онлайн. Планируется, что Платформа позволит проводить согласование и осуществлять экспертную оценку заявок на экспедиции на НИС Минобрнауки России.

Платформа также будет использоваться для сбора и размещения кратких отчетов по экспедициям в установленном формате в режиме онлайн.

Специальный раздел Платформы посвящен Десятилетию ООН наук об океане. В этом разделе будет размещена русскоязычная информация с сайта Global Stakeholder Forum и ссылка со страницей Российского Национального комитета на Global Stakeholder Forum, информация о реализации Целей, основных направлениях действий, важнейших мероприятиях, проводимых в России в рамках Десятилетия, в том числе информация о всех действиях по достижению каждого из 7-ми ожидаемых



результатов. На Платформе будет размещена информация о деятельности Межведомственной национальной океанографической комиссии (МНОК): положение, состав, задачи, протокольные решения и т.п. В разделе статистических данных будут размещены результаты регулярного мониторинга национальной морской политики в части науки и образования по научным учреждениям и образовательным организациям высшего образования различной ведомственной принадлежности, в том числе о составе научных коллективов и проводимых научных исследованиях, связанных с морской деятельностью. В целях кадрового обеспечения морских научных исследований на портале планируется размещать информацию о количестве обучающихся по «морским» специальностям в высших учебных учреждениях. Предусматривается возможность размещения на Платформе сведений о проводимых морских научных исследованиях, получаемых от федеральных органов исполнительной власти (Минобороны России, Росрыболовство, Минтранс России, Минприроды России (Росгидромет, Роснедра), Росатом, МЧС России), а также от предприятий и общественных организаций.

Учитывая системообразующую роль Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации, Платформа будет обеспечивать связь с сайтом Морской коллегии, а возможно и наполнение его информационными ресурсами.

Платформа также будет обеспечивать связь с Центром ЕСИМО Минобрнауки России. При этом с Платформы будет обеспечен выход на сайты основных научных и образовательных учреждений, занимающихся морской деятельностью и морским образованием.

Частично Платформа начала работать уже в настоящее время. В частности, с использованием ее возможностей проводился сбор и обработка заявок на проведение морских научных экспедиционных исследований в 2023 году. С ее помощью проводилась организация и информационное сопровождение конференции с международным участием «Россия в Десятилетии ООН наук об океане».

Дальнейшее развитие Платформы должно предусматривать ее использование в качестве ведомственной витрины данных. В перспективе Платформа может стать основой создания интеллектуальной информационно-аналитической системы «Мировой океан 3.0».

#### **НЭС поддерживает работу:**

ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» Росгидромета, проведенную совместно с секцией Научно-экспертного совета по информационному обеспечению морской деятельности по разработке проекта документа «Единая государственная информационная политика обеспечения морской деятельности»;

Минобрнауки России (РТУ МИРЭА) по формированию Платформы «Морские научные исследования»;

РТУ МИРЭА по размещению сайта Морской коллегии по адресу: МОРСКАЯКОЛЛЕГИЯ.РФ.

**НЭС считает целесообразным:**

завершить формирование Платформы «Морские научные исследования» в 2023-2024 годах;

рекомендовать МВК по ЕСИМО рассмотреть проект документа «Единая государственная информационная политика обеспечения морской деятельности» на очередном заседании;

РТУ МИРЭА направить в Минобрнауки России концепцию Платформы «Морские научные исследования» и подготовить предложения по формированию на ее основе ведомственной витрины данных в области реализации национальной морской политики.

**НЭС считает нецелесообразным** выпуск журнала, освещающего деятельность Морской коллегии, в виде печатного издания.

#### **5. О разработке МЧС России плана мероприятий по реализации Концепции развития водолазного дела в Российской Федерации на период до 2035 года.**

(Глухов, Илюхин, Котенев, Клячко)

Основанием для разработки плана мероприятий по реализации Концепции развития водолазного дела в Российской Федерации на период до 2035 года (далее – План мероприятий) является поручение Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации (протокол совещания Морской коллегии от 20 мая 2022 г. № ЮБ-П4-40пр).

В соответствии с представленным проектом Плана мероприятий к 2035 году предполагается достичь мирового уровня состояния водолазного дела в Российской Федерации и создать условия для его дальнейшего развития в интересах экономики и обороноспособности страны, исследования морской среды и решения задач по разведке и разработке минеральных и биологических ресурсов Мирового океана, а также внутренних водных бассейнов. Его важнейшими направлениями являются:

нормативное правовое обеспечение водолазных работ;

развитие поисково-спасательного флота, обеспечивающего проведение подводно-технических, водолазных работ;

решение кадровых вопросов, в том числе развитие системы подготовки и обучения водолазных кадров;

разработка и создание отечественного оборудования для производства подводно-водолажных работ.

Выполнение Плана мероприятий позволит:

вывести водолазное дело в Российской Федерации на современный уровень развития сил и средств, участвующих в решении задач с учетом оборонных и экономических интересов государства, принимая во внимание складывающуюся международную обстановку и санкционную политику недружественных стран,

часть из которых являлись лидерами в промышленном производстве водолазного снаряжения и техники;

расширить спектр технологий выполнения водолазных, подводно-технических и аварийно-спасательных работ;

повысить эффективность и качество подводных работ, выполняемых с использованием водолазного труда;

повысить уровень безопасности проведения водолазных работ.

**НЭС рекомендует МЧС России** учесть предложения, высказанные членами НЭС в процессе обсуждения проекта Плана мероприятий на заседании.

**НЭС рекомендует Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации:**

одобрить проект плана мероприятий по реализации Концепции развития водолазного дела в Российской Федерации на период до 2035 года;

дать поручение заинтересованным в развитии водолазного дела федеральным органам исполнительной власти, администрациям субъектов Российской Федерации и государственным корпорациям включить в реализуемые и разрабатываемые государственные программы Российской Федерации (национальные проекты) разделы по реализации плана мероприятий.

## **6. О Методических указаниях по подготовке ежегодного доклада Президенту Российской Федерации «О комплексной безопасности Российской Федерации в области морской деятельности».**

(Котенев, Клячко)

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 4 апреля 2000 г. «О совершенствовании морской деятельности», Морской доктриной Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 31 июля 2022 г. № 512 Правительству Российской Федерации необходимо ежегодно представлять Президенту Российской Федерации доклад, включающий комплексную оценку состояния национальной безопасности в области морской деятельности Российской Федерации, а также необходимые предложения по этому вопросу. В соответствии с п. 100 Морской доктрины результаты мониторинга ее реализации отражаются в ежегодном докладе Правительства Российской Федерации Президенту Российской Федерации о комплексной оценке состояния национальной безопасности в сфере морской деятельности и предложениях по ее обеспечению (ежегодный доклад).

В соответствии с пунктом 1.4 протокола совещания членов Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации от 20 мая 2022 г. № ЮБ-П4-40пр федеральные органы исполнительной власти представили предложения по уточнению методических указаний по подготовке указанного доклада с учетом изменений военно-политической и социально-экономической обстановки, которые были учтены РТУ МИРЭА при проведении их актуализации.

**НЭС рекомендует Морской коллегии утвердить новую редакцию Методических указаний по подготовке ежегодного доклада с целью проведения комплексной оценки состояния национальной безопасности в области морской деятельности в 2023 году с учетом внесенных в нее изменений.**

**7. О целях и основных направлениях действий по реализации, объявленного ООН Десятилетия наук об океане в интересах устойчивого развития на период до 2030 года**

---

(Шаповалов, Клячко)

На совещании членов Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации (протокол от 20 мая 2022 г. № ЮБ-П4-40ПР) были одобрены в целом Цели и основные направления действий по реализации объявленного ООН Десятилетия наук об океане в интересах устойчивого развития на период до 2030 года в Российской Федерации.

В соответствии с этим решением рабочая группа Межведомственной национальной океанографической комиссии (МНОК) провела доработку этого документа с учетом предложений федеральных органов исполнительной власти.

**НЭС считает целесообразным рассмотреть Цели и основные направления действий по реализации объявленного ООН Десятилетия наук об океане в интересах устойчивого развития на период до 2030 года в Российской Федерации на следующем заседании Межведомственной национальной океанографической комиссии (МНОК) и утвердить их, а также дать поручение по формированию методических рекомендаций по мониторингу и оценке хода реализации этого документа.**

Секретарь НЭС Морской коллегии  
при Правительстве Российской Федерации



М.Б. Котенев

**РЕЗОЛЮЦИИ КРУГЛЫХ СТОЛОВ**  
**Всероссийской конференции с международным участием**  
**«Россия в десятилетия ООН наук об океане»**

*Круглый стол «Приоритеты развития яхтенного туризма в современных условиях»*

Что надлежит сделать, для скорейшего развития яхтинга в Российской Федерации:

Создание благоприятного имиджа парусного спорта и яхтенного туризма.

В Кодекс Торгового мореплавания (КТМ) РФ ввести термин и понятие – «ЯХТА» в соответствии с международной юридической практикой, это позволит нам уйти от применения к яхтам нормативов коммерческих судов, как например – обязательное агентирование в портах РФ, оплата услуг лоцманского сопровождения и оплаты швартовки и отшвартовки яхт и т.п.

Восстановить Спортсудорегистр РФ и ввести Единую систему классификации яхт.

Ввести Единую систему регистрации яхт и ведения государственного реестра.

Унифицировать систему стандартов обучения и дипломирования яхтенных судоводителей и персонала.

Создать нормативное регулирование коммерческой эксплуатации яхт.

Установить через Минэкономразвития РФ таможенные льготы на ввоз спортивных яхт (детских, олимпийских и крейсерских), которые не производятся в РФ. Максимально снизить совокупный таможенный платеж при импорте яхт в Россию и страны Таможенного союза.

Установить годовые таможенные каникулы на перевод яхт российских судовладельцев, которые зарегистрированы под удобные флаги, под флаг РФ.

Адаптация Правил плавания по внутренним водным путям для яхт под иностранными флагами.

Создать яхтенные лоции черноморского побережья РФ и внутренних водных путей России, для развития дальних спортивных плаваний и яхтенных круизов по РФ.

Установить порядок получения электронных виз для иностранцев, прибывающих в РФ на яхтах и на парусные регаты, проходящие на территории РФ.

Продолжить практику отмены пограничного режима вдоль всего побережья Крыма, Краснодарского края и Азовского моря.

Развитие детско-юношеского спорта и клубов Юных моряков.

Создание качественной инфраструктуры яхтенного туризма и парусного спорта в РФ.

Все перечисленные выше мероприятия должны будут способствовать:

- созданию, развитию и совершенствованию объектов яхтенной инфраструктуры РФ, в том числе путем строительства яхтенных марин с полным спектром необходимых услуг, в том числе сервисных и ремонтных;
- обеспечению безопасности создания и эксплуатации яхтенной инфраструктуры;
- привлечению и эффективному вложению государственных и внебюджетных инвестиций в развитие яхтенного туризма;
- увеличению поступлений налогов и сборов в бюджеты всех уровней;
- созданию новых рабочих мест;
- развитию предпринимательства в сфере яхтенного туризма, прежде всего малого и среднего;
- развитию яхтенного туризма в России и увеличению потока туристов;
- созданию информационного и справочного обслуживания (поддержки) туристов и субъектов предпринимательской деятельности;
- снижению фактора сезонности за счет развития круглогодичной инфраструктуры яхтенного туризма;
- охране окружающей среды и поддержанию экологической безопасности;
- формированию положительного имиджа яхтенного туризма в Российской Федерации.

### ***Круглый стол «Азиатские окраинные моря и Тихий океан: современные вызовы»***

Изучение, освоение и рациональное использование ресурсов дальневосточных морей России и Тихого океана требует надежных знаний об их состоянии и изменчивости, обусловленной как природными, так и антропогенными факторами.

Эти потребности возрастут с полномасштабным введением в эксплуатацию Северного морского пути и развитием других крупных инфраструктурных проектов, расширением рыбного промысла и марикультуры, дальнейшим освоением ресурсов океана.

Исследования последних лет показывают, что глобальные изменения, такие как рост температуры воды океана, повышение кислотности (ацидификация) и содержания биогенных элементов (эвтрофикация), снижение содержания растворенного кислорода (деоксигенация), увеличение случаев вредоносного цветения воды (ВЦВ), уровня загрязнения пластиком происходят в окраинных морях АТР более высокими темпами, чем в среднем по Мировому океану.

Необходима система регулярного мониторинга морских акваторий и формирование общедоступных баз данных для получения достоверных и оперативных оценок состояния морей и их изменчивости, а также надежных морских экосистемных прогнозов.

Требуется разработка и совершенствование современных инструментов устойчивого использования морских ресурсов, внедрение устойчивого использования морских ресурсов на базе комплексного управления морским и

прибрежным природопользованием и экосистемного морского пространственного планирования.

Необходимо развитие инфраструктурных научных и хозяйственных проектов, гибкая система комплексного образования в области морских наук, отвечающая современным вызовам, консолидация государственного управления и бизнеса с научными исследованиями и образованием.

Развитие международного сотрудничества в АТР в рамках Десятилетия ООН может стать драйвером мирового сотрудничества в области исследования и освоения Мирового океана и в условиях современной политической турбулентности.

Устойчивое управление морепользованием требует формирования многоуровневой системы государственного управления, разработки и принятия соответствующей законодательной и нормативно-правовой базы.

Необходима поддержка научно-образовательных проектов Десятилетия ООН в России, формирование отечественной программы Десятилетия, например, на базе возрождения Государственной программы «Мировой океан», и финансовое обеспечение ее реализации.

### ***Круглый стол «Экосистемы Северного Ледовитого океана, его морей и стратегически важных районов южной Атлантики в условиях меняющегося климата»***

Участники круглого стола отметили: актуальность тематик представленных докладов, их высокий научный уровень, насущную необходимость расширения экспериментальных и теоретических исследований изменений абиотических и биотических факторов, обеспечивающих функционирование морских экосистем Арктики и Антарктики, а также вопросов их адаптации к условиям меняющегося климата методами математического моделирования. Была подтверждена прикладная значимость представленных на заседании круглого стола исследований в части обеспечения экологической безопасности Северного Ледовитого океана и его окраинных морей и повышения качества прогнозов состояния морской среды, гидрофизического и биологического мониторинга полярных и субполярных морских акваторий.

Участники заседания круглого стола решили:

Считать достигнутой цель круглого стола, заключавшуюся в информировании научной общественности о морских исследованиях в Арктике и Антарктике, направленных на изучение современного состояния экосистем и их возможных изменений в условиях меняющегося климата.

Считать необходимым продолжение проведения систематических исследований Северного Ледовитого и Южного океанов в условиях меняющегося климата и антропогенного воздействия для оценки роли этих факторов в формировании структурных особенностей полярных и субполярных морских экосистем.

Считать насущной необходимостью для экономики и безопасности страны продолжение и наращивание экспедиционных исследований и разработку новых автоматизированных систем оперативного мониторинга морской среды в полярных районах Мирового океана.

### ***Круглый стол «Геосистемы и минеральные ресурсы открытого океана и переходных зон «континент-океан»***

Разрешить организациям подведомственным Минобрнауки выполнять «региональное геологическое изучение» 1:1 000 000 масштаба (расстояние между профилями и станциями 10 км и более).

Разрешить организациям подведомственным Минобрнауки выполнять поиски и изучать условия происхождения, в том числе природные маркеры, новых типов полезных ископаемых, в том числе углеводородных.

Разрешить организациям подведомственным Минобрнауки выполнять сейсмические исследования с использованием пневматических источников упругих колебаний.

Сформировать федеральную целевую программу «Морская горно-геологическая отрасль», создать рабочую группу по подготовке Паспорта программы. Направить соответствующие запросы в Минобрнауки и РАН.

Утвердить необходимость постройки серии среднетоннажных судов (до 3000 т), специализированных для проведения высокоточного геологического опробования, буровых работ, химико-аналитических и геофизических исследований.

Создать новые лаборатории по проведению фундаментальных, поисковых и прикладных исследований по проблемам освоения твердых подводных минерально-сырьевых ресурсов.

### ***Круглый стол «Кадастр морских берегов России: задел, проблемы и перспективы»***

Учитывая возрастающее влияние береговых процессов на условия освоения морских побережий и развитие береговой инфраструктуры, насущную потребность в снижении экологических и геотехнических рисков для береговых природно-технических систем, создание правовой основы для урегулирования взаимоотношений между берегопользователями является актуальной задачей науки и практики.

В этой связи, участники круглого стола:

отмечают наличие серьезного задела по систематизации информации по морским берегам Российской Федерации, представленного научными коллективами и членами рабочей группы «Морские берега» под научно-методическим руководством Секции океанологии, физики атмосферы и географии Отделения наук о Земле Российской академии наук (РГ «Морские берега» СОФАГ ОНЗ РАН);



обращают внимание федеральных и региональных административных органов на необходимость разработки пакета актов по регламенту инвентаризации природных ресурсов и объектов приморских территорий и прилегающих акваторий (включая прибрежно-шельфовую зону) с составлением Кадастра морских берегов Российской Федерации и созданием системы природно-экономического учета (СПЭУ);

рекомендуют:

Министерству науки и высшего образования Российской Федерации и Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии инициировать в рамках вклада России в десятилетие ООН наук об океане мероприятия по разработке Кадастра морских берегов Российской Федерации, включая создание межведомственной рабочей группы и открытие научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы (НИОКР) «Разработка принципов и инструментария Кадастра морских берегов Российской Федерации»;

Федеральной службе государственной статистики внести соответствующие дополнения при актуализации Дорожной Карты по формированию приоритетных счетов СПЭУ;

принимая во внимание трансграничные аспекты берегопользования и накопленный опыт научного обоснования и реализации мероприятий по охране берегов, предложить Калининградскую область в качестве пилотного региона по отработке принципов и внедрению инструментария Кадастра морских берегов Российской Федерации.

### ***Круглый стол «Мониторинг и изучение вредоносного цветения воды в российских водах Мирового океана»***

Необходим запуск комплексной межведомственной федеральной программы для обеспечения кооперации различных организаций по изучению причин и прогнозированию явлений вредоносного цветения воды.

Необходимо развитие инфраструктуры для проведения непрерывного спутникового и подводного мониторинга состояния прибрежных акваторий для прогнозирования явлений вредоносного цветения воды в дальневосточных и арктических морях Российской Федерации, включая создание отечественных стандартов для диагностики опасных токсинов морского происхождения.

Необходимо создание единого отечественного интернет-портала по мониторингу природных и антропогенных экологических происшествий в Российской Федерации, включая явления вредоносного цветения воды.

Необходимо развитие системы подготовки специалистов в области гидробиологии, гидрохимии, гидрометеорологии и океанологии для изучения причин и прогнозирования явлений вредоносного цветения воды.

Необходимо развитие системы просветительской деятельности и работы с населением прибрежных регионов Российской Федерации для предупреждения чрезвычайных последствий во время вредоносного цветения воды.

Необходимо участие российских ученых и специалистов в международных программах мониторинга и изучения опасных природных явлений и антропогенных воздействий на прибрежные акватории.

***Круглый стол «Плавучий университет в Десятилетии наук об Океане – объединяя усилия развиваем возможности»***

Необходимо создать систему координации экспедиционной деятельности Плавучих университетов с морскими исследованиями профильных ФОИВ (Роснедра, Росгидромет и др.) и научно-исследовательскими центрами профильных организаций и компаний; обеспечить доступ к инновационным разработкам и техническим решениям для морских исследований, созданных за счет средств федерального бюджета, включая научно-исследовательские суда.

***Круглый стол «Технологии мониторинга и контроля качества и продуктивности морской среды дистанционными и контактными методами»***

Участники круглого стола

Отмечают высокие достижения в области использования данных дистанционного зондирования Земли из космоса для экологического мониторинга в разных акваториях РФ.

Подтверждают востребованность применения региональных спутниковых алгоритмов для оценки значений качества и продуктивности вод российских морей, а также необходимость продолжения судовых экспедиционных исследований, в том числе с расширением списка акваторий, что требуется для валидации и совершенствования региональных алгоритмов с целью повышения их точности.

Подчеркивают необходимость укрепления научного сотрудничества специалистов в смежных областях наук – оптики моря, гидрофизики, гидробиологии, физиологии водорослей и вычислительной математики с целью объединения научного потенциала и приборной базы для успешного развития оперативной системы контроля состояния водных экосистем на основе показателей качества и продуктивности вод, восстановленных с использованием данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

Отмечают острую необходимость перехода от западных дистанционных сканеров на отечественные приборы. Для этого требуется обеспечить бесплатный и регулярный доступ к данным отечественных сканеров, что в настоящее время отсутствует. Кроме этого, переход на отечественные спутниковые данные сопряжен с решением имеющей место на сегодняшний день проблемы – выполнения качественной атмосферной коррекции, что необходимо для получения точных спутниковых данных «второго» уровня, а именно, коэффициента яркости моря, что требуется для последующего развития региональных моделей оценки качества и продуктивности вод.

Необходимо создать единую российскую базу метаданных подспутниковых наблюдений.

Возобновление отечественных разработок в области приборостроения и их развитие.

Продвижение инновационных стартапов экологического характера.

Необходимы стационарные системы мониторинга оптических характеристик атмосферы.

### ***Круглый стол «Информационное взаимодействие и доступ к цифровым данным, информации и знаниям в области океана и морской деятельности»***

Одобрить в целом видение по построению на базе ЕСИМО многофункциональной информационно-технологической цифровой экосистемы данных, информации и знаний об океане и морской деятельности, сервисов по доступу к ним для информационного обеспечения морской деятельности.

Рекомендовать рассмотреть вопрос об интеграции информационной платформы сбора океанографических данных РАН в ЕСИМО, трансформации единой системы в цифровую экосистему на заседании Межведомственной комиссии по решению задач и рассмотрению вопросов межотраслевого значения в области функционирования ЕСИМО.

В целом одобрить проект Единой государственной информационной политики (далее, Политики) обеспечения морской деятельности, основанной на положениях Морской доктрины Российской Федерации (2022) и принципах: доступность данных и сервисов; обеспечение обмена данными между государственным и частным секторами, международного обмена данными; применение общей информационно-технической инфраструктуры; поддержка взаимодействия и совместимости данных и сервисов; направлений информационного обслуживания; приоритетности отечественного производителя и государственной поддержки. В качестве платформы обмена данными об океане в рамках Политики предусматривается использовать цифровую экосистему ЕСИМО.

Рекомендовать НЭС при Морской Коллегии РФ организовать работы по согласованию и принятию Политики в качестве нормативного правового акта на основе предложенного проекта.

Рекомендовать участникам ЕСИМО обмениваться информацией о работах, проводимых по импортозамещению в области ИТ в Росгидромете, РФИ Минприроды России, УНИО МО России, МЧС России и других заинтересованных организаций; провести семинар участников представителей центров ЕСИМО с целью выработки рекомендаций по приобретению линейки рекомендуемых аппаратно-программных средств (ОС, инструментов) для центров ЕСИМО.

### ***Круглый стол «Оперативная информация об океанической среде в актуальных задачах гидроакустики»***

1. Принять к сведению информацию о состоянии дел в области обеспечения задач прикладной гидроакустики исходными данными о водной среде и структуре дна.

2. Поддержать инициативу участников Круглого стола о дополнении комплексной целевой программы приоритетного технологического направления «Технологии построения систем освещения подводной обстановки и судовой акустики», шифр «Перспектива-2033», рядом работ, обеспечивающих проведение исследований и создание баз данных и цифровых моделей, необходимых для более точного описания гидролого-акустических характеристик водной среды.

### ***Круглый стол «Биологические ресурсы внутренних европейских морей Российской Федерации»***

Рекомендовано увеличение площади морских охраняемых акваторий, создание крупных ООПТ в приморской зоне с категорией морской заказник или заповедник, формирование первого на Чёрном море морского национального парка в Каркинитском заливе путём объединения 4 действующих ООПТ с морскими акваториями.

Отмена моратория на информацию о затоплениях произведенного в СССР химического оружия; организация специального мониторинга районов затопления советского химического оружия с привлечением российских специалистов, получивших опыт мониторинга на Балтике, а также российских химиков, имеющих допуск к определению боевых отравляющих веществ.

РОССИЯ В ДЕСЯТИЛЕТИИ ООН НАУК ОБ ОКЕАНАХ  
(тезисы докладов Первой всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием «Россия в десятилетии ООН наук об океане»)

RUSSIA IN THE UN DECADE OF OCEAN SCIENCE  
(First All-Russian Conference with International Participation  
“Russia in the UN Decade of Ocean Science” proceedings)

Тезисы докладов приводятся в авторской редакции  
Authors are responsible for the content and accuracy

Электронная версия: <https://www.ocean-and-we.ru>

Online version: <https://www.ocean-and-we.ru>

Подписано в печать 23 декабря 2022 г. Формат бумаги 70x108 1/32

Физ. печ. л. 34,8. Тираж 500 экз.

---

МИРЭА – Российский технологический университет  
119454 г. Москва проспект Вернадского, дом 78

MIREA — Russian Technological University  
78, Vernadsky Avenue, Moscow, 119454, Russia