

Водные биологические ресурсы

УДК 639.2.001.5:629.124.68

Биологические исследования в российских дальневосточных и арктических морях в трансарктической экспедиции ВНИРО

А.М. Орлов^{1,2}, А.Б. Савин³, К.М. Горбатенко³, А.Н. Бензик⁴, Т.Б. Морозов⁵, М.О. Рыбаков⁴, Д.А. Терентьев⁵, Е.В. Ведищева¹, Ю.К. Курбанов⁵, М.А. Носов⁴, С.Ю. Орлова¹

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

² Прикаспийский институт биологических ресурсов ДФИЦ РАН (ФГБУН «ПИБР ДФИЦ РАН»), г. Махачкала; Национальный исследовательский Томский государственный университет (ФГАОУ ВО «НИТГУ»), г. Томск; Дагестанский государственный университет (ФГБОУ ВО «ДГУ»), г. Махачкала

³ Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток

⁴ Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), г. Мурманск

⁵ Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), г. Петропавловск-Камчатский

E-mail: orlov@vniro.ru

Представлены результаты биологических исследований на НИС «Профессор Леванидов» в морях Беринговом, Чукотском, Восточно-Сибирском, Лаптевых и Карском 6 июля — 2 октября 2019 года. Существенный вклад в биомассу планктонных сообществ вносили экспатрианты Тихого и Атлантического океанов. Биомасса планктона определялась степенью удалённости района исследований от Берингова пролива на востоке, пролива Фрама и Баренцева моря — на западе. Заметный уровень биомассы поддерживался за счёт местных арктических видов планктона. В мегабентосе Карского и Чукотского морей преобладали ракообразные, в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском — иглокожие. Общий запас демерсальных рыб в Карагинской подзоне (в основе треска, навага, желтопёрая камбала, многоиглый керчак и звёздчатая камбала) составил 318 тыс. т, биомасса минтая — 539–1349 тыс. т. Общий запас демерсальных видов рыб в Олюторско-Наваринском районе (в основе треска, многоиглый керчак, американский стрелозубый палтус) составил 768 тыс. т, биомасса минтая — 359–897 тыс. т. Основу уловов в арктических морях составляли представители сем. Cottidae, Zoarcidae, Liparidae, Gadidae, Pleuronectidae и Agonidae. Сайка доминировала на всей акватории исследований, за исключением Чукотского моря, где биомасса минтая по сравнению с предыдущими годами выросла многократно. В море Лаптевых значительно увеличилась численность чёрного палтуса. В Чукотском море биомасса сайки составила 117 тыс. т, палтусовидной камбалы — 43 тыс. т, минтая — 897 тыс. т, краба-стригуна опилио — 51 тыс. т. В Карском море общая биомасса сайки составила 171 тыс. т, краба-стригуна опилио — 67 тыс. т. Существенные различия в составе пищи и интенсивности питания минтая, сайки, мойвы и чёрного палтуса различных размерных групп показали существование сложной трофической системы. Выполнена оценка антропогенного загрязнения, изучено распределение видов-индикаторов уязвимых морских экосистем, собраны материалы для генетических исследований.

Ключевые слова: зоопланктон, бентос, ихтиофауна, трофология, морские млекопитающие, антропогенный мусор, уязвимые морские экосистемы, Берингово море, Арктика.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-181-102-143

ВВЕДЕНИЕ

Водные биологические ресурсы (ВБР) западной части Берингова моря десятки лет являются объектами интенсивного изучения, а в отношении основных промысловых видов уже давно существует регулярный мониторинг динамики численности и состояния популяций. В последние годы специалистами рыбохозяйственных организаций с периодичностью раз в 2–3 года проводятся исследования промысловых видов рыб и беспозвоночных путём проведения донных траловых съёмок. Полученные таким образом материалы позволяют контролировать состояние их запасов и регулировать уровень промыслового изъятия. Важнейшим промысловым объектом в российских водах северной части Тихого океана уже в течение полувека является минтай *Theragra chalcogramma*, на который приходится более половины вылова России в дальневосточных морях. Его численность значительно варьирует в межгодовом плане в зависимости от урожайности поколений. Запасы демерсальных рыб западной части Берингова моря (тихоокеанская треска *Gadus macrocephalus*, дальневосточная навага *Eleginus gracilis*, рогатковые Cottidae, камбаловые Pleuronectidae, стрелозубые палтусы *Atheresthes* spp. и др.) в последнее десятилетие испытывают значительные колебания и посему нуждаются в регулярном контроле. Информация о ресурсах промысловых видов крабов и креветок, имеющих важное значение для рыбной промышленности, также нуждается в регулярном обновлении по результатам систематических траловых съёмок.

Моря российской части Арктического бассейна (Карское, Лаптевых, Чукотское и Восточно-Сибирское) до настоящего времени остаются малоизученными. Их рыбные запасы в полной мере не исследованы и не освоены промыслом. В последние годы активность проведения научно-исследовательских работ в российской Арктике существенно возросла. В условиях быстро меняющегося климата Арктики, сопровождающегося заметным сокращением её ледового покрова, а также под влиянием

освоения месторождений углеводородов на шельфе арктических морей оценка современного состояния среды обитания ВБР в этом регионе приобретает особую актуальность.

В пределах российских арктических морей встречается целый ряд широко распространённых видов ВБР, имеющих промысловое значение, к которым относятся краб-стригун опилио *Chionoecetes opilio*, минтай, тихоокеанская и атлантическая *Gadus morhua* треска, чёрный палтус *Reinhardtius hippoglossoides*, навага *Eleginus nawaga*, мойва *Mallotus villosus*, сайка *Boreogadus saida*, тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii*. В условиях климатических изменений, происходящих в Арктике в последние годы, отмечается расширение ареала и увеличение численности ряда видов, что с особой актуальностью ставит вопрос об изучении структуры их популяций, которая до сих пор остаётся практически неисследованной.

Основной целью настоящей работы является освещение основных результатов экспедиции НИС «Профессор Леванидов» летом-осенью 2019 г., которая была направлена на научное обеспечение устойчивого развития российского рыболовства в западной части Берингова моря и морях российской Арктики, для чего была произведена оценка современного состояния запасов основных промысловых видов ВБР в западной части Берингова моря и в морях Чукотском, Восточно-Сибирском, Лаптевых и Карском посредством выполнения тралово-акустических и гидробиологических съёмок, сбора генетических материалов, а также наблюдений за морскими млекопитающими.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Научно-исследовательские работы осуществляли на НИС «Профессор Леванидов» (судовладелец «БИФ ВНИРО») во время трансарктического перехода из п. Владивосток в п. Мурманск в июле-октябре 2019 г. (рис. 1) в соответствии с Планом ресурсных исследований и государственного мониторинга водных биоресурсов на 2019 год, утверждённым приказом Федерального агентства

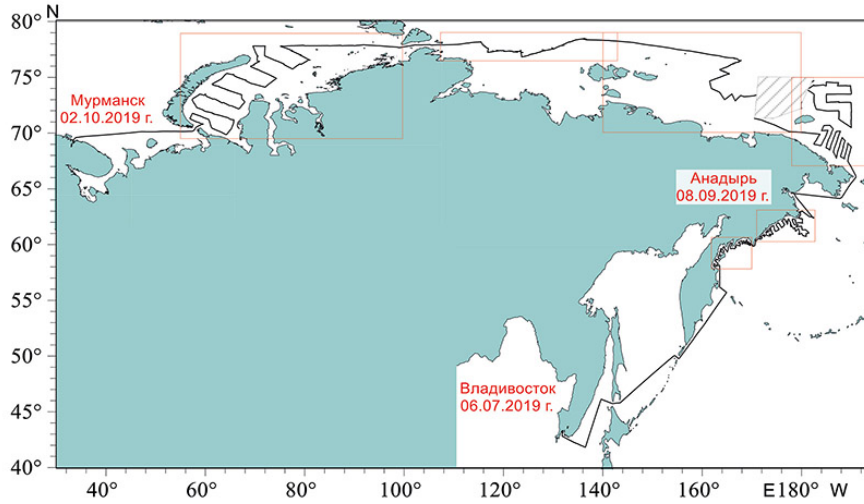


Рис. 1. Маршрут и районы работ НИС «Профессор Леванидов» в июле-октябре 2019 г.

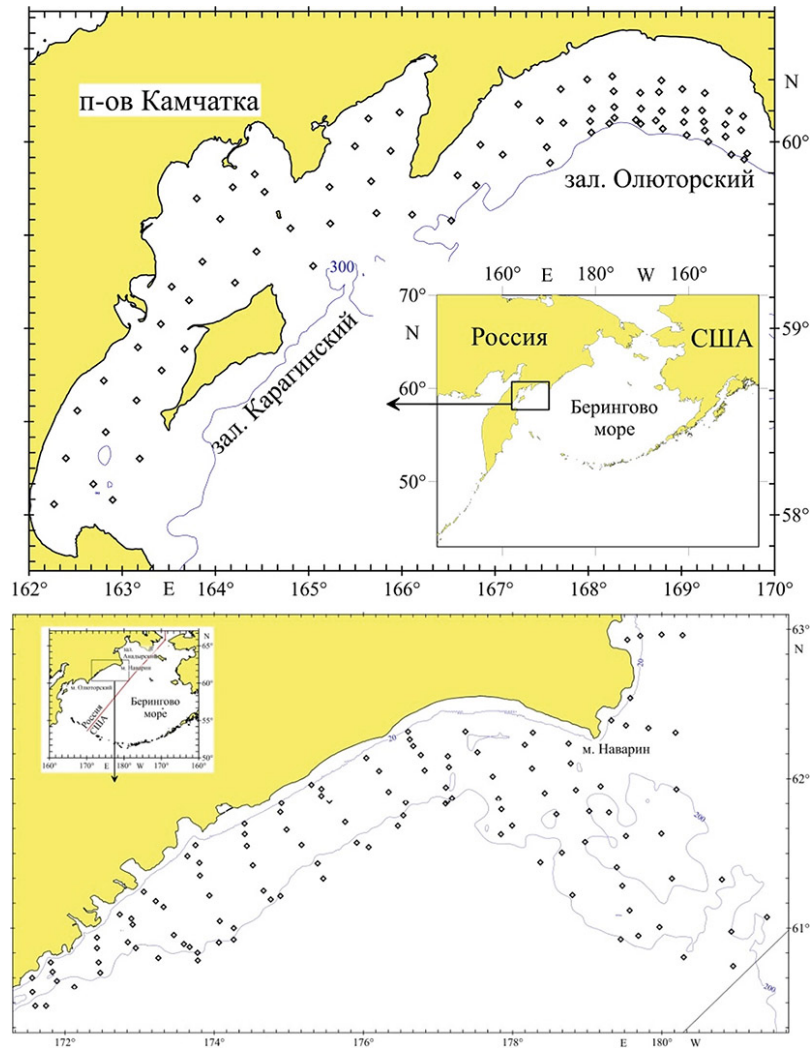


Рис. 2. Схемы донных траловых съёмок на шельфе Карагинской подзоны в июле (вверху) и на шельфе и верхней части склона Западно-Берингоморской зоны в июле-августе (внизу) 2019 г.

по рыболовству от 30 ноября 2018 г. № 701 (пп. 22–25, 38, 91, 92), и Программой совместных научных исследований Росрыболовства и Российской академии наук на 2019 год силами специалистов ФГБНУ «ВНИРО» и его нескольких филиалов.

Исследования на НИС «Профессор Леванидов» в 2019 г. проводили как в территориальных водах, так и в исключительной экономической зоне России. На первом этапе донные траловые съёмки проведены на шельфе Карагинской подзоны (Карагинский и Олюторский заливы, 16–25 июля) и на шельфе и верхней части склона Западно-

Берингоморской зоны (Олюторско-Наваринский район и юго-западная часть Анадырского залива, 26 июля — 8 августа). Всего в первом районе выполнено 80 траловых станций на глубинах от 18 до 197 м. Во втором районе выполнено 120 тралений на глубинах от 19 до 355 м (рис. 2). После выхода из порта Анадырь 9 августа судно совершило переход в Чукотское море, где в период с 10 по 28 августа выполнило 85 комплексных станций. После завершения работ в Чукотском море судно совершило переход в Восточно-Сибирское море, где с 20 по 23 августа и с 29 августа по 3 сентября вы-

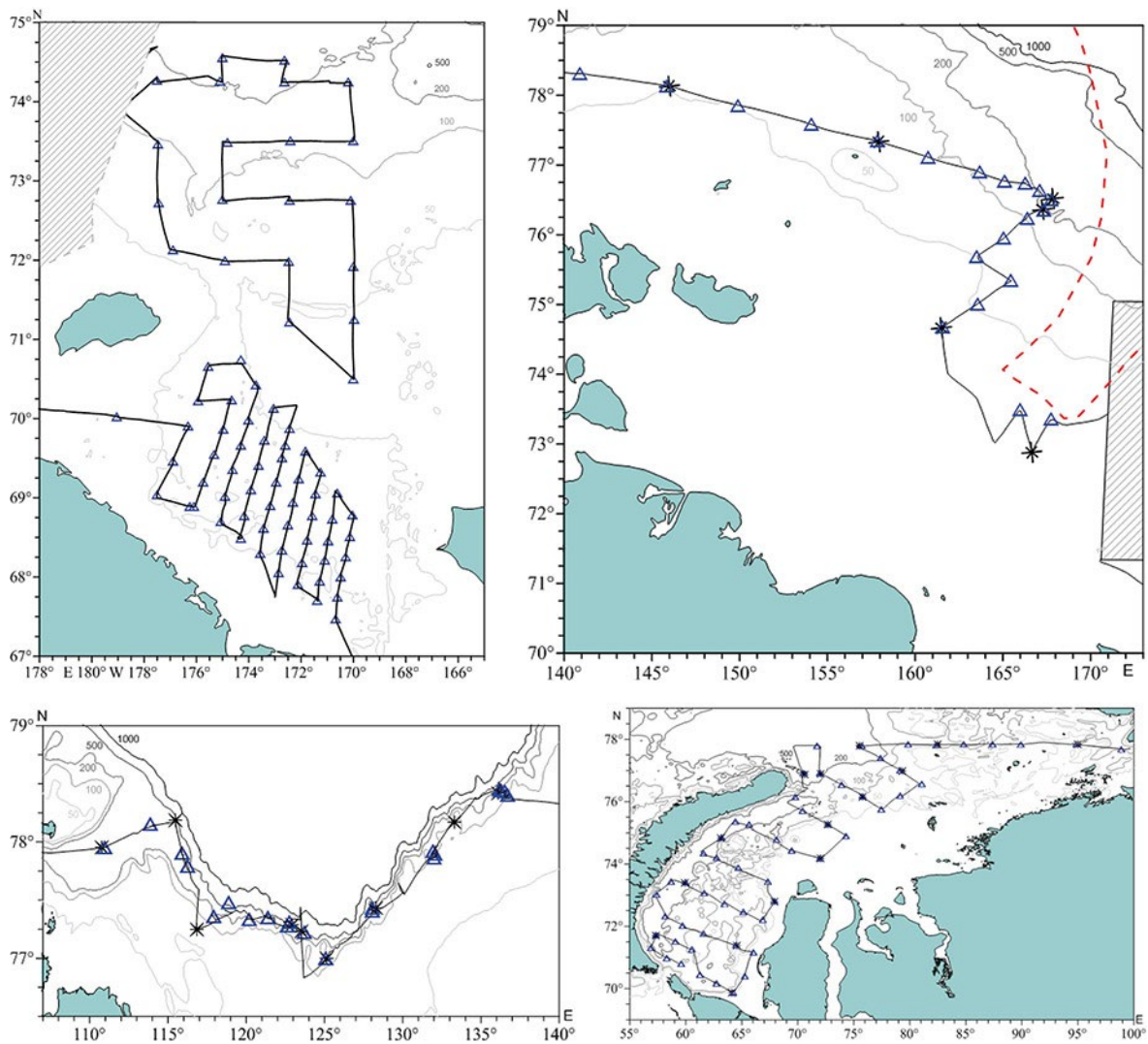


Рис. 3. Схема комплексных станций в морях Чукотском (вверху слева), Восточно-Сибирском (вверху справа), Лаптевых (внизу слева) и Карском (внизу справа) в июле-октябре 2019 г. (штриховка — лицензионный участок, пунктирная линия — граница ИЭЗ РФ, треугольники — траловые и гидробиологические станции, звёздочки — места отбора проб на акваДНК)

полняло работы по оценке экологического состояния Северо-Врангелевского лицензионного участка, расположенного в Восточно-Сибирском и Чукотском морях. В период 3–8 сентября судно выполнило 25 комплексных станций в Восточно-Сибирском море. С 9 по 14 сентября судно выполнило 24 комплексных станции в пределах верхней части материкового склона моря Лаптевых, после чего совершило переход в Карское море, где в период с 15 по 29 сентября выполнило 57 комплексных станций (рис. 3).

Гидробиологические исследования. Отбор проб мезопланктона осуществляли в слое 0 — дно сетью Джели с площадью входного отверстия 0,1 м² и ситом с ячейей 0,168 мм и обрабатывали по единой методике с введением поправок на недолов [Волков, 2008].

Анализ макрозообентоса из траловых уловов выполняли непосредственно в море. Сбор и первичную обработку материалов осуществляли по стандартной методике [Низяев и др., 2006]. Биологический анализ включал сортировку крабов по видам и полу и их количественный учёт в каждом тралении. Промеры проводили по наибольшей ширине карапакса без учёта боковых шипов с точностью до 1 мм. В случае высоких уловов на анализ брали 150 самцов и 100 самок. У промысленных животных определяли стадии линочного цикла самцов и функциональное состояние самок. Непромысловых беспозвоночных из траловых уловов выбирали по возможности полностью, при больших объёмах улов делили на сектора и брали кратную часть от 1/2 до 1/5, откуда выбирали

беспозвоночных. Оставшийся улов просматривали на присутствие редких и крупных видов. Брюхоногих моллюсков, некоторые виды морских звезд, крупные виды актиний, альционарий, мшанок, асцидий, ракообразных, губок выбирали из уловов полностью. После разбора улова по возможности до видового уровня (а в случае невозможности — до более высокого таксономического ранга) подсчитывали количество особей и взвешивали на весах с точностью до 0,001 кг. Плотность поселения и биомассу организмов для каждой станции рассчитывали площадным методом [Аксютин, 1968; Макрофауна ..., 2014]. Коэффициент уловистости трала принимали равным 1. Анализ и обработку данных проводили с помощью программы электронных таблиц MS Excel v.7.0 с пакетом статистического анализа и статистической среды R v. 2.14.1.

Также на акватории исследований осуществлялись сбор и фиксация фито-, мезо-, макропланктона и дночерпательных проб бентоса. Объём собранных и проанализированных материалов представлен в табл. 1.

Ихтиологические исследования. Основой для исследований служили уловы донных тралений, выполненных в процессе осуществления донных траловых съёмок, которые выполняли по стандартным методикам [Савин, 2011] с использованием донного трала ДТ-27,1/24,4 (горизонтальное раскрытие 14–16 м, вертикальное 4–6 м, ячей в кутце 10 мм). Продолжительность большинства тралений составляла 30 минут при средней скорости 3,0–3,1 узла.

Таблица 1. Объём собранных и проанализированных материалов по гидробиологии и трофологии в морях Арктики

Море	Питание			Планктон		Бентос		
	Видов	Проб	Желудков	Мезопланктонных проб	Фитопланктонных проб	Проб из притральной сети	Дночерпательных проб	Тралений
Чукотское	14	125	651	49	40	70	41	78
Восточно-Сибирское	8	50	217	23	14	20	21	20
Лаптевых	7	83	538	19	13	16	-	21
Карское	7	100	954	48	44	55	-	55
Всего:	28	358	2360	139	111	161	62	174

При выполнении учётных съёмок производилась полная разборка каждого улова по видам с занесением в траловые карточки величин их улова в штучном и весовом выражениях. Молодь минтая (особи длиной до 20 см) учитывались отдельно от взрослых рыб.

Для расчёта относительной численности/биомассы гидробионтов в арктических морях использовали площадной метод [Аксютин, 1968], в котором учитываются горизонтальное раскрытие трала, средняя скорость траления, продолжительность траления, численность/масса вида в улове и коэффициенты уловистости для каждого вида. Расчёт обилия при этом производили по формулам:

$$M = \frac{m}{1,852 \cdot v \cdot t \cdot 0,001 \cdot a \cdot k}$$

или

$$N = \frac{n}{1,852 \cdot v \cdot t \cdot 0,001 \cdot a \cdot k},$$

где M и N биомасса и численность вида на единицу площади (кг/км², экз/км²), m — масса вида в улове (кг), n — численность вида в улове (экз.); v — скорость траления (уз.); t — продолжительность траления (ч); a — горизонтальное раскрытие устья трала (м); k — коэффициент уловистости трала для данного вида, который находится в промежутке от 0 до 1 [Волвенко, 1998]. Запасы рыб в Западно-Беринговоморской зоне рассчитывались по площадям ячеек Вороного [Борисовец и др., 2003]. В Карагинской подзо-

не запасы рыб рассчитывались с помощью программы ГИС «КартМастер v.4.2», методом сплайн-аппроксимации [Бизиков и др., 2006]. Все ихтиологические работы проводили по стандартным методикам [Правдин, 1966]. Объём материалов по рыбам и промысловым крабам представлен в табл. 2.

Трофологические исследования. Для изучения особенностей питания и пищевых взаимоотношений рыб использовали стандартный метод сокращённого варианта количественного анализа [Методическое пособие ..., 1974]. В качестве показателей интенсивности питания использовали средний индекс наполнения желудков (‰), в качестве показателей значимости отдельных видов пищевых организмов — массовую долю (%). Для определения суточного рациона рыб (СПР), применялась методика Н.С. Новиковой [1949], модифицированная В.И. Чучукало [2006]. Исследован состав пищи 28 видов рыб (в общей сложности более 2360 желудков). В настоящей работе представлены краткие результаты изучения питания только мойвы, сайки, черного палтуса и минтая.

Акустические исследования. Акустические наблюдения проводились в Чукотском, Восточно-Сибирском, Карском и море Лаптевых. До проведения исследований выполнена калибровка гидроакустической аппаратуры на обоих частотах (38 и 120 кГц). Калибровка оборудования, сбор и обработ-

Таблица 2. Параметры донных траловых съёмок и собранных в период их проведения материалов по рыбам и промысловым крабам летом-осенью 2019 г.

Параметр	Карагинская подзона	Западно-Берингоморская зона	Чукотское море	Восточно-Сибирское море	Море Лаптевых	Карское море	Всего
Число тралений	80	120	80	20	21	57	378
Обследованная площадь, км ²	26801	54497	229245	27800	15500	374216	728059
Обследованные глубины, м	18–230	19–355	27–262	33–250	110–752	18–533	18–752
Число промеренных рыб, экз.	587	18834	15303	561	3332	8175	46792
Число проанализированных рыб, экз.	18393	1548	1108	162	515	1111	22837
Число проанализированных крабов, экз.	4449	4118	7930	114	—	3118	19729

ка данных, а также расчёты выполнены по стандартным методикам с использованием научного эхолота «SIMRAD EK60» на частотах 38 и 120 кГц [Методическое пособие ..., 2006]. Аккумуляция акустических данных производили посредством программы ER60, идентификацию эхозаписей осуществляли программой «FAMAS». Во время выполнения съёмки интерпретация эхограмм осуществлялась по следующим видам: треска, минтай, сайка, мойва, сельдь, смесь рыб 0-группы и прочие. Для основных промысловых видов, видимых гидроакустической аппаратурой, выполнены описания пространственного распределения скоплений на акватории и их характерные особенности в толще воды, произведены расчёты численности и биомассы. Для Чукотского, Восточно-Сибирского и моря Лаптевых такие данные представлены впервые. Для Карского моря проведён сравнительный анализ с исследованиями 2007 и 2013 гг.

Наблюдения за морскими млекопитающими. При проведении исследований руководствовались общепринятыми определителями и справочниками [Артюхин, Бурканов, 1999; Мельников, 2001; Бурдин и др., 2009]. Наблюдения проводили в светлое время суток с верхней палубы по стандартной методике [Зырянов, 2004] с привлечением штурманского состава. С использованием биноклей акватория моря на переходах осматривалась спереди и с боков судна, на станциях производился круговой обзор. Регистрацию встреч и учёт животных вели в журнале наблюдений, в который заносили дату, время, координаты и характеристики животных (вид, количество, размеры, удаление от судна, внешние признаки, поведение и др.), а также некоторые другие сведения.

Генетические исследования проводили по трём различным направлениям: сборы образцов тканей для популяционно-генетического анализа, проведение исследований на ДНК-штрихкодирование и анализ воды на определение присутствия различных организмов в воде молекулярными методами. Сборы образцов тканей

для популяционно-генетического анализа производили, в первую очередь, от объектов, имеющих промысловую значимость, а также других широко распространённых видов, встречающихся в уловах, в соответствии с разработанной во ВНИРО методикой [Учебно-методическое пособие ..., 2014]. Работы по ДНК-штрихкодированию выполняли в соответствии с существующими методическими подходами [Шнеер, 2009; Шеховцев и др., 2019]. Для анализа воды на определение присутствия различных организмов в воде молекулярными методами (eDNA или акваДНК [Никифоров и др., 2018]) отбирали пробы с двух горизонтов — у поверхности и у дна. С каждого горизонта собирали и фильтровали по 3 пробы объёмом 1 л и фильтровали.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Гидробиологические исследования

Цветение **фитопланктона** отмечалось только в северной части Чукотского и в пределах внутреннего шельфа Восточно-Сибирского моря (табл. 3). Его основу формировали диатомовые из рода *Chaetoceros*. В остальных районах наблюдалось остаточное цветение в виде единичных клеток крупных диатомовых *Coscinodiscus* sp. и передне-вых *Ceratium* sp. водорослей. Таким образом, в период исследований на большей части арктических морей вегетация фитопланктона уже закончилась. В Восточно-Сибирском море обнаружено большое количество мёртвых клеток фитопланктона (на некоторых станциях до 3500 мг/м³), а также низкие показатели биогенных элементов (в основном растворённого неорганического азота), концентрации которых были близки к аналитическому нулю. Это связано с интенсивным продуцированием органического вещества в более ранние сроки. В море Лаптевых, как и в Карском море, цветение отсутствовало, средняя величина биомассы сетного фитопланктона всего 0,01–0,03 мг/м³.

Максимальный уровень биомассы **мезопланктона** в морях Арктики был зарегистрирован в Чукотском море, самый низкий — в Карском. Распределение биомассы

планктона в различных биотопах было неодинаковым. В Чукотском и Восточно-Сибирском морях в шельфовых районах она была существенно выше, чем на свале глубин. Тенденция уменьшения биомассы планктона с глубиной изменилась на противоположную в морях западного сектора Арктики. В море Лаптевых, как и в Карском, биомасса планктона в шельфовых районах оказалась ниже, чем на свале глубин. Фракционный состав проб в различных морях постоянен, 80–88% приходится на крупных организмов (размером от 2 мм до 40 мм), доли мелкого (0,2–1,2 мм) и среднеразмержного (1,2–2,0 мм) зоопланктона изменялись от 5 до 10%.

Основу мелкого зоопланктона формировали копеподы *Pseudocalanus minutus*, *Oithona similis* и копеподиты копепод. В средней фракции по биомассе доминировали: *Pseudocalanus minutus*, *Calanus glacialis*, *C. finmarchicus*, *C. hyperboreus*, *Bradyidius similis*, *Metridia longa*. Крупная фракция включала крупные формы копепод: *C. glacialis*, *C. finmarchicus*, *C. hyperboreus*, *Pareuchaeta glacialis*, *Neocalanus plumchrus* + *N. flemingeri*, *Eucalanus bungii* и др., представителей макропланктона — хетогнат, эвфаузиид, гиперид, птеропод, личинок рыб, медуз и других организмов.

Копеподы вносили существенный вклад в общую биомассу планктона, их количество определялось степенью удаления от основных питающих рек в Арктике. На востоке относительно высокая продуктивность мезопланктона Чукотского моря обеспечивалась главным образом за счёт приносного рачка *E. bungii* и копепод рода *Neocalanus*. С запада через пролив Фрама и Баренцево море в Ледовитый океан проникают атлантические воды, которые приносят рачков *C. finmarchicus*, их доля в биомассе копепод в Арктических морях существенна, а влияние Атлантики в большей степени проявляется в Карском море. В морях российской Арктики определённый уровень биомассы поддерживают местные — арктические виды копепод *C. hyperboreus* и *C. glacialis*, в районах, где влияние Атлантических и Тихоокеанских вод ослаблено, они формируют основу биомассы.

Эвфаузииды. Влияние Атлантических и Тихоокеанских течений также определяло распределение эвфаузиид. Их высокие биомассы отмечались в южной части Чукотского моря, на внешнем шельфе Восточно-Сибирского моря, на свале глубин моря Лаптевых и в глубоководных впадинах Карского моря.

Таблица 3. Биомасса планктона в арктических морях, мг/м³

	Чукотское море			Восточно-Сибирское море			Море Лаптевых			Карское море			
	Южный район	Северный район	Вся акватория	Внутренний шельф (25–80 м)	Внешний шельф (104–253 м)	Вся акватория	Шельф (64–145 м)	Свал (360–1368 м)	Вся акватория	Внутренний шельф до 100 м	Внешний шельф 100–200 м	Свал 200–500 м	Вся акватория
Фитопланктон	19,9	172,7	96,3	136,1	0,01	112,4	0,014	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02
Весь зоопланктон	996,7	535,6	766,2	487,0	199,1	436,7	239,8	374,2	345,9	142,8	219,6	237,8	186,1
Мелкая фракция	96,5	45,0	70,7	47,4	11,1	41,1	34,7	12,2	17,0	27,32	20,3	14,07	16,8
Средняя фракция	65,8	25,4	45,6	27,4	11,52	24,6	18,4	24,0	22,9	13,3	28,0	18,9	19,1
Крупная фракция	834,4	465,2	649,8	412,2	176,6	371,0	186,7	338,0	306,1	102,1	171,3	204,8	150,2
Копеподы	402,6	162,7	282,7	155,3	96,1	144,8	125	209,8	192,0	78,7	147,6	120,2	108,9
Эвфаузииды	111,97	23,73	67,85	0,3	16,7	3,1	0,0	56,2	44,4	1,4	24,4	58,1	29,0
Гипериды	6,6	17,8	12,2	12,7	2,5	10,9	68,0	27,4	36,0	1,3	6,8	3,9	4,1
Сагитты	277,5	291,9	284,7	218,3	57,4	190,3	43,4	74,5	67,9	26,0	22,9	37,4	25,5
Медузы	94,45	13,0	53,7	49,9	13,3	43,5	1,3	0,7	0,8	17,7	9,9	9,7	9,9
Прочие	103,6	26,5	65,1	50,6	13,2	44,1	2,2	5,5	4,8	17,8	8,0	8,3	8,7

Гиперииды. Высокие концентрации были чётко приурочены к холодноводным участкам и были максимальны на севере Чукотского моря, на внутреннем шельфе Восточно-Сибирского моря, в шельфовой зоне моря Лаптевых и минимальны — в Карском море. Повсеместно преобладали представители рода *Themisto*, главным образом, *T. libellula* и в меньшей степени *T. abyssorum*.

Хетогнаты. Щетинкочелюстные вносили существенный вклад в общую биомассу планктона. Высокий уровень биомассы отмечен в Чукотском море и на внешнем шельфе Восточно-Сибирского моря. В западной части Арктики хетогнат было на порядок меньше.

Среди других представителей крупного планктона встречались медузы, птероподы, остракоды, мизиды, гамариды, аппендикулярии и личинки декапод, личинки различных видов рыб. В Чукотском и Карском морях встречались личинки краба-стригуна опилио.

Макрозообентос. В июле 2019 г. в траловых уловах в **Карагинской подзоне** отмечены 4 вида промысловых крабов и крабоидов. Массовый вид — краб-стригун опилио (82% общих уловов), в меньшем количестве — краб-стригун Бэрда *Ch. bairdi* (14%). Крабоиды — синий *Paralithodes platypus* и камчатский *P. camtschaticus* крабы в уловах

встречались редко — по 2% общего вылова промысловых крабов. Кроме того, отмечены гибриды крабов-стригунов Бэрда и опилио — менее 1% от общего улова.

Краб-стригун опилио встречен на 62 станциях в диапазоне глубин 22–260 м, уловы составили до 226 экз. за 30 мин. траления (табл. 4). Общая абсолютная численность составила 37,637 млн экз.

Размеры самцов составляли 15–138 мм при среднем значении 103 мм, самок — 17–93 мм, со средним значением 47 мм (табл. 4, 5).

Краб-стригун Бэрда в Карагинской подзоне был встречен на 33 станциях на глубинах 37–138 м. Уловы составляли до 309 экз. за 30 мин. траления, в среднем 10 экз. за 30 мин. траления. Общая абсолютная численность составила 3,494 млн экз. Размеры самцов составляли 55–160 мм при среднем значении 116 мм, самок — 17–93 мм со средним значением 47 мм (табл. 5, 6).

Кроме того, на 24 станциях отмечены 74 экземпляра самца камчатского краба промыслового размера, 12 самцов непромыслового размера и 1 самка с фиолетовой икрой. Самые высокие уловы промысловых самцов составили 17 экз. за 30 мин. траления на глубине 35 м. Также отмечены 31 самец синего краба промыслового размера, 30 самцов непромыслового размера и 36 самок.

Таблица 4. Некоторые характеристики траловых уловов краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне и Западно-Беринговоморской зоне в июле — августе 2019 г. (ШК — ширина карапакса)

Параметр		Непромысловые самцы	Промысловые самцы	Самки
<i>Карагинская подзона</i>				
Глубина, м	Пределы	22–260	35–226	37–226
	Макс. улов	82	115	98
Улов, экз/трал.	Макс.	226	94	131
	Средн.	27	7	12
ШК, мм	Средн.	61	110	55
Доля в уловах, %		12	58	30
<i>Западно-Беринговоморская зона</i>				
Глубина, м	Пределы	20–354	44–249	42–352
	Макс. улов	56	79	183
Улов экз/трал.	Макс.	60	69	881
	Средн.	4,7	2,0	8,7
ШК, мм	Средн.	73	109	52
Доля в уловах, %		30	13	57

Таблица 5. Основные характеристики функционального состояния краба-стригуна опилио и краба-стригуна Бэрда в Карагинской подзоне и Западно-Беринговоморской зоне в июле 2019 г.

ШК, мм			Самцы				Самки						
			Предлиночное состояние, доля в уловах, %				Биологическое состояние, доля в уловах, %						
Мин.	Макс.	Средн.	2	3	3р	3п	Мин.	Макс.	Сред.	мн	ио	лв	нп
Карагинская подзона													
<i>Chionoecetes opilio</i>													
15	138	103	18	14	31	37	17	93	47	22	18	1	59
<i>Chionoecetes bairdi</i>													
55	160	116	0	49	22	29	46	92	77	2	35	0	63
Западно-Беринговоморская зона													
<i>Chionoecetes opilio</i>													
17	148	84		43	48	5	24	78	52	0	90	0	10
<i>Chionoecetes bairdi</i>													
19	166	84	0	49	22	29	46	92	77	2	11	1	86

Примечания: ШК — ширина карапакса; 2, 3, 3р, 3п — предлиночные стадии; мн, ио, лв, нп — стадии зрелости икры самок.

Таблица 6. Некоторые характеристики уловов краба-стригуна Бэрда в Карагинской подзоне и Западно-Беринговоморской зоне в июле — августе 2019 г.

Параметр	Непромысловые самцы		Промысловые самцы		Самки	
	Пределы	Макс.	Пределы	Макс.	Пределы	Макс.
Карагинская подзона						
Глубина, м	Пределы		37–226		42–138	42–226
	Макс. улов		130		130	42
Улов, экз/трал.	Макс.		65		242	8
	Средн.		4		5,6	0,7
ШК, мм	Средн.		98		132	77
Доля в уловах, %			39		54	7
Западно-Беринговоморская зона						
Глубина, м	Пределы		23–354		53–275	23–354
	Макс. улов		79		86	452
Улов, экз/трал.	Макс.		43		39	47
	Средн.		3,1		0,85	2
ШК, мм	Средн.		71		132	77
Доля в уловах, %			52		14	34

Примечания: ШК — ширина карапакса.

При изучении прилова непромысловых беспозвоночных идентифицирован примерно 101 вид, отнесённый к 12 группам различного таксономического ранга: около 12 видов морских звёзд, 3 вида морских ежей, 2 вида крупных офиур, 4 вида голотурий, один вид морских лилий, 18 видов актиний, 14 видов асцидий, около 5 видов губок, 1 вид мшанок, 21 вид моллюсков (брюхоногие, двустворчатые и головоногие), 12 видов

непромысловых десятиногих ракообразных, 1 вид альционарий и 1 вид морских перьев. Относительное обилие непромысловых беспозвоночных тралового макрозообентоса составляло от 606 до 19926 кг/км² при среднем значении 5888 кг/км². Абсолютная биомасса на площади съёмки составила 1365,2 тыс. т (табл. 7). Представители остальных групп беспозвоночных составили по биомассе незначительные (менее 3%) доли.

Таблица 7. Некоторые характеристики уловов массовых групп непромыслового тралового макрозообентоса в Карагинской подзоне и Западно-Беринговоморской зоне в июле 2019 г.

Параметр/Таксон		Echinoidea	Asteroidea	Ophiuroidea	Mollusca	Actinaria	Porifera
<i>Карагинская подзона</i>							
Глубина, м	Пределы	42–145	20–230	23–230	20–190	20–355	20–230
	Макс. уловы	62	47	47	60	23	96
Улов, кг	Макс.	219,5	180,3	378	430,6	269,4	129,5
	Средн.	13,2	19,6	17,9	11,1	5,4	1,8
Биомасса, кг/км ²	Макс.	7407,4	5708	11957	783	8265	4369
	Средн.	440,5	644,4	565,2	182,7	170,6	24,5
Доля в уловах, %		19	28	24	8	7	3
Число видов		3	12	2	21	18	
Ведущие виды		<i>Strongylocentrotus pallidus</i>	<i>Asterias rathbuni</i> ; <i>Evasterias echinosoma</i>	<i>Gorgonocephalus eucnemis</i>	Fam. Buccinidae	Fam. Actinostolidae	Porifera spp.
<i>Западно-Беринговоморская зона</i>							
Глубина, м	Пределы	20–354	20–355	20–354	20–354	20–355	20–355
	Макс. улов	63	56	332	352	129	82
Улов, кг	Макс.	32,36	26,45	62,87	11,24	13,86	11,8
	Средн.	3,9	2	1,7	1,3	0,65	0,87
Биомасса, кг/км ²	Макс.	1674	926	362	362	467,8	1204
	Средн.	156	90	47,6	48	24,5	45,4
Доля в уловах, %		30	17	12	9	5	9
Число видов		2	15	2	29	15	5
Ведущие виды		<i>Strongylocentrotus pallidus</i>	<i>Lethasterias nanimensis</i> ; <i>Leptasterias (Hexasterias) polaris</i>	<i>Gorgonocephalus eucnemis</i>	Fam. Buccinidae	Fam. Actinostolidae	Porifera spp.

В июле 2019 г. в траловых уловах в **Западно-Беринговоморской зоне** отмечены 5 видов промысловых крабов и крабовидов. Самый массовый вид — краб-стригун опилио (48% уловов), в меньшем количестве — краб-стригун Бэрда (19%). Доля синего краба составила 33%. Единично отмечены камчатский краб и краб-стригун ангулятус *Ch. angulatus*.

Краб-стригун опилио встречен на 52 станциях в диапазоне глубин 20–354 м. Уловы составляли от 1 до 926 экз. за 30 мин. траления на глубине 183 м при среднем значении 15 экз. за 30 мин. траления. Общая абсолютная численность составила 48,242 млн экз. (см. табл. 4). Размеры самцов составляли

от 17 до 148 мм при среднем значении 84 мм, размеры самок — 24–78 мм, в среднем — 52 мм (см. табл. 4, 5).

Краб-стригун Бэрда был встречен на 57 станциях на глубинах 23–350 м. Уловы составляли 1–82 экз. за 30 мин. траления, в среднем — 13 экз. за 30 мин. траления (см. табл. 6). Общая абсолютная численность составила 15,252 млн экз. Размерный состав самцов изменялся от 19 до 166 мм при среднем значении 84 мм, самок — от 46 до 92 мм при среднем значении 77 мм (см. табл. 5, 6).

Синий краб встречен на 74 станциях на глубинах от 20–345 м. Уловы составляли до 293 экз. за 30 мин. траления, в среднем — 11 экз. за 30 мин. траления (табл. 8). Разме-

ры самцов составили 10–186 мм при среднем значении 142 мм, самок — 46–92 мм, средняя — 77 мм (табл. 9). Общая абсолютная численность составила 17,208 млн экз.

В непромысловом траловом бентосе было идентифицировано примерно 96 видов беспозвоночных различного таксономического ранга: около 15 видов морских звёзд, 2 вида офиур, 2 вида морских ежей, 6 видов голотурий, 15 видов актиний, 4 вида асцидий, около 5 видов губок, 3 вида мшанок, 15 видов непромысловых десятиногих ракообразных, 29 видов моллюсков (брюхоногих, двустворчатых, головоногих и полиплакофор), 1 вид морских перьев и 1 вид альционарий. Относительное обилие непромыслового тралового макрозообентоса составляло 2,3–65234 кг/км² при среднем значении 1390 кг/км². Абсолютное обилие непромыслового тралового бентоса в исследованном районе составило 2860 тыс. т (см. табл. 7). Остальные группы беспозвоночных встречались в меньших количествах: асцидии, актинии и морские перья — по 5% общей биомассы, непромысловые Decapoda — 7%, остальные — менее 1%.

Средние траловые уловы краба-стригуна опилио в Карагинской подзоне по сравнению с предыдущими годами заметно снизились. Однако средние уловы промысловых самцов и самок в этом районе выросли (за исключением уловов самок в 2012 г.). Также заметен рост абсолютной численности этого вида почти в 2 раза по сравнению с 2013 г. Оценка запаса краба-стригуна опилио в 2014 г. была осложнена в связи с трудностью проведения полноценной съёмки из-за тяжёлых погодных условий в районе исследований. Абсолютная численность, как и общие средние уловы за 30 мин. траления, краба-стригуна Бэрда по сравнению с 2012 и 2013 гг. заметно снизились. Средние уловы промысловых самцов по сравнению с указанными датами незначительно возросли (табл. 10). Кроме того, результаты 2019 г. при пересчёте показали практически двукратное увеличение абсолютной численности камчатского и синего крабов в Карагинской подзоне, хотя уловы за получасовое траление были минимальны и носили случайный характер (см. табл. 10).

Абсолютная численность краба-стригуна опилио в Западно-Беринговоморской зоне показала величину более чем в 10 раз мень-

Таблица 8. Некоторые характеристики уловов синего краба в Западно-Беринговоморской зоне в июле–августе 2019 г.

Параметр		Непромысловые самцы	Промысловые самцы	Самки
Глубина, м	Пределы	23–183	20–255	23–345
	Макс. улов	32	85	64
Улов, экз/трал.	Макс.	64	31	261
	Средн.	1,6	3,5	5,3
ШК, мм	Средн.	93	165,5	117
Доля в уловах, %		16	34	50

Примечания: ШК — ширина карапакса.

Таблица 9. Основные характеристики функционального состояния синего краба в Западно-Беринговоморской зоне в июле–августе 2019 г.

Самцы			Самки												
ШК, мм			Предлиночное состояние, доля в уловах, %				ШК, мм			Биологическое состояние, доля в уловах, %					
Мин.	Макс.	Средн.	2	3	3р	3п	Мин.	Макс.	Средн.	лв	иб	нп	ик	би	ял
10	186	142	2	36	52	7	17	176	117	70	15	9	1	2	2

Примечания: ШК — ширина карапакса; 2, 3, 3р, 3п — предлиночные стадии; лв, иб, нп, ик, би, ял — стадии зрелости икры самок.

Таблица 10. Величина уловов и абсолютная численность крабов и крабоидов в Карагинской подзоне по результатам донных траловых съёмок в 2012, 2013, 2014 и 2019 гг.

Параметр	Функциональное состояние	Год			
		2012	2013	2014	2019
<i>Chionoecetes opilio</i>					
Улов, экз/трал.	Промысловые самцы	3,8	2,3	3,8	7
	Непромысловые самцы	181,3	22	213,2	27
	Самки	52,6	9,6	5,6	12
Численность, млн экз.		53,924	19,114	–	37,637
<i>Chionoecetes bairdi</i>					
Улов, экз/трал.	Промысловые самцы	4	3,2	6,8	5,6
	Непромысловые самцы	7,3	8,9	13,1	4
	Самки	2,7	5,6	9,5	0,7
Численность, млн экз.		3,874	7,597	–	3,494
<i>Paralithodes platypus</i>					
Численность, млн экз.		1,201	–	–	2,133
<i>Paralithodes camtschaticus</i>					
Численность, млн экз.		0,380	–	–	0,793

шую по сравнению с 2017 г. Абсолютная численность краба-стригуна Бэрда также снизилась более чем в 2 раза. Аналогичный показатель по синему крабу по результатам съёмки 2019 г. снизился в 3 раза (табл. 11).

Общее представление о распределении мегабентоса в **арктических морях** даёт табл. 12. Средняя биомасса тралового бентоса в мелководных районах изменялась от 7,8 до 20 кг/миля при среднем значении 16 кг/

Таблица 11. Величина уловов и абсолютная численность крабов и крабоидов Западно-Беринговоморской зоны по результатам донных траловых съёмок в 2017 и 2019 гг.

Параметр	Функциональное состояние	Год	
		2017	2019
<i>Chionoecetes opilio</i>			
Улов, экз/трал.	Промысловые самцы	–	2
	Непромысловые самцы	–	4,7
	Самки	–	8,7
Численность, млн экз.		611,666	48,242
<i>Chionoecetes bairdi</i>			
Улов, экз/трал.	Промысловые самцы	–	0,85
	Непромысловые самцы	–	3,1
	Самки	–	2
Численность, млн экз.		30,962	15,252
<i>Paralithodes platypus</i>			
Улов, экз/трал.	Промысловые самцы	–	3,6
	Непромысловые самцы	–	1,7
	Самки	–	5,3
Численность, млн экз.		45,324	16,758
<i>Paralithodes camtschaticus</i>			
Численность, млн экз.		–	0,083

миля, в глубоководных — от 2,5 до 33 кг/миля при среднем значении 14,6 кг/миля. В морях Чукотском и Карском доминирующей по биомассе группой беспозвоночных были ракообразные, из которых в виду своей высокой численности резко выделялся краб-стригун опилио с частотой встречаемости 90–99% (рис. 4). В 2019 г. его биомасса была оценена величиной 50,6 тыс. т, что оказалось существенно выше, чем в 2010 г. (38,0 тыс. т) и 2018 г. (41,3 тыс. т). При этом в популяции сократилась доля самок, но возросла доля непромысловых и промысловых самцов (табл. 13). В Карском море общая биомасса данного вида в 2019 г. составила 66,8 тыс. т, из которых 47,2 тыс. т пришлось на непромысловых самцов, 10,7 тыс. т — на промысловых самцов и 8,9 тыс. т — на самок. Впервые краб-стригун опилио в Карском море был отмечен немногочисленными поимками в 2013 г.

В Восточно-Сибирском и море Лаптевых ракообразные были представлены различными видами десятиногих. В Восточно-Сибирском море в районе континентального склона на глубинах 190–240 м в уловах впервые был встречен краб-стригун опилио (см. рис. 4), помимо него в уловах отмечались крабы-пауки *Hyas coarctatus*. В море Лаптевых отмечались значительные уловы креветок. На западе моря преобладала северная креветка *Pandalus borealis* (до 5 кг/миля), на востоке — глубоководная креветка *Pasiphae tarda* (до 20 кг/миля). Кроме указанных двух потенциально промысловых видов креветок, в уловах отмечались также *Sabinea septemcarinata*, *Sclerocrangon ferox*, *Pandalus goniurus*, *Eualus suckleyi*, *Lebbeus polaris*, *Sergestes arcticus* и *Bythocaris* sp.

Иглокожие доминировали в Восточно-Сибирском и море Лаптевых, их вклад в общую биомассу мегабентоса на шельфе со-

Таблица 12. Средние значения биомасс основных групп мегабентоса в арктических морях, г/миля

Таксон/море/ глубина	Чукотское		Восточно-Сибирское		Лаптевых		Карское	
	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м
Ascidacea	115	17	408	11	197	10	0	3
Bryozoa	70	31	6	0	0	1	43	2
Cnidaria	182	2837	1034	442	1162	1568	473	10950
Crustacea	14369	2126	1577	852	1517	3116	2181	16907
Echinodermata	4727	8323	14079	1172	15025	3169	4624	5322
Mollusca	331	484	873	39	397	8	47	47
Polychaeta	832	71	410	31	206	80	321	168
Porifera	70	250	310	0	11	101	101	333
Varia	4	0	62	2	53	15	30	1
Число тралений	70	8	16	4	3	18	29	26

Таблица 13. Биомасса и численность краба-стригуна опилио в Чукотском море в 2010, 2018 и 2019 гг.

Вид	K _y	2010		2018		2019	
		Численность, млн экз.	Биомасса, тыс. т	Численность, млн экз.	Биомасса, тыс. т	Численность, млн экз.	Биомасса, тыс. т
Краб-стригун опилио, непромысловые самцы	1,0	639,1	23,3	969,6	27,5	891,4	38,3
Краб-стригун опилио, промысловые самцы	1,0	-	-	1,4	0,4	6,4	1,6
Краб-стригун опилио, самки	1,0	525,6	14,7	594,0	13,39	332,7	10,7
Обследованная площадь, тыс. кв. км		104,5		35,7		229,2	
Число тралений		38		54		80	

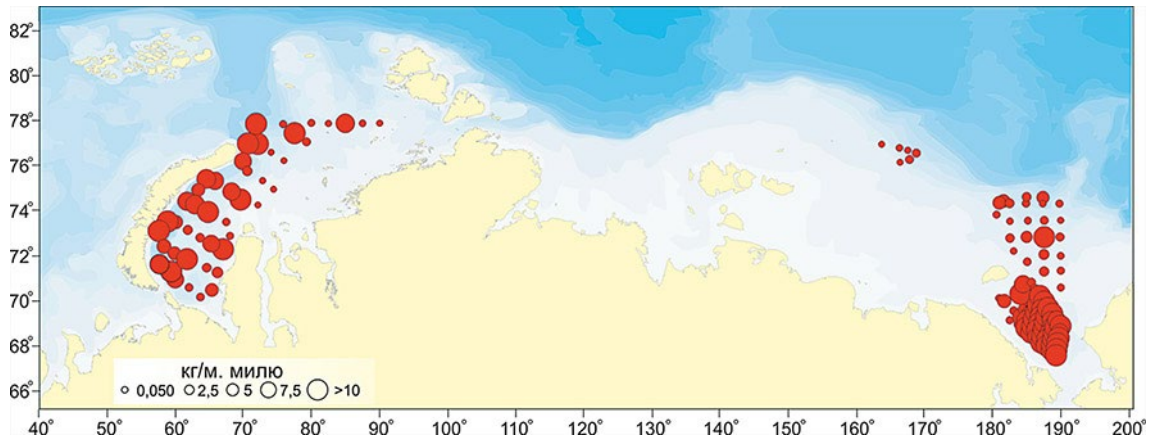


Рис. 4. Распределение уловов краба-стригуна опилио на акватории морей российской Арктики в 2019 г.

ставлял 75–80%. В мелководных районах Чукотского и Карского морей биомасса иглокожих была в три раза ниже. В уловах доминировали представители класса Ophiuroidea и Asteroidea. Среди офиур доминировали *Gorgonocephalus arcticus* и *G. eucnemi*, крупные арктические офиуры *Ophiopleura borealis*. Кроме того, в уловах отмечены мелкие офиуры *Ohioscanta budentata* и *Ophiocten sericeum*, на глубоководных станциях встречалась мягкотелая офиура *Ophiscolex glacialis*. Из морских звёзд в уловах доминировали *Urasterias lincki*, *Leptasterias (Hexasterias) polari*, *Stenodiscus crispatus*, *Icasterias panopla*.

Тип Стрескающие (Cnidaria) был представлен коралловыми и гидроидными полипами. Значительный вклад в общую биомассу вносили кораллы морские перья *Umbellula encrinus*, которые в массе встречались в глубоководных районах. Широко распространёнными и часто встречающимися в Арктике видами актиний были *Hormathia digitata m. nodosa*, *H. digitata m. parasitica*, *Stomphia* sp. Их вклад в биомассу мегабентоса находился на уровне 5%.

Брюхоногие и двухстворчатые моллюски встречались преимущественно в шельфовых мелководных районах. Доля моллюсков в общей биомассе бентоса занимала не больше 5%. На полихет (*Spiochaetopterus typicus*, *Hamingia arctica*, Onuphidae gen. sp., Polynoidae gen. sp., Sabellidae gen. sp., Maldanidae gen. sp., *Brada granulosa*, *Brada villosa*, Terebellidae gen. sp.), приходилось 1–4% от общей биомассы бентоса, мак-

симальные значения отмечались в Карском и Чукотском морях. Асцидии (*Ciona intestinalis*, Ascidiacea gen. sp.) массово встречались в мелководных районах Восточного сектора Арктики. Губки (*Clathria* sp., *Polymastia grimaldii*, *Polymastia* sp., *Radiella* sp., *Craniella cranium*, *Thenea* sp., Porifera gen. sp.) составляли до 0,5% от общей биомассы бентоса, встречались преимущественно в мелководных районах Чукотского и Карского морей.

Ихтиологические исследования

В **Карагинской подзоне** в период исследований в уловах зарегистрировано 69 видов рыб из 18 семейств. Основа видовой разнообразия пришлась на долю 4 семейств: рогатковых — 17 видов, камбаловых — 12 видов, ромбовых скатов Rajidae и лисичковых Agonidae — 6 видов. Остальные семейства были представлены 1–4 видами (табл. 14).

В 2019 г. на шельфе северо-восточной Камчатки видовой состав уловов и встречаемость основных представителей донной ихтиофауны, в целом, были достаточно близки к традиционным для данного района [Борец, 1997; Лапко и др., 1999; Борец и др., 2001; Гаврилов и др., 2002; Золотов, 2009; Золотов и др., 2013].

Наиболее распространёнными на шельфе северо-восточной Камчатки в период работ были: среди тресковых Gadidae — минтай, тихоокеанская треска и дальневосточная навага; среди рогатковых — многоиглый керчак *Myoxocephalus polyacantocephalus*,

Таблица 14. Видовой состав и встречаемость рыб в траловых уловах (%) в период проведения съёмки в Карагинском и Олюторском заливах (20–250 м), а также в Западно-Беринговоморской зоне (20–400 м) летом 2019 г.

Вид/Семейство	K	Карагинский и Олюторский зал.					Западно-Беринговоморская зона				
		B	1	1*	2	2*	B	1	1*	2	2*
Petromyzontidae											
<i>Entosphenus tridentatus</i>	0,1	–	–	–	–	–	3,4	0,01	–	0,01	–
Arhynchobatidae											
<i>Bathyraja aleutica</i>	0,5	3,8	+	+	0,01	0,10	10,2	0,52	1,11	0,02	0,17
<i>B. matsubaraei</i>	0,5	2,5	+	+	+	0,02	–	–	–	–	–
<i>B. minispinosa</i>	0,5	3,8	+	+	+	0,01	7,6	0,05	0,11	0,01	0,06
<i>B. parmifera</i>	0,5	22,8	+	0,19	0,15	1,09	32,2	2,16	4,57	0,16	1,07
<i>B. violacea</i>	0,5	10,1	0,01	0,05	0,03	0,24	11,9	0,11	0,23	0,02	0,14
<i>Rhinoraja taranetzi</i>	0,5	2,5	+	0,01	+	0,03	–	–	–	–	–
Clupeidae											
<i>Clupea pallasii</i>	0,4	43,0	1,12	–	0,64	–	29,7	2,46	–	2,05	–
Microstomatidae											
<i>Leuroglossus schmidti</i>	0,1	–	–	–	–	–	3,4	+	–	0,02	–
Osmeridae											
<i>Mallotus villosus catervarius</i>	0,1	30,4	1,91	–	0,03	–	11,0	0,06	–	2,14	–
<i>Osmerus mordax dentex</i>	0,5	3,8	+	–	+	–	–	–	–	–	–
Salmonidae											
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	0,3	–	–	–	–	–	1,7	+	–	+	–
<i>O. keta</i>	0,3	–	–	–	–	–	3,4	0,06	–	+	–
Myctophidae											
<i>Lampanyctus regalis</i>	0,1	–	–	–	–	–	1,7	+	–	0,01	–
<i>Myctophidae</i> gen. spp.	0,3	–	–	–	–	–	0,8	+	–	+	–
<i>Stenobrachius leucopsarus</i>	0,1	–	–	–	–	–	7,6	+	–	0,14	–
Gadidae											
<i>Boreogadus saida</i>	0,3	–	–	–	–	–	1,7	+	–	+	–
<i>Eleginus gracilis</i>	0,3	43,0	4,55	28,71	1,99	14,93	16,9	0,73	1,54	0,59	4,07
<i>Gadus macrocephalus</i>	0,4	97,5	1,96	12,35	4,76	35,65	82,2	24,37	51,50	4,01	27,47
<i>Theragra chalcogramma</i>	0,4	100,0	81,13	–	86,03	–	100,0	50,10	–	81,05	–
Sebastidae											
<i>Sebastes alutus</i>	0,5	–	–	–	–	–	26,3	0,15	0,32	0,16	1,07
<i>S. glaucus</i>	0,5	1,3	+	+	+	+	–	–	–	–	–
<i>Sebastolobus alascanus</i>	0,5	–	–	–	–	–	1,7	0,01	0,01	+	0,02
Anoplopomatidae											
<i>Anoplopoma fimbria</i>	0,5	–	–	–	–	–	9,3	0,16	0,35	0,02	0,16
Hexagrammidae											
<i>Hexagrammos stelleri</i>	0,5	2,5	+	0,03	+	0,02	–	–	–	–	–
<i>Pleurogrammus monopterygius</i>	0,4	6,3	+	0,01	+	0,02	9,3	0,01	0,03	0,01	0,06
Cottidae											
<i>Artediellus camchaticus</i>	0,1	1,3	+	+	+	+	5,1	+	+	0,04	0,25
<i>Gymnocanthus detrisus</i>	0,5	75,9	0,83	5,21	0,72	5,39	30,5	0,31	0,64	0,18	1,20

Вид/Семейство	K	Карагинский и Олюторский зал.					Западно-Берингоморская зона				
		В	1	1*	2	2*	В	1	1*	2	2*
<i>G. galeatus</i>	0,5	7,6	0,01	0,08	+	0,02	37,3	0,13	0,27	0,08	0,57
<i>G. pistilliger</i>	0,5	13,9	0,05	0,33	0,02	0,12	1,7	+	+	+	+
<i>Hemilepidotus gilberti</i>	0,4	15,2	0,06	0,39	0,05	0,39	11,0	0,04	0,08	0,03	0,21
<i>H. hemilepidotus</i>	0,4	–	–	–	–	–	0,8	+	+	+	0,01
<i>H. jordani</i>	0,4	67,1	0,46	2,89	0,28	2,12	63,6	1,09	2,30	0,95	6,54
<i>H. papilio</i>	0,4	–	–	–	–	–	5,1	+	0,01	0,01	0,06
<i>Icelus canaliculatus</i>	0,2	–	–	–	–	–	5,1	+	+	0,02	0,16
<i>Icelus spatula</i>	0,2	2,5	+	0,01	+	+	0,8	+	+	+	+
<i>I. spiniger</i>	0,2	10,1	0,02	0,10	+	0,01	13,6	0,02	0,04	0,16	1,12
<i>Microcottus sellaris</i>	0,3	1,3	+	+	+	+	–	–	–	–	–
<i>Myoxocephalus jaok</i>	0,5	29,1	0,14	0,91	0,35	2,61	–	–	–	–	–
<i>M. polyacanthocephalus</i>	0,5	86,1	0,27	1,69	0,95	7,10	77,1	4,56	9,64	0,51	3,50
<i>M. stelleri</i>	0,5	5,1	+	0,02	0,01	0,09	–	–	–	–	–
<i>M. tuberculatus</i>	0,5	27,8	0,10	0,61	0,27	2,05	17,8	0,39	0,82	0,09	0,63
<i>Trichocottus brashnikovi</i>	0,3	5,1	0,01	0,04	+	0,01	7,6	0,01	0,02	0,04	0,26
<i>Triglops forficatus</i>	0,2	5,1	0,02	0,10	+	0,03	20,3	0,08	0,18	0,37	2,54
<i>T. pingelii</i>	0,2	8,9	0,04	0,22	+	0,03	28,0	0,03	0,06	0,22	1,50
<i>T. scepticus</i>	0,2	2,5	+	+	+	+	5,1	+	0,01	0,02	0,16
Hemitripterae											
<i>Blepsias bilobus</i>	0,5	1,3	+	+	+	+	–	–	–	–	–
<i>Hemitripterus villosus</i>	0,5	13,9	0,01	0,04	0,02	0,13	–	–	–	–	–
<i>H. bolini</i>	0,5	–	–	–	–	–	7,6	0,20	0,43	0,01	0,08
<i>Nautichthys pribilovius</i>	0,1	1,3	+	0,01	+	+	9,3	+	+	0,05	0,36
Psychrolutidae											
<i>Dasycottus setiger</i>	0,5	10,1	+	0,02	0,01	0,05	16,1	0,04	0,09	0,04	0,27
<i>Eurymen gyrinus</i>	0,5	1,3	+	0,01	+	+	5,1	+	+	+	0,02
<i>Malacocottus zonurus</i>	0,5	3,8	0,01	0,06	0,01	0,07	16,1	0,18	0,38	0,20	1,40
Agonidae											
<i>Aspidophoroides bartoni</i>	0,1	7,6	0,02	0,11	+	+	16,9	+	+	0,07	0,51
<i>Bathygonus nigripinnis</i>	0,2	–	–	–	–	–	0,8	+	+	+	0,01
<i>Hypsagonus quadricornis</i>	0,1	–	–	–	–	–	2,5	+	+	0,01	0,06
<i>Percis japonica</i>	0,3	12,7	+	0,03	+	0,01	7,6	+	0,01	0,01	0,06
<i>Podothecus accipenserinus</i>	0,3	1,3	+	+	+	+	1,7	+	+	+	0,01
<i>P. veterus</i>	0,3	43,0	0,07	0,46	0,01	0,07	15,3	0,02	0,03	0,10	0,70
<i>Sarritor frenatus</i>	0,3	2,5	+	0,01	+	+	23,7	0,02	0,04	0,08	0,54
<i>S. leptorhynchus</i>	0,3	13,9	0,02	0,10	+	0,01	14,4	+	0,01	0,04	0,26
Cyclopteridae											
<i>Aptocyclus ventricosus</i>	0,5	–	–	–	–	–	0,8	+	–	+	–
<i>Eumicrotremus asperrimus</i>	0,2	–	–	–	–	–	0,8	+	+	+	0,03
<i>E. orbis</i>	0,2	2,5	0,01	0,05	+	+	0,8	+	+	+	0,01
Liparidae											
<i>Careproctus colletti</i>	0,5	–	–	–	–	–	2,5	+	0,01	+	0,01
<i>C. furcellus</i>	0,5	6,3	0,01	0,03	0,01	0,08	11,0	0,05	0,10	0,02	0,12

Вид/Семейство	К	Карагинский и Олюторский зал.					Западно–Беринговоморская зона				
		В	1	1*	2	2*	В	1	1*	2	2*
<i>C. rastrinus</i>	0,5	6,3	+	0,02	+	0,01	11,0	0,01	0,03	0,02	0,14
<i>Crystallichthys mirabilis</i>	0,5	–	–	–	–	–	0,8	+	+	+	+
<i>Liparis</i> spp.	0,5	12,7	0,01	0,04	0,02	0,11	11,0	0,01	0,02	0,01	0,05
Bathymasteridae											
<i>Bathymaster signatus</i>	0,3	15,2	0,02	0,13	+	0,04	25,4	0,08	0,16	0,17	1,16
Zoarcidae											
<i>Bothrocara zestum</i>	0,4	–	–	–	–	–	0,8	0,02	0,05	0,01	0,04
<i>Lycodes brevipes</i>	0,3	–	–	–	–	–	5,1	0,02	0,04	0,06	0,41
<i>L. concolor</i>	0,4	–	–	–	–	–	3,4	+	0,01	+	0,01
<i>L. diapterus</i>	0,3	–	–	–	–	–	10,2	0,01	0,03	0,03	0,21
<i>L. palearis</i>	0,3	32,9	0,08	0,48	0,04	0,31	8,5	0,06	0,12	0,07	0,46
<i>L. raridens</i>	0,5	12,7	0,01	0,07	0,04	0,31	0,8	+	+	+	+
<i>L. turneri</i>	0,3	–	–	–	–	–	0,8	0,01	0,01	+	+
Stichaeidae											
<i>Eumesogrammus praecisus</i>	0,2	3,8	0,01	0,03	+	+	2,5	+	+	0,01	0,06
<i>Leptoclinus maculatus</i>	0,1	8,9	0,01	0,08	+	+	5,9	+	+	0,02	0,15
<i>Lumpenella longirostris</i>	0,2	–	–	–	–	–	5,1	0,01	0,01	0,03	0,20
<i>Lumpenus sagitta</i>	0,1	8,8	0,05	0,33	+	0,03	–	–	–	–	–
<i>L. fabricii</i>	0,1	–	–	–	–	–	1,7	+	+	0,02	0,14
Anarhichadidae											
<i>Anarhichas orientalis</i>	0,1	1,3	+	+	+	+	–	–	–	–	–
Ammodytidae											
<i>Ammodytes hexapterus</i>	0,1	6,3	0,91	5,75	0,04	0,28	11,9	0,06	0,13	0,91	6,20
Pleuronectidae											
<i>Atheresthes evermanni</i>	0,4	32,9	0,02	0,13	0,04	0,30	36,4	0,68	1,45	0,20	1,34
<i>A. stomias</i>	0,4	34,2	0,07	0,45	0,20	1,53	51,7	4,64	9,80	0,97	6,62
<i>Glyptocephalus zachirus</i>	0,5	3,8	+	+	+	+	14,4	0,03	0,06	0,03	0,24
<i>Hippoglossoides</i> spp.	0,5	81,0	1,03	6,49	0,50	3,74	41,5	1,21	2,56	1,09	7,46
<i>Hippoglossus stenolepis</i>	0,3	34,2	0,02	0,11	0,06	0,46	31,4	0,74	1,56	0,06	0,39
<i>Lepidopsetta polyxystra</i>	0,5	40,5	0,07	0,45	0,11	0,82	69,5	2,18	4,60	1,29	8,80
<i>Limanda aspera</i>	0,5	75,9	1,34	8,42	0,88	6,56	40,7	0,45	0,95	0,35	2,41
<i>L. proboscidea</i>	0,5	24,1	0,04	0,26	0,02	0,16	11,9	0,03	0,06	0,03	0,23
<i>L. sakhalinensis</i>	0,5	77,2	2,95	18,59	0,58	4,37	12,7	0,14	0,30	0,45	3,09
<i>Platichthys stellatus</i>	0,5	17,7	0,24	1,51	0,50	3,78	0,8	+	+	+	+
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	0,5	75,9	0,28	1,75	0,60	4,51	38,1	0,89	1,87	0,35	2,42
<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	0,4	15,2	+	0,03	0,02	0,18	18,6	0,59	1,24	0,05	0,32

Примечание: К — коэффициент уловистости; В — встречаемость; 1 — по численности; 2 — по биомассе; * — без учёта пелагических рыб (минтай, сельдь, корюшковые); «+» — доля менее 0,005%.

широколобый шлемоносец *Gymnocanthus* spp., сахалинская *Limanda sakhalinensis*, желтопёрый *L. aspera* и четырёхбугорчатая *Hemilepidotus jordani*; среди камбаловых — *Pleuronectes quadrituberculatus* камбалы. палтусовидные камбалы *Hippoglossoides*

По численности среди донных и придонных рыб (общая 967,9 млн экз.) преобладали навага (277,7 млн экз.), сахалинская камбала (179,9 млн экз.) и треска (119,4 млн экз.) (см. табл. 14). Величина учтённой биомассы этих видов составила 308,3 тыс. т. Максимальными значениями характеризовались треска (109,9 тыс. т), навага (46,0 тыс. т), многоиглый керчак (21,9 тыс. т), желтопёрая камбала (20,2 тыс. т) и широколобый шлемоносец (16,6 тыс. т) (см. табл. 14). В июне 2016 г. биомасса демерсальных видов оценивалась величиной 194,8 тыс. т, что в 1,5 раза меньше результатов 2019 г. Осенью 2012 г. на шельфе Карагинского и Олюторского заливов аналогичное значение составило 383,2 тыс. т (табл. 15). Значительную часть этой величины составляла навага. В это время её запасы

достигли аномально высокого значения и почти в 2 раза превысили предыдущий максимум, отмеченный в 1980 г. [Золотов и др., 2013].

Результаты донной траловой съёмки 2019 г. показывают, что с 2012 г. запас трески демонстрирует рост, и его уровень находится выше среднемноголетнего. Запасы камбаловых в рассматриваемый период также увеличивались за счёт роста запасов желтопёрой, сахалинской, палтусовидных, двухлинейной *Lepidopsetta polyxystra* и четырёхбугорчатой камбал. Биомасса звездчатой камбалы *Platichthys stellatus* после значительного роста в 2016 г. в 2019 г. заметно снизилась. Снижение запасов зарегистрировано также для белокорого палтуса *Hippoglossus stenolepis*. По сравнению с 2012 и 2016 гг. учтённая биомасса

Таблица 15. Учтённая биомасса демерсальных видов рыб (т) в Карагинском и Олюторском заливах по результатам донных траловых съёмок 2012, 2016 и 2019 гг.

Семейство/вид	Год		
	2012	2016	2019
Arhynchobatidae	5056	1022	4601
Gadidae			
<i>Eleginus gracilis</i>	231203	27966	45982
<i>Gadus macrocephalus</i>	62633	86362	109828
Hexagrammidae	520	219	151
Cottidae	39558	24478	61585
<i>Gymnocanthus</i> spp.	1021	1327	17076
<i>Hemilepidotus</i> spp.	11093	7709	7757
<i>Myoxocephalus</i> spp.	26991	15035	36502
Hemitripterae	1808	894	395
Psychrolutidae	55	140	377
Agonidae	266	551	298
Liparidae	1227	616	609
Zoarcidae	828	1401	1897
Stichaeidae	311	2960	117
Pleuronectidae	39738	46044	81422
<i>Hippoglossoides</i> spp.	6906	6402	11534
<i>Hippoglossus stenolepis</i>	3212	2270	1415
<i>Lepidopsetta polyxystra</i>	525	595	2532
<i>Limanda aspera</i>	8754	9039	20232
<i>L. sakhalinensis</i>	4318	4287	13470
<i>Platichthys stellatus</i>	3650	17962	11654
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	10694	4758	13910
<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	387	344	546

рогатковых также увеличилась за счёт существенного роста запасов керчаков *Myoxocephalus* spp. и шлемоносцев *Gymnocanthus* spp. Сходные тенденции роста запасов наиболее массовых представителей семейства Cottidae отмечены и на охотоморском шельфе Камчатки [Матвеев, Терентьев, 2016].

Если обратиться к относительным величинам, характеризующим вклад наиболее важных промысловых видов в суммарную биомассу ихтиоцены, то можно отметить, что сложившаяся в настоящий момент ситуация достаточно близка к таковой в 2001–2005 гг. (табл. 16).

На шельфе и верхней части склона **Западно-Берингоморской зоны** отмечено 84 вида рыб и рыбообразных из 22 семейств, включая не идентифицированных до

вида представителей семейства миктофовых и рода *Liparis*. К демерсальным было отнесено 72 вида из 16 семейств, а к пелагическим и проходным — 12 видов из 8 семейств.

Общая биомасса демерсальных рыб (т. е. большую часть жизни обитающих на дне или в придонном слое) в 2019 г. пределах района исследований составила 682,26 тыс. т (табл. 17). Чуть более половины этой величины пришлось на треску. Примерно десятую часть общей биомассы занимали по отдельности американский стрелозубый палтус *Atheresthes stomias* и многоиглый керчак. Список видов, с заметной долей биомассы по убывающей, выглядел следующим образом: северная двухлинейная камбала, щитоносный скат *Bathyraja parmifera*, палтусовидные камбалы, белобрюхий полуце-

Таблица 16. Осреднённый по пятилетиям вклад различных семейств и наиболее важных в промысловом отношении видов (%) в учтённую биомассу донных рыб в Карагинском и Олюторском заливах в 2001–2019 гг.

Семейство/вид	Периоды (годы)				Среднее (1956–2012)*	Среднее (2001–2019)
	2001–2005*	2006–2010*	2011–2015	2016–2019		
Семейства						
Arhynchobatidae	1,3	0,7	2,7	0,8	1,3	1,4
Hexagrammidae	3,4	4,7	0,3	0,1	1,2	2,1
Cottidae	18,2	28,7	16,7	12,2	13,4	18,9
Hemipteridae	0,5	0,4	1,0	0,2	0,5	0,5
Psychrolutidae	0,4	0,2	0,0	0,1	0,1	0,2
Agonidae	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Liparidae	2,5	0,4	0,7	0,2	0,7	0,9
Zoarcidae	1,7	0,5	0,2	0,5	0,5	0,7
Stichaeidae	0,4	0,1	0,1	0,4	0,2	0,3
Pleuronectidae	27,8	28,0	17,5	18,0	27,6	22,8
Виды						
<i>Gadus macrocephalus</i>	24,4	33,9	18,6	27,8	31,4	26,2
<i>Eleginus gracilis</i>	16,9	1,2	42,1	10,5	22,1	17,7
<i>Hippoglossus stenolepis</i>	1,7	4,0	0,3	0,5	2,0	1,6
<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	0,7	0,6	0,2	0,1	0,7	0,4
<i>Hippoglossoides</i> spp.	4,9	6,9	5,1	2,5	3,6	4,9
<i>Lepidopsetta polyxystra</i>	0,9	0,7	0,2	0,4	0,7	0,5
<i>Limanda aspera</i>	4,4	3,4	3,6	4,1	7,7	3,9
<i>L. sakhalinensis</i>	8,0	0,4	1,4	2,5	3,0	3,1
<i>Platichthys stellatus</i>	3,5	5,4	3,5	4,2	5,6	4,2
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	1,5	3,4	2,8	2,6	3,0	2,6

Примечание: * — по данным Золотова и др. [2013].

Таблица 17. Учётная биомасса массовых демерсальных и пелагических рыб (т) в придонном горизонте Олюторско-Наваринского района Западно-Беринговоморской зоны по результатам донных траловых съёмов различных лет на глубинах 20–400 м в границах исследовательского полигона 2019 г.

Семейство / Вид	Год		
	2015	2017	2019
Демерсальные			
Somniosidae	59	23199	–
Arhynchobatidae	29745	17351	41042
<i>Bathyraja aleutica</i>	2712	1689	7552
<i>B. parmifera</i>	22871	12974	31170
Macrouridae	808	627	–
Gadidae	509896	590978	361772
<i>Eleginus gracilis</i>	781	48763	10536
<i>Gadus macrocephalus</i>	509115	542215	351236
Sebastidae	926	726	2274
Anoplopomatidae	–	1322	2365
Hexagrammidae	2116	241	202
Cottidae	77967	69265	96040
<i>Hemilepidotus jordani</i>	6600	7292	15718
<i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i>	46150	44826	65788
Hemitripterae	3080	1770	2977
Psychrolutidae	4299	4882	3208
Agonidae	2291	3414	609
Cyclopteridae	415	18	25
Liparidae	3789	1886	1089
Bathymasteridae	535	671	1100
Zoarcidae	4599	4880	1732
Stichaeidae	1182	968	160
Zaproridae	17	–	–
Ammodytidae	21298	949	866
Pleuronectidae	100084	129609	166801
<i>Atheresthes evermanni</i>	7559	15706	9874
<i>A. stomias</i>	16576	38502	66869
<i>Hippoglossoides</i> spp.	13609	14871	17483
<i>Hippoglossus stenolepis</i>	9369	9795	10624
<i>Lepidopsetta polyxystra</i>	14949	10322	31378
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	18396	24080	12761
<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	14285	6607	8460
Всего	763106	852756	682262
Пелагические			
<i>Clupea pallasii</i>	178649	46878	35478
<i>Theragra chalcogramma</i>	1106110	956382	646596
<i>Theragra chalcogramma</i> (молодь)	95142	7867	75516
Прочие	13124	704	2049
Всего	1393025	1011831	759639

шуйник, желтобрюхая камбала, белокорый палтус, дальневосточная навага, азиатский стрелозубый палтус *A. evermanni*.

Биомасса прочих видов семейств камбаловых, рогатковых, ромбовых скатов, психролютовых *Psychrolutidae*, волосатковых *Hemitripterae*, аноплогомовых *Anoplogomatidae*, морских окуней *Sebastidae*, бельдюговых *Zoarcidae*, липаровых *Liparidae*, лисичковых *Agonidae* и других каждого в отдельности не превышала 1% и суммарно составила 6,3%.

Основу запасов пелагических видов (85,1%) в придонном слое Западно-Берингово-морской зоны с использованием дифференцированного по видам коэффициента уловистости составил взрослый минтай — 646,6 тыс. т. Биомасса и численность его молоди составила 75,52 тыс. т и 3572,13 млн экз. Биомасса сельди была сравнительно невысокой, что связано с распределением основных её скоплений в летний период северо-восточнее района исследований. Суммарная по биомассе доля мойвы, кеты *Oncorhynchus keta*, трёхзубой миноги *Entosphenus tridentatus*, горбуши *O. gorbuscha*, светлопёрого стенобраха *Stenobranchius leucopsarus* и других видов составила всего 0,27%. Поскольку в придонном слое встречается лишь часть скоплений указанных пелагических видов, их общая биомасса и численность в пределах района исследований донной траловой съёмкой существенно недоучтена.

При анализе межгодовых динамик запасов различных видов следует учесть, что в 2019 г. полигон исследования охватывал лишь часть Западно-Берингово-морской зоны — в основном, так называемый, Олюторско-Наваринский район. За пределами траловых исследований оказались обширные акватории Анадырского залива. В настоящее время отмечается тёплый период лет, во время которого существенная часть массовых промысловых видов мигрирует из восточной части Берингова моря в его западную половину. Кроме того, значительное потепление водных масс Анадырского залива также способствовало массовым миграциям отдельных видов, та-

ким, например, как треска, из Олюторско-Наваринского района в указанный залив.

Результаты донной траловой съёмки Олюторско-Наваринского района 2019 г. показывают, что с 2015–2017 гг. биомасса трески несколько снизилась с 509,1–542,2 до 351,2 тыс. т. На общем фоне роста её запасов в последнее пятилетие это может быть объяснено расширением нагульного ареала как в Анадырский залив, так и в воды Берингова пролива и Чукотское море.

Существенный рост биомасс отмечен у алеутского и щитоносного скатов, наваги, белобрюхого получешуйника и многоиглового керчака.

Запасы камбаловых в рассматриваемый период увеличивались за счёт роста запасов американского стрелозубого палтуса, палтусовидных и двухлинейной камбал. По сравнению с 2015 г. наблюдается снижение запасов азиатского стрелозубого палтуса и четырёхбугорчатой камбалы.

Биомасса сельди в рассматриваемом районе существенно снизилась, как и биомасса минтая, причинами чего, как и в случае с треской, по-видимому, является изменение нагульного ареала.

Треска встречалась от минимальных исследованных глубин до 281 м (рис. 5). Её наиболее плотные концентрации, в среднем составившие 10893 кг/км², отмечены в диапазоне 50–100 м (средняя глубина распределения 85,1 м). Треска встречалась практически по всему обследованному району, формируя сравнительно плотные концентрации в прибрежной части района и менее плотные — в его юго-западной, мористой части. Максимальная концентрация (63391 кг/км²) отмечена на сравнительно небольшой глубине (33 м) в центральной части полигона.

Взрослый минтай встречался на всех обследованных глубинах. Кривая плотности батиметрического распределения имела две моды: первая (18687 кг/км²) на глубинах 50–100 м, вторая (32206 кг/км²) — на 200–250 м (средняя глубина распределения 188,4 м). Он встречался повсеместно, а его максимальные концентрации (47050 кг/км²) отмечены на крайнем юго-западе района работ. В от-

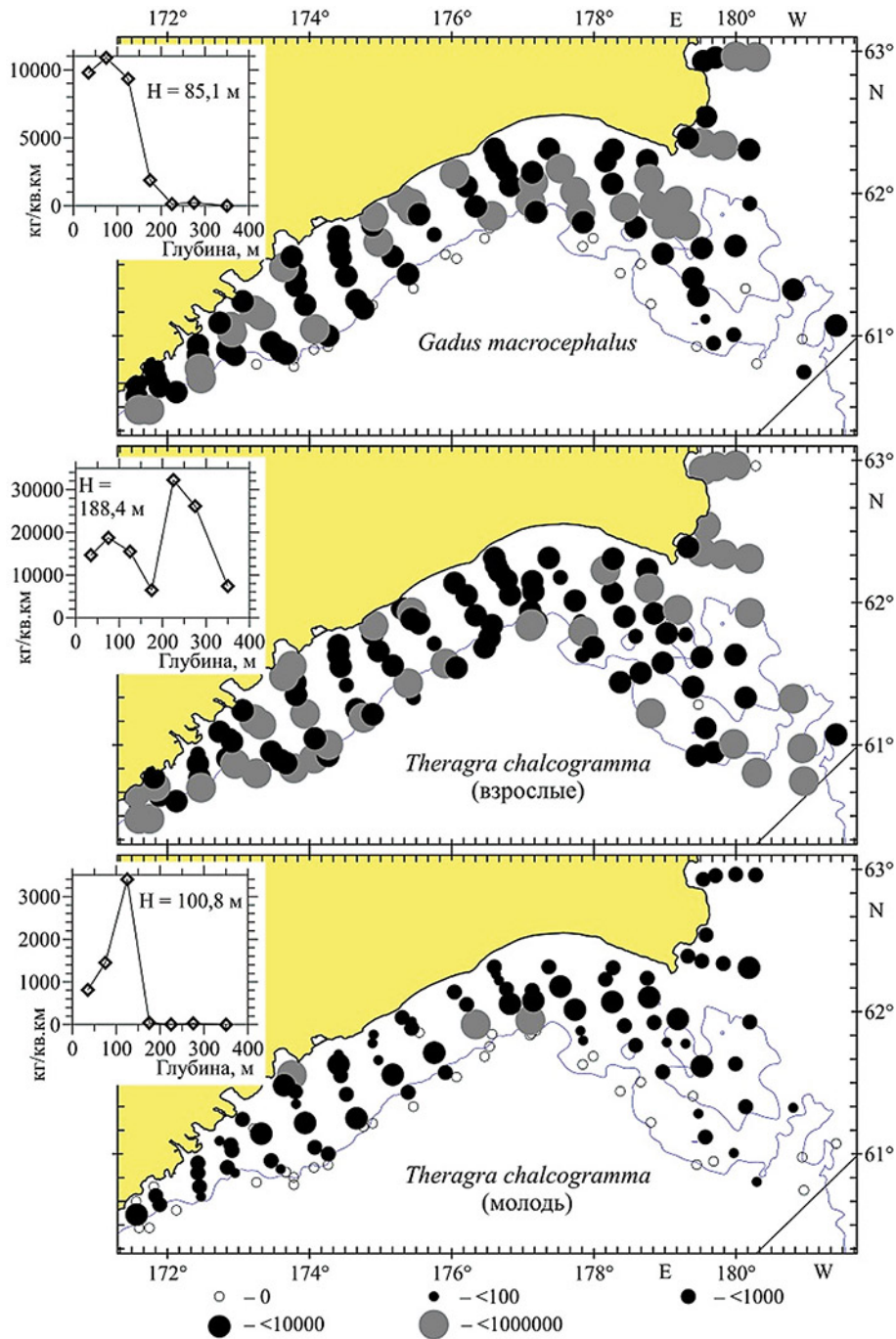


Рис. 5. Пространственное и батиметрическое распределение (кг/км²) трески и минтая в Западно-Беринговоморской зоне на глубинах 19–355 м летом 2019 г.

личие от трески минтай формировал сравнительно плотные концентрации также на юго-востоке полигона.

Молодь минтая, в отличие от его взрослых особей, обитала на меньших глубинах (до 255 м). Наиболее плотные её концентрации (3402 кг/км²) отмечены на глубине 100–

150 м при средней глубине 100,8 м. Молодь минтая в прибрежных водах встречалась почти повсеместно, формируя наиболее плотные концентрации (58211 кг/км²) на глубине 102 м к западу от м. Наварин.

В период исследований в Чукотском море на глубинах от 27 до 262 м в уловах

зарегистрировано 44 вида рыб, что существенно больше, чем было отмечено в 2010 г., но меньше, чем в 2018 г. и может быть связано с различными локализацией и площадью районов исследований в разные годы [Орлов и др., 2019]. По числу видов преобладали представители семейств рогатковых — 10 видов, бельдюговых — 8 видов, липаровых — 6

видов, тресковых — 5 видов, камбаловых — 4 вида и лисичковых — 4 вида (табл. 18). На северном полигоне зарегистрированы представители арктической ихтиофауны, такие как *Aspidophoroides olrikii*, *Triglops nybelini*, *Careproctus reinhardti*, *Arctogadus glacialis*, *Lycodes pallidus*, *Lycodes frigidus* и др. Видами с высокой встречаемостью в уловах

Таблица 18. Видовой состав донных траловых уловов в морях Чукотском, Восточно-Сибирском, Лаптевых и Карском в августе-сентябре 2019 г.

Семейство/вид	Море			
	Чукотское	Восточно-Сибирское	Лаптевых	Карское
Сем. Agonidae				
<i>Aspidophoroides bartoni</i>	+	-	-	-
<i>Aspidophoroides olrikii</i>	+	-	-	+
<i>Leptagonus decagonus</i>	-	-	+	+
<i>Podothecus veterenus</i>	+	-	-	-
<i>Sarritor leptorhynchus</i>	+	-	-	-
Сем. Ammodytidae				
<i>Ammodytes hexapterus</i>	+	-	-	-
Сем. Anarhichadidae				
<i>Anarhichas denticulatus</i>	-	-	+	-
Сем. Cottidae				
<i>Artediellus atlanticus</i>	+	+	-	-
<i>Artediellus scaber</i>	+	+	-	+
<i>Gymnacanthus tricuspis</i>	+	+	-	+
<i>Icelus bicornis</i>	-	+	-	+
<i>Icelus spatula</i>	+	+	-	+
<i>Icelus spiniger</i>	+	-	-	-
<i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i>	+	-	-	-
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	-	-	-	+
<i>Myoxocephalus tuberculatus</i>	+	-	-	-
<i>Myoxocephalus verrucosus</i>	+	-	-	-
<i>Triglops nybelini</i>	+	+	+	+
<i>Triglops pingeli</i>	+	-	+	+
Сем. Clupeidae				
<i>Clupea pallasii</i>	+	-	-	-
<i>Clupea pallasii suworowi</i>	-	-	-	+
Сем. Gadidae				
<i>Arctogadus glacialis</i>	+	+	+	-
<i>Boreogadus saida</i>	+	+	+	+
<i>Eleginus gracilis</i>	+	-	-	-
<i>Eleginus nawaga</i>	-	-	-	+
<i>Gadus macrocephalus</i>	+	-	-	-
<i>Gadus morhua</i>	-	-	-	+

Семейство/вид	Море			
	Чукотское	Восточно-Сибирское	Лаптевых	Карское
<i>Theragra chalcogramma</i>	+	-	+	-
Сем. Liparidae				
<i>Careproctus micropus</i>	-	-	+	+
<i>Careproctus reinhardti</i>	+	-	+	+
<i>Careproctus</i> sp.	-	-	-	+
<i>Liparis bathyarcticus</i>	-	+	+	+
<i>Liparis fabricii</i>	+	+	+	+
<i>Liparis gibbus</i>	+	-	-	-
<i>Liparis laptevi</i>	+	+	+	+
<i>Liparis ochotensis</i>	+	-	-	-
<i>Liparis</i> sp.	+	-	-	+
<i>Liparis tunicatus</i>	-	+	-	+
Сем. Myctophidae				
<i>Benthoosema glaciale</i>	-	+	+	-
Сем. Osmeridae				
<i>Mallotus villosus</i>	+	+	+	+
<i>Osmerus dentex</i>	+	-	-	+
Сем. Pleuronectidae				
<i>Hippoglossoides platessoides</i>	-	-	-	+
<i>Hippoglossoides robustus</i>	+	-	-	-
<i>Limanda aspera</i>	+	-	-	-
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	+	-	-	-
<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	+	-	+	-
Сем. Psychrolutidae				
<i>Cottunculus microps</i>	-	-	+	-
Сем. Rajidae				
<i>Amblyraja hyperborea</i>	-	-	+	-
Сем. Sebastidae				
<i>Sebastes mentella</i>	-	-	+	-
Сем. Somniosidae				
<i>Somniosus microcephalus</i>	-	-	+	-
Сем. Stichaeidae				
<i>Anisarchus medius</i>	+	-	-	+
<i>Leptoclinus maculatus</i>	+	+	+	+
<i>Lumpenus fabricii</i>	+	-	-	+
Сем. Zoarcidae				
<i>Gymnelus andersoni</i>	-	+	-	+
<i>Lycodes adolfi</i>	-	-	+	-
<i>Lycodes brevipes</i>	+	-	-	-
<i>Lycodes eudipleurostictus</i>	-	-	+	+
<i>Lycodes frigidus</i>	+	-	-	-
<i>Lycodes mucosus</i>	+	-	-	-
<i>Lycodes palearis</i>	+	-	-	-

Семейство/вид	Море			
	Чукотское	Восточно-Сибирское	Лаптевых	Карское
<i>Lycodes pallidus</i>	+	–	–	+
<i>Lycodes polaris</i>	+	+	–	+
<i>Lycodes raridens</i>	+	–	–	–
<i>Lycodes reticulatus</i>	–	+	+	–
<i>Lycodes rossi</i>	–	–	–	+
<i>Lycodes sagittarius</i>	–	–	+	+
<i>Lycodes seminudus</i>	–	–	+	+
<i>Lycodes</i> sp.	+	–	–	–
Всего	44	18	25	34

(80–90%) были минтай, сайка и северная палтусовидная камбала *Hippoglossoides robustus*. Эти же три вида составляли основу уловов. По биомассе в уловах преобладал минтай, а по численности — сайка.

Наиболее плотные скопления минтая были зарегистрированы на акватории к юго-востоку от о-ва Врангеля, которая находилась в зоне действия тёплых тихоокеанских водных масс, проникающих в Чукотское море через Берингов пролив. Сайка встречалась в уловах практически на всей обследованной акватории. Максимальные её уловы отмечены в районе к югу от о-ва Врангеля и на северо-западе района исследований. Палтусовидная камбала отмечена в подавляющем числе донных тралений. Максимальные её уловы зарегистрированы к северу от Берингова пролива в зоне дей-

ствия тёплых водных масс тихоокеанского происхождения.

По результатам расчётов по данным донной траловой съёмки биомасса крупного минтая более чем в 28 раз превысила показатели предшествующей съёмки 2018 г. [Орлов и др., 2019]. Оценённые биомассы сайки и палтусовидной камбалы оказались также значительно выше оценок 2018 г. (табл. 19).

В ходе исследований в **Восточно-Сибирском море** на глубинах 33–250 м в траловых уловах зарегистрировано 18 видов рыб из 7 семейств (см. табл. 18), что существенно больше, чем было отмечено в 2015 г. [Глебов и др., 2016 а] и может быть связано с иной локализацией станций и разной площадью районов исследований в разные годы [Орлов и др., 2020 а]. Доминирующим видом на обследованной акватории, как

Таблица 19. Численность и биомасса основных промысловых видов рыб в Чукотском море в 2010, 2018 и 2019 гг.

Вид	K	2010		2018		2019	
		Численность, млн экз.	Биомасса, тыс. т	Численность, млн экз.	Биомасса, тыс. т	Численность, млн экз.	Биомасса, тыс. т
Сайка	0,3	3155,3	45,7	2420,2	20,8	3523,8	117,4
Палтусовидная камбала	0,5	42,1	1,5	172,3	9,3	783,3	43,1
Минтай крупный	0,4		0,2	23,1	31,6	547,1	890,0
Минтай молодь	0,1	< 0,1		108,6	0,85	389,7	6,8
Обследованная площадь, тыс. км ²		104,5		35,7		229,2	
Число тралений		38		54		80	

Примечание: K — коэффициент уловистости.

и в августе 2015 г., была сайка (100% уловов), в основном представленная неполовозрелыми особями. Остальные виды регистрировались редко, а их уловы исчислялись несколькими экземплярами. Из непромысловых видов наиболее часто (от 20 до 30%) в уловах регистрировались представители семейства липаровых и рогатковых. В пределах обследованной акватории сайка встречалась в небольших количествах практически повсеместно, но держалась очень разреженно, не формируя плотных скоплений. Максимальные концентрации отмечены в юго-восточной части исследуемой акватории. В целом по морю средняя плотность концентраций сайки превышала таковую по результатам съёмки 2015 г. [Глебов и др., 2016 а].

В период проведения исследований в **море Лаптевых**, выполненных вдоль всего материкового склона на глубинах от 110 до 750 м, в уловах были идентифицированы 25 видов рыб из 14 семейств (см. табл. 18), что сопоставимо с результатами исследований, выполненных в августе 2015 г. (26 видов) [Глебов и др., 2016 б; Орлов и др., 2020 б]. Наибольшее таксономическое разнообразие отмечено в семействах бельдюговые, липаровые и тресковые. Остальные семейства были представлены одним-двумя видами. Основу уловов по биомассе и численности составила сайка, которая присутствовала в каждом улове в количестве от нескольких особей до нескольких тыс. экз. Максимальные её концентрации были зарегистрированы в западной части обследованной акватории. Чёрный палтус был зарегистрирован вдоль всего материкового склона в диапазоне глубин от 27 до 750 м в количестве от 2 до 117 экз. за траление с максимальными уловами в центральной и западной части обследованной акватории. В 2015 г. в уловах, в отличие от съёмки 2019 г. [Орлов и др., 2020 б], ранняя молодь палтуса отсутствовала [Глебов и др., 2016 б], но, в целом, облавливалась рыба аналогичных размеров. Видами с высокой встречаемостью были чернобрюхий липарис *Liparis fabricii* (76%), бентозема *Benthoosema glaciale* (71%) и полярный триглопс *Triglops nybelini* (62%). Впервые на акватории моря зарегистриро-

ваны минтай *Theragra chalcogramma* — 5 экз., синяя зубатка *Anarhichas denticulatus* — 1 экз. и окунь-клювач *Sebastes mentella* — 1 экз. (в 2015 г. в море Лаптевых был обнаружен представитель семейства Sebastidae, который не был идентифицирован до вида [Глебов и др., 2016 б]).

В ходе исследований в **Карском море** на глубинах от 18 до 533 м в уловах зарегистрировано 34 вида рыб из 9 семейств (см. табл. 18), что значительно больше, чем было отмечено в 2013 г. (20 видов) [Рейсовый отчёт ..., 2013]. Доминирующим по встречаемости, биомассе и численности видом на исследованной акватории, как и в других арктических морях, была сайка. Наибольшим числом видов были представлены семейства липаровых и бельдюговых, а самыми часто встречающимися среди прочих видами были *Liparis fabricii* (23,6%) и *Lycodes pallidus* (25,4%). Сайка была зарегистрирована в каждом тралении. Максимальные концентрации её наблюдались на юге моря вблизи пролива Карские ворота. В результате выполненных расчётов биомасса сайки более, чем в 8 раз превысила оценки 2013 г. (табл. 20) и по своей величине была сравнима (97–199 тыс. т) с результатами тралово-акустической съёмки 2014 г. [Антонов и др., 2016]. Однако следует иметь в виду, что в 2014 г. исследования выполнены только в юго-западной части моря на площади 39 тыс. км² (практически в 10 раз меньшей, чем в нашем случае), а коэффициент уловистости принимался равным единице. Сравнение плотностей скоплений сайки в двух сравниваемых съёмках показывает почти пятикратное превышение показателей 2014 г. [Антонов и др., 2016] над таковыми 2019 г. (2,48 и 0,51 т/км²). Среди прочих промысловых видов в большинстве уловов была зарегистрирована камбала-ёрш *Hippoglossoides platessoides*, которая формировала наиболее плотные скопления в южной части моря в широком диапазоне глубин от 20 до 300 м. Биомасса её превысила 190 тыс. т. Тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii* была зарегистрирована в восточной части моря, вблизи п-ова Ямал. Уловы её колебались от нескольких до нескольких десятков экзем-

Таблица 20. Численность и биомасса основных промысловых видов рыб в Карском море в 2013 и 2019 гг.

Вид	K	2013		2019	
		Численность млн экз.	Биомасса тыс. т	Численность млн экз.	Биомасса тыс. т
Сайка крупная	0,3	521,4	18,1	2707	161,4
Сайка молодь	0,1	311,0	2,9	5557	9,9
Камбала-ёрш	0,5	нд	нд	29,5	190,2
Тихоокеанская сельдь	0,4	нд	нд	67,1	213,6
Обследованная площадь, тыс. км ²		82077		374216	
Число тралений		23		57	

Примечания: K — коэффициент уловистости, нд — нет данных.

пляров, а биомасса превысила 200 тыс. т. Мойва встречалась на всей обследованной акватории. Наиболее плотные её скопления формировались в северной и центральной частях моря на глубинах 75–100 м. Навага *Eleginus nawaga* встречалась в юго-восточной части моря возле п-ова Ямал и зал. Байдарацкая губа, где она создавала повышенные концентрации.

Трофологические исследования

Сайка. Состав пищи сайки отличался большим разнообразием и включал планктонные, бентосные и нектонные организмы (табл. 21). Во всех морях существенную долю в питании сайки занимали копеподы, эвфаузииды и гиперииды, а различия в потреблении ею планктонных ракообразных чётко согласовались с распределением сообществ мезо- и макропланктона. В Чукотском море в питании сайки доминировали копеподы, в Восточно-Сибирском и Лаптевых — гиперииды, в Карском — собственная молодь. Основу питания сеголеток (3–5 см) составляли мелкие поверхностные виды копепод, по мере увеличения размеров сайки её пищевой спектр дополнялся гипериидами, эвфаузиидами и другими крупными пелагическими ракообразными. Собственную молодь она потребляла, начиная с длины тела от 5 см, и по мере роста уровень каннибализма возрастал: у рыб длиной 20–25 см доля собственной молоди составляла в Карском море 80%, в море Лаптевых 36%, в Восточно-Сибирском 70%, в Чукотском до 20%. Интенсивность питания мелкой и сред-

неразмерной сайки находилась на уровне 150–250‰, у крупных особей — значительно ниже (60–71‰).

Мойва. Результаты изучения состава пищи мойвы позволяют представить её спектр питания только в общих чертах и охарактеризовать её как типичного планктофага (см. табл. 21). В Чукотском море она питалась в равной степени копеподами и эвфаузиидами. При этом в её желудках обнаружены копеподы тихоокеанского (*N. plumchrus* + *N. flemengi*, *E. bungii*, *M. pacifica*) и арктического (*C. glacialis* и *M. longa*) комплексов, эвфаузииды (*Th. inermis*, *Th. rashii*), гиперииды *Parathemisto libellula*. В Чукотском море в желудках мойвы встречались личинки краба-стригуна опилио. В Восточно-Сибирском море её пища состояла в основном из копепод, до 30% массы пищевого комка приходилось на атлантический вид *C. finmarchicus*. В море Лаптевых в питании мойвы доминировали эвфаузииды (*Th. longicaudana* и *Th. inermis*), второстепенными объектами являлись сагитты и гиперииды. В Карском море в её желудках отмечены личинки лептоклинусов длиной менее 4 см, мизиды и эвфаузииды (*M. norvegica*, *Th. inermis*, *Th. longicaudata*, *Th. raschii*). Второстепенными объектами питания были копеподы, гиперииды и сагитты. Интенсивность питания мойвы была высокой, индекс наполнения желудков находился на уровне 150–366‰.

Чёрный палтус. Основной пищей различного (от 20 до 60 см) палтуса в море Лаптевых была рыба (чаще сайка), в питании также отмечались липарисы *Liparis*

Таблица 21. Массовая доля пищевых организмов в питании различных видов рыб, %

Вид/море	Мойва				Сайка				Чёрный палтус		Минтай
	Ч	ВС	Л	К	Ч	ВС	Л	К	Л	Ч	
Копеподы	49,5	94,3	3,3	2,5	37,5	22,7	33,5	19,8	0	19,4	
Эвфаузииды	44,5	4,2	95,8	51,5	18,6	6,8	3,8	5,2	0	22,2	
Гиперииды	1,6	0	0,8	0,3	15,1	42,9	42,1	7,1	0,1	4,4	
Прочий планктон	1,8	1,4	0	0	8	5,6	5,1	2,4	0	12,9	
Гаммариды	0,6	0	0	24,2	10	13,8	1,5	3,9	0,3	2,5	
Креветки	2,0	0	0	0	4,4	0,3	0	4,1	6,3	6,1	
Медузы	0	0	0	0	1,9	5,5	12,8	2,3	0	4,5	
Моллюски	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	
Полихеты	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	
Иглокожие	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	
Рыбы	0	0	0	21,5	4,5	2,3	1,2	55	93,4	27,9	
Число желудков	9	3	5	44	234	185	244	790	152	133	

Примечание: Ч — Чукотское море, ВС — Восточно-Сибирское море, Л — море Лаптевых, К — Карское море.

spp., триглопсы *Triglops* spp. и ликоды *Lycodes* spp., вторым по значимости объектом были глубоководные креветки *Pasiphaea tarda*, *Sergestes arcticus*, *Bythocaris* sp. и северная креветка *Pandalus borealis* (см. табл. 21). Доля гиперидов и гаммаридов составляла менее 0,5%. Интенсивность питания молодежи была высокой (227‰), среднеразмерных рыб — умеренной (137‰), а крупных особей — низкой (54–85‰). На востоке исследованной акватории палтуса питался преимущественно сайкой, креветки в пище палтуса отмечены в центральных районах, на западе он потреблял в основном липарисов и триглопсов.

Минтай. Высокая биомасса минтая на акватории Чукотского моря [Орлов и др., 2019], в пределах которой подрастает молодежь и нагуливаются взрослые особи, свидетельствует о благоприятных условиях для откорма этого вида. Молодь минтая — типичный планктофаг, её пищевой спектр представлен только планктонными организмами с преобладанием копепоидов и эвфаузиид и в меньшей степени гиперидов (см. табл. 21). У половозрелого минтая длиной 40–50 см в пище наряду с планктоном, который составлял 85% по массе, присутствовали рыбы (5%) и донные беспозвоночные — личинки крабов и креветки. У минтая длиной 50–60 см доля рыб в рационе составляла 36%, у размерной группы 60–70 см — 66,2%. Крупные

особи ведут хищный образ жизни, потребляя главным образом различные виды рыб: сайку, мойву, минтая, люмпенусов, керчаков. У всех размерных групп минтая интенсивность питания была высокой — 235–332‰. Суточный пищевой рацион (СПР) у рыб длиной 50–60 см и 60–70 см составлял 3,4 и 4,7%, соответственно.

Акустические исследования

Из всего многообразия акустически видимых объектов в **Чукотском море** как самые массовые в уловах можно выделить сайку и минтая [Орлов и др., 2019]. Акустическая оценка численности и биомассы для этих видов представлена впервые (табл. 22). Сайка наблюдалась практически на всей акватории съёмки. Следует отметить, что основные её скопления соответствовали нулевой изотерме придонной температуры. Показания минтая фиксировались на север до 73°30' с. ш. Характер эхозаписей в местах тралений не соответствовал величине уловов, что свидетельствует о распределении минтая у грунта в «мёртвой» зоне эхолота. Соответственно, расчётные данные, скорее всего, занижены и количество минтая в Чукотском море может быть выше.

В **Восточно-Сибирском море** крупных рыбных концентраций не обнаружено [Орлов и др., 2020 а]. Из промысловых видов наблю-

Таблица 22. Численность и биомасса основных промысловых видов по акустическим данным в морях российской Арктики в 2019 г.

Море / Вид	Сайка		Минтай	
	Численность, млн экз.	Биомасса, тыс. т	Численность, млн экз.	Биомасса, тыс. т
Чукотское	241,6	398,4	9349,4	206,0
Восточно-Сибирское	71,4*	1,1*	–	–
Лаптевых	6150,5*	100,8*	–	–
Карское	7112,2	286,6	–	–
Итого	13575,7	786,9	9349,4	206,0

* — экспертная оценка.

дались небольшие разреженные скопления сайки. В результате аналогичных исследований в южной части моря в 2015 г. [Глебов и др., 2016 а] также не отмечено значительных скоплений промысловых видов рыб, поэтому можно предположить, что данная акватория обладает низкой рыбопродуктивностью. Учитывая эти обстоятельства, можно провести экспертную оценку численности и биомассы, используя данные 2019 г. (см. табл. 22) Однако, пример моря Лаптевых показывает, что на материковом склоне на глубинах свыше 300 м могут находиться скопления сайки и палтуса. Проверка этого предположения требует проведения дополнительных исследований как в ИЭЗ РФ, так и за её пределами.

В море Лаптевых самым массовым и основным промысловым объектом, регистрируемым акустической аппаратурой, являлась сайка. Её скопления наблюдались в узкой полосе на материковом склоне [Орлов и др., 2020 б]. Подобные данные были получены и в предыдущих исследованиях [Глебов и др., 2016 б].

Экспертная оценка численности и биомассы сайки по акустическим данным (см. табл. 22) из-за нехватки времени лишь частично охватывает материковый склон и практически не захватывает акваторию шельфа. Более адекватные оценки требуют проведения дополнительных исследований.

Как и в других морях, в Карское море основным промысловым объектом, фиксируемым акустической аппаратурой, была сайка, показания которой регистрировались на всей акватории съёмки. Кроме сайки отмечались одиночные показания тресковых и небольшие концентрации

канино-печерской сельди. После уточнения размерно-возрастных ключей выполнен перерасчёт численности и биомассы сайки, который показал, что первоначальные данные немного завышены (см. табл. 22). В 2019 г. исследования в Карском море совпадают по срокам с таковыми 2007 г., а в 2013 г. съёмка проходила в более позднее время. Несмотря на это биомасса сайки, рассчитанная для акватории Карского моря южнее 78° с. ш. между Новой Землёй и материком за все три периода практически остаётся неизменной.

Наблюдения за морскими млекопитающими

В дальневосточных морях во время переходов и в период исследований горбач *Megaptera novaeangliae* отмечен пять раз в Охотском море, у южной оконечности Камчатки, в зал. Олюторский и у м. Наварин (рис. 6). Встречались как отдельные особи, так и группы в количестве до 3 голов. Финвал *Balaenoptera physalus* встречен семь раз и только у юго-восточного Сахалина как одиночными особями, так и парами (рис. 7). На всём протяжении исследований встречались киты как одиночные, так и группами по 2 или 3 особи, вид которых по тем или иным причинам не удалось установить.

Стаи тихоокеанского белобочего дельфина *Lagenorhynchus obliquidens* численностью от 3 до 18 особей встречены 3 раза в Охотском море на подходе к Четвёртому Курильскому проливу. Косатка *Orcinus orca* отмечена восемь раз в Охотском море, в Камчатском проливе, на мелководье зал. Карагинский, в зал. Олюторский и в центральной части Олюторско-Наваринского района (см. рис. 7). Попадались как одиночные особи,

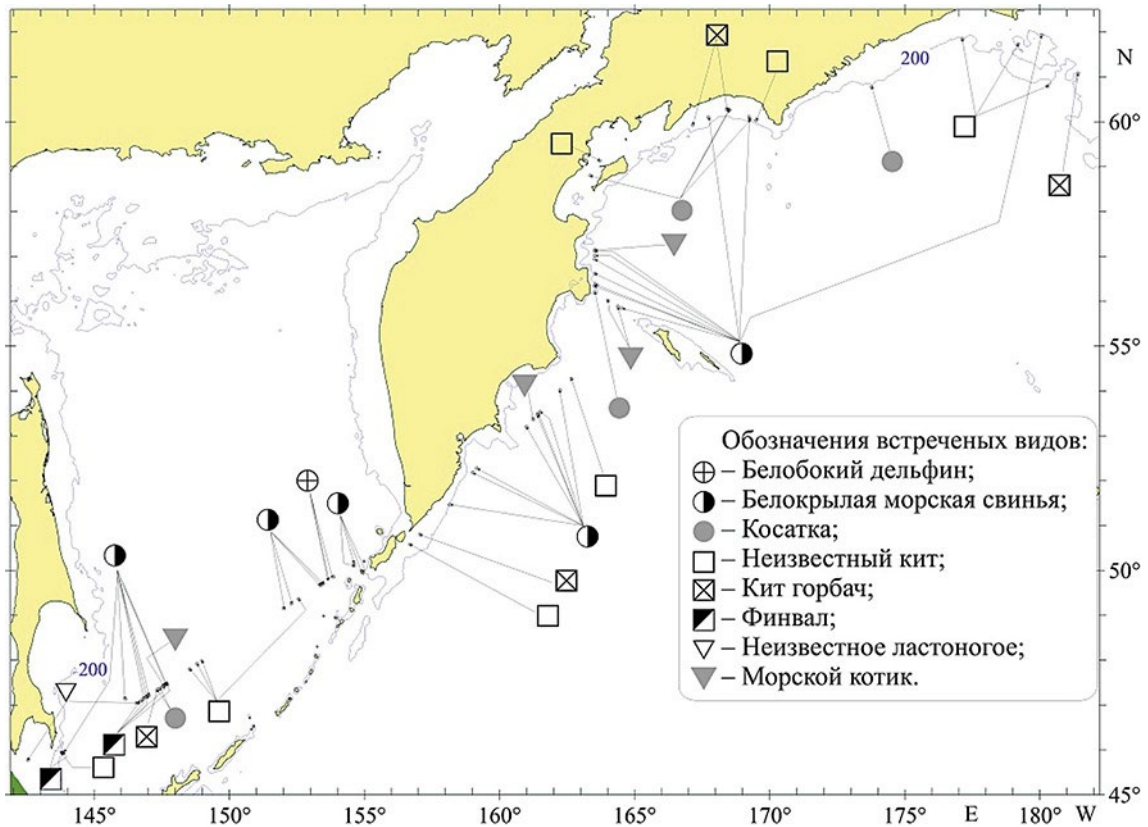


Рис. 6. Места встреч морских млекопитающих на переходах и в районах исследований июле–августе 2019 г.



Рис. 7. Финвал в Сахалино-Южно-Курильском районе (вверху слева), косатка с детёнышем в Карагинской подзоне (вверху справа), стая косаток в Олюторско-Наваринском районе (внизу слева) и морская свинья у борта судна в районе п-ова Камчатский (внизу справа)



Рис. 8. Белый медведь на льдине (слева) и группа моржей в воде (справа) в Чукотском море в августе 2019 г.

так и стаи величиной до 10 голов. Чаще всего на переходах и полигонах исследований из морских млекопитающих отмечалась белокрылая морская свинья *Phocoenoides dalli* (35 раз) как одиночными особями, так и стаями численностью до 7 голов (см. рис. 7).

Северный морской котик *Callorhinus ursinus* единичными особями и группами до 5 животных встречен пять раз в Охотском море, в зал. Карагинский, в Камчатском проливе и в районе зал. Озерной. В Охотском море у южного Сахалина отмечено две встречи ластоногих, которых не удалось идентифицировать до вида.

В Чукотском море встречено 133 особи морских млекопитающих, относящихся к шести видам из пяти семейств [Орлов и др., 2019]. Наибольшей частотой встречаемости характеризовался серый кит *Eschrichtius robustus*. За одно наблюдение одновременно отмечалось до 8 китов. Остальные киты (горбач, малый полосатик *Balaenoptera acutorostrata* и гренландский кит *Balaena mysticetus*) отмечались единично.

Все виды китов зарегистрированы исключительно в южной части моря. Моржи и белые медведи, наоборот, зарегистрированы в северной части моря, где присутствовал лёд (рис. 8), служащий им субстратом для передвижения, охоты и отдыха.

Генетические исследования

В период проведения исследований в морях российской Арктики в общей сложности было собрано свыше 3 тыс. проб на популяционно-генетический анализ, свыше 100 образцов для проведения ДНК-штрихкодирования и свыше 350 проб на акваДНК (табл. 23). Образцы тканей послужат основой для проведения популяционно-генетического анализа как объектов, имеющих промысловую значимость, так и других широко распространенных видов, встречавшихся в уловах. В результате работ по ДНК-штрихкодированию будут пополнены базы данных последовательностей участка гена *COI* для всех основных промысловых видов ВБР

Таблица 23. Объём генетических материалов, собранных в морях российской Арктики в 2019 г.

Вид анализа/объём материалов	Море					
	Чукотское	Восточно-Сибирское	Лаптевых	Карское	Всего	
Популяционно-генетический	Проб	1270	253	508	1410	3441
	Видов	18	8	11	19	–
ДНК штрих-кодирование	Экз.	59	11	27	41	138
	Видов	37	8	13	24	–
АкваДНК	Проб	168	36	58	97	359
	Станций	26	6	10	15	57

и объектов прилова, расширены данные по биоразнообразию океана, созданы коллекции ваучерных образцов и методическая основа для видовой ДНК-идентификации объектов промысла и продукции, полученной в процессе переработки ВБР. В ходе лабораторного анализа проб на акваДНК будут оценены видовое разнообразие и особенности распределения гидробионтов в морях российской Арктики.

Исследование антропогенного загрязнения

На исследованной акватории отмечен мусор двух основных типов: твёрдые бытовые отходы, представленные древесиной, хозяйственными полиэтиленовыми пакетами, хозяйственной полиэтиленовой плёнкой, полиэтиленовой упаковкой продуктов питания, и отходами рыбопромысловой деятельности, включающие фрагменты орудий лова (нейлон, капрон), упаковочный полиэтилен синего цвета, капроновые стяжки для гофротары (картонных коробов) (рис. 9).

Максимальное количество мусора было отмечено в Чукотском и Карском морях (см. рис. 9). Полиэтилен встречался на трёх станциях в Чукотском море, в районе Берингова пролива. Уровень загрязнения Карского моря достаточно высок — пластик (полиэтилен) встречен на 15 траловых станциях, где величина его уловов варьировала от 10 до 300 г. Предварительные оценки показывают, что общая масса полиэтилена, разбросанного по дну Карского моря, достигает порядка 20 т. Бытовой полиэтилен механически накапливается в Новоземельской котловине на юго-западе Карского моря. Отходы рыбопромысловой деятельности встречены практически на всей акватории Карского моря. В Восточно-Сибирском море и море Лаптевых антропогенного мусора отмечено не было.

Изучение уязвимых морских экосистем (УМЭ)

Из видов-индикаторов УМЭ [Спиридонов и др., 2018] в районе исследований в уло-

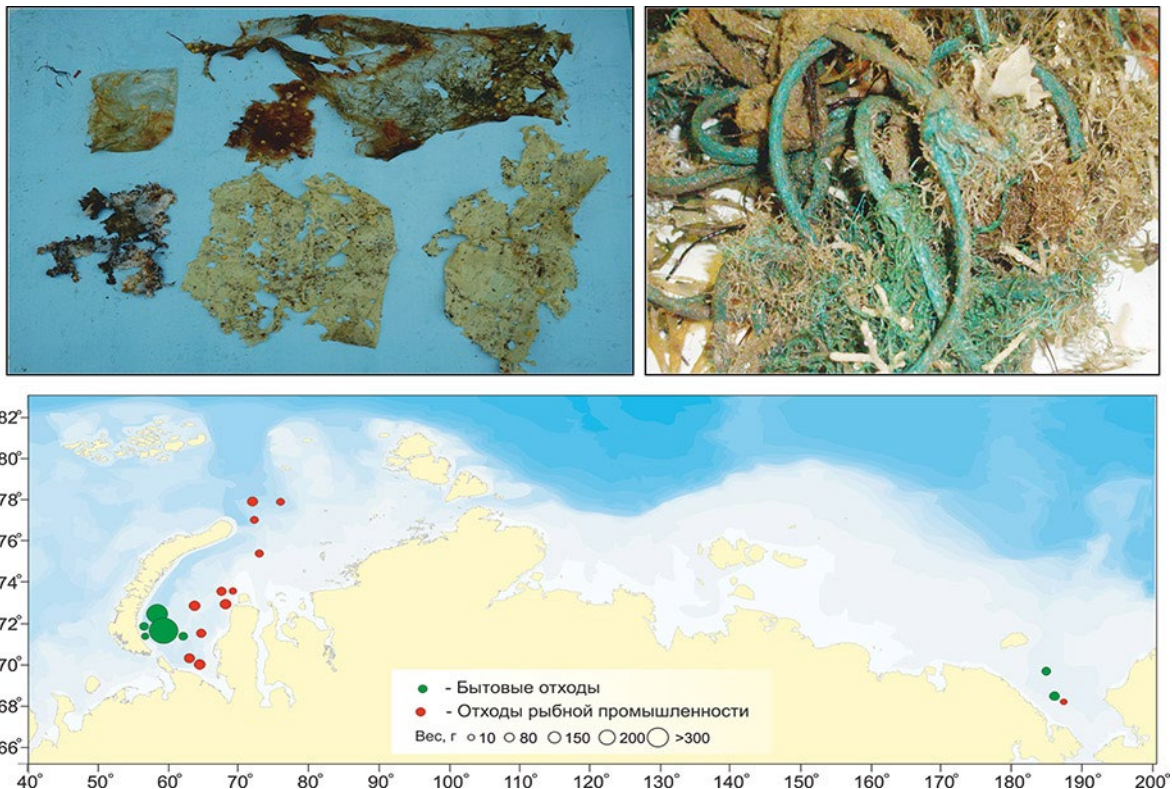


Рис. 9. Бытовые отходы (вверху слева), отходы рыбопромысловой деятельности (вверху справа) из уловов донных тралов и распределение антропогенного мусора на обследованной акватории (внизу)

вах донных тралов встречены мшанки, морские лилии, губки и морские перья (рис. 10). Максимальные концентрации мшанок, пре-

вышавшие 2,5 кг на милю, отмечены в Чукотском море к востоку от о. Врангеля. Морские лилии в наибольших количествах (40 кг

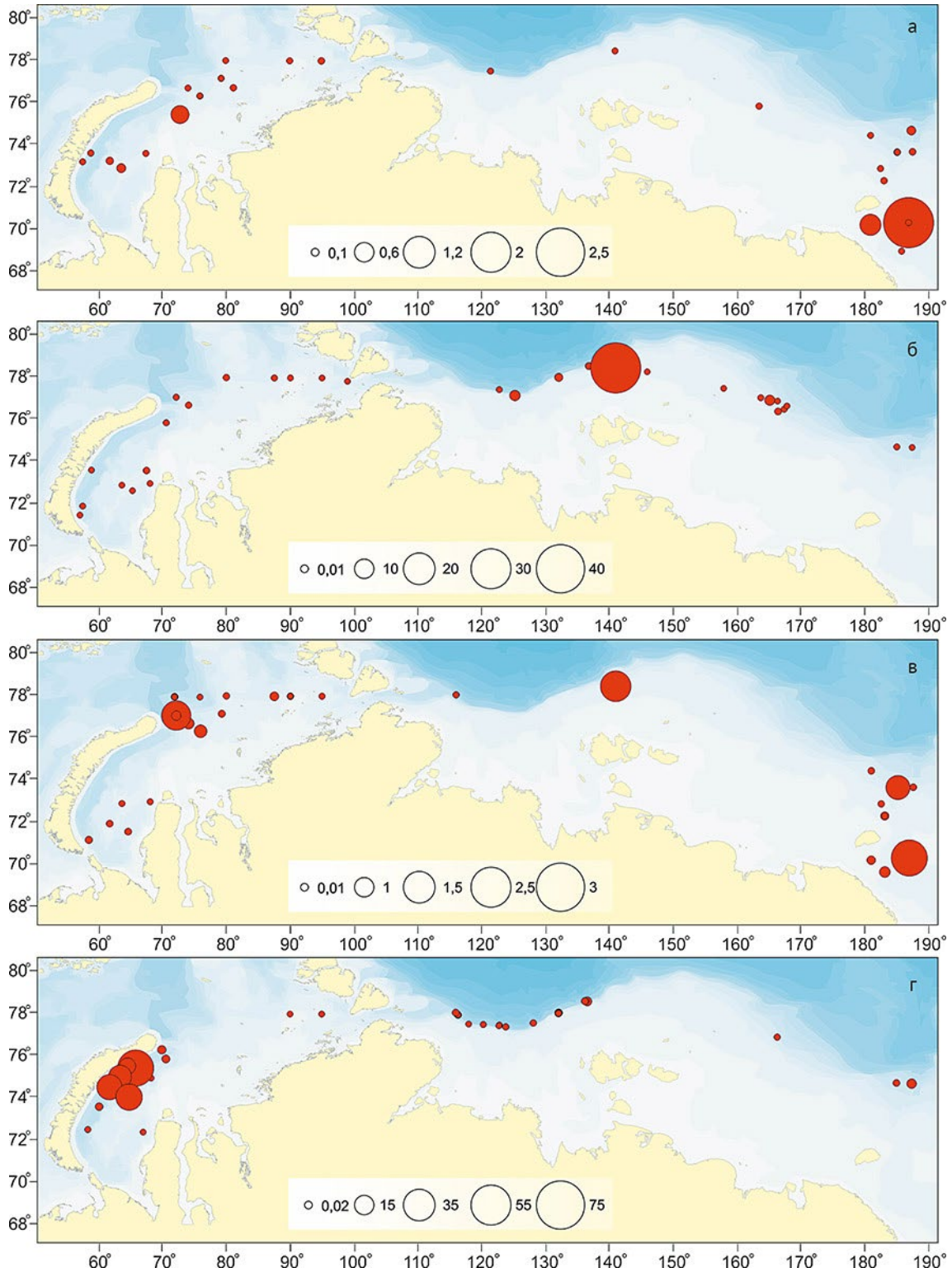


Рис. 10. Распределение уловов мшанок (а), морских лилий (б), губок (в) и морских перьев (г) на обследованной акватории, кг/миля

на милю) встречены к северу от Новосибирских о-вов. Губки в заметных количествах (2,5–3 кг на милю) отмечались в Чукотском море к востоку от о. Врангеля, к северу от Новосибирских о-вов и у северной оконечности Новой Земли в Карском море. Морские перья *Umbellula encrinus* были отмечены в двух третях уловов (частота встречаемости 67%) при величине от 0,13 до 72 кг на милю. Таким образом, по наличию видов-индикаторов можно выделить три участка, которые можно рассматривать в качестве УМЭ, — акваторию к востоку от о. Врангеля в Чукотском море, акваторию к северу от Новосибирских о-вов в море Лаптевых и воды, примыкающие к центральному и северному побережьям Новой Земли в Карском море. Для определения точных границ указанных участков необходимо проведение дополнительных исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резюмируя изложенное, следует подчеркнуть, что основной задачей экспедиции были оценки состояния сырьевой базы исследованных морей, которые будут использованы при прогнозировании ОДУ и РВ на ближайшие годы и разработке рекомендаций по осуществлению в них промысла. В Чукотском море обнаружены промысловые запасы минтая, общая биомасса которого оценена величиной порядка 900 тыс. т, что позволяет установить его ОДУ на уровне 100 тыс. т. В море Лаптевых размерно-возрастной состав и уровень численности чёрного палтуса пока не позволяют осуществлять промысловую эксплуатацию выявленного запаса. Расселение краба-стригуна опилио, который распространился по всей акватории Карского моря, идёт двумя путями: от северной оконечности Новой Земли и из Баренцева моря через пролив Карские Ворота. И хотя численность его по сравнению с прошлыми годами существенно возросла, в связи с небольшой долей промысловых самцов (около 3%) промысел в настоящее время невозможен.

Вероятно, в результате климатических изменений (потепления климата или изменение траектории Гольфстрима) привело к расширению ареалов синей зубатки

и окуня-клювача, которые впервые обнаружены в море Лаптевых, где, кроме того, впервые отмечен тихоокеанский минтай, являющийся эндемиком Северной Пацифики.

Наиболее подверженными антропогенному загрязнению (макропластик, остатки орудий лова и т. д.) оказались Карское и Чукотское моря, в которых ведётся рыбный промысел и осуществляется транспортировка нефтепродуктов. Наименьшим уровнем загрязнения характеризуются моря Лаптевых и Восточно-Сибирское.

Проведение комплексных экспедиционных исследований в российских арктических морях целесообразно не реже одного раза в 2–3 года, при этом на них необходимо выделять больше экспедиционного времени. Одной из наиболее интересных задач при этом является обследование материкового склона, в том числе за пределами ИЭЗ Российской Федерации, что требует, с одной стороны, решения с соответствующими федеральными органами исполнительной власти проблемы пересечения научно-исследовательскими судами (НИС) границы ИЭЗ Российской Федерации, а с другой — оснащения НИС донными тралами, приспособленными для тралений на тяжёлых грунтах, с длиной вёров, достаточных для тралений на глубинах 1000 м и глубже. Также в будущих экспедициях целесообразно предусмотреть возможность использования научных ярусов, сетей и ловушек.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы признательны своим коллегам С.В. Горяниной, А.В. Сошниковой, Ю.С. Анисимовой (ВНИРО), С.В. Гафицкому, А.С. Хлебородову (ТИНРО), А.М. Соколову (ПИНРО) и В.Г. Чикилеву (Отдел научных исследований биоресурсов внутренних водоёмов и вод, прилегающих к Чукотскому АО Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» — ЧукотНИО, г. Анадырь) за помощь в сборе первичных данных, а также А.А. Сомову (ТИНРО) и С.В. Горяниной (ВНИРО) за количественные оценки рыб и краба-стригуна опилио Чукотского и Карского морей.

ЛИТЕРАТУРА

- Аксюткина З.М. 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М: Пищ. пром-ть, 288 с.
- Антонов Н.П., Кузнецов В.В., Кузнецова Е.Н., Татарики В.А., Гончаров С.М., Митенкова Л.В., Жидик М.С. 2016. Сайка *Boreogadus saida* (Gadiformes, Gadidae) как ключевой вид и потенциальный объект рыбного промысла в Карском море // Вопросы рыболовства. Т. 17. № 2. С. 203–212.
- Артюхин Ю.Б., Бурканов В.Н. 1999. Морские птицы и млекопитающие Дальнего Востока России: полевой определитель. М.: АСТ, 215 с.
- Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2006. Новая географическая информационная система «КартМастер» для обработки данных биоресурсных съёмов // 7-я Всерос. конф. по пром. беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова): Тез. докл. М.: Изд-во ВНИРО. С. 18–24.
- Борец Л.А. 1997. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промышленное значение. Владивосток: ТИНРО-центр, 217 с.
- Борец Л.А., Савин А.Б., Бомко С.П., Пальм С.А. 2001. Состояние донных ихтиоценов в северо-западной части Берингова моря в конце 90-х годов // Вопросы рыболовства. Т. 2. № 2. С. 242–257.
- Борисовец Е.Э., Вдовин А.Н., Панченко В.В. 2003. Оценки запасов керчаков по данным учётных траловых съёмов залива Петра Великого // Вопросы рыболовства. Т. 4. № 1. С. 157–170.
- Бурдин А.М., Филатова О.А., Хойт Э. 2009. Морские млекопитающие России: справочник-определитель. Киров: Волго-Вятское книжное изд-во, 210 с.
- Волвенко И.В. 1998. Проблемы количественной оценки обилия рыб по данным траловых съёмов // Известия ТИНРО. Т. 124. С. 473–500.
- Волков А.Ф. 2008. Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию нектона (пошаговые инструкции) // Известия ТИНРО. Т. 154. С. 405–416.
- Гаврилов Г.М., Глебов И.И. 2002. Состав донного ихтиоцена в западной части Берингова моря в ноябре 2000 г. // Известия ТИНРО. Т. 130. С. 1027–1037.
- Глебов И.И., Надточий В.А., Савин А.Б., Слабинский А.М., Борилко О.Ю., Чульчиков Д.Н., Соколов А.С. 2016 а. Результаты комплексных исследований в Восточно-Сибирском море в августе 2015 г. // Известия ТИНРО. Т. 186. С. 81–92.
- Глебов И.И., Надточий В.А., Савин А.Б., Слабинский А.М., Борилко О.Ю., Чульчиков Д.Н., Соколов А.С. 2016 б. Результаты комплексных биологических исследований в море Лаптевых в августе-сентябре 2015 г. // Известия ТИНРО. Т. 187. С. 72–88.
- Золотов А.О. 2009. Использование траловых съёмов для оценки численности камбал Карагинского и Олюторского заливов: методика и результаты // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 13. С. 51–58.
- Золотов А.О., Терентьев Д.А., Спиринов И.Ю. 2013. Состав и современное состояние сообщества дemersальных рыб Карагинского и Олюторского заливов // Известия ТИНРО. Т. 174. С. 85–103.
- Зырянов С.В. 2004. Сбор и первичная обработка биологической информации по морским млекопитающим // Изучение экосистем рыбохозяйственных водоёмов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Выпуск 1. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях европейского Севера и Северной Атлантики. М.: Изд-во ВНИРО. С. 93–96.
- Лапко В.В., Степаненко М.А., Гаврилов Г.М., Напачков В.В., Слабинский А.М., Катугин О.Н., Раплистова М.М. 1999. Состав и биомасса нектона в придонных горизонтах в северо-западной части Берингова моря осенью 1998 г. // Известия ТИНРО. Т. 126. С. 145–154.
- Макрофауна бентали западной части Берингова моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы, 1977–2010. 2014. Владивосток: ТИНРО-Центр, 803 с.
- Матвеев А.А., Терентьев Д.А. 2016. Промысел, многолетняя динамика биомассы, распределение и размерный состав массовых видов рогатковых Cottidae у западного побережья Камчатки // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 41. С. 17–42.
- Мельников В.В. 2001. Полевой определитель видов морских млекопитающих для тихоокеанских вод России. Владивосток: Дальнаука, 109 с.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. 1974. М.: Наука, 254 с.
- Методическое пособие по проведению инструментальных съёмов запасов промысловых гидробионтов в районах исследований ПИНРО. 2006. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 163 с.
- Низяев С.А., Букин С.Д., Клитин А.К., Первеева Е.Р., Абрамова Е.В., Крутченко А.А. 2006. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 114 с.
- Никифоров А.И., Гаврилов Б.А., Круглова Д.К., Посохова Е.С., Рабазанов Н.И., Орлов А.М. 2018. Исследования с использованием выделенной из водной среды ДНК: состояние и перспективы // Успехи современной биологии. Т. 138. № 1. С. 18–30.

- Новикова Н.С. 1949. О возможности определения суточного рациона рыб в естественных условиях // Вестник МГУ. № 9. С. 107–111.
- Орлов А.М., Бензик А.Н., Ведищева Е.В., Гафицкий С.В., Горбатенко К.М., Горянина С.В., Зубаревич В.Л., Кодрян К.В., Носов М.А., Орлова С.Ю., Педченко А.П., Рыбаков М.О., Соколов А.М., Сомов А.А., Субботин С.Н., Таптыгин М.Ю., Фирсов Ю.Л., Хлебородов А.С., Чикилев В.Г. 2019. Рыбохозяйственные исследования в Чукотском море на НИС «Профессор Леванидов» в августе 2019 г.: некоторые предварительные результаты // Труды ВНИРО. Т. 178. С. 206–220.
- Орлов А.М., Бензик А.Н., Ведищева Е.В., Горбатенко К.М., Горянина С.В., Зубаревич В.Л., Кодрян К.В., Носов М.А., Орлова С.Ю., Педченко А.П., Рыбаков М.О., Соколов А.М. 2020а. Предварительные результаты рыбохозяйственных исследований в Восточно-Сибирском море на НИС «Профессор Леванидов» в сентябре 2019 г. // Труды ВНИРО. Т. 179. С. 187–205.
- Орлов А.М., Бензик А.Н., Ведищева Е.В., Горбатенко К.М., Горянина С.В., Зубаревич В.Л., Кодрян К.В., Носов М.А., Орлова С.Ю., Педченко А.П., Рыбаков М.О., Соколов А.М. 2020б. Предварительные результаты рыбохозяйственных исследований в море Лаптевых на НИС «Профессор Леванидов» в сентябре 2019 г. // Труды ВНИРО. Т. 179. С. 206–225.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 376 с.
- Савин А.Б. 2011. Методические рекомендации по планированию и проведению учётных донных траловых съёмки в Дальневосточном бассейне // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 22. С. 68–78.
- Соколов А.М. (отв. исп.). 2013. Отчёт о результатах научных исследований «Изучение распределения, биологического состояния водных биологических ресурсов в Баренцевом и Карском морях» (по материалам рейса № 91 на НИС М-0662 «Фритьоф Нансен» в период с 05 октября по 01 ноября 2013 г.) Мурманск: ПИИРО, 67 с.
- Спиридонов В.А., Винников А.В., Голенкевич А.В., Майсс А.А. 2018. «Уязвимые морские экосистемы» и близкие понятия в практике управления морским природопользованием: концепции, терминология и возможности приложения к сохранению морской среды и биологических ресурсов // Труды ВНИРО. Т. 174. С. 143–173.
- Учебно-методическое пособие для наблюдателей, работающих в зоне действия Конвенции по сохранению морских живых ресурсов Антарктики на промысле клыкача и криля по Системе международного научного наблюдения АНТКОМ. 2014. М.: Изд-во ВНИРО, 82 с.
- Чучукало В.И. 2006. Питание и пищевые отношения нектона и нектобентоса в дальневосточных морях. Владивосток: ТИНРО-центр, 484 с.
- Шеховцов С.В., Шеховцова И.Н., Пельтек С.Е. 2019. ДНК-штрихкодирование: методы и подходы // Успехи современной биологии. Т. 139. № 3. С. 211–220.
- Шнеер В.С. 2009. ДНК-штрихкодирование видов животных и растений — способ их молекулярной идентификации и изучения биоразнообразия // Журнал общей биологии. Т. 70. № 4. С. 296–309.

Поступила в редакцию 09.09.2020 г.
Принята после рецензии 16.09.2020 г.

Aquatic biological resources

Biological studies in the Russian Far Eastern and Arctic seas in the VNIRO Transarctic expedition

A.M. Orlov^{1,2}, A.B. Savin³, K.M. Gorbatenko³, A.N. Benzik⁴, T.B. Morozov⁵, M.O. Rybakov⁴, D.A. Terentiev⁵, E.V. Vedishcheva¹, Yu.K. Kurbanov⁵, M.A. Nosov⁴, S. Yu. Orlova¹

¹ Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

² Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (FSBIS «CIBR DSC RAS»), Makhachkala; Tomsk State University (FSBEI HE «TSU»), Tomsk; Dagestan State University (FSBEI HE «DTU»), Makhachkala

³ Pacific branch of FSBSI «VNIRO» («TINRO»), Vladivostok

⁴ Polar branch of FSBSI «VNIRO» («PINRO»), Murmansk

⁵ Kamchatka branch of FSBSI «VNIRO» («KamchatNIRO»), Petropavlovsk-Kamchatsky

The results of biological research on the RV “Professor Levanidov” in the Bering, Chukchi, East Siberian, Laptev and Kara seas, July 6 — October 2, 2019 are presented. Expatriates from the Pacific and Atlantic oceans made a significant contribution to the biomass of plankton communities in the Arctic seas. Plankton biomass was depended on the distance from the Bering Strait in the east, the Fram Strait and the Barents Sea in the west. A noticeable level of biomass was maintained by local Arctic plankton species. In megabenthos, crustaceans dominated in the Kara and Chukchi seas, and echinoderms in the Laptev and East Siberian seas. The biomass of demersal fishes (mostly Pacific cod, Saffron cod, yellowfin flounder, great sculpin and starry flounder) in the Karaginskaya subzone was 318 thousand tons, pollock biomass was 539–1349 thousand tons. The biomass of demersal fishes (mostly cod, great sculpin, and arrowtooth flounder) in the Olyutorsko-Navarinsky area was 768 thousand tons, pollock biomass 359–897 thousand tons. Representatives of Cottidae, Zoarcidae, Liparidae, Gadidae, Pleuronectidae, and Agonidae families comprised the bulk of catches in Arctic seas. Polar cod dominated in all seas, with exception of the Chukchi Sea, where pollock biomass increased many times compared to previous years. In the Laptev Sea, the abundance of Greenland halibut increased significantly. In the Chukchi Sea, Polar cod biomass was 117 thousand tons, flathead sole 43 thousand tons, pollock 897 thousand tons, snow crab 51 thousand tons. In the Kara Sea, Polar cod biomass was 171 thousand tons, snow crab 67 thousand tons. Significant differences in food composition and feeding intensity of pollock, Polar cod, capelin and Greenland halibut of different sizes revealed the existence of a complex trophic system. Anthropogenic pollution was assessed, the distribution of species-indicators of vulnerable marine ecosystems was studied, and materials for genetic research were collected.

Keywords: zooplankton, benthos, ichthyofauna, trophology, marine mammals, anthropogenic debris, vulnerable marine ecosystems, Bering Sea, Arctic.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-181-102-143

REFERENCES

- Aksyutina Z.M.* 1968. Elementy matematicheskoy otsenki rezul'tatov nablyudenij v biologicheskikh i ryboxozajstvennykh issledovaniyakh [Elements of mathematical evaluation of observation results in biological and fisheries research]. M: Pishchevaya promyshlennost', 288 s.
- Antonov N.P., Kuznetsov V.V., Kuznetsova E.N., Tatarnikov V.A., Goncharov S.M., Mitenkova L.V., Zhidik M.S.* 2016. Sajka *Boreogadus saida* (Gadiformes, Gadidae) kak klyuchevoj vid i potencial'nyj ob'ekt rybnogo promysla v Karskom more [Arctic cod *Boreogadus saida* (Gadiformes, Gadidae) as a key species and potential object of fishery in the Kara Sea] // *Voprosy Rybolovstva*. T. 17. № 2. S. 203–212.
- Artyukhin Yu.B., Burkanov V.N.* 1999. Morskije ptitsy i mlekopitayushchie Dal'nego Vostoka Rossii: polevoj opredelitel' [Sea Birds and Mammals of the Russian Far East: Field Guide]. M.: AST, 215 s.
- Bizikov V.A., Goncharov S.M., Polyakov A.V.* 2006. Novaya geograficheskaya informacionnaya sistema «KartMaster» dlya obrabotki dannykh bioresurnykh s'yomok // 7-ya Vseros. konf. po promyslovym bespozvonochnym (pamyati B.G. Ivanova): Tez. dokl. [New geographical information system "KartMaster" for processing data of bioresource surveys // 7th All-Russian Conference on Commercial Invertebrates (in memory of B.G. Ivanov): Abstracts]. M.: Izd-vo VNIRO. S. 18–24.
- Borets L.A.* 1997. Donnye ikhtioceny rossijskogo shel'fa dal'nevostochnykh morej: sostav, struktura, elementy funkcionirovaniya i promyslovoe znachenie [Bottom ichthyocenoses of the Russian shelf of the far Eastern seas: composition, structure, functioning elements and commercial significance]. Vladivostok: TINRO-centr, 217 s.
- Borets L.A., Savin A.B., Bomko S.P., Pal'm S.A.* 2001. Sostoyanie donnykh ikhtiocenov v severo-zapadnoj chasti Beringova morya v kontse 90-kh godov [State of the bottom ichthyocenoses in the North-Western part of the Bering Sea in the late 90s] // *Voprosy Rybolovstva*. T. 2. № 2. S. 242–257.
- Borisovets E.E., Vdovin A.N., Panchenko V.V.* 2003. Otsenki zapasov kerchakov po dannykh uchetykh tralovykh s'yomok zaliva Petra Velikogo [Estimates of sculpins stocks according to the data of trawl surveys of the Peter the Great Bay] // *Voprosy Rybolovstva*. T. 4. № 1. S. 157–170.
- Burdin A.M., Filatova O.A., Hojt E.* 2009. Morskije mlekopitayushchie Rossii: spravochnik-opredelitel' [Marine mammals of Russia: reference guide]. Kirov: Volgo-Vyatskoe Knizhnoe Izd-vo, 210 s.
- Volkov A.F.* 2008. Metodika sbora i obrabotki planktona i prob po pitaniyu nektona (poshagovye instruktsii) [Methods for collecting and processing plankton and samples for feeding of necton (step-by-step instructions)] // *Izvestiya TINRO*. T. 154. S. 405–416.
- Volvenko I.V.* 1998. Problemy kolichestvennoj otsenki obiliya ryb po dannykh tralovykh s'yomok [Problems of quantitative estimation of fish abundance based on trawl surveys] // *Izvestiya TINRO*. T. 124. S. 473–500.
- Gavrilov G.M., Glebov I.I.* 2002. Sostav donnogo ikhtiocena v zapadnoj chasti Beringova morya v noyabre 2000 g. [Composition of the bottom ichthyocene in the western part of the Bering Sea in November 2000] // *Izvestiya TINRO*. T. 130. S. 1027–1037.
- Glebov I.I., Nadtochij V.A., Savin A.B., Slabinskij A.M., Borilko O. Yu., Chul'chekov D.N., Sokolov A.S.* 2016 a. Rezul'taty kompleksnykh issledovaniy v Vostochno-Sibirskom more v avguste 2015 g. [Results of comprehensive research in the East Siberian Sea in August 2015] // *Izvestiya TINRO*. T. 186. S. 81–92.
- Glebov I.I., Nadtochij V.A., Savin A.B., Slabinskij A.M., Borilko O. Yu., Chul'chekov D.N., Sokolov A.S.* 2016 b. Rezul'taty kompleksnykh biologicheskikh issledovaniy v more Laptevnykh v avguste-sentyabre 2015 g. [Results of complex biological research in the Laptev Sea in August-September 2015] // *Izvestiya TINRO*. T. 187. S. 72–88.
- Zolotov A.O.* 2009. Ispol'zovanie tralovykh s'yomok dlya otsenki chislennosti kambal Karaginskogo i Olyutorskogo zalivov: metodika i rezul'taty [Using trawl surveys to estimate the number of flounders in the Karaginsky and Olyutorsky bays: methods and results] // *Issledovaniya Vodnykh Biologicheskikh Resursov Kamchatki i Severo-Zapadnoj Chasti Tikhogo Okeana*. Vyp. 13. S. 51–58.
- Zolotov A.O., Terent'ev D.A., Spirin I. Yu.* 2013. Sostav i sovremennoe sostoyanie soobshchestva demersal'nykh ryb Karaginskogo i Olyutorskogo zalivov [Composition and current state of the demersal fish community in the Karaginsky and Olyutorsky bays] // *Izvestiya TINRO*. T. 174. S. 85–103.
- Zyryanov S.V.* 2004. Sbor i pervichnaya obrabotka biologicheskoy informatsii po morskim mlekopitayushchim // *Izuchenie ekosistem rybokhozyajstvennykh vodoyomov, sbor i obrabotka dannykh o vodnykh biologicheskikh resursakh, tekhnika i tekhnologiya ikh dobychi i pererabotki*. Vypusk 1. Instruktsii i metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke biologicheskoy informatsii v moryakh evropejskogo Severa i Severnoj Atlantiki [Collection and primary processing of biological information on marine mammals // Study of ecosystems of fisheries water bodies, collection and processing of data on aquatic biological resources, techniques and technology for their fishing and processing. Issue 1. Instructions and guidelines for the collection and processing of biological

- information in the seas of the European North and North Atlantic]. M.: Izd-vo VNIRO. S. 93–96.
- Lapko V.V., Stepanenko M.A., Gavrilov G.M., Napazakov V.V., Slabinskij A.M., Katugin O.N., Raklistova M.M. 1999. Sostav i biomassa nektona v pridonnykh gorizontakh v severo-zapadnoj chasti Beringova morya osen'yu 1998 g. [The composition and biomass of necton in near-bottom horizons in the north-western part of the Bering Sea in the autumn of 1998] // *Izvestiya TINRO*. T. 126. S. 145–154.
- Makrofauna bentali zapadnoj chasti Beringova morya: tablitsy vstrechaemosti, chislennosti i biomassy, 1977–2010* [Benthic macrofauna of the western Bering Sea: tables of occurrence, abundance, and biomass, 1977–2010]. 2014. Vladivostok: TINRO-Centr, 803 s.
- Matveev A.A., Terent'ev D.A. 2016. Promysel, mnogoletnyaya dinamika biomassy, raspredelenie i razmernyj sostav massovykh vidov rogakovykh Cottidae u zapadnogo poberezh'ya Kamchatki [Fishing, long-term dynamics of biomass, distribution and size composition of mass species of sculpins Cottidae off the western coast of Kamchatka] // *Issledovaniya Vodnykh Biologicheskikh Resursov Kamchatki i Severo-Zapadnoj Chasti Tikhogo Okeana*. Vyp. 41. S. 17–42.
- Mel'nikov V.V. 2001. Polevoj opredelitel' vidov morskix mlekopitayushchix dlya tixookeanskix vod Rossii [Field guide of marine mammal species for the Pacific waters of Russia]. Vladivostok: Dal'nauka, 109 s.
- Metodicheskoe posobie po izucheniyu pitaniya i pishchevykh otnoshenij ryb v estestvennykh usloviyakh* [Methodological guide for the study of feeding and food relations of fish in natural conditions]. 1974. M.: Nauka, 254 s.
- Metodicheskoe posobie po provedeniyu instrumental'nykh s'yomok zapasov promyslovykh gidrobiontov v rajonax issledovaniy PINRO* [Textbook for the instrumental surveys of the commercial stocks of aquatic organisms in the areas of research of PINRO]. 2006. Murmansk: Izd-vo PINRO, 163 s.
- Nikiforov A.I., Gavrilov B.A., Kruglova D.K., Posokhova E.S., Rabazanov N.I., Orlov A.M. 2018. Issledovaniya s ispol'zovaniem vydelennoj iz vodnoj sredy DNK: sostoyanie i perspektivy [Research using DNA extracted from the aquatic environment: state and prospects] // *Uspekhi sovremennoj biologii*. T. 138. № 1. S. 18–30.
- Nizyaev S.A., Bukin S.D., Klitin A.K., Perveeva E.R., Abramova E.V., Krutchenko A.A. 2006. Posobie po izucheniyu promyslovykh rakoobraznykh dal'nevostochnykh morej Rossii [Manual on the study of commercial crustaceans of the Far Eastern seas of Russia]. Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 114 s.
- Novikova N.S. 1949. O vozmozhnosti opredeleniya sutochnogo raciona ryb v estestvennykh usloviyakh [About the possibility of determining the daily ration of fish in natural conditions] // *Vestnik MGU*. № 9. S. 107–111.
- Orlov A.M., Benzik A.N., Vedishheva E.V., Gafitskij S.V., Gorbatenko K.M., Goryanina S.V., Zubarevich V.L., Kodryan K.V., Nosov M.A., Orlova S. Yu., Pedchenko A.P., Rybakov M.O., Sokolov A.M., Somov A.A., Subbotin S.N., Taptygin M. Yu., Firsov Yu.L., Khleborodov A.S., Chikilev V.G. 2019. Rybokhozyajstvennye issledovaniya v Chukotskom more na NIS «Professor Levanidov» v avguste 2019 g.: nekotorye predvaritel'nye rezul'taty [Fisheries research in the Chukchi Sea at RV «Professor Levanidov» in August 2019: some preliminary results] // *Trudy VNIRO*. T. 178. S. 206–220.
- Orlov A.M., Benzik A.N., Vedishheva E.V., Gorbatenko K.M., Goryanina S.V., Zubarevich V.L., Kodryan K.V., Nosov M.A., Orlova S. Yu., Pedchenko A.P., Rybakov M.O., Sokolov A.M. 2020a. Predvaritel'nye rezul'taty ryboxozyajstvennykh issledovaniy v Vostochno-Sibirskom more na NIS «Professor Levanidov» v sentyabre 2019 g. [Preliminary results of fisheries research in the East Siberian Sea at RV «Professor Levanidov» in September 2019] // *Trudy VNIRO*. T. 179. S. 187–205.
- Orlov A.M., Benzik A.N., Vedishheva E.V., Gorbatenko K.M., Goryanina S.V., Zubarevich V.L., Kodryan K.V., Nosov M.A., Orlova S. Yu., Pedchenko A.P., Rybakov M.O., Sokolov A.M. 2020b. Predvaritel'nye rezul'taty ryboxozyajstvennykh issledovaniy v more Laptevykh na NIS «Professor Levanidov» v sentyabre 2019 g. [Preliminary results of fisheries research in the Laptev Sea at RV «Professor Levanidov» in September 2019] // *Trudy VNIRO*. T. 179. S. 206–225.
- Pravdin I.F. 1966. Rukovodstvo po izucheniyu ryb [Guide to the study of fish]. M.: Pishchevaya promyshlennost', 376 s.
- Savin A.B. 2011. Metodicheskie rekomendatsii po planirovaniyu i provedeniyu uchyotnykh donnykh tralovykh s'yomok v Dal'nevostochnom bassejne [Guidelines for planning and conducting accounting bottom trawl surveys in the Far Eastern basin] // *Issledovaniya Vodnykh Biologicheskikh Resursov Kamchatki i Severo-Zapadnoj Chasti Tikhogo Okeana*. Vyp. 22. S. 68–78.
- Sokolov A.M. (otv. isp.). 2013. Otchet o rezul'tatakh nauchnykh issledovaniy «Izuchenie raspredeleniya, biologicheskogo sostoyaniya vodnykh biologicheskikh resursov v Barentsevom i Karskom moryakh» (po materialam rejsa № 91 na NIS M-0662 «Frit'of Nansen» v period s 05 oktyabrya po 01 noyabrya 2013 g.) [Report on the results of scientific research “Study of the distribution and biological state of aquatic biological resources in the Barents and Kara seas” (based on the materials of cruise No. 91 on RV M-0662 “Fridtjof Nansen” in

- the period from October 05 to November 01, 2013)]. Murmansk: PINRO, 67 s.
- Spiridonov V.A., Vinnikov A.V., Golenkevich A.V., Majss A.A.* 2018. «Uyazvimye morskije ekosistemy» i blizkie ponyatiya v praktike upravleniya morskim prirodopolzovaniem: koncepcii, terminologiya i vozmozhnosti prilozheniya k sokhraneniyu morskoy sredy i biologicheskikh resursov [“Vulnerable marine ecosystems” and related concepts in the practice of marine environmental management: concepts, terminology and applications to the conservation of the marine environment and biological resources] // Trudy VNIRO. T. 174. S. 143–173.
- Uchebno-metodicheskoe posobie dlya nablyudatelej, rabotayushchikh v zone dejstviya Konventsii po soxraneniyu morskikh zhivyykh resursov Antarktiki na promysle klykacha i krilya po Sisteme mezhdunarodnogo nauchnogo nablyudeniya ANTKOM* [Training manual for observers working in the area of operation of the Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources in the fisheries for toothfish and krill under the system of international scientific observation of the CCAMLR]. 2014. M.: Izd-vo VNIRO, 82 s.
- Chuchukalo V.I.* 2006. Pitaniye i pishchevye otnosheniya nektona i nektobentosa v dal'nevostochnykh moryakh [Feeding and food relationships of nekton and nektobenthos in the far Eastern seas]. Vladivostok: TINRO-centr, 484 s.
- Shekhovtsov S.V., Shekhovtsova I.N., Pel'tek S.E.* 2019. DNK-shtrikhkodirovaniye: metody i podkhody [DNA barcoding: methods and approaches] // Uspekhi Sovremennoy Biologii. T. 139. № 3. S. 211–220.
- Shneer V.S.* 2009. DNK-shtrikhkodirovaniye vidov zhivotnykh i rasteniy — sposob ikh molekulyarnoy identifikatsii i izucheniya bioraznoobraziya [DNA barcoding of animal and plant species — a method for their molecular identification and study of biodiversity] // Zhurnal Obshchey Biologii. T. 70. № 4. S. 296–309.

FIGURE CAPTIONS

- Fig. 1.** Route and research areas of RV “Professor Levanidov” in July–October 2019
- Fig. 2.** Schemes of bottom trawl surveys on the shelf of the Karaginskaya subzone in July (top) and on the shelf and upper slope of the western Bering Sea in July–August (bottom) 2019 (hatching — license block, dotted line — border of the EEZ of the Russian Federation, triangles — trawl and hydrobiological stations, asterisks — sites of aquaDNA samples).
- Fig. 3.** Scheme of complex stations in the Chukchi Sea (top left), East Siberian Sea (top right), Laptev Sea (bottom left) and Kara Sea (bottom right) in July–October 2019 (hatching shows the license area).
- Fig. 4.** Distribution of snow crab *Chionoecetes opilio* catches in the waters of the Russian Arctic in 2019
- Fig. 5.** Spatial and bathymetric distribution (kg/km²) of Pacific cod and walleye pollock in the western Bering Sea at depths of 19–355 m in the summer of 2019.
- Fig. 6.** Places of marine mammals sightings in July–August 2019
- Fig. 7.** Finwhale in the Sakhalin–South Kuril region (top left), orca with a cub in the Karaginskaya subzone (top right), a flock of orcas in the Olyutorsko–Navarinsky area (bottom left) and a porpoise near the vessel off the Kamchatka Peninsula (bottom right)
- Fig. 8.** A polar bear on an ice floe (left) and a group of walrus in the water (right) in the Chukchi Sea in August 2019.
- Fig. 9.** Household (top left) and fishing (top right) wastes taken by bottom trawls and distribution of anthropogenic garbage within the surveyed area (bottom).
- Fig. 10.** Distribution of catches of bryozoans (a), sea lilies (б), sponges (в) and sea pens (r) within the surveyed area.

TABLE CAPTIONS:

- Table 1.** Volume of collected and analyzed materials on hydrobiology and trophology in the Arctic seas
- Table 2.** Parameters of bottom trawl surveys and materials collected during their period on fish and commercial crabs, summer–autumn 2019
- Table 3.** Plankton biomass in the Arctic seas, mg/m³

- Table 4.** Some characteristics of trawl catches of the snow crab *Chionoecetes opilio* in the Karaginskaya subzone and the Western Bering Sea zone, July-August 2019 (IIIK — carapace width)
- Table 5.** Main characteristics of the functional state of the snow crabs *Chionoecetes opilio* and *Ch. bairdi* in the Karaganskaya subzone and the Western Bering Sea zone, July 2019 (IIIK — carapace width; 2, 3, 3p, 3п — pre-moulting stages; мн, ио, лв, нп — stages of maturity of eggs)
- Table 6.** Some characteristics of the snow crab *Chionoecetes bairdi* catches in the Karaganskaya subzone and the Western Bering Sea zone, July-August 2019 (IIIK - carapace width)
- Table 7.** Some characteristics of catches of main taxa of non-commercial trawl macrozoobenthos in the Karaganskaya subzone and the Western Bering Sea zone, July 2019
- Table 8.** Some characteristics of blue king crab *Paralithodes platypus* catches in the Western Bering Sea zone, July-August 2019 (IIIK — carapace width)
- Table 9.** Main characteristics of the functional state of the blue king crab *Paralithodes platypus* in the Western Bering Sa zone, July-August 2019 (IIIK — carapace width; 2, 3, 3p, 3п — pre-moulting stages; лв, иб, нп, ик, би, ял — stages of maturity of eggs)
- Table 10.** The catches and the absolute abundance of crabs in the Karaginskaya subzone based on the results of bottom trawl surveys, 2012, 2013, 2014, and 2019.
- Table 11.** The catches and the absolute abundance of crabs in the Western Bering Sea zone based on the results of bottom trawl surveys, 2017 and 2019.
- Table 12.** Average biomass of the main megabenthos taxa in the Arctic seas, g/mile
- Table 13.** Biomass and abundance of the snow crab *Chionoecetes opilio* in the Chukchi Sea, 2010, 2018, and 2019
- Table 14.** Species composition and occurrence of fish in trawl catches (%) during the survey period in the Karaginsky and Olyutorsky bays (20–250 m) and in the Western Bering Sea zone (20–400 m), summer 2019: *K* — catchability coefficient; *B* — occurrence; 1 — by number; 2 — by weight; * — excluding pelagic fish (walleye pollock, herring, smelt); “ + “ — share less than 0.005%)
- Table 15.** Recorded biomass of demersal fish species (t) in the Karaginsky and Olyutorsky bays based on the results of bottom trawl surveys, 2012, 2016, and 2019.
- Table 16.** Five-year average contribution of various families and the most important species (%) to the recorded bottom fish biomass in the Karaginsky and Olyutorsky bays, 2001–2019 (* — according to Zolotov et al. [2013])
- Table 17.** Recorded biomass of main demersal and pelagic fish (t) in the bottom layer of the Olyutorsko-Navarinsky area of the Western Bering Sa zone based on the results of bottom trawl surveys of various years at depths of 20–400 m within the boundaries of the 2019 research area.
- Table 18.** Species composition of bottom trawl catches in the Chukchi, East Siberian, Laptev, and Kara seas, August-September 2019
- Table 19.** Abundance and biomass of the main commercial fish species in the Chukchi Sea, 2010, 2018, and 2019 (*K* – catchability coefficient)
- Table 20.** Abundance and biomass of the main commercial fish species in the Kara Sea, 2013 and 2019 (*K* – catchability coefficient, нд — no data available)
- Table 21.** Share (% by weight) of main components in the diet of various fish species, % (seas: Ч — Chukchi, BC — East Siberian, Л — Laptev, К — Kara).
- Table 22.** Abundance and biomass of the main commercial fish species according to acoustic data in the seas of the Russian Arctic, 2019
- Table 23.** The volume of genetic materials obtained in the in the seas of the Russian Arctic, 2019