

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОСИСТЕМЫ КОНВЕНЦИОННОГО РАЙОНА БЕРИНГОВА МОРЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫСЛА

© 2023 г. Г.В. Хен, Е.П. Дулепова, А.А. Сомов, М.А. Степаненко,
О.Н. Катугин, В.В. Кулик

*Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского
института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО),
г. Владивосток, 690091
E-mail: khen46@yandex.ru*

Поступила в редакцию 23.06.2022 г.

Даны характеристики современного состояния океанологических условий, кормовой базы, биологического разнообразия и промысловой возможности в Конвенционном районе Берингова моря. С 1950 г. наблюдался скачкообразный рост температуры воды со сменами термических режимов в 1977 и 2014 гг. Состав и структура зоопланктонных сообществ практически не отличаются от таковых в районе глубоководных котловин западной части Берингова моря. Основу зоопланктона формируют небольшое количество широко распространённых видов, относящихся к макрозоопланктону и имеющих ценное кормовое значение. Биомасса nekтона в эпипелагиали невысокая и на порядок меньше, чем на шельфе. Соседство с континентальным склоном и подводными хребтами, а также наличие сезонных миграций низкобореальных и низкобореально-субтропических видов обуславливает значительное видовое богатство nekтона. Пелагические и бенто-пелагические виды рыб и кальмаров, обитающие в районах шельфа и свала глубин, массово в Конвенционный район не распространяются за исключением минтая, который активно добывался в этом районе в 1983–1992 гг. Исходя из современного состояния ресурсов минтая, возобновление промысла в Конвенционном районе в ближайшие годы не представляется реальным.

Ключевые слова: Конвенционный район, Берингово море, температура воды, зоопланктон, nekтон, промысловые ресурсы.

ВВЕДЕНИЕ

Конвенционный район в центре Берингова моря полностью окружен морскими границами исключительных экономических зон (ИЭЗ) Российской Федерации и США. Он занимает центральную часть Алеутской котловины с глубинами, превышающими 3500 м (рис. 1). Только в северо-восточной части района, примыкающей к континентальному склону, глубина около 3000 м. Максимальная глубина составляет 3875 м. Его площадь равна 55 тыс. миль²

(188650 км²), что составляет около 8% акватории Берингова моря (Dunlap, 1994).

Первыми целенаправленные исследования в Конвенционном районе начали японские учёные в 1977 г. (Okada, 1986) с целью получения биологической информации, а главное для оценки рыбных ресурсов и возможности промысла минтая. Исследования проводились летом в течение трёх лет: 1977–1979 гг. Было доказано наличие скоплений минтая и возможность его промысла. Минтай был представлен 5–7 годовиками

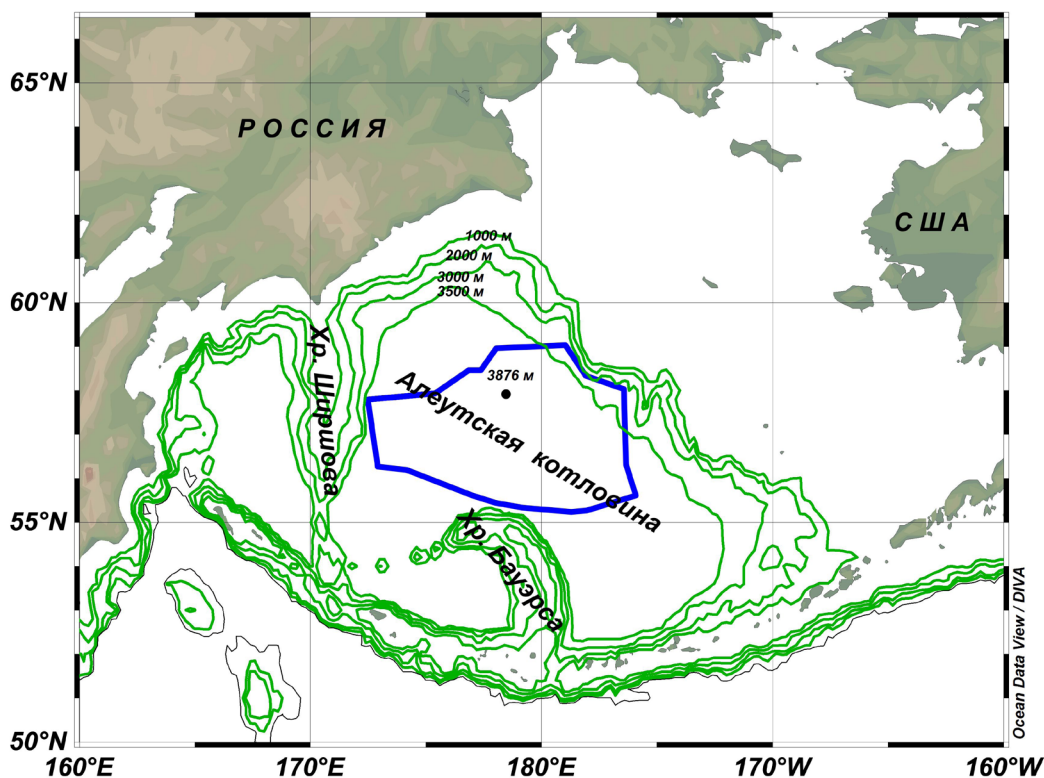


Рис. 1. Глубоководный бассейн Берингова моря. Синяя линия – контур Конвенционного района. Зелёные линии – изобаты от 1000 до 3500 м.

длиной 40–60 см, т.е. размерно-возрастной группой наиболее оптимальной для промысла и последующей обработки.

Помимо минтая, составившего более 92% уловов, были пойманы 4 вида лососей, мойва, тихоокеанская минога и другие виды рыб, а также несколько видов кальмара.

В 1983 г. японские исследователи (Okada, 1986) проводили работы в зимний период (январь–март) для проверки возможного нереста минтая в открытых водах Алеутской котловины. Попутно были проведены батометрические океанологические наблюдения с определением температуры, солёности и растворённого кислорода морской воды.

Зимой плотность скоплений минтая была выше, чем летом, причем в феврале рыба была в преднерестовом состоянии, а в марте уже преобладали отнерестившиеся особи. Численность икры

и личинок в планктоне была незначительной, их поимки икорной сетью были штучными (Okada, 1986; Mulligan et al., 1989). Ряд авторов (Bulatov, Sobolevsky, 1989; Stepanenko, 1989; Dowson, 1990 и др.) считают, что минтай совершает сезонные миграции в нейтральные воды из восточной и западной частей моря, где происходит его основной нерест, и где он проводит первые годы жизни (Springer, 1992). Причем, миграция рыб происходит против часовой стрелки: весной и летом на север, а осенью и зимой в южном направлении (Шунтов др., 1993).

Активный промысел минтая в Конвенционном районе начался в 1983 г. (Dowson, 1990). Однако по сведениям американских учёных (Bailey, 2011) лов минтая вёлся, по крайней мере, с 1981 г. Скопления минтая были настолько плотными, что позволяли флоту России

(СССР), Японии, КНР, Республики Кореи и Польши работать круглый год (Глубоков, 2004; Глубоков, Котенев, 2006). В 1985 г. уловы достигли 363 тыс. т, а к 1989 г. увеличились до 1,448 млн т. (Zou, Huntington, 2018). Через два года вылов упал до 293 тыс. т, а в 1992 г. промысел почти прекратился при вылове 10 тыс. т.

При объяснении причин столь резкого снижения запасов минтая были выдвинуты три гипотезы (обобщение Глубокова, 2017): во-первых, в 1980-е гг. был полностью подорван запас; во-вторых, алеутский минтай подвержен долгопериодным (более 25 лет) колебаниям численности; в-третьих, экзотическая – способность рыб к запомианию района хищнической эксплуатации и передаче информации последующим поколениям.

Причинами резкого подъёма и столь же резкого падения минтая могли быть также изменения в окружающей среде. Однако до сих пор еще не найдены очевидные связи ни с климатом, ни с зоопланктоном, ни даже с численностью потребителей минтая. Есть мнение (Dowson, 1990; Ianelli et al., 2006), что минтай, обнаруженный в Конвенционном районе в 1980-е гг., и нерестующий в районе о. Богослова составляют единый запас. Видимо, не случайно именно в 1984–1987 гг. наблюдался исторический максимум биомассы богословского минтая (Булатов, 2004), в дальнейшем сменившийся её быстрым падением, как и в Конвенционном районе, и продолжительной депрессией.

Отсутствие признаков восстановления запасов минтая в Конвенционном районе в течение 1993–1994 гг. заставило заинтересованные государства (КНР, Республику Корея, Польшу и Японию), которые вели активный промысел минтая в 1980-е гг., принять доводы прибрежных государств (Российская Федерация и США) о необходимости и срочности

создания постоянного режима управления на многосторонней, совместной основе (Zou, Huntington, 2018). Таким образом, в 1994 г. появилась *Конвенция о сохранении ресурсов минтая и управлении ими в центральной части Берингова моря* (Convention on the conservation and management of Pollock resources in the central Bering Sea) (Convention..., 1994). Конвенция была ратифицирована всеми шестью государствами и вступила в силу в декабре 1995 г. Согласно положениям конвенции промысел минтая не будет проводиться, если научные данные не свидетельствуют о том, что его запасы восстановились до уровня, позволяющего поддерживать максимальный устойчивый вылов. Было определено официальное название нейтральной области в центре Берингова моря – *Конвенционный район*. Так как он относится к Берингову морю, мы примем в дальнейшем сокращение КРБМ (Конвенционный район Берингова моря).

Согласно конвенции, с целью восстановления запаса до уровня максимально устойчивого вылова, мораторий на промысел минтая в КРБМ будет действовать до тех пор, пока его биомасса в Алеутской котловине не превысит 1,67 млн т. Все операции в КРБМ с участием рыболовных, перерабатывающих, транспортных судов, включая научные исследования, согласуются на ежегодной конференции подписавших стран. Поэтому во второй половине 1990-х гг. научные наблюдения здесь были ограничены его южной частью, примыкающей к Алеутским островам, где обитают местные группировки минтая.

С 2002 г. началась реализация международной программы по изучению лососей Берингова моря и района Алеутских островов (Bering-Aleutian Salmon International Survey – BASIS, Шунтов и др., 2007б) с участием Российской Фе-

дерации, США и Японии. В рамках реализации программы ежегодно в течение 2002–2012 гг. проводились комплексные (океанологические, гидробиологические, акустические, ихтиологические) исследования всего Берингова моря, что существенно дополнило информационную базу. Также, начиная с 2007 г. Япония проводит ежегодные мониторинговые траловые съёмки в КРБМ в летний период в рамках лососевых исследований (Azumaya et al., 2005; Morita et al., 2007, 2008, 2009, 2011; Sato et al., 2012, 2014, 2015, 2016; Honda et al., 2017, 2018, 2019, 2020, 2021). Материалы, собранные в рамках BASIS, и опубликованные данные траловых уловов японских исследователей составили основу настоящей статьи, посвященной современному состоянию океанологических условий, кормовой базы, биологического разнообразия и промысловой возможности КРБМ.

Цель данного исследования – проанализировать в историческом аспекте особенности гидрометеорологических условий и структуры пелагических сообществ (зоопланктон и нектон, в том числе, рыбные ресурсы) центральной части Берингова моря, включая КРБМ, выявить особенности наблюдаемых в них многолетних изменений и показать возможные факторы, влияющие на динамику промысловых запасов. Понимание комплексных взаимосвязей в пелагических сообществах центральной части Берингова моря, которые неразрывно связаны с экосистемами прибрежных государств (Российской Федерации и США), также важно с прогностической точки зрения, так как позволит судить о возможных изменениях в составе, структуре, продуктивности и, как следствие, иметь более полное представление об экономическом и стратегическом значении морских экосистем Беринго-

ва моря в ближайшей и отдаленной перспективах.

Методы обработки данных стандартные, при необходимости даны их краткие описания в соответствующих разделах. В значительной степени статья основана на обобщении имеющихся публикаций, поэтому раздел «Материалы и методы» отсутствует.

1. ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ

Особенности географического положения, большой размер материковой отмели и свободный водообмен с Тихим океаном позволили отнести Берингово море к типичным морям материково-океанического типа (Гершанович, 1963). Океанические воды, атмосфера и ледовые процессы доминируют в формировании гидрологических условий в Беринговом море. Немаловажное значение имеет и береговой сток, влияющий на солевой и плотностной режим шельфовых областей моря.

Сопредельность с Арктическим бассейном на севере, Тихим океаном на юге и Азиатским континентом на западе создают важные для его гидрологического режима различия климатических условий. Западная область моря имеет выраженный муссонный климат, северная область близка к Субарктике, на востоке преобладают признаки морского климата западных берегов континентов, центральные и южные области находятся под влиянием Тихого океана (Гидрометеорология и гидрохимия..., 1999).

В течение года Берингово море находится под влиянием как постоянных атмосферных центров (Полярного и Гавайского максимумов), так и сезонных: Алеутского минимума и Сибирского максимума, а также Дальневосточной депрессии.

Зимой Берингово море испытывает влияние Алеутского минимума и гребня Сибирского максимума, обуславливающих северо-восточные, северные и северо-западные ветры с повторяемостью 50–70% (Карпова, 1963). Они приносят холодные воздушные массы из Азии и Арктики.

Весной барическое поле перестраивается, Сибирский антициклон разрушается и смещается на запад, его влияние ослабевает, на ведущую позицию выходит Гавайский антициклон. Он смещается на запад и его гребень выходит на Берингово море. С уменьшением разницы температуры между континентом и океаном количество морских циклонов убывает, они становятся слабыми. В конце весны происходит смена зимнего муссона на летний, ветры становятся неустойчивыми, штормовая деятельность заметно ослабевает. В марте-апреле температура воздуха существенно не отличается от зимней, а в мае постепенно повышается до положительных значений.

Летом режим погоды определяется Гавайским антициклоном, усиливается влияние Дальневосточной депрессии, Алеутский минимум полностью заполняется, происходит вынос морского тропического и морского полярного воздуха, преобладают ветры южных румбов со средними скоростями 4–7 м/с. Морской полярный воздух вызывает увеличение осадков, облачности, туманов и ухудшение видимости (Гидрометеорология и гидрохимия..., 1999).

Осенью Гавайский антициклон ослабевает и постепенно отступает на восток. Над теплым океаном создаются условия для усиления циклонической деятельности и углубления Алеутского минимума. Повышение давления над континентом и понижение над океаном способствуют усилению воздушного

потока в сторону моря и смене летнего муссона на зимний.

Годовая сумма теплового баланса моря на поверхности отрицательная, летний радиационный баланс не компенсирует потерю тепла на эффективное излучение, испарение и турбулентный обмен с атмосферой. Недостаток тепла компенсируется за счёт адвекции тихоокеанских вод через проливы Алеутской гряды.

Водные массы Берингова моря в основном тихоокеанского происхождения (Арсеньев, 1967). На деятельный слой моря (приблизительно 0–200 м) сильное влияние оказывают солнечная радиация, ветровая деятельность, испарение и осадки, речной сток и ледовые процессы. Главной особенностью моря, расположенного в субарктической области, является наличие холодного и тёплого промежуточных слоёв (Арсеньев, 1967; Ohtani, 1973). Первый формируется в результате осенне-зимней конвекции, второй – из высокосолёных и обогащенных кислородом и биогенными веществами тихоокеанских вод, поступающих в основном через глубоководные проливы Ближний, Амчитка и Амухта.

Схема течений (рис. 2) в целом подтверждает общую циклоническую циркуляцию в пределах глубоководного бассейна, известную по многим публикациям (Арсеньев, 1967; Takenouti, Ohtani, 1974; Stabeno et al., 1999; и др.). На фоне общей циклонической циркуляции зимой заметен широкий поток на севере и западе глубоководной котловины, вызванный действиями сильных северо-восточных ветров. Летом ширина течений заметно сужается и не выходит далеко за пределы континентального склона. Средние зимние скорости течений в целом по морю выше летних значений более чем на 60%. У континентального склона раз-

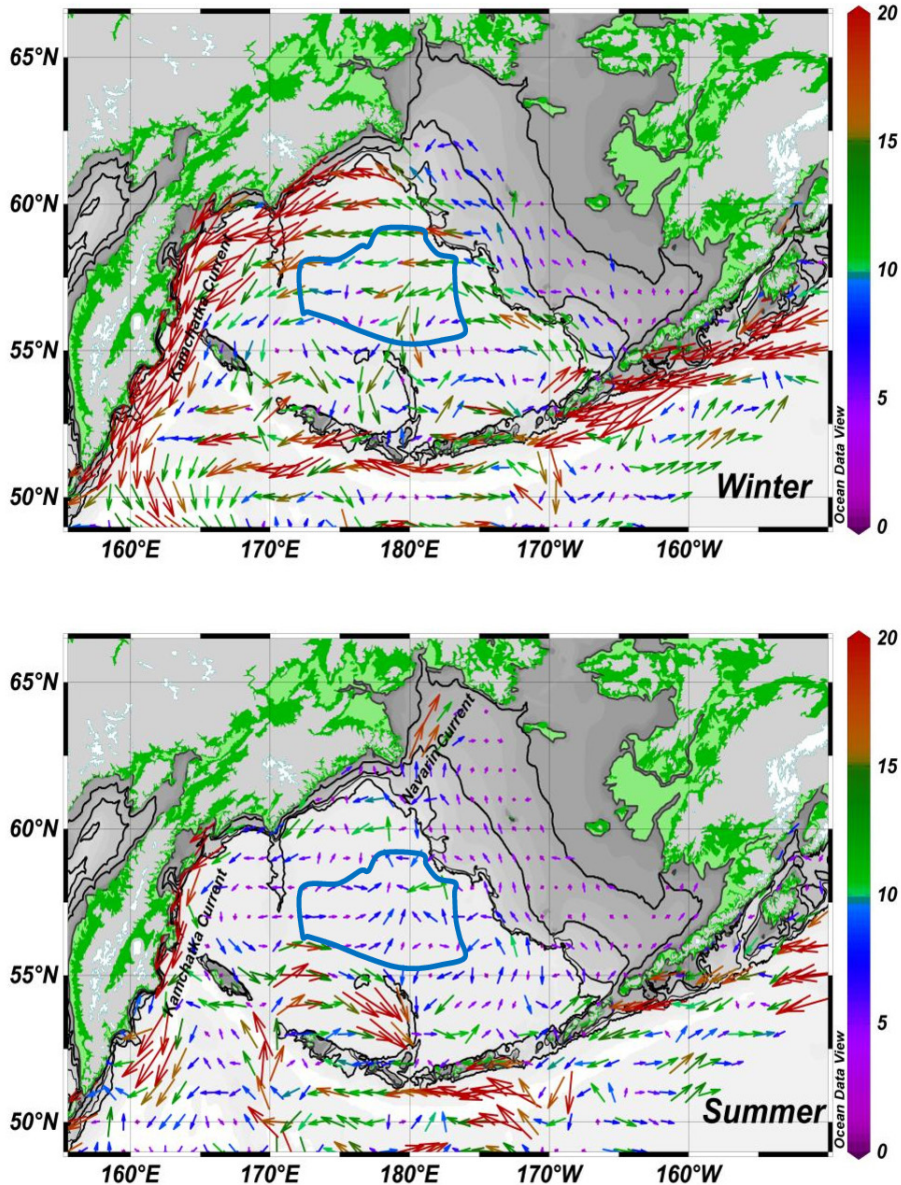


Рис. 2. Схемы течений в Беринговом море зимой и летом (Khen et. al., 2013) в цвете. Дополнительно синей линией выделен КРБМ. Цветовая шкала справа – скорости течений (см/с). Чёрные линии – изобаты 50, 100, 200, 1000 м.

ница более существенная: зимой скорости течений составляют 15–20 см/с на востоке и более 30 см/с на западе, тогда как летом не превышают 10 см/с. На западном склоне, примыкающем к п-ову Камчатка, скорости зимой и летом в 1,5–2,0 раза выше, чем на восточном склоне. Летом на большей части глубоководной котловины скорости небольшие, а на восточном склоне формируются разнонаправленные вихри,

но генеральное направление движения вод осуществляется с юго-востока на северо-запад, формируя Центрально-Берингоморское течение (ЦБТ) (Хен, 1989). Наваринское течение, несущее трансформированные тихоокеанские воды в Анадырский залив, проявляется только на летней карте течений, зимой оно становится слабым или даже совсем исчезает из-за сильных северо-восточных ветров.

КРБМ занимает внутреннюю область циклонической циркуляции. Направления течений неустойчивые, зависят от преобладающих ветров: зимой преимущественно с востока на запад, а летом с юга на север. С изменением ветров течения могут неоднократно меняться в пределах одного сезона. Скорости здесь заметно ниже, чем у континентального склона и не превышают зимой 10 см/с, а летом 8 см/с. Эту область можно отнести к зоне наиболее слабых и неустойчивых течений в Беринговом море.

Зимой (январь-март) вся шельфовая зона Берингова моря покрывается льдом и недоступна для хозяйственной деятельности. Свободными от ледовых полей остаются только глубоководный бассейн моря, включая КРБМ (рис. 3 А, В). По средним многолетним данным у кромки льдов температура воды составляет 0–1°C, а на юге – 2,5–3,5°C. В пределах КРБМ температура воды на поверхности меняется от 1,5°C на северо-западе до 2,5°C на юго-востоке (рис. 3 А). Солёность на поверхности меняется от 32,5–33 епс у ледовой кромки до 33,1–33,2 епс в КРБМ (рис. 3 В). Зимой на поверхности КРБМ заметно вклинивание холодных вод с севера и запада. Только в восточной части КРБМ, в струе ЦБТ, наблюдается язык тёплых вод с юго-востока на северо-запад.

В мае-июне температурные контрасты между холодным севером и тёплым югом еще сохраняются (Khen, 1989). С увеличением повторяемости южных ветров усиливается приток тихоокеанских вод из пролива Ближнего, температура воды на юге и в центре моря повышается на 1–1,5°C.

В июле происходит быстрый прогрев прибрежных вод, что приводит к перестройке поля температуры на летний тип: понижение температуры от берега в открытое море.

Формируется прибрежная фронтальная зона с градиентом температуры от 0,10 до 0,12°C /км. Количество тепла, поступающее из атмосферы, значительно превосходит адвекцию (Карпова, 1963), поэтому в поле температуры тихоокеанские воды не просматриваются.

В КРБМ температура воды летом держится на уровне 8,5°C (рис. 3 Б). Солёность из-за обильных осадков понижается до 32,8–33,0 епс (рис. 3 Г). В глубоководной части моря, включая КРБМ, вся толща воды делится на 4 слоя: поверхностный, холодный промежуточный (ХПС), составленный из остаточных вод зимнего охлаждения, тёплый промежуточный (ТПС), преимущественно тихоокеанского происхождения, и глубинный (Арсеньев, 1967; Ohtani, 1973). Слои различаются по температурным характеристикам (табл. 1), солёность с глубиной монотонно повышается.

Осенью в процессе вертикального перемешивания температура и солёность воды в верхнем 200-метровом слое постепенно выравниваются. В результате в КРБМ зимой на глубине 100 м значения температуры и солёности становятся такими же, как и на поверхности: 1,5–2,5°C и 33,1–33,2 епс соответственно (рис. 3 А, В и рис. 4 А, В). Летом температура и солёность на глубине 100 м, т.е. в ядре ХПС, незначительно меняются в сторону увеличения и составляют 2–3°C и 33,2–33,3 епс (рис. 4 Б, Г). Закономерности пространственного распределения температуры воды, заложенные на поверхности глубоководного бассейна моря зимой, на горизонте 100 м сохраняются в течение всего года.

Многолетние изменения температуры воды в КРБМ и всего Берингова моря практически совпадают (рис. 5). Кратковременные понижения и повышения также происходят в одни сроки, и тренды показывают однозначное по-

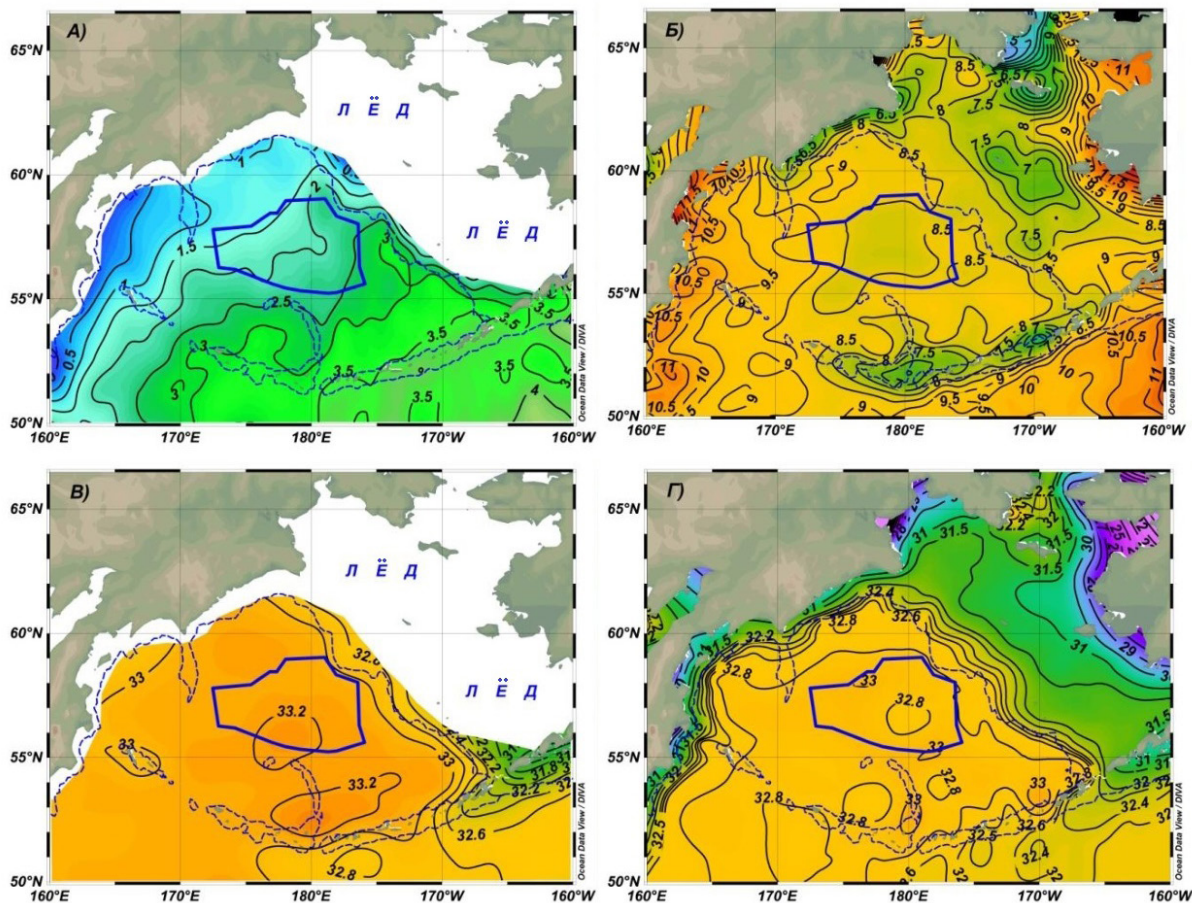


Рис. 3. Климатическое распределение температуры (°C) и солёности (пс) на поверхности Берингова моря зимой (А, В) и летом (Б, Г). Синим цветом выделен КРБМ. Пунктирная линия – изобата 1000 м. Белый фон – ледовое покрытие в середине марта. Использованы данные The World Ocean Database 2018 (WOD18) + данные ТИНРО.

Таблица 1. Водные массы глубоководной части Берингова моря летом (Арсеньев, 1967).

Водные массы	Нижняя граница, м	Температура, °C	Солёность, пс
Поверхностная, летней модификации	25–50	7–11 на поверхности, 4–6 на нижней границе	Около 33
Промежуточная холодная	150–250	0,5–1,0 в ядре, до 3,5 на верхней и нижней границах	33,1–33,2
Промежуточная тёплая	700–1000	3,4–3,9	Около 34
Глубинная	До дна	2,8–3,0 наверху, 1,55–1,80 внизу	33,4–34,7

тепление, по крайней мере, с 1950 г. Скорости потепления также близки друг к другу: 0,06 и 0,07° C/год соответственно. В КРБМ, расположенном в центре глубоководного бассейна, среднегодо-

вая температура воды на поверхности на 1–1,5 °C выше, чем во всей акватории моря, охватывающей и обширную шельфовую зону, зимой покрывающуюся сплошными ледовыми полями.

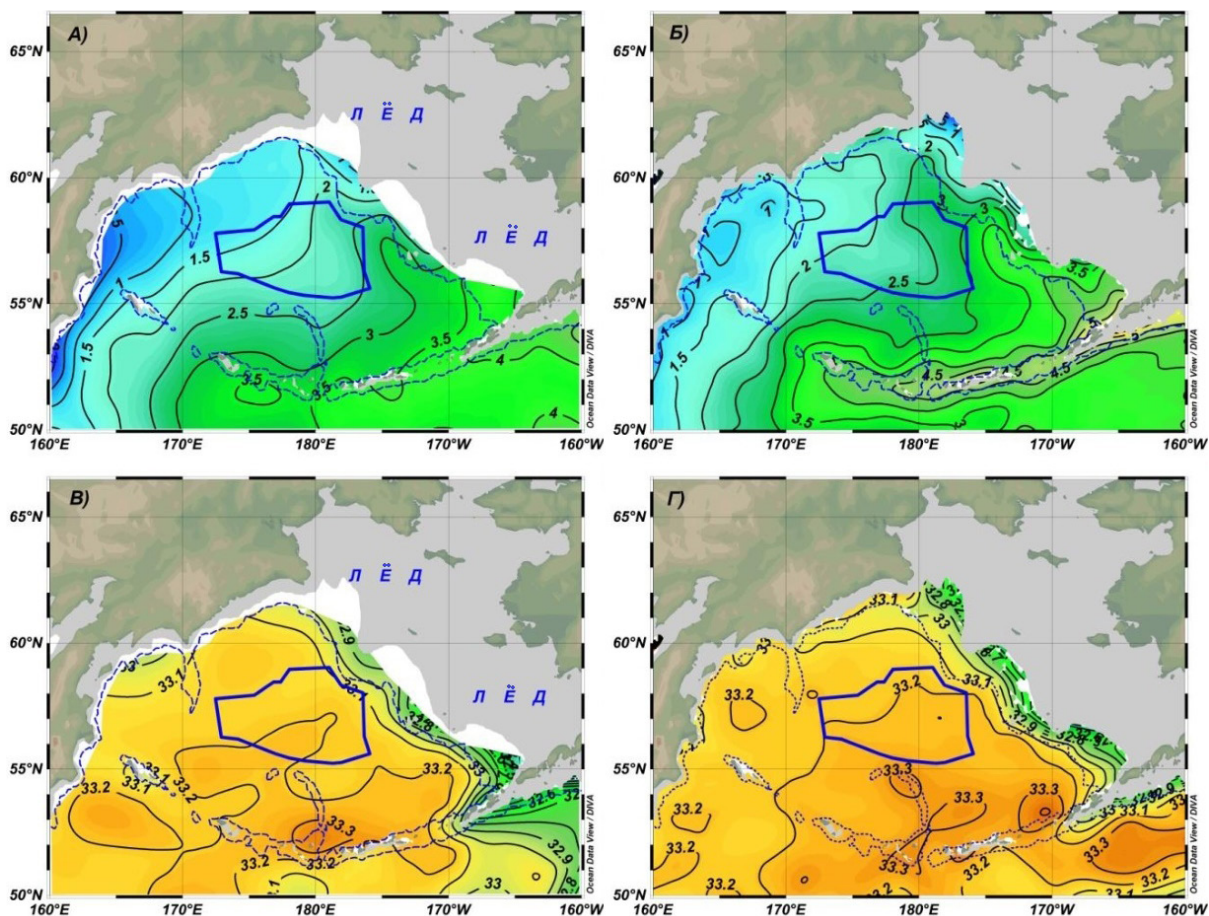


Рис. 4. Климатическое распределение температуры ($^{\circ}\text{C}$) и солёности (епс) на глубине 100 м зимой (А, В) и летом (Б, Г). Синий цветом выделен КРБМ. Пунктирная линия – изобата 1000 м. Использованы данные The World Ocean Database 2018 (WOD18) + данные ТИПРО.

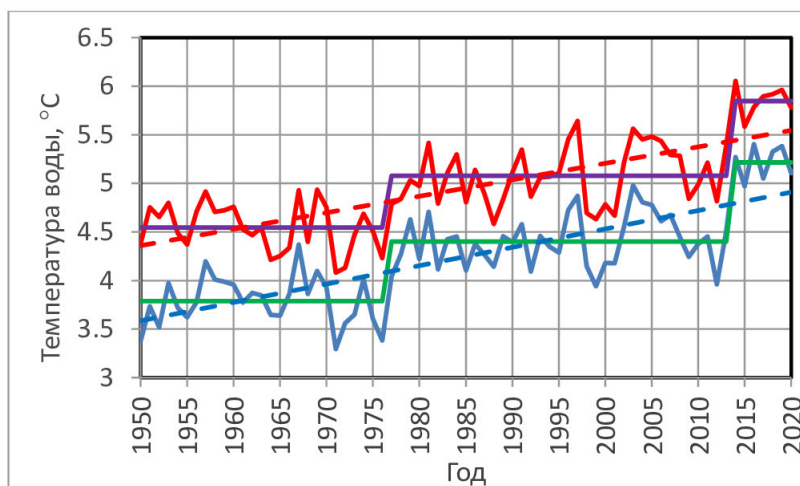


Рис. 5. Многолетние изменения средней годовой температуры воды во всем Беринговом море (синий цвет) и в КРБМ (красный цвет) и их тренды (пунктирные линии). Сиреневым и зелёным цветами обозначены ступенчатые формы изменчивости температуры воды. Использованы данные Японского метеорологического агентства, в рамках международного проекта NEAR-GOOS через сайт. <https://ds.data.jma.go.jp/gmd/goos/data/database.html>.

Следует отметить, что рост температуры как во всём море, так и в КРБМ происходил не равномерно, а скачкообразно, и начало резких потеплений совпало с климатическими сдвигами, впервые обнаруженными (Minobe, 1997) в Тихоокеанском декадном колебании (ТДК). ТДК показывает изменения температуры воды в Тихом океане между 20 и 70° с.ш. С 1950 г. в Беринговом море и КРБМ наблюдались два скачка в сторону устойчивого повышения температуры воды: первый – с 1977 по 1978 гг., и второй современный – с 2013 по 2014 гг. Таким образом, можно выделить три периода, когда тренд практически отсутствовал: относительно холодный – 1950–1976 гг., умеренный – 1977–2013 гг. и относительно тёплый – с 2014 г. по настоящее время (рис. 5). Каждый период начинался с быстрого потепления или положительного климатического сдвига и заканчивался кратковременным (5–6 лет) похолоданием, относительно предыдущих лет периода: в конце первого периода – 1971–1976 гг., в конце второго периода – 2009–2013 гг. В нашем ряду второй этап оказался наиболее длительным, но это только кажущая особенность. Нам неизвестно начало первого периода и неясно будущее настоящего потепления. Вполне возможно, что современный тёплый период по продолжительности сравним со вторым периодом, т.е. будет продолжаться, по крайней мере, до середины XXI столетия. Такого же мнения придерживается группа климатологов США (Hermann et al., 2013), предположивших тёплые десятилетия в Беринговом море в 2010–2040 гг.

2. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА, ВИДОВАЯ СТРУКТУРА И МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА ЗООПЛАНКТОНА

Российские экосистемные исследования в глубоководном бассейне Берин-

гова моря ведутся с 1980-х гг. Однако, не все компоненты экосистемы этой части Берингова моря исследованы достаточно хорошо. Следует отметить слабую изученность (включая продукционные свойства) низших трофических уровней (фито-, бактериопланктон), не позволяющую по их динамике делать адекватные заключения о состоянии и функционировании экосистемы (Дулепова, 2002; Шунтов, Темных, 2008).

Протяжённые ряды наблюдений за динамикой численности и биомассы, с охватом обширных акваторий имеются только по средним трофическим уровням (мезо- и макрозоопланктон, нектон). При этом объём информации для КРБМ несоизмеримо ниже, чем непосредственно в российской экономической зоне.

Тем не менее, анализировать тенденции изменений в зоопланктоне в этой акватории моря представляется возможным, сравнивая с процессами, протекающими как в экосистеме Берингова моря в целом, так и в близлежащих акваториях. Непосредственно к КРБМ прилегает западная часть Алеутской котловины (рис. 6). Эти части моря по своим климато-океанологическим условиям и фаунистическим характеристикам зоопланктона мало чем отличаются друг от друга (Волков, 2015). Однако, только для западной части Алеутской котловины информация по зоопланктону собирается практически каждый год, начиная с 1986 г.

Наибольший объём информации по зоопланктону КРБМ был собран с 1987 по 1991 гг. Всего при экосистемном изучении биологических ресурсов рассматриваемого района в слое 0–200 м было выполнено более 80 планктонных станций в основном в летне-осенний период (Волков, 2015).

В западной части Алеутской котловины за всё время исследований было выполнено гораздо большее ко-

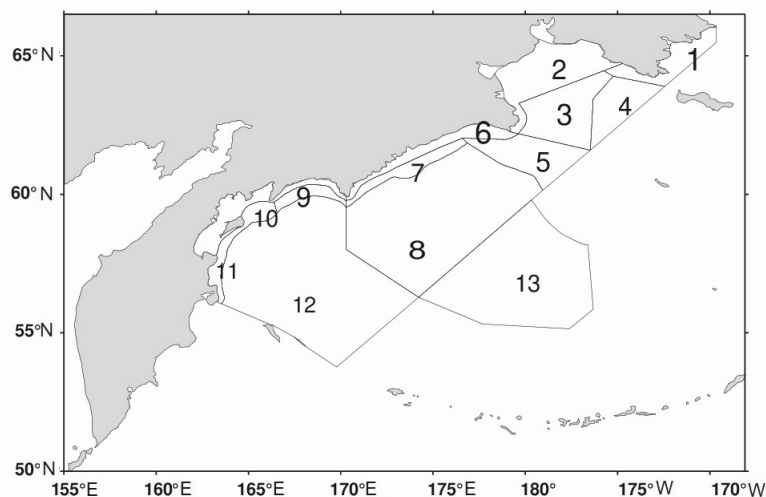


Рис. 6. Схема районирования Берингова моря (Волков, 2012). Обозначения: 1 – Берингов пролив, 2 – северо-западная часть Анадырского залива, 3 – юго-восточная часть Анадырского залива, 4 – восточная часть Анадырского залива, 5 – Наваринский, 6 – Корякский шельф, 7 – Корякский свал глубин, 8 – западная часть Алеутской котловины, 9 – Олюторский свал глубин, 10 – шельф Карагинского и Олюторского заливов, 11 – Карагинский свал глубин, 12 – Командорская котловина, 13 – КРБМ.

личество станций (около 1000). Облов планктона проводился круглосуточно, а при количественных оценках использовались дифференцированные поправочные коэффициенты на уловистость сетей (Волков, 2008). В процессе обработки весь зоопланктон подразделялся на 3 размерные фракции: мелкую (животные от 0,8 до 1,2 мм), среднюю (1,2–3,3 мм) и крупную (>3,3 мм) (Волков, 2008). Особенно важным в данном случае является выделение крупной размерной фракции, которая является кормовой базой практически для всего нектона.

Понятно, что при указанном выше объёме исследований в КРБМ нельзя делать вывод ни о сезонной, ни о многолетней динамике планктонных сообществ, тем более что съёмки в этом районе, как впрочем, и в западной части Алеутской котловины проводятся чаще всего в летне-осенний период. Однако как КРБМ, так и западная часть Алеутской котловины расположены в глубоководной зоне, которая в зимнее время свободна ото льда, и сезонная динамика зоопланкто-

на в них проявляется не столь резко, как в остальных районах Берингова моря. Именно поэтому даже по немногочисленным материалам для КРБМ можно получить сведения о составе и биомассе планктона и пространственном распределении главных его составляющих (крупных таксонов, слагающих макрозоопланктон), доминирующих в питании промысловых объектов, в первую очередь, лососей и минтая (Шунтов, Темных, 2008).

В КРБМ среднемноголетняя биомасса зоопланктона за указанный выше период исследований в слое 0–200 м составила 750 мг/м³. Общая биомасса зоопланктона, рассчитанная с использованием базы данных по зоопланктону ТИНРО (Волков, 2015), оценивается в 26,4 млн т. При этом до 89% планктона составляет макрозоопланктон (планктонные организмы с размерами тела >3,2 мм). На долю мелко- и среднеразмерного зоопланктона (<3,2 мм) приходится чуть более 11% от общей биомассы зоопланктона.

В западной части Алеутской котловины величина среднемноголетней биомассы зоопланктона оценивается в 679 мг/м³. Однако показатель общей биомассы зоопланктона за счёт большей площади района почти такой же, как и в КРБМ (26,7 млн т). В этих двух районах список доминирующих по биомассе видов зоопланктона относительно невелик и практически совпадает (табл. 2).

Группировка планктонных организмов с размерами тела <3,2 мм состоит из мелкоразмерных копепод и науплий копепод, различных стадий развития эвфаузиевых, их яиц, птеропод, мелких хетогнат, оболочников и т.д. (табл. 2). Однако большую часть биомассы формирует широко распространённый, тяготеющий к глубоководной зоне, вид мелких копепод – *Oithona*

similis. В небольших количествах в планктоне встречается *Pseudocalanus minutus*+*P newmani*.

Макрозоопланктон формируют в основном 4 таксономические группы: копеподы, эвфаузиевые, амфиподы и щетинкочелюстные. В группу прочих входят мизиды, декаподы, кумовые, остракоды, птероподы, медузы, полихеты и туника-ты, биомасса которых в целом не превышает 2% от биомассы макрозоопланктона. Среднемноголетняя картина таксономического состава макрозоопланктона в КРБМ представлена на рисунке 7.

Подобная картина наблюдается и в зоопланктоне западной части Алеутской котловины. Доминирование щетинкочелюстных и копепод является характерной чертой зоопланктона Берингова моря.

Таблица 2. Видовой состав различных размерных фракций зоопланктона* (таблица составлена на основании базы данных по зоопланктону ТИНРО).

Крупная фракция зоопланктона (длина тела >3,2 мм)	Мелкая + средняя фракции зоопланктона (длина тела <3,2 мм)
Copepoda	Copepoda
<i>Eucalanus bungii</i> (21,1)	<i>Oithona similis</i> (51,5)
<i>Neocalanus cristatus</i> (19,3)	<i>Pseudocalanus minutus</i> + <i>Pnewmani</i> (8,0)
<i>Neocalanus plumchrus</i> + <i>Pflemingery</i> (14,1)	<i>Copepoda nauplius</i> (4,6)
<i>Metridia pacifica</i> (2,1)	Euphausiacea
<i>Calanus glacialis</i> + <i>C.marshallae</i> (10,0)	<i>Euphausiacea ova</i> + <i>E.nauplius</i> (1,3)
Euphausiacea	<i>Euphausiacea furcilia</i> (0,5)
<i>Thysanoessa longipes</i> (5,2)	Amphipoda
<i>Thysanoessa inermis</i> (1,0)	<i>Themisto juvenis</i> (2,4)
<i>Thysanoessa raschii</i> (0,2)	Chaetognatha
<i>Euphausia pacifica</i> (0,1)	<i>Sagitta elegans</i> (2,0)
Amphipoda	Pteropoda
<i>Themisto pacifica</i> (2,0)	<i>Limacina helicina</i> (0,3)
<i>Themisto libellula</i> (0,02)	Tunicata
Chaetognatha	<i>Oikopleura vanhoeffeni</i> (0,6)
<i>Sagitta elegans</i> (31,3)	

Примечание: * В скобках указана доля вида (%) в размерной группировке.

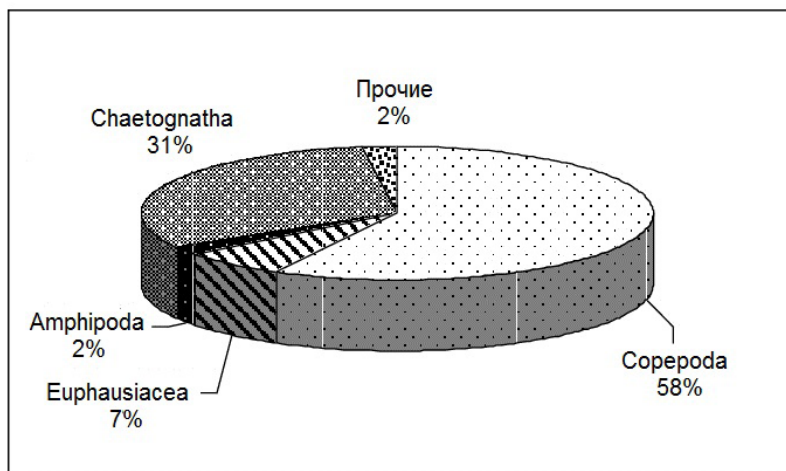


Рис. 7. Основные биомассообразующие группы макрозоопланктона в КРБМ. Рисунок построен на основании базы данных по зоопланктону ТИНРО.

Виды крупного зоопланктона, приведённые в таблице 2, составляют до 90% от биомассы этой группировки. Основу этой размерной группировки формируют 3 вида копепод (*Eucalanus bungii*, *Neocalanus cristatus* и сборный вид *Neocalanus plumchrus*+ *N.flemingery*) и щетинкочелюстные (*Sagitta elegans*).

Все наиболее массовые виды крупных групп зоопланктона являются широко распространёнными в северо-западной Пацифике. Это подтверждают ранее опубликованные схемы горизонтального распределения видов (Волков, 2015).

Согласно В.П. Шунтову с соавторами (1993) в летний период 1980–1990 гг. биомасса и соотношение доминирующих групп макропланктона в КРБМ и западной части Алеутской котловины были практически одинаковыми (около 750 мг/м). При этом более 50% от этой величины составляли щетинкочелюстные. В рассматриваемых районах от лета к осени в сообществе зоопланктона глубоководных котловин повышается доля амфипод, сагитт, эвфаузиевых и, соответственно, уменьшается доля копепод. Такая динамика является наложением трёх процессов: различий в темпах сезонных вертикальных миграций и роста

видов, а также выедания планктонными хищниками (щетинкочелюстными и гипериидами) нехищного зоопланктона (фито-, эврифагов). Кроме того, значительное влияние на межгодовую динамику биомассы зоопланктона в районе оказывает его перенос течениями и уровень воспроизводства. Все эти факторы влияют на формирование биомассы зоопланктона и, соответственно, на кормовую обеспеченность nekтона.

Основные запасы зоопланктона в Беринговом море сосредоточены в глубоководных котловинах (в том числе в КРБМ и западной части Алеутской котловины). Кроме того, именно в глубоководных котловинах кормовую базу nekтона формируют мелкие мезопелагические рыбы.

В межгодовом плане при относительно небольшом временном отрезке наблюдений средняя общая биомасса зоопланктона в КРБМ изменялась не более чем в 1,5 раза. Ранее А.Ф. Волков (2012), проанализировав значительное количество информации по интегральным характеристикам зоопланктона, пришел к выводу, что чёткой зависимости между гидрологическим типом года и биомассой того или иного вида не существует.

Только короткоцикловые виды способны реагировать на кратковременные изменения температурных условий.

Интересно, что при относительной стабильности общих запасов зоопланктона численность, биомасса и, соответственно, соотношение разных видов и групп планктона в разные годы может отличаться существенно. В целом такая динамика общей биомассы зоопланктона характерна как для Берингова моря, так и для других районов дальневосточных морей (Шунтов, 2001; Шунтов и др., 2007а; Дулепова, 2002). Информация по многолетним количественным характеристикам зоопланктона западной части Алеутской котловины (рис. 8) подтверждает вышеизложенное.

Особенностью современной динамики состава макрозоопланктона глубоководных котловин является то, что практически во всех районах вместо копепод, доминировавших в 1980–1990-х гг., на первое место по биомассе вышли щетинкочелюстные (сагитты).

Вполне очевидно, в этом плане зоопланктон КРБМ мало чем отличается от зоопланктона западной части Берингова моря. Также, вероятно, в силу особен-

ностей гидрологического режима (см. выше), для которого характерны слабые и неустойчивые течения и небольшие температурные изменения в течение года, этому району присуща большая стабильность количественных и качественных показателей зоопланктона.

3. СТРУКТУРА, СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕЛАГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ НЕКТОНА

Структура и состав пелагических сообществ

Конвенционный район Берингова моря на юге граничит с хребтом Бауэрса, на западе – с хребтом Ширшова, на северо-востоке – со свалом глубин обширного Беринговоморского шельфа. Соседство с подводными хребтами и свалам глубин и существующей системы циркуляции вод способствуют выносу в пределы КРБМ молоди донных видов рыб. Помимо этого, данный район является важной акваторией для нагула пелагических видов рыб – тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus* spp.), в частности кеты (*O. keta*), нерки (*O. nerka*) и чавычи (*O. tshawytscha*). Минтай (*Theragra*

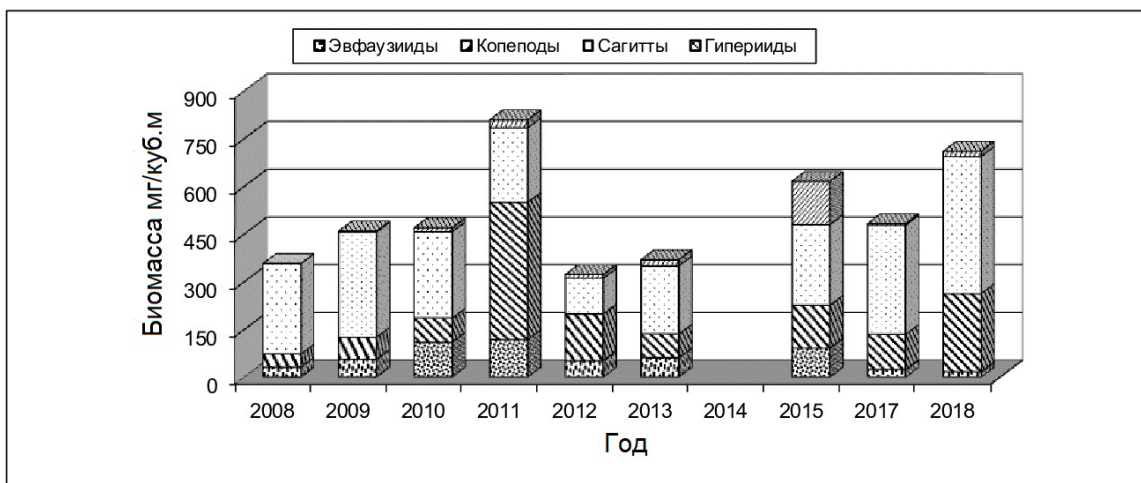


Рис. 8. Динамика биомассы и состава макрозоопланктона в западной части Алеутской котловины Берингова моря. Рисунок построен на основании базы данных по зоопланктону ТИНРО.

chalcogramma) в периоды высокой численности также активно нагуливается в глубоководных районах моря, включая КРБМ.

В 1987–1991 гг. научные исследования фауны КРБМ проводились на судах типа БАТМ и РТМС (тралы РТ 108/528 и РТ 118/620) в эпипелагиали (верхняя эпипелагиаль – 0–50 м и нижняя эпипелагиаль – 50–200 м) и мезопелагиали (200–1000 м). В 1990-х и 2000-х гг. исследования проводили на научных судах СТМ Атлантик 833 (НИС «ТИНРО», НИС «Профессор Кагановский») с использованием трала РТ 80/396 в слое 0–50 м. Также следует указать на несколько важных деталей в исследовании данного региона. В период с 1987 г. по 1991 г. было выполнено наибольшее количество (80%) тралений (457 из 584 тралений) (рис. 9). Так как в дальнейшем траления проводили только в верхней эпипелагиали, межгодовые сравнения возможны только для этого слоя. В 1983–1995 гг. траления выполняли во всем КРБМ (рис. 10). Наибольшие уловы минтая в этот период отмечались в восточной части района, а минимальные были в центральной и северо-за-

падной частях (рис. 11). В период с 1996 по 2018 гг. траления выполняли только на северо-западной периферии района в границах ИЭЗ Российской Федерации. Кроме того, верхнеэпипелагические траления в 1983–1995 гг. преимущественно выполняли в апреле-июне, а в 1996–2018 гг. – в июле-сентябре, при этом их количество в эти периоды было близким (табл. 3). На больших глубинах (более 50 м) количество тралений в первый период (403) было значительно больше, чем во второй (3).

По сравнению с другими частями Берингова моря, биомасса nektona в КРБМ не самая высокая и уступает шельфовым районам в несколько раз (рис. 12 А). При этом среднее видовое богатство в данном районе максимальное (рис. 12 Б), что обусловлено соседством с континентальным склоном и подводными хребтами, а также миграциями низкобореальных и низкобореально-субтропических видов: сайры (*Cololabis saira*), японского морского леща (*Brama japonica*), японского анчуса (*Engraulis japonicus*), тихоокеанского кальмара (*Todarodes pacificus*), а также сардины (*Sardinops melanostictus*), кото-

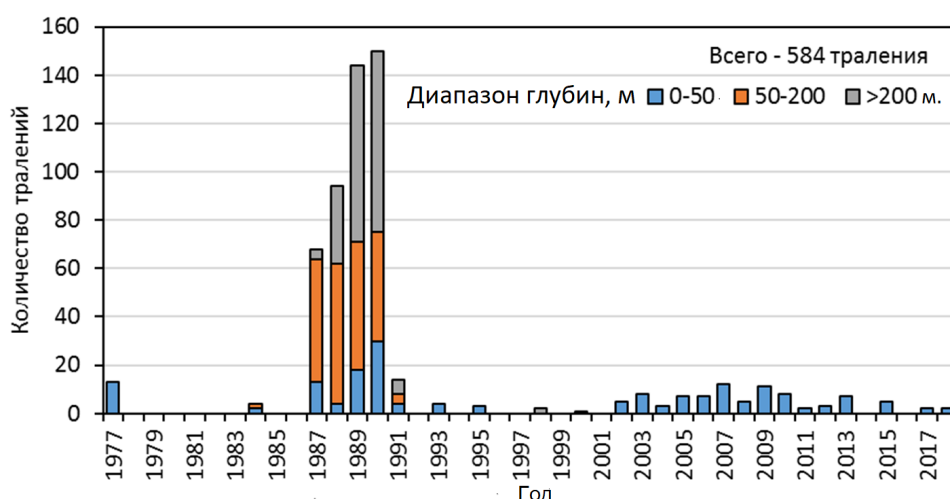


Рис. 9. Количество тралений, выполненных в КРБМ в различных слоях пелагиали в 1977–2018 гг.

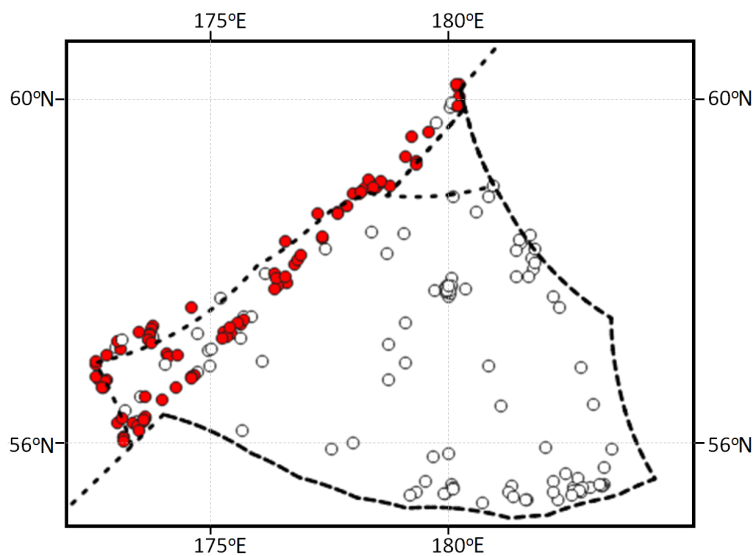


Рис. 10. Пространственное распределение тралений в КРБМ в слое 0–50 м. Белые кружки – траления, выполненные в 1983–1995 гг., красные кружки – траления, выполненные в 1996–2018 гг.

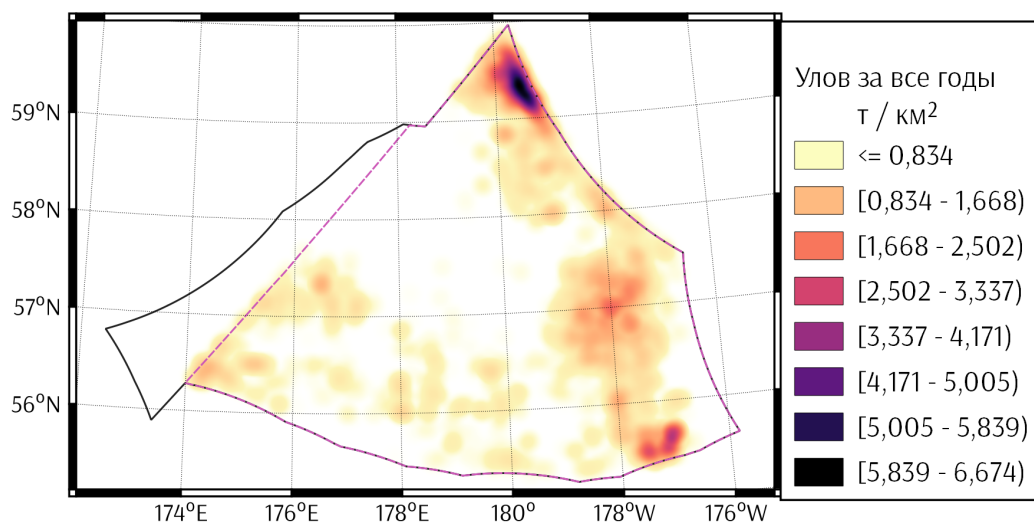


Рис. 11. Плотность суммарного вылова минтая в КРБМ с 1983 по 1995 гг. по данным научных исследований ТИНРО.

Таблица 3. Количество выполненных тралений в КРБМ в различных слоях пелагиали за разные периоды.

Диапазоны глубин	Периоды наблюдений		
	1983–1995 гг.	1996–2018 гг.	Всего
0-50 м	75	90	165
50-200 м	213	1	214
200-1000 м	190	2	192
Вся пелагиаль	478	93	571

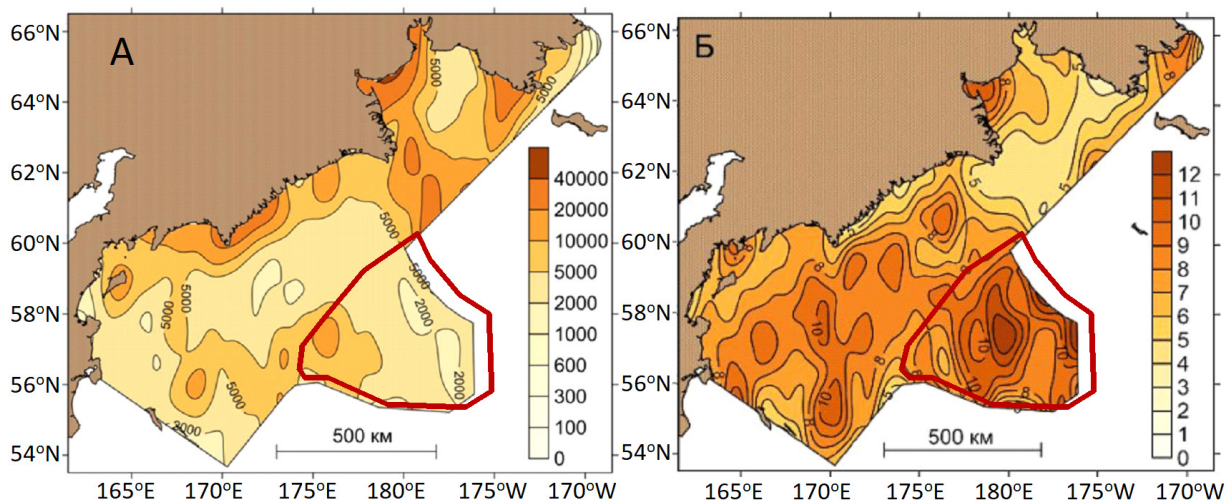


Рис. 12. Пространственное распределение биомассы nekтона ($\text{кг}/\text{км}^2$) (А) и среднее видовое богатство траловых проб (Б) в западной части Берингова моря (Иванов, 2013). Красной линией выделен КРБМ.

рая впервые за многие годы была отмечена в открытых водах Берингова моря в 2018 г. (Старовойтов и др., 2018).

Видовое разнообразие (ВР) (по Шеннону) макрофауны всей пелагиали западной части Берингова моря составило 0,79 (табл. 4), при этом индекс верхней эпипелагиали, полученный для современного периода (1996–2018 гг.), был заметно выше (2,22), чем в 1983–1995 гг. (0,16). В слое 50–200 м индекс заметно ниже, чем в верхнем 50-метровом слое, но глубже вновь увеличивается.

За период исследований с 1977 по 2018 гг. в районах, затрагивающих акваторию КРБМ, в траловых съёмках было идентифицировано 125 видов рыб, рыбообразных, головоногих и желетельх. Большинство видов включают в себя два больших класса: лучепёрые рыбы (*Actinopterygii*) и головоногие моллюски (*Cephalopoda*) – 81 и 18 видов соответственно (табл. 5). Сцифо- и гидромедуз (*Scyphozoa* и *Hydrozoa*) обнаружено 9 и 5 видов соответственно, высших раков (*Malacostraca*) – 4 вида, остальные классы морской фауны (*Cephalaspidomorphi*, *Chondrichthyes*, *Asteroidea*) включали по 1–2 вида каждый.

Таблица 4. Индекс видового разнообразия Шеннона в различных слоях пелагиали КРБМ.

Слой	Индекс Шеннона
Вся пелагиаль	0,79
0–200 м	0,65
0–50 м (весь период)	1,51
0–50 м (1983–1995)	0,16
0–50 м (1996–2018)	2,22
50–200 м	0,16
>200 м	0,84

Наиболее богата в видовом отношении мезопелагиаль (88 вида). В эпипелагиали количество отмеченных видов немного ниже (79 вида), при этом количество видов, которые отмечены как в мезо-, так и в эпипелагиали, составило 46. Количество видов, отмеченных только в эпипелагиали – 37, а видов, отмеченных только в мезопелагиали – 47.

Сходство видового состава данных биотопов по Сьеренсену-Чекановскому составило 0,52, что является средним показателем сходства. Видовое разнообразие мезопелагиали обусловлено местной фауной, в то время как эпипелагическая

Таблица 5. Соотношение количества видов макрофауны по классам в различных слоях пелагиали КРБМ.

Класс	Вся пелагиаль	0–200 м	0–50 м	50–200 м	200–1000 м
Actinopterygii	81	45	41	23	56
Cephalopoda	18	14	11	10	16
Scyphozoa	9	9	9	1	2
Hydrozoa	5	4	4	3	3
Malacostraca	4	1	0	1	4
Cephalaspidomorphi	2	2	2	2	2
Chondrichthyes	2	2	1	1	1
Asteroidea	1	0	0	0	1

фауна КРБМ преимущественно состоит из мигрантов, совершающих онтогенетические (кальмары, донные виды рыб, ракообразные), суточные вертикальные (семейства *Mystophidae*, *Bathylagidae*, *Notosudidae*, *Paralepididae*) или горизонтальные нагульные миграции (лососевые, минтай, в редких случаях – сельдь).

Всего по данным траловых уловов зарегистрировано 58 семейств рыб и беспозвоночных (табл. 6). Наибольшее видовое богатство отмечено у кальмаров сем. *Gonatidae* – 11 видов. Значительное количество видов характерно для семейств *Mystophidae* – 7 видов, *Salmonidae* и *Bathylagidae* – 6 видов. Семейства *Ulmaridae*, *Oneirodidae*, *Gonostomatidae* включали в себя по 4 вида, на остальные семейства пришлось не более 3 видов. Многие семейства были, как правило, приурочены к определенному биотопу: эпи- или мезопелагиали, – за исключением кальмаров сем. *Gonatidae*, которые практически в полном составе отмечались как в мезо-, так и в эпипелагиали.

Количественные оценки, видовая структура и межгодовая динамика

Количественные оценки макрофауны представлены для эпипелагиали и мезопелагиали. Исследования батипелагиали и абиссали в КРБМ не проводились.

Среднемноголетняя видовая структура (учитывающая соотношение оценок биомассы основных видов) за период 1983–2018 гг. рассчитана отдельно для эпипелагиали, которая, в свою очередь, подразделяется на верхний (0–50 м) и нижний (50–150 м) слои, и для мезопелагиали (рис. 13). Общая биомасса макрофауны в среднемноголетнем аспекте составляла 4,1 т/км² в верхней эпипелагиали, почти 8,9 т/км² в нижней эпипелагиали и 6,5 т/км² в мезопелагиали. Во всех трёх слоях в сообществе доминировал минтай, доля которого составляла от 63% в верхней эпипелагиали до 98% в нижней эпипелагиали, доля минтая в мезопелагиали была оценена в 80%.

Без учёта минтая среднемноголетняя биомасса всей макрофауны в верхней эпипелагиали составила 1,5 т/км², в нижней эпипелагиали – 0,175 т/км², в мезопелагиали – 1,3 т/км². В отличие от характерного для всей пелагиали доминирования минтая, видовая структура субдоминантов отличалась в различных слоях. Так, в верхней эпипелагиали в значительной степени преобладала кета (446,1 кг/км²) и северный однопёрый терпуг (*Pleurogrammus monopterygius*) (301,4 кг/км²). В нижней эпипелагиали среди субдоминантов наибольшую доли занимали светлопёрый стенобрак

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОСИСТЕМЫ

Таблица 6. Соотношение количества видов макрофауны по семействам в различных слоях пелагиали КРБМ. Надстрочными цифрами выделены нерыбные семейства

Семейство	Вся пелагиаль	0–200 м	0–50 м	50–200 м	200–1000 м
Gonatidae ¹	11	10	10	6	10
Myctophidae	7	4	3	4	6
Salmonidae	6	6	6	5	4
Bathylagidae	6	4	3	4	5
Ulmaridae ²	4	4	4	0	0
Oneirodidae	4	0	0	0	4
Gonostomatidae	4	0	0	0	4
Paralepididae	3	3	3	1	1
Hexagrammidae	3	3	3	1	1
Notosudidae	3	2	1	2	2
Stichaeidae	3	2	2	0	1
Stomiidae	3	1	1	1	3
Platyroctidae	3	0	0	0	3
Melamphaidae	3	0	0	0	3
Macrouridae	3	0	0	0	3
Petromyzontidae	2	2	2	2	2
Gadidae	2	2	2	2	1
Scorpaenidae	2	2	2	0	1
Pleuronectidae, Pelagiidae ²	2	2	2	2	2
Pandalidae ³ , Cranchiidae ³	2	1	0	1	2
Liparidae	2	0	0	0	2
Zaproridae, Cyclopteridae, Bolitaenidae ¹ , Aeginidae ⁴	1	1	1	1	1
Somniosidae, Onychoteuthidae ¹	1	1	0	1	1
Periphyllidae ² , Icosteidae, Alepisauridae	1	1	1	0	1
Bythotiaridae ⁴	1	1	1	1	0
Osmeridae	1	1	0	1	0
Zoarcidae, Squalidae, Scomberesocidae, Hemitripterae, Gasterosteidae, Cyaneidae ² , Cottidae, Clupeidae, Bathymasteridae, Anoplopomatidae, Anarhichadidae, Aequoreidae ⁴	1	1	1	0	0
Solasteridae ⁵ , Sergestidae ³ , Scopelarchidae, Psychrolutidae, Opisthoproctidae, Neoscopelidae, Nemichthyidae, Moridae, Microstomatidae, Lophiidae, Laodiceidae ⁴ , Chiroteuthidae ¹	1	0	0	0	1
Всего 58 семейств					

Примечание: ¹ Головоногие моллюски, ² Сцифоидные медузы, ³ Креветки, ⁴ Гидроидные медузы, ⁵ Личинки морских звёзд.

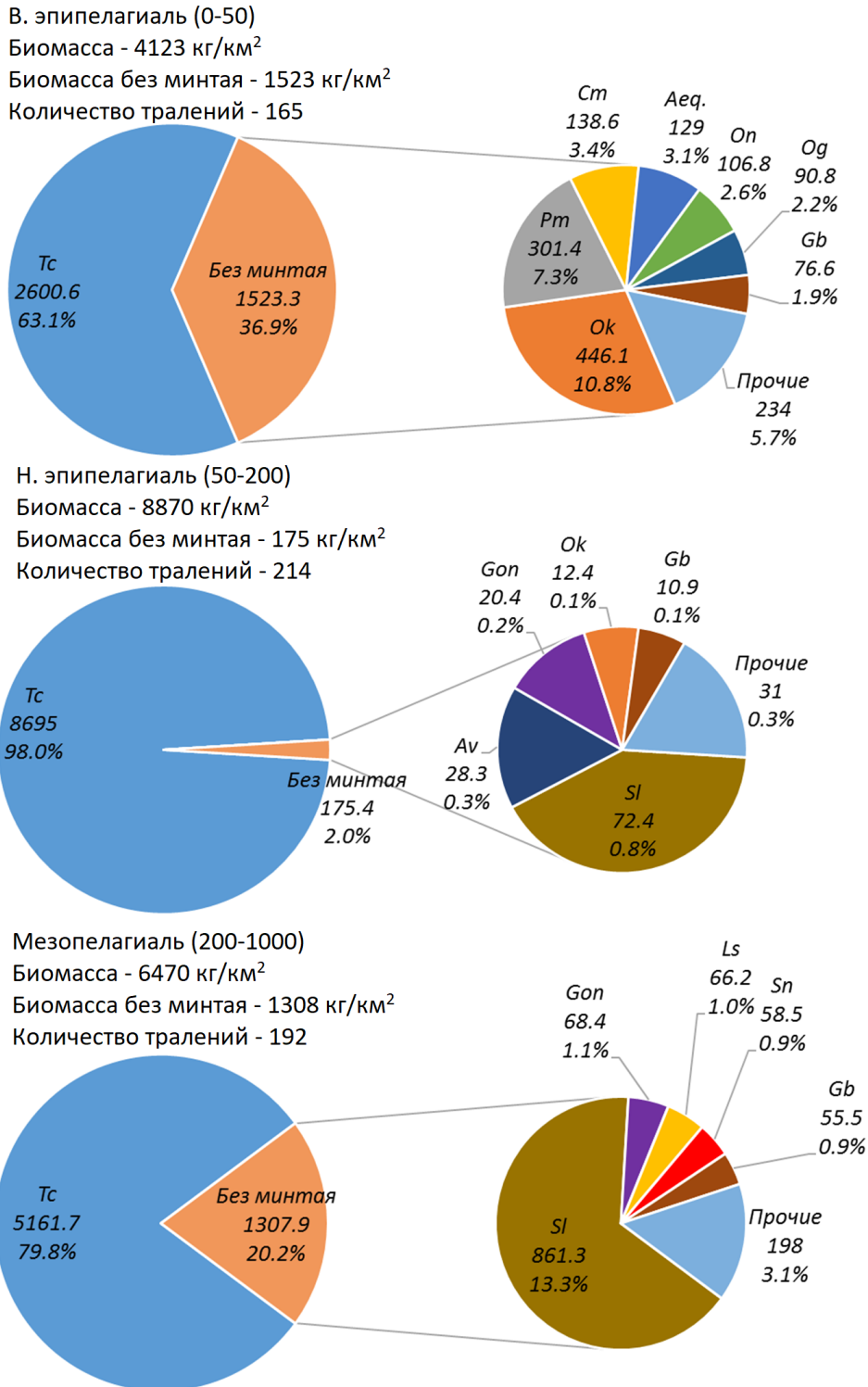


Рис. 13. Структура биомассы макрофауны в различных слоях пелагиали КРБМ по данным траловых съёмов. Среднемноголетние данные за период 1983–2018 гг. В скобках – диапазоны глубин в метрах. Условные обозначения: Tc – *T. chalcogramma*, Ok – *O. keta*, On – *O. nerka*, Og – *O. gorbusha*, Ot – *O. tshawytscha*, Pm – *Pleurogrammus monopterygius*, Sl – *Stenobrachius leucopsarus*, Sn – *Stenobrachius leucopsarus*, Ls – *Leuroglossus schmidtii*, Av – *Aptocyclus ventricosus*, Gb – *Boreoteuthis borealis*, Gon – *Gonatidae* gen. sp. (juv.), Cm – *Chrysaora melanaster*, Aeq. – *Aequorea* sp.

(*Stenobranchius leucopsarus*) (72 кг/км²), рыба-лягушка (*Aptocyclus ventricosus*) (28 кг/км²), молодь кальмаров семейства Gonatidae (20 кг/км²) и только после этого кета (12 кг/км²). В мезопелагиали среди субдоминантов преобладал светлоперый стенобрах (861 кг/км²), молодь кальмаров-гонатид (68 кг/км²), также заметна была доля других мезопелагических видов: серебрянки (*Leuroglossus schmidti*) (66 кг/км²), темнопёрого стенобраха (*Stenobranchius nannochir*) (59 кг/км²), северного кальмара (*Boreoteuthis borealis*) (56 кг/км²).

Таким образом, в среднемноголетнем аспекте различия в видовой структуре макрофауны в верхних и средних слоях пелагиали были весьма значимыми на уровне субдоминирующей группы. Минтай, являясь супердоминантом, составлял более 60% биомассы во всех слоях. Эти отличия касались как оценок общей биомассы субдоминантов (максимальная в верхней эпипелагиали, немного ниже в мезопелагиали и минимальная в нижней эпипелагиали), так и видовой структуры: доминирование лососей, молоди северного однопёрого терпуга и медуз в верхней эпипелагиали и преобладание мезопелагических видов (в основном сем. Mystophidae) в нижней эпипелагиали и мезопелагиали.

На рисунке 14 представлена межгодовая динамика биомассы представителей макрофауны верхней эпипелагиали. Заметно различие между периодами 1983–1991 и 1992–2018 гг. В первый период почти 98% биомассы составлял минтай (рис. 15). Средняя биомасса макрофауны за этот период оценена 6,1 т/км², она возростала от 2,2 т/км² в 1986 г. до 9,6 т/км² в 1991 г. После 1991 г. на графике отмечается резкий обвал общей биомассы, а минтай больше не отмечался в каких-либо значимых количествах в уловах (рис. 16).

В дальнейшем видовая структура макрофауны значительно изменилась: в уловах стали преобладать лососи, молодь одноперого терпуга и северный кальмар (рис. 16). Средний уровень биомассы за период 1992–2018 гг. составил 2,6 т/км², при этом биомасса достигла максимума в 2002–2004 гг. – около 7 т/км², снижаясь впоследствии до 3,5 т/км² в 2005–2008 гг., и установилась на уровне 1,5–1,8 т/км² в последние годы. Без учёта минтая, в 1983–1991 гг. суммарная биомасса остальных видов была сравнительно низкой – 127 кг/км² с преобладанием рыбы-лягушки – 43 кг/км², серебрянка занимала только третью позицию – 25 кг/км², значима была доля кеты и светлопёрого стенобраха (19 и 9 кг/км² соответственно).

Таким образом, согласно проанализированным данным, видовая структура макрофауны в верхней эпипелагиали претерпела значительные изменения после 1991 г. не только вследствие значительного снижения биомассы минтая, но и на уровне субдоминирующей группы. Основной вклад в эти изменения внесли тихоокеанские лососи (кета, нерка, горбуша, чавыча), медузы (хризаора и акварея) и молодь северного однопёрого терпуга. Биомасса этих видов увеличилась более чем на порядок. Подобные изменения отмечены не только в КРБМ, но и во всей российской экономической зоне Берингова моря, а также во всём Дальневосточном регионе. Эти перестройки названы экосистемными (Шунтов, Темных, 2008).

Выше было отмечено, что по среднемноголетним данным различия в видовой структуре между верхней и нижней эпипелагиалью были весьма значительны. Учитывая экосистемные перестройки после 1991 г., сравнения между

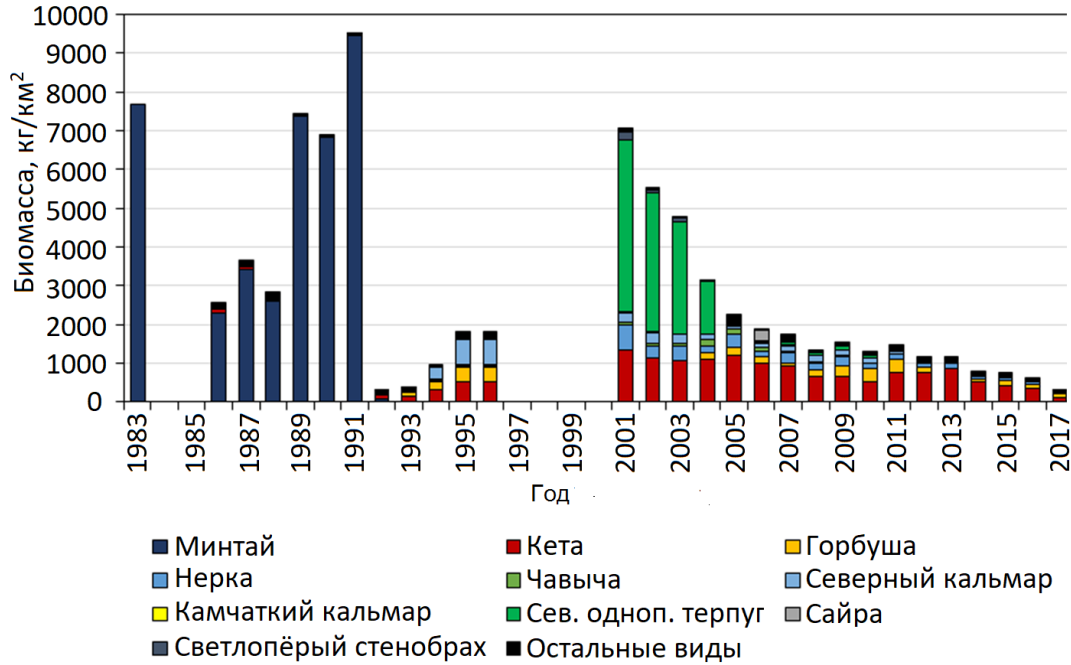


Рис. 14. Межгодовая динамика наиболее массовых видов макрофауны в верхней эпипелагиали КРБМ. Оценка проводилась методом скользящей средней за три года.

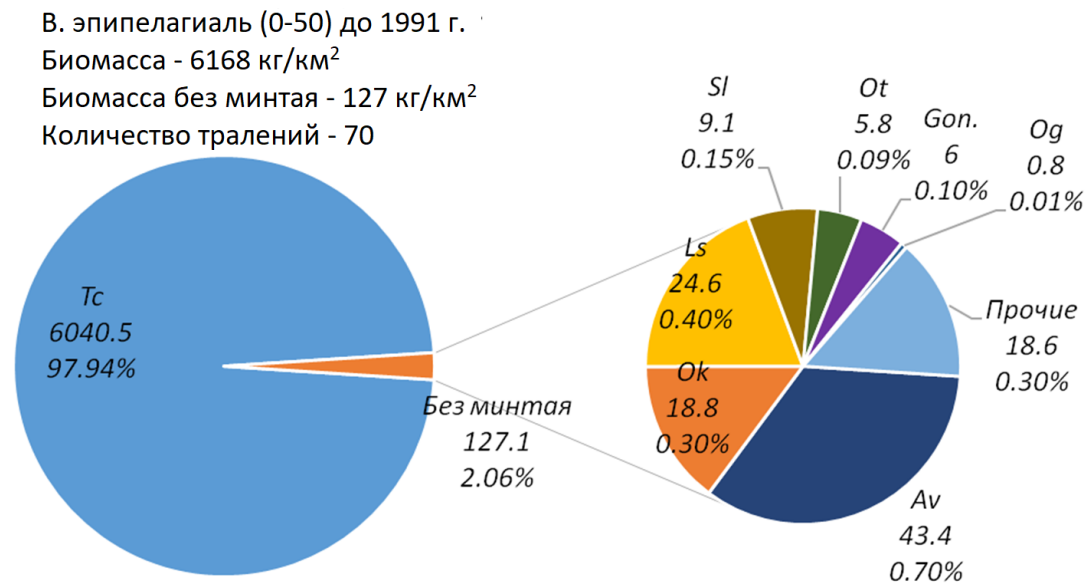


Рис. 15. Структура биомассы макрофауны верхней эпипелагиали КРБМ (1983-1991 гг.). Обозначения как на рисунке 13.

двумя слоями следует проводить только за 1983–1991 гг., когда исследования проводились и в слое 0–50 м, и в слое 50–200 м. Сравнивая видовую структуру этих двух биотопов только за ука-

занный период, видно, что она различалась не столь значительно. В обоих слоях была значима доля рыбы-лягушки и мезопелагических видов, а доля лососей невелика по сравнению с 1992–2018 гг.

Однако если учесть особенности проведения исследований в указанные периоды, то перестройки структуры сообществ могут оказаться не столь драматичными, а более сглаженными. Как уже было указано выше, с 1996 по 2018 гг. траления проводили только в пределах ИЭЗ Российской Федерации на северо-западной периферии КРБМ (рис. 10), где и в предыдущий «минтаевый» период концентрации минтая были меньшими (1,7 т/км²) по сравнению с восточной и юго-восточной частями района (9,8 т/км²). Помимо этого, траления для указанных периодов выполняли в разные сезоны: весной в 1983–1995 гг. и летом в 1996–2018 гг. Это в высокой степени повлияло на оценки биомассы и, как следствие, видовой структуры, так как у многих нектонных видов отчетливо выражена сезонная динамика обилия (Сомов, 2017). Лососи, в особенности, горбуша, кета и нерка начинают активно осваивать открытые воды Берингова моря только в конце июня. Поэтому видовая структура субдоминирующей группы (без минтая) в 1983–1995 гг. с низкой концентрацией лососей была закономерна, т.к. они еще не начинали активно мигрировать в открытые воды. Медуз, вероятнее всего, не учитывали в ранние годы исследований, первые отметки в траловых карточках о желетелых имеются только начиная с 2002 г.

Имеющиеся данные позволяют получить только общее количественное представление о структуре макрофауны пелагиали КРБМ в среднемноголетнем аспекте. Значительные расхождения в методических аспектах исследований в 1983–1991 и 1992–2018 гг. не позволяют достоверно утверждать о существовании значимых перестроек в пелагическом сообществе. Единственным свидетельством этого является тот факт, что начиная с 1992 г. минтай практически не встречался

В. эпипелагиаль (0-50) после 1991 г.
Биомасса - 2602 кг/км²
Количество тралений - 95

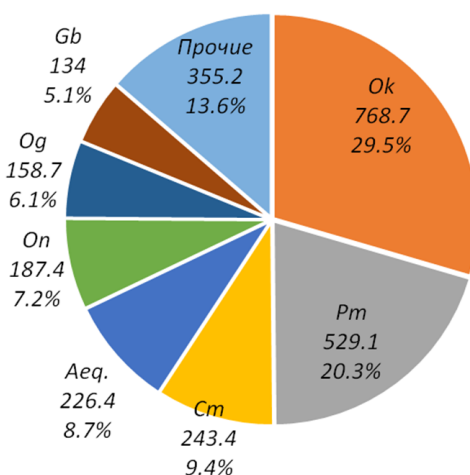


Рис. 16. Структура биомассы макрофауны верхней эпипелагиали КРБМ (1992–2018 гг.). Обозначения как на рисунке 13.

ся в уловах в КРБМ. При этом в 1983–1991 гг. минтай, хоть и в меньших объемах по сравнению с шельфом восточной части моря, встречался регулярно.

Стоит также отметить, что в районе КРБМ японскими исследователями начиная с 2004 г. проводятся регулярные летние траловые мониторинговые исследования для оценки численности тихоокеанских лососей. Первичные результаты этих съёмок в виде кратких рейсовых отчетов опубликованы на сайте Северотихоокеанской комиссии по анадромным рыбам (NPAFC) (Azumaya et al., 2005; Morita et al., 2007, 2008, 2009, 2011; Sato et al., 2012, 2014, 2015, 2016; Honda et al., 2017, 2018, 2019, 2020, 2021).

Так, в ходе многолетних исследований отмечено (рис. 17), что уловы нерки и кижуча в районе КРБМ возрастали от 2004 к 2020 гг., а кеты и чавычи, наоборот, снижались. Горбуша в период проведения исследований (июль) облавливалась редко и лишь в количестве 1–3 экз. Также в уловах японских исследователей отмечались молодь и личинки северного одноперо-

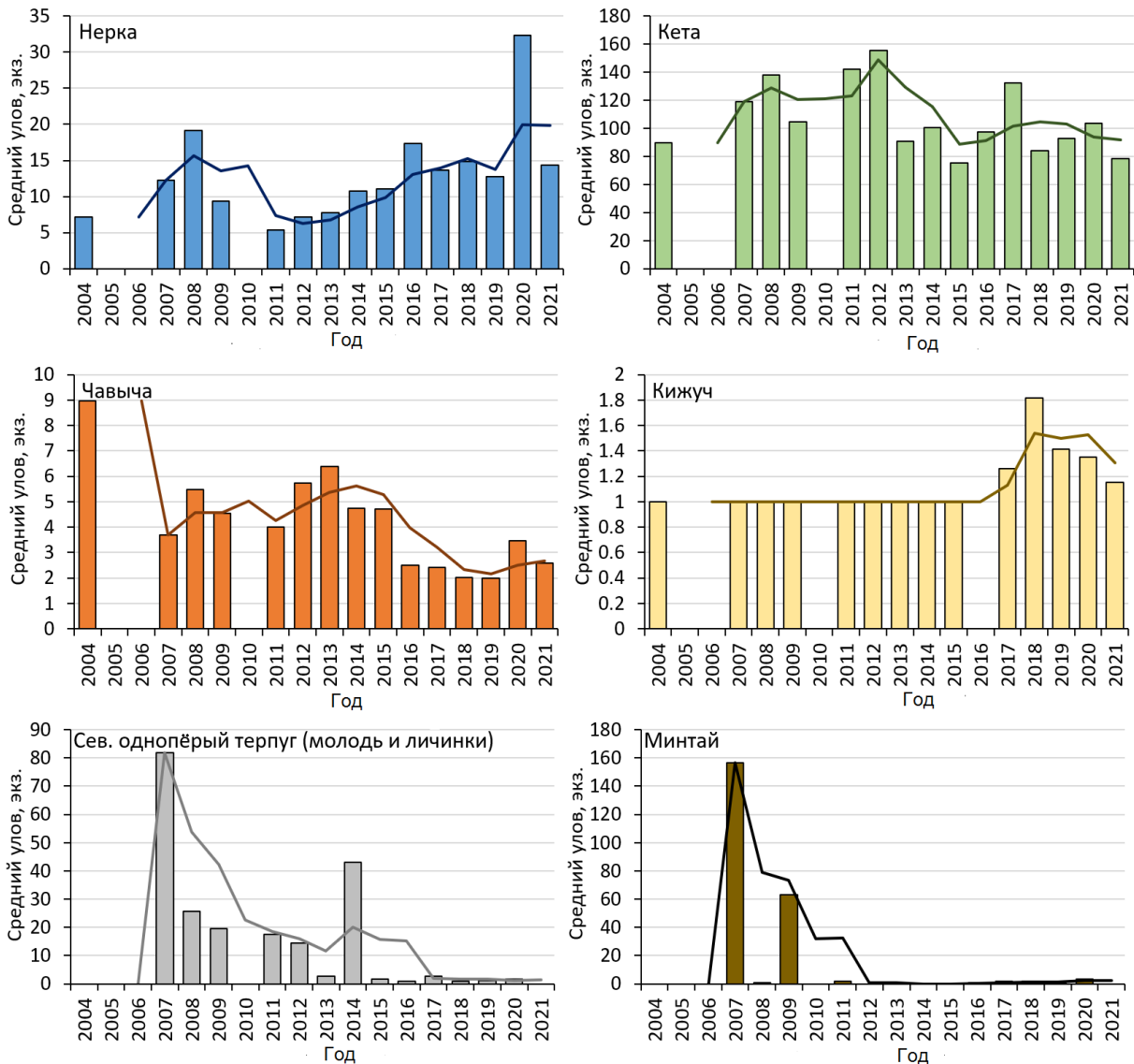


Рис. 17. Динамика средних геометрических уловов тихоокеанских лососей и видов прилова в верхней эпипелагиали (0–50 м) КРБМ летом по данным японских траловых съёмов. Линия – трехлетнее скользящее осреднение.

го терпуга, молодь минтая, микижа, сайра (в 2008 г.), сельдьёвая акула (в 2011 г.), мальма, запрора, молодь кальмаров сем. *Gonatidae*. В целом, видовой состав, соотношение видов в уловах и межгодовые изменения средних уловов лососей соответствует нашим данным для КРБМ.

Океанологическая обстановка в КРБМ характеризуется наиболее слабыми течениями, при этом глубоководный бассейн моря оконтуривают сравнительно быстрые и устойчивые течения

(Северо-Алеутское, Центрально-Беринговоморское, Камчатское). Эти течения образуют циркуляционную схему, при котором предполагается вынос молоди донных и придонных видов рыб в центральную часть моря. За период исследований в уловах отмечено 19 видов донных рыб (табл. 7), распространённых по всему району исследований (рис. 10). Все отмеченные виды представлены молодью, наиболее критической стадии для выживания.

Таблица 7. Молодь донных видов рыб в уловах в период исследований 1983–2018 гг.

Вид	Количество тралений	Встречаемость, %	Средняя масса, г	Средняя глубина лова, м
<i>Pleurogrammus monopterygius</i>	63	10,8	41,5	21
<i>Albatrossia pectoralis</i>	49	8,4	161,3	690
<i>Sebastes</i> sp.	10	1,7	2,0	88
<i>Laemonema longipes</i>	9	1,5	116,7	777
<i>Hemilepidotus</i> sp.	8	1,4	0,5	0
<i>Stichaeidae</i> gen. sp.	6	1,0	0,8	0
<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	3	0,5	0,3	0
<i>Malacocottus</i> sp.	3	0,5	1,0	350
<i>Anoplopoma fimbria</i>	3	0,5	25,3	0
<i>Pleuronectidae</i> gen. sp.	2	0,3	0,3	0
<i>Leptoclinus maculatus</i>	2	0,3	0,5	0
<i>Bathymaster</i> sp.	2	0,3	0,4	0
<i>Anarrhichthys ocellatus</i>	2	0,3	74,5	0
<i>Gadus macrocephalus</i>	1	0,2	2,3	83
<i>Hexagrammidae</i> gen. sp.	1	0,2	1,0	0
<i>Zoarcidae</i> gen. sp.	1	0,2	0,1	0
<i>Paraliparis</i> sp.	1	0,2	20,0	750
<i>Liparis ochotensis</i>	1	0,2	20,4	480
<i>Blepsias bilobus</i>	1	0,2	0,5	0

Среди наиболее часто встречающихся рыб стоит отметить молодь северного однопёрого терпуга, которая составляла весомую массовую долю в сообществе, молодь малоглазого макруруса – *Albatrossia pectoralis*, молодь морских окуней – *Sebastes* spp., молодь лемонемы – *Laemonema longipes* и молодь бычков-бабочек – *Hemilepidotus* spp. Вся отмеченная молодь встречалась преимущественно либо в эпипелагиали (0–200 м), либо в нижней мезопелагиали (более 600 м).

Указанная в таблице 7 встречаемость некоторых видов в уловах была крайне низкой, даже случайной, однако учитывая небольшие размеры молоди этих видов, количество поимок навер-

няка занижено. Особенно такое характерно при высоких моновидовых уловах (минтая), когда наблюдатель их может просто не заметить.

Малоглазый макрурус, лемонема, однопёрый терпуг и морские окуни являются ценными промысловыми видами. Первые два – длинноцикловые виды, живущие несколько десятков лет, их плодовитость сравнительно низкая, поэтому от успешности выживания молоди зависит дальнейшая стабильность популяции. Таким образом, помимо мониторинга запасов и регулирования промысла минтая и мониторинга тихоокеанских лососей необходимо проводить мониторинг молоди донных видов рыб.

4. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫСЛЫ МИНТАЯ И ДРУГИХ ПРОМЫСЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Конвенционный район Берингова моря занимает акваторию с глубиной более 3000 м, поэтому в этом регионе невозможно обитание таких традиционных промысловых донных рыбных объектов как треска, камбалы, окуни, палтусы. Тем не менее, периодически здесь возможна единичная встречаемость морских окуней и черного палтуса, но промысловых скоплений эти виды в данном районе никогда не образуют. По данным пелагических съёмок КРБМ является частью ареала нагула молоди командорского кальмара (*Berryteuthis magister*). Молодь этого вида кальмара обитает в пелагиали, держится разреженно и не образует промысловых скоплений. Длина мантии молоди 4–14 см, максимальные уловы при пелагических съёмках не превышали 20–30 кг за часовое траление. По мере роста (достижения размеров мантии 12–15 см) и полового развития командорский кальмар мигрирует на материковый склон у корякского побережья, Олюторского залива, Командорских и Алеутских островов, где и образует промысловые преднерестовые скопления (Иванов, 2013; Сомов, 2017).

Минтай, в периоды существования очень высокой численности восточно-берингоморской и западно-берингоморской популяций, может распространяться в значительном количестве в центральную часть Берингова моря из его восточной и западной части (Stepanenko, Gritsay, 2014; Степаненко, Грицай, 2016).

В последние три десятилетия, в связи с резким уменьшением численности минтая в Алеутской котловине и его распространения в КРБМ, страны Конвенции ввели мораторий на его промысел в этом регионе, который действует по настоящее

время (Convention ..., 1994). В КРБМ возможен только пробный промысел минтая в течение года двумя судами каждой из стран-участниц, а также исследовательские съёмки по согласованию со всеми членами Конвенции. В соответствии с мерами, принятыми странами членами Конвенции, несанкционированный промысел в КРБМ не ведётся.

Контроль за состоянием ресурсов минтая в КРБМ осуществляется косвенным методом, путём проведения тралово-акустических съёмок по оценке численности и биомассы минтая у восточной части Алеутских островов, в районе прилегающем к о. Богослова, где минтай образует нерестовые скопления в конце зимы и начале весеннего периода. Съёмку в этом районе проводит Аляскинский центр рыбохозяйственных исследований (AFSC, г. Сиэтл, США) с периодичностью в два года. Специфичный район, прилегающий к о. Богослова, в соответствии с Положением Конвенции о сохранении ресурсов минтая в Беринговом море (Приложение, ч. I) определён как индикатор состояния ресурсов минтая в КРБМ. В соответствии с названным Положением, минтай в «специфичном районе», учитываемый в нерестовый период (февраль-март) при тралово-акустических съёмках, представляет 60% его численности в этот период во всей Алеутской котловине.

Состояние ресурсов минтая, перспективы возобновления его рыболовства, меры управления использованием его ресурсов в КРБМ обсуждаются на ежегодных Конференциях стран-участниц Конвенции (Россия, США, Япония, Республика Корея, КНР и Польша) о сохранении ресурсов минтая и управлении ими в центральной части Берингова моря (Convention ..., 1994).

Биомасса минтая в Алеутской котловине, в частности в районе о. Богосло-

ва, последовательно уменьшалась с конца 1980-х гг., а с начала 2000-х гг. постоянно находилась на очень низком уровне (рис. 18). По данным тралово-акустических съёмов Аляскинского центра (AFSC) минимум биомассы был отмечен в 2012 г. (67,1 тыс. т), в 2014 г. она увеличилась до 112 тыс. т.

В 2016 г. съёмка в юго-восточной части Алеутской котловины проведена Аляскинским центром на НИС «Оскар Дайсон» 4–8 марта. Биомасса нерестового минтая в этом регионе в 2016 г. (510 тыс. т.) значительно увеличилась по сравнению с 2014 г. В 2018 г. тралово-акустическую съёмку в районе о. Богослова Аляскинский центр провел на НИС «Оскар Дайсон» также в нерестовый период (2–7 марта). Численность нерестового минтая непосредственно в районе о. Богослова в 2018 г. была небольшой, относительно большое локальное нерестовое скопление минтая в начале марта 2018 г. отмечено только на северной периферии прол. Самалга (рис. 19).

Биомасса нерестовой группировки минтая в 2018 г. составила 663,0 тыс. т (рис. 18). В марте 2018 г. в нерестовых скоплениях в районе о. Богослова преобладал минтай размером 37–60 см

(модальная группа 47–52 см, поколение 2012 г.). Большинство самок минтая (79,28%) находились в посленерестовом состоянии, в нерестовом состоянии находились 2,7%, в преднерестовом – 17,57%.

В 2020 г. тралово-акустическая съёмка в юго-восточной части Алеутской котловины, в районе о. Богослова выполнена Аляскинским центром на НИС «Оскар Дайсон» раньше по сравнению с предыдущими годами (19–23 февраля). Проведение съёмки в 2020 г. в более ранний период оправданно, так как темп созревания гонад минтая в восточной части Берингова моря в преднерестовый период этого года выше среднепогодных показателей. В начале третьей декады февраля гонады около 50% самцов в пробах, собранных в юго-восточной части Алеутской котловины, находились в нерестовом состоянии и около 70% самок – в преднерестовом. В нерестовых скоплениях этого региона отмечен минтай размером 48–60 см, в основном поколения 2012 г. (52–56 см). Большая часть нерестовых скоплений минтая в феврале 2020 г. отмечена, как и в 2018 г., на северной периферии пролива Самалга; величина скопления у о. Богослова значительно меньше (рис. 20).

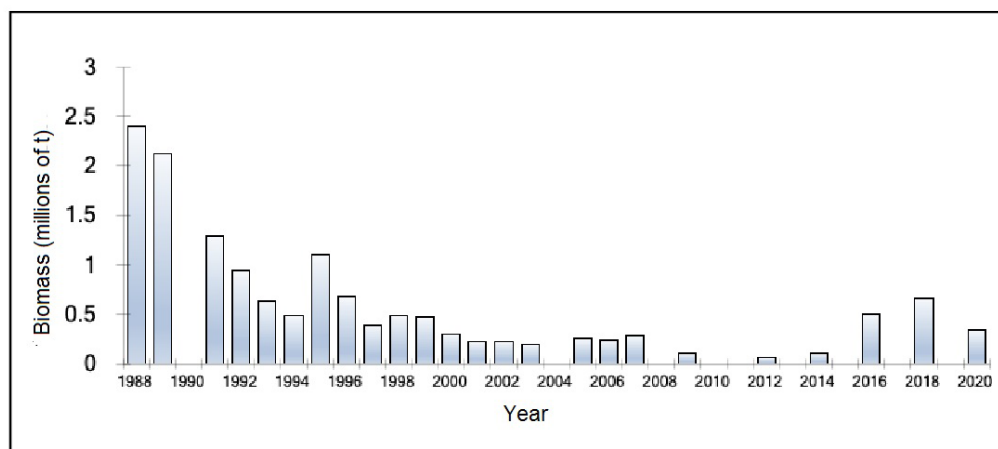


Рис. 18. Биомасса минтая на нерестилище в юго-восточной части Алеутской котловины в 1988–2020 гг. (по данным тралово-акустических съёмов Аляскинского центра – AFSC, <http://www.afsc.noaa.gov/refm/docs>).

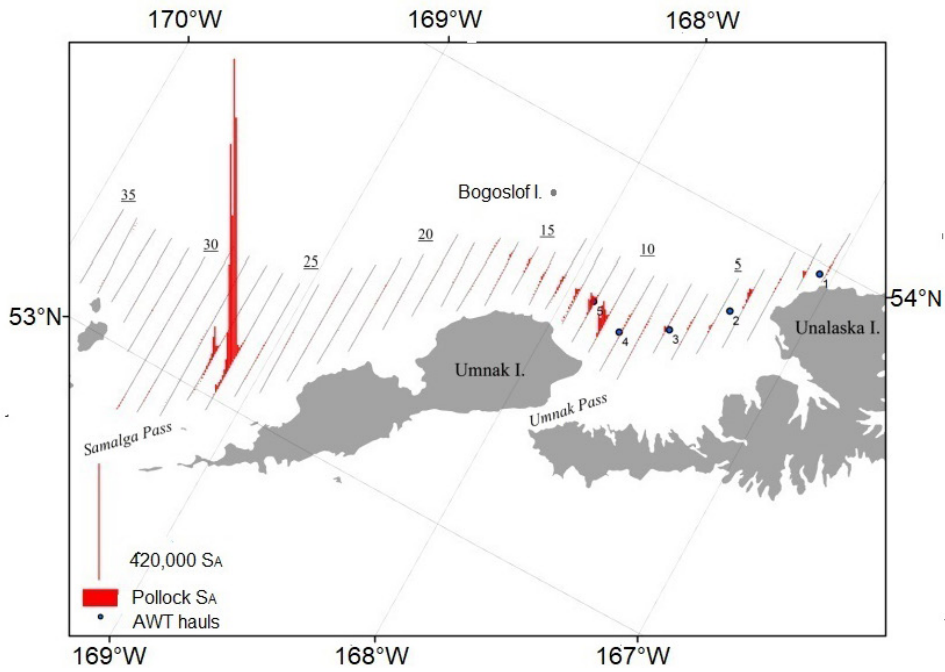


Рис. 19. Плотность нерестовых концентраций минтая (акустический индекс обилия, $m^2/\text{морская миля}^2$, S_A , m^2/nm^2) в юго-восточной части Алеутской котловины в марте 2018 г. (по данным тралово-акустической съёмки Аляскинского центра- AFSC, <http://www.afsc.noaa.gov/refm/docs>).

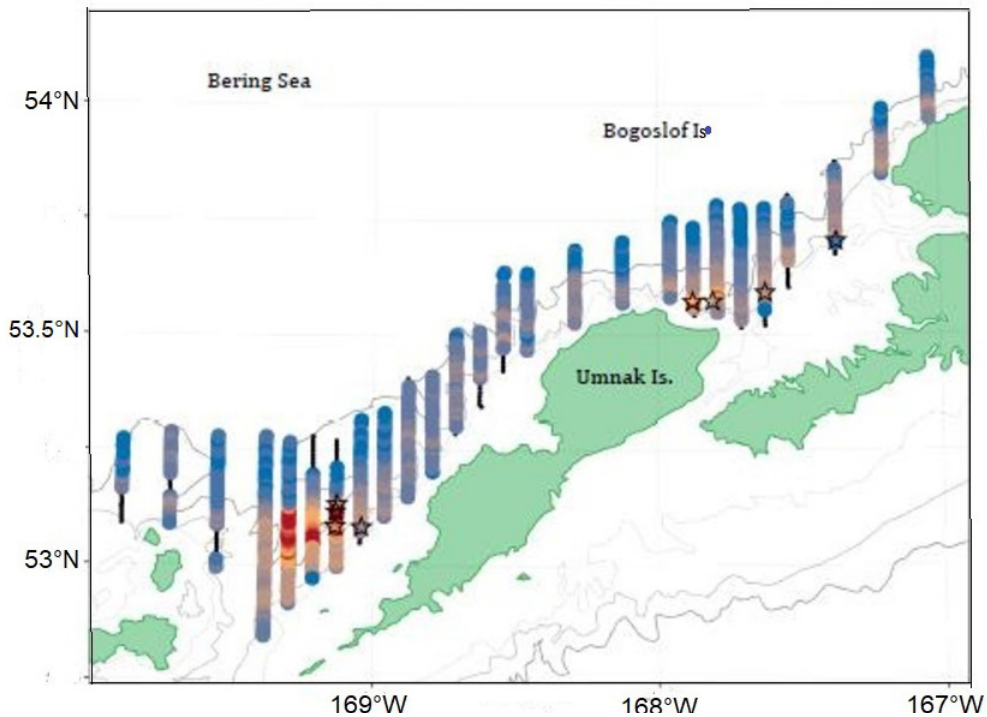


Рис. 20. Плотность нерестовых концентраций минтая (акустический индекс обилия, $m^2/\text{морская миля}^2$, S_A , m^2/nm^2) в юго-восточной части Алеутской котловины в феврале 2020 г. (по данным тралово-акустической съёмки Аляскинского центра- AFSC, <http://www.afsc.noaa.gov/refm/docs>).

В 2020 г. биомасса нерестовой группировки минтая в районе о. Богослова, по данным съёмки Аляскинского центра, оценена в 345 тыс. т, что значительно ниже оценки 2018 г. (663,0 тыс. т). Снижение нерестовой биомассы связано с естественной убылью единственного за последние годы многочисленного поколения 2012 г.

Оценка биомассы минтая в Алеутской котловине, определённая непрямым методом (ч. I b, приложения Конвенции), по заключению Научно-Технического Комитета в 2016 г. составила 850 тыс. т, в 2018 г. – около 1,1 млн т, в 2020 г. – всего около 570 тыс. т, что по условиям Конвенции недостаточно для установления объёма возможного улова промысловыми судами. Промысел может быть разрешен при достижении биомассы минтая в Алеутской котловине 1,67 млн т (ч. I c, приложения Конвенции). Поэтому в соответствии с Правилами процедуры Конвенции (статья VII, ч. I, приложения Конвенции) возможный улов на 2020–2022 гг. установлен равным нулю. Исходя из состояния ресурсов минтая КРБМ и прилегающей части Алеутской котловины, рассмотренного на 25-й и 26-й Ежегодной сессии Научно-Технического Комитета в 2020 г. и 2021 г., перспектив возобновления промысла в КРБМ в ближайшие годы нет. В то же время, очевидно, что мораторий на промысел минтая в КРБМ, меры по сохранению ресурсов минтая, предпринимаемые странами, в водах которых сосредоточены основные его ресурсы (Российская Федерация и США), в целом положительно воздействуют на состояние запасов минтая в Беринговом море, в том числе в Алеутской котловине.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конвенционный район Берингова моря (КРБМ) является частью Алеутской котловины с глубинами, превыша-

ющими 3500 м. Направления течений в этом регионе неустойчивые и зависят от преобладающих ветров, их скорости заметно ниже, чем у континентального склона. Зимой происходит вклинивание холодных вод с севера и запада, только в струе ЦБТ наблюдается язык теплых вод с юго-востока на северо-запад. Летом из-за обильных осадков солёность незначительно понижается. На глубине 100 м зимой температура и солёность такие же, как на поверхности, летом их значения незначительно меняются в сторону увеличения. В многолетнем ходе температуры воды в КРБМ, как и во всем Беринговом море, заметен тренд на повышение. Выделяются три периода, когда тренд практически отсутствовал: относительно холодный – 1950–1976 гг., умеренный – 1977–2013 гг. и относительно теплый – с 2014 г. по настоящее время.

Состав и структура зоопланктонных сообществ в КРБМ практически не отличаются от таковых в котловине западной части Берингова моря. Основу зоопланктона формируют небольшое количество широко-распространённых видов, относящихся к макрозоопланктону и имеющих ценное кормовое значение. Учитывая многофакторность воздействия различных биотических и абиотических факторов на формирование биомассы зоопланктона невозможно установить какой-либо один фактор, оказывающий определяющее воздействие на этот процесс. Тем не менее, высокая биомасса зоопланктона чаще всего отмечалась в холодные годы.

Оценивая динамику биомассы зоопланктона в районе глубоководных котловин Берингова моря следует отметить, что величины биомассы были более высокими на стыке двух последних столетий по сравнению с современным периодом. Тем не менее, в настоящее время общие объёмы ценных с кормовой точ-

ки зрения планктонных групп остаются достаточно высокими (более 26 млн т).

Биомасса nekтона в КРБМ Берингова моря невысокая и на порядок уступает по количественным характеристикам таковой на шельфе. В то же время, соседство данного района с континентальным склоном и подводными хребтами, а также наличие сезонных миграций низкобореальных и низкобореально-субтропических видов обуславливают значительное видовое богатство nekтона. В настоящее время среди доминирующих видов nekтона в эпипелагиали КРБМ отмечают нагульных тихоокеанских лососей (кета, нерка, чавыча) смешанных региональных стад, при этом по данным японских съёмок для кеты и чавычи наблюдается отрицательный тренд обилия, а для нерки – положительный. В современный период уловы минтая в эпипелагиали КРБМ как по данным российских съёмок, так и по материалам японских экспедиций – незначительны.

Пелагические и бенто-пелагические виды рыб и кальмаров, обитающие в районах шельфа и свала глубин массово в центральную часть моря не распространяются. Исключение составляет самый массовый вид Берингова моря минтай, образовавший промысловые скопления в период его высокой численности в 1980-х – начале 1990-х гг. Последующее резкое падение уловов вынудило разработать Конвенцию по регулированию промысла минтая в КРБМ с участием шести заинтересованных стран (Российской Федерации, США, Японии, Республика Кореи, КНР и Польши). Контроль за состоянием ресурсов минтая в КРБМ осуществляется косвенным методом, путем проведения тралово-акустических съёмок по оценке численности и биомассы минтая на нерестилищах в юго-восточной части Алеутской котловины (район о. Богослова). Съём-

ку в этом районе проводит Аляскинский центр рыбохозяйственных исследований (AFSC, США) с периодичностью в два года.

Оценка биомассы минтая в Алеутской котловине, определённая непрямим методом, по заключению Научно-Технического Комитета, в 2020 г. – всего 575 тыс. т, что по условиям Конвенции далеко недостаточно для установления объёма возможного улова. Исходя из состояния ресурсов минтая в КРБМ и прилегающей Алеутской котловине, рассмотренного на 25-й и 26-й Ежегодных сессиях Научно-Технического Комитета в 2020 и 2021 гг., перспектив возобновления промысла в центральной части Берингова моря в ближайшие годы нет.

В последние годы исследований по оценке численности и биомассы минтая в КРБМ, а также экспериментальный промысел в этом районе ни одна из стран – членов Конвенции не проводила. Россия и США ежегодно проводят донные траловые и тралово-акустические съёмки по оценке ресурсов минтая в своих исключительных экономических зонах. Только Япония продолжает исследования южной области КРБМ при ежегодной научной съёмке по оценке численности лососей в центральной части Берингова моря, что позволяет ей контролировать и возможное появление минтая в промысловом количестве в этом регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Арсеньев В.С. Течения и водные массы Берингова моря. М.: Наука, 1967. 135 с.

Булатов О.А. Минтай (*Theragra chalcogramma*) Берингова моря: размножение, запасы и стратегия управления промыслом: Автореф. дис.... соиск. докт. биол. наук. Москва, 2004. 49 с.

Волков А.Ф. Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию nekтона (по-

шаговые инструкции) // Изв. ТИНРО. 2008. Т. 154. С. 405–416.

Волков А.Ф. Результаты исследований зоопланктона Берингова моря по программе «НРАФС» (экспедиция BASIS). Часть 2. Западные районы // Изв. ТИНРО. 2012. Т. 169. С. 45–66.

Волков А.Ф. Интегральные значения биомассы и запаса зоопланктона в эпипелагиали 71 района севера Тихого океана, включая Берингово и Охотское моря, и схемы распределения массовых видов // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 180. С. 140–160.

Гершанович Д.Е. Рельеф основных рыбопромысловых районов (шельф, материковый склон) и некоторые черты геоморфологии Берингова моря // Тр. ВНИРО. 1963. Т. 48. Вып. 1. С. 13–76.

Гидрометеорология и гидрохимия морей. Проект «Моря». Гидрометеиздат, 1999. Т. X, Берингово море. Вып. 1, Гидрометеорологические условия. 300 с.

Глубоков А.И. Минтай центральной части Берингова моря: динамика запасов и перспективы их восстановления // Вопр. рыболовства. 2004. Т. 5. № 1(17). С. 66–77.

Глубоков А.И. Минтай центральной части Берингова моря: состояние запаса и регулирование промысла // Тр. ВНИРО. 2017. Т. 165. С. 22–26.

Глубоков А.И., Котенев Б.Н. Популяционная структура минтая *Theragra chalcogramma* северной части Берингова моря. М.: Изд. ВНИРО, 2006. 200 с.

Дулепова Е.П. Сравнительная биопродуктивность макроэкосистем дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО-центр, 2002. 273 с.

Иванов О.А. Нектон дальневосточных морей и сопредельных тихоокеанских вод России: динамика видовой и пространственной структуры, ресурсы // Дис. докт. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2013. 476 с.

Карпова Л.А. Основные черты климата Берингова моря // Тр. ВНИРО. 1963. Т. 48. Вып. 1. С. 97–110.

Сомов А.А. Сезонная динамика обилия и видового состава нектона верхней эпипелагиали западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. 2017. Т. 189. С. 3–24.

Старовойтов А.Н., Сомов А.А., Емелин П.О. и др. Состав сообщества нектона и макропланктона и результаты тралового учёта посткатадромной молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) в Беринговом и Охотском морях осенью 2018 г. // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-центр, 2018. С. 163–167.

Степаненко М.А., Грицай Е.В. Состояние ресурсов, пространственная дифференциация и воспроизводство минтая в северной и восточной частях Берингова моря // Изв. ТИНРО. 2016. Т. 185. С. 16–30.

Хен Г.В. Сезонная и межгодовая изменчивость вод Берингова моря и её влияние на распределение и численность гидробионтов: Автореф. дис.... канд. геогр. наук. Москва, 1989. 24 с.

Шунтов В.П. Биологические ресурсы дальневосточных морей. Т.1. Владивосток: Изд-во ТИНРО-центра, 2001. 580 с.

Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО, 1993. 426 с.

Шунтов В.П., Дулепова Е.П., Темных О.С. и др. Состояние биологических ресурсов в связи с динамикой макроэкосистем в экономической зоне дальневосточных морей России // Динамика экосистем и современные проблемы сохранения биоресурсного потенциала морей России. Владивосток: Дальнаука, 2007а. С. 75–176.

Шунтов В.П., Темных О.С. Многолетняя динамика биоты макроэкосистем Берингова моря и факторы, её обуславливающие. Сообщение 2. Современный статус пелагических и донных сообществ Берингова моря // Изв. ТИНРО. 2008. Т. 155. С. 33–67.

Шунтов В.П., Темных О.С., Глебов И.И. Некоторые аспекты Российского вклада в реализацию международной программы BASIS

(2002–2006 гг) // Изв. ТИНРО. 20076. Т. 151. С. 3–34.

Azumaya T., Nomura T., Tanimata N. et al. Results of the survey in the Bering Sea in 2004 // NPAFC Doc. 843. Hokkaido National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency. 2005. 13 p. (<http://www.npafc.org>).

Bailey K.M. An Empty Donut Hole: the Great Collapse of a North American Fishery // Ecology and Society. 2011. V. 16. No. 2. URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/art28/>.

Bulatov O.A., Sobolevsky Ye.I. Distribution, condition of stock, and outlook of the Walleye Pollock fishery in the high Bering Sea // Proc. Int. Symp. Biol. Mgmt. Walleye Pollock. Nov. 1988. Anchorage, Alaska. Fairbanks, Alaska, 1989. P. 591–604.

Convention on the Conservation and Management of Pollock Resources in the Central Bering Sea // Washington, 1994. 14 p.

Dowson P.K. Information on the stock structure of the Bering Sea Pollock // Proc. Intern. Symp. On the Bering Sea Fish., April 2–5, 1990. Khabarovsk, USSR, 1990. P. 605–642.

Dunlop W.V. A Pollack-Fishing Agreement for the Central Bering Sea // IBRU Boundary and Security Bulletin. 1994. P. 49–57.

Hermann A.J., Gibson G.A., Bond N.A. et al. A multivariate analysis of observed and modeled biophysical variability on the Bering Sea shelf: Multidecadal hindcasts (1970–2009) and forecasts (2010–2040) // Deep-Sea Research II. 2013. V. 94. P. 121–139.

Honda K., Sato T., Minowa Y. et al. The summer 2019 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko Maru. NPAFC Doc. 1888. Hokkaido National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency. 2020. 17 pp. (<https://www.npafc.org>).

Honda K., Sato S., Sato T. et al. The summer 2016 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko Maru // NPAFC Doc. 1697. Hokkaido National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency. 2017. 15 p. (<http://www.npafc.org>).

Honda K., Sato S., Sato T. et al. The summer 2017 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko Maru // NPAFC Doc. 1765. Hokkaido National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency. 2018. 16 p. (<http://www.npafc.org>).

Honda K., T. Sato, S. Ueda, Y. Matsunami et al. The summer 2018 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko Maru // NPAFC Doc. 1825. Hokkaido National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency. 2019. 17 p. (<https://www.npafc.org>).

Honda K., T. Sato, F. Sugawara et al. The summer 2020 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko Maru // NPAFC Doc. 1965. Salmon Research Department, Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency. 2021. 15 p. (<https://www.npafc.org>).

Ianelli J.N., Hokalehto T., Williamson N. An age-structured assessment of pollock (*Theragra chalcogramma*) from the Bogoslof Island region. In: Stock assessment and fishery evaluation report for the groundfish resources of the Bering Sea/Aleutian Islands regions. North Pac. Fish. Mgmt. Council, Anchorage, Alaska, AK. 2006. P. 201–236 (online). <http://www.afsc.noaa.gov/refm/docs/2006/BOGpollock.pdf>.

Khen G.V. Oceanographic conditions and Bering Sea biological productivity // Proc. Int. Symp. Biol. Walleye. Pollock. Anchorage, Nov. 1989. Alaska, Fairbanks, 1989. P. 79–89.

Khen G.V., Basyuk E.O., Vanin N.S., Matveev V.I. Hydrography and biological resources in the western Bering Sea // Deep-Sea Research II. 2013. V. 94. P. 106–120.

Minobe S. Climate variability with periodicity of 50-70 years over the North Pacific and North America // Proceeding of CREAMS'97 (Circulation Research of the East Asian Marginal Seas), Fukuoka, 28–30 January 1997. 1997. P. 149–152.

Morita K., Sato S., Kagagaya M. et al. The summer 2007 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko Maru // NPAFC Doc. 1044. 2007. 8 p. (<http://www.npafc.org>).

Morita K., Sato S., Kato M. et al. The summer 2009 Japanese salmon research cruise of the R/V

- Hokko Maru: exploration of the northern limit of offshore distribution and annual survey in the Bering Sea // NPAFC Doc. 1191. 2009. 12 p. (<http://www.npafc.org>).
- Morita K., Sato S., Sato T. et al.* The summer 2011 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko Maru // NPAFC Doc. 1348. 2011. 13 p. (<http://www.npafc.org>).
- Morita, K., Sato S., Tokuda H. et al.* The summer 2008 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko Maru // NPAFC Doc. 1116. 2008. 11 p. (<http://www.npafc.org>).
- Mulligan T.J., Bailey K., Hinckley S.* The occurrence of larval and juvenile Walleye Pollock, *Theragra Chalcogramma*, in the Eastern Bering Sea with implication for stock structure // Proc. Int. Symp. Biol. Mgmt. Walleye Pollock. Nov. 1988. Anchorage, Alaska. Fairbanks, Alaska, 1989. P. 471–489.
- Ohtani K.* Oceanographic structure in the Bering Sea // Mem. Fac. Fish. Hok. Univ. 1973. V. 21. N 1. P. 64–106.
- Okada K.* Biological characteristics and abundances of pelagic Pollock in the Aleutian Basin // INPFC, Bull. N 145. 1986. P. 150–176.
- Sato S., Honda K., Sato T. et al.* The summer 2015 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko Maru. NPAFC Doc. 1640. Salmon Resources Division, Hokkaido National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency. 2016. 16 p. (<http://www.npafc.org>).
- Sato S., Sato T., Nakamura T. et al.* The summer 2014 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko Maru // NPAFC Doc. 1583. Salmon Resources Division, Hokkaido National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency. 2015. 19 p. (<http://www.npafc.org>).
- Sato S., Sato T., Ohmoto K. et al.* The summer 2012 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko Maru // NPAFC Doc. 1419. Salmon Resources Division, Hokkaido National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency. 2012. 14 p. (<http://www.npafc.org>).
- Sato S., Sato T., Ohkubo T. et al.* The summer 2013 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko Maru. NPAFC Doc. 1518. Salmon Resources Division, Hokkaido National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency. 2014. 18 p. (<http://www.npafc.org>).
- Springer A.M.* A review: Walleye Pollock in the North Pacific - how much difference do they really make? // Fisheries Oceanography. 1992. V. 2. Iss. 1. P. 80–96.
- Stabenro P.J., Schumacher J.D., Ohtani K.* The physical oceanography of the Bering Sea // Dynamics of the Bering Sea. T.R. Loughlin and K. Ohtani, eds. Fairbanks: University of Alaska Sea Grant College Program. 1999. P. 1–28.
- Stepanenko M.A.* The state of stock and distribution of Pollock in the Bering Sea // Proc. Int. Symp. Biol. Mgmt. Walleye Pollock. Nov. 1988. Anchorage, Alaska. Fairbanks, Alaska, 1989. P. 537–547.
- Stepanenko M.A., Gritsay E.V.* Eastern Bering Sea Pollock recruitment, abundance, distribution and approach to fishery management // Fish. Sci. 2014. V. 80 (1). P. 151–160.
- Takenouti A.Y., Ohtani K.* Currents and water masses in the Bering Sea: A review of Japanese works // Oceanography of the Bering Sea: with emphasis on renewable resources. Inst. of Marine Science Univ. of Alaska, Fairbanks. 1974. P. 39–57.
- Zou L., Huntington H.P.* Implications of the Convention on the Conservation and Management of Pollock Resources in the Central Bering Sea for the management of fisheries in the Central Arctic Ocean // Marine Policy. 2018. V. 88. P. 132–138. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.11.019>

**ECOSYSTEM COMPONENTS IN THE BERING SEA
CONVENTION AREA: RESULTS FROM STUDIES
AND FISHERIES PROSPECTIVE**

**G.V. Khen, E.P. Dulepova, A.A. Somov, M.A. Stepanenko,
O.N. Katugin, V.V. Kulik**

*Pacific branch of the Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography,
Vladivostok, 690091*

Recent features in oceanography, forage base, and biological diversity, as well as fisheries prospective in the Bering Sea Convention area are considered. Since 1950, a sharp increase in water temperature has been observed, and thermal regime shifts occurred in 1977 and 2014. Composition and structure of zooplankton communities are virtually the same as in the western Bering Sea basin. Zooplankton community is comprised by a small number of widely distributed species, which belong to macrozooplankton and constitute a valuable food source for upper trophic levels. Nekton biomass is small, an order of magnitude lower than on the shelf. Neighboring continental slope and underwater ridges, as well as seasonal migrations of lower boreal and lower boreal-subtropical species support high species richness of nekton community. Pelagic and benthopelagic species of fish and squid, which occur on the shelf and slope, usually do not migrate into the Convention area in large quantities, except for walleye pollock, which was actively harvested in this area in 1983–1992. However, in the up-coming years, it is impossible to resume pollock fishery in the Convention area, based on the modern state of pollock resources.

Key words: Convention area, Bering Sea, water temperature, zooplankton, nekton, fisheries resources