Информация.
Экспедиции ВНИРО

УДК 639.2.053.7(268.56)

Рыбохозяйственные исследования в Чукотском море на НИС «Профессор Леванидов» в августе 2019 г.: некоторые предварительные результаты

А.М. Орлов[1,2,3,4], А.Н. Бензик[5], Е.В. Ведищева[1], С.В. Гафицкий[6], К.М. Горбатенко[6], С.В. Горянина[1], В.Л. Зубаревич[1], К.В. Кодрян[1], М.А. Носов[5], С.Ю. Орлова[1], А.П. Педченко[1,8], М.О. Рыбаков[5], А.М. Соколов[5], А.А. Сомов[6], С.Н. Субботин[6], М.Ю. Таптыгин[5], Ю.Л. Фирсов[5], А.С. Хлебородов[6], В.Г. Чикилев[7]

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва
[2] Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН (ФГБУН «ПИБР ДНЦ РАН»), г. Махачкала
[3] Национальный исследовательский Томский государственный университет (ФГАОУ ВО «НИТГУ»), г. Томск
[4] Дагестанский государственный университет (ФГБОУ ВО «ДГУ»), г. Махачкала
[5] Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), г. Мурманск
[6] Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток
[7] Отдел научных исследований биоресурсов внутренних водоёмов и вод, прилегающих к Чукотскому АО Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ЧукотНИО»), г. Анадырь
[8] Российский государственный гидрометеорологический университет (ФГБОУ ВО «РГГМУ»), г. Санкт-Петербург
E-mail: orlov@vniro.ru

В Чукотском море в августе 2019 г. на НИС «Профессор Леванидов» были проведены океанографическая, планктонная, траловая и акустическая съёмки. Гидрологический и гидрохимический режим формировался под влиянием распространения тихоокеанских вод, поступающих через Берингов пролив, Восточно-Сибирских распреснённых вод — с запада вдоль побережья и к северу от о. Врангеля, и вод арктического происхождения. Севернее 73°30′ с. ш., на глубинах преимущественно от 180 м до дна были отмечены воды атлантического происхождения с характерными значениями температуры выше 0 °С и солёности более 34,5‰, которые отчетливо прослеживались в распределении придонной температуры, солёности и гидрохимических характеристик. Насыщение воды кислородом в поверхностном слое на всей исследованной акватории превышало 100%, максимальные значения — в слое пикноклина (158%). Процессы фотосинтеза лимитировались минеральным азотом, о наступлении лета свидетельствовал его минимум в поверхностном слое. Биомасса мезопланктона была высокой, доминировали щетинкочелюстные и копеподы, второстепенные — эвфаузииды; в южной части моря биомасса была в два раза выше, чем в северной. В северной части наблюдалось интенсивное цветение фитопланктона, большое количество науплий и копеподит ранних стадий развития, формировался весенний комплекс. В южной части отмечены низкие концентрации фитопланктона, копеподы были представлены старшими возрастными группами, что характерно для весенне-летнего периода. В уловах доминировал краб-стригун опилио, составляя около 50%. Вторы-

ми по значению были морские звезды и офиуры, в меньшей степени полихеты, губки и брюхоногие моллюски. В уловах отмечено 44 вида рыб, доминировали представители сем. Cottidae, Zoarcidae, Liparidae, Gadidae, Pleuronectidae и Agonidae. Биомасса крупного минтая составила 890 тыс. т, сайки 117 тыс. т, палтусовидной камбалы 42 тыс. т. По акустическим данным численность и биомасса минтая на акватории съёмки составила 242 млн экз. и 398 тыс. т., сайки — 9349 млн экз. и 206 тыс. т, соответственно. Суточный пищевой рацион у крупного минтая изменялся от 3,4% до 4,7%, у разноразмерной сайки от 2,5 до 9,4%. Из морских млекопитающих чаще всего встречался серый кит вблизи Берингова пролива, моржи и белые медведи отмечены в северной части моря.

Ключевые слова: Чукотское море, комплексная съёмка, гидрология, гидрохимия, зоопланктон, бентос, промысловые беспозвоночные, ихтиофауна, акустические данные, морские млекопитающие.

DOI: 10.36038/2307-3497-2019-178-206-220

В соответствии с Планом ресурсных исследований и государственного мониторинга водных биоресурсов на 2019 год, утверждённым приказом Федерального агентства по рыболовству от 30 ноября 2018 г. № 701 (пп. 22–25, 38, 91, 92), во время трансарктического перехода из п. Анадырь в п. Мурманск в августе 2019 г. на научно-исследовательском судне «Профессор Леванидов» (судовладелец БИФ ВНИРО), в водах Чукотского моря были проведены океанографическая, планктонная и тралово-акустическая съёмки. Работы проводили в период с 11 по 19 августа и с 23 по 28 августа 2019 г. на акватории, ограниченной координатами 67°30′ — 74°45′ с. ш. и 180° в. д.— 170° з. д. в пределах российской исключительной экономической зоны (рис. 1). Исследования проводились на общей площади 229,2 тыс. км^2, которая является максимальной по сравнению со съёмками предыдущих лет (табл. 1).

Океанографическая съёмка выполнялась методом профилирования в режиме реального времени с дискретностью измерения 1 м

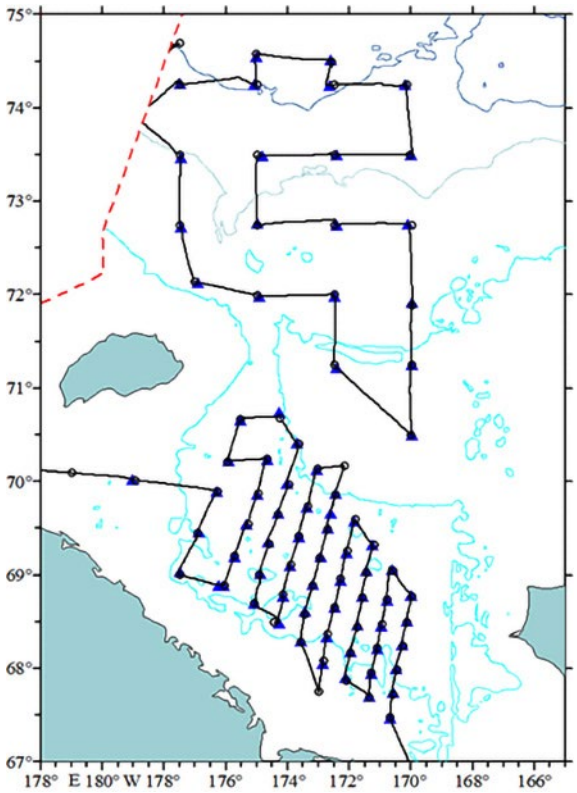

Рис. 1. Маршрут НИС «Профессор Леванидов» и положение траловых (▲) и океанологических станций (○) в Чукотском море в августе 2019 г.

Таблица 1. Численность и биомасса основных промысловых видов ВБР в Чукотском море по результатам учётных донных траловых съёмок 2010, 2018 и 2019 гг. ($К_у$ – коэффициент уловистости)

Вид	$К_у$	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	< 0,1	0,2	23,1	31,6	547,1	890,0
Минтай молодь	0,1			108,6	0,85	389,7	6,8
Краб-стригун опилио, самки	1,0	525,6	14,7	594,0	13,39	332,7	10,7
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
Обследованная площадь, тыс. кв. км		104,5		35,7		229,2	
Число тралений		38		54		80	

по глубине от поверхности до дна CTD зондом SBE-19plus V2 SEACAT plus PROFILER, оснащённым пробоотборником SBE-32 CAROUSEL WATER SAMPLER (производитель SeaBird Electronics, Inc., США) с кассетой из 12 батометров Нискина ёмкостью 1,7 л для отбора проб воды на гидрохимический анализ на характерных горизонтах для определения содержания растворённого кислорода, силикатов, минеральных форм фосфора и азота. В ходе проведения планктонной съёмки выполняли отбор проб мезопланктона в слое 0–200 м (дно) сетью Джеди (площадь входного отверстия 0,1 м^2, сито с ячеей 0,168 мм). Донная траловая съёмка осуществлялась с использованием донного трала ДТ 27,1/24,4 (горизонтальное раскрытие 14–16 м, вертикальное 4–6 м, ячея в кутце 10 мм) на глубинах от 27 до 262 м. В качестве распорных средств использовали прямоугольные доски площадью 4,2 кв. м и массой 900 кг. Траления осуществлялись с использованием прибора контроля параметров хода трала FC300 «Simrad», который позволял производить фактические измерения вертикального и горизонтального раскрытия устья трала, в дальнейшем использовавшиеся для расчёта численности и биомассы гидробионтов. Продолжительность большинства тралений составляла 30 минут при средней скорости 3,1 узла. Все исследования выполнялись в соответствии с общепринятыми в отечественных рыбохозяйственных организациях методиками [Аксютина, 1968; Правдин, 1968; Руководство…, 2003; Зырянов, 2004; Бизиков и др., 2006; Методическое пособие…, 2006; Чучукало, 2006; Волков, 2008].

Метеорологические наблюдения и океанологические исследования. Погодные условия в Чукотском море в августе можно характеризовать как благоприятные для исследовательской деятельности (рис. 2). Над акваторией моря господствовала прохладная и пасмурная погода со слабым по силе северо-западным ветром. Повторяемость туманов равнялась 15%. Атмосферное давление колебалось в диапазоне от 1004 до 1044 гПа, температура воздуха плавно понижалась от 11,6 до –1,8 °С. Потерь рабочего времени вследствие штормовых условий погоды не было.

В результате интенсивной адвекции тепла циклонами в Чукотским море в конце июля — в августе сформировались обширные области положительных аномалий температуры воздуха (+1,5 — +3 °С) и был отмечен вынос тёплых тихоокеанских вод

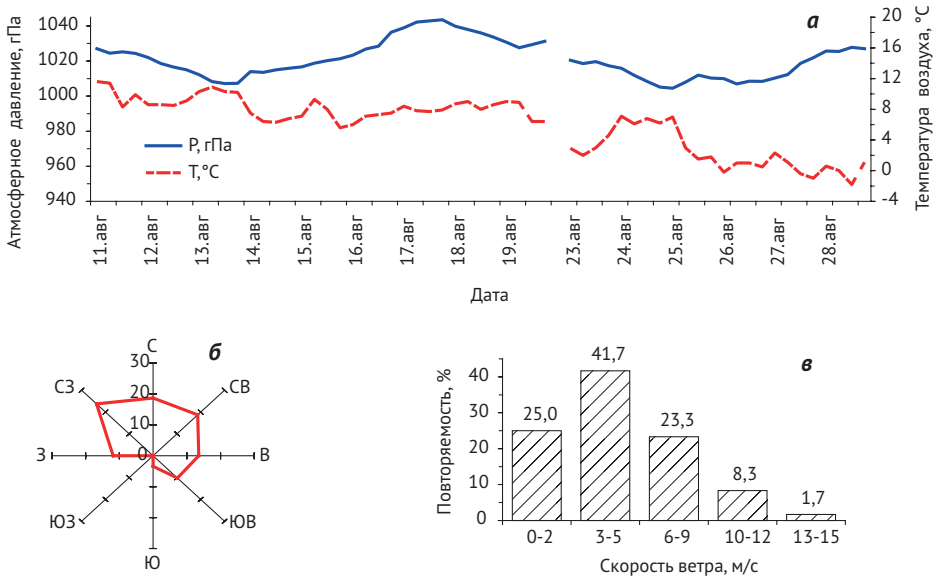

Рис. 2. Динамика атмосферного давления и температуры воздуха (а), повторяемости направления (б) и скорости ветра (в) в Чукотском море в августе 2019 г.

через Берингов пролив. В границах южного полигона гидрологический и гидрохимический режим формировался в результате обширного распределения тихоокеанских (беринговоморских) вод, поступающих через Берингов пролив. Они отчётливо прослеживались в слоях моря по высоким значениям температуры, максимальные значения которой достигали 9–9,5 °С. Активная циклоническая активность в июле обусловила не только поступление тёплых тихоокеанских вод, но и повышенное количество осадков в Магаданской области и на севере Якутии, и, как следствие, увеличение речного стока в Восточно-Сибирское море. Адвекция Восточно-Сибирских распреснённых вод, поступающих с запада вдоль побережья Чукотки и к северу от острова Врангеля, хорошо прослеживалась на схемах распределения температуры и солёности в поверхностном слое по низким значениям солёности (рис. 3) и гидрохимических характеристик. В северной части акватории исследований отчётливо регистрировались поверхностные арктические воды; воды холодного галоклина, слой которого увеличивался от 25–36 м в районе 72–73° с. ш. до 40–120 м к северу от 74° с. ш. и имел характерные диапазоны температуры минус 1 — минус 1,7 °С и солёности 31,0–33,0‰; воды переходной зоны; и на глубинах преимущественно от 180 м до дна воды атлантического происхождения с характерными значениями температуры более 0 °С и солёности более 34,5‰. Положение этих водных масс отчётливо прослеживалось в распределении температуры и солёности в придонном слое, а также определяло особенности пространственного распределения отдельных видов гидробионтов.

Так, в поверхностном слое к югу от 72° с. ш. температура и солёность воды варьировали от 7,6 до 9,6 °С и 31,0–32,5‰. Распространению тихоокеанских вод в западном направлении препятствовали воды Восточно-Сибирского моря. Фронтальная зона, разделяющая эти водные массы, была отчётливо выражена. В северной части Чукотского моря, к северу от 73° с. ш. температура вод на поверхности изменялась от 0,5 до 4,0 °С при солёности 26,5–29,5‰. Такое распределение было обусловлено доминированием вод арктического происхождения. На большей части этой акватории моря лёд отмечали до второй половины августа. Локальные участки пониженной температуры воды отмечали на акватории распространения плавучих льдов.

В границах северной части Чукотского моря ниже верхнего однородного слоя хорошо прослеживался слой холодного галоклина, характеризовавшийся низкими температурами (до −1,75 °С) при солёности

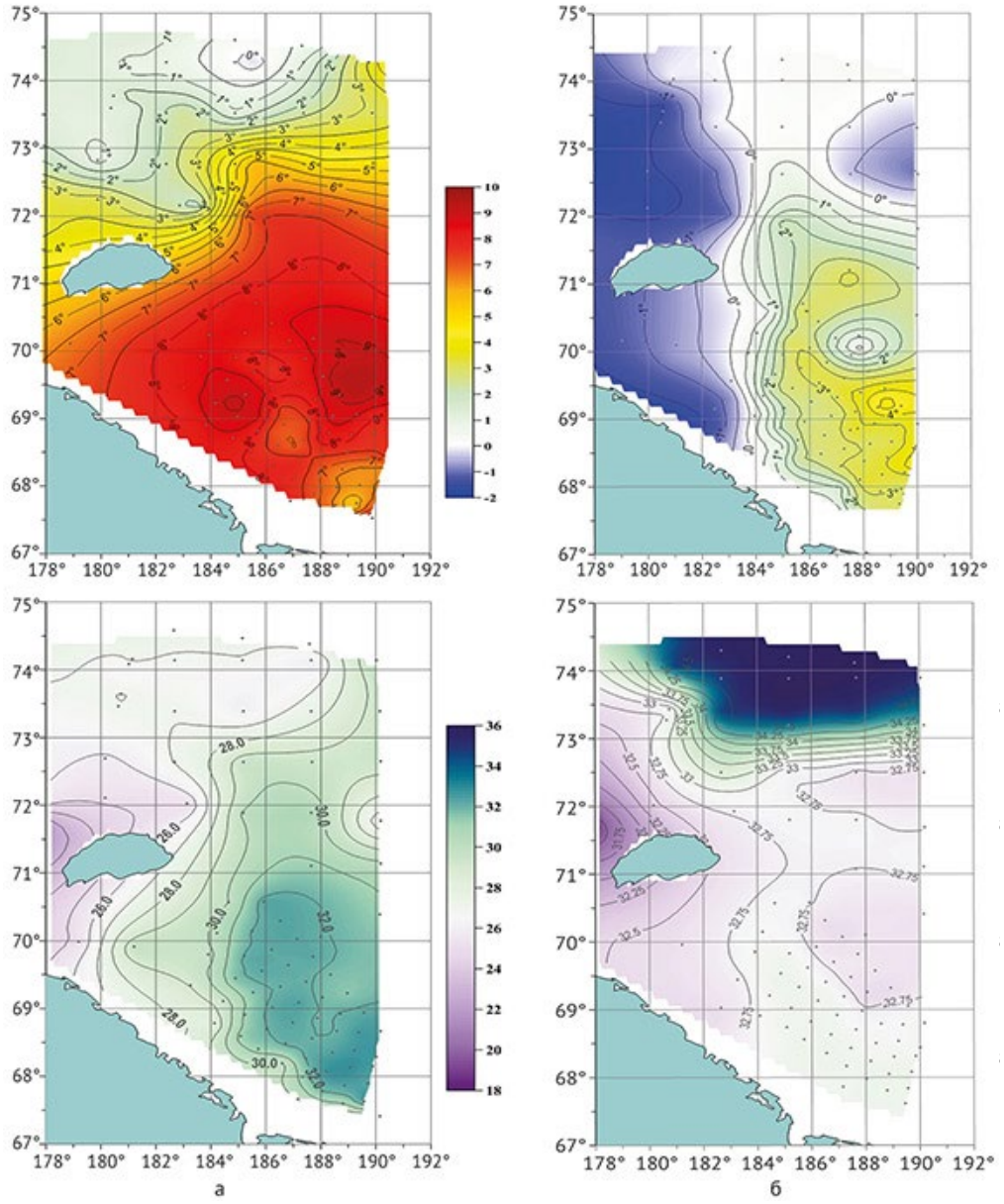

Рис. 3. Распределение температуры, °С (вверху) и солености (внизу) на поверхности (а) и придонном слое (б) Чукотского моря в августе 2019 г.

31,0–32,0‰. Величина слоя варьировала от десятков до 150 м.

В придонном слое значительную часть акватории моря, к востоку от 176° з. д. и южнее 72°30′ с. ш. занимали тёплые воды тихоокеанского происхождения, которые формировали температурный фон в пределах от 1 до 4,5 °С при солёности 32,7–32,8‰. Восточнее 178 з. д. у дна распределялись распреснённые воды Восточно-Сибирского моря с температурой ниже 0,5–1,0 °С и солёностью 31,5–32,6‰. В северной части Чукотского моря, севернее 73°30′ с. ш., на глубинах преимущественно от 180 м до дна отмечали воды атлантического происхождения с характерными значениями температуры более 0 °С и солёности более 34,5‰.

Результаты гидрохимических исследований показали, что в Чукотском море в период исследования процессы фотосинтеза лимитировались азотом, концентрации которого в фотическом слое понижались до значений аналитического нуля (рис. 4).

Концентрация кремния является трассером адвекции трансформированных тихоокеанских вод, проникающих сюда через Берингов пролив. Максимальная степень насыщения воды кислородом наблюдалась в слое пикноклина (до 158%) (рис. 5). Для опускающихся сверху клеток фитопланктона он представляет собой «жидкое дно», где их накопление создает взрывной рост концентрации растворённого кислорода.

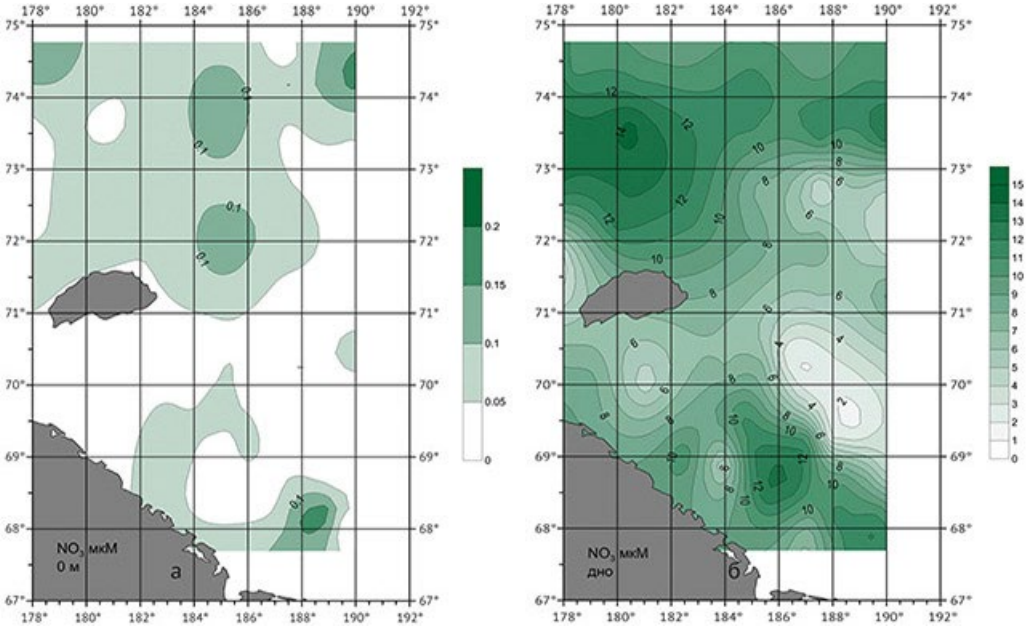

Рис. 4. Концентрация нитратного азота (мкМ) в поверхностном слое (слева) и у дна (справа)

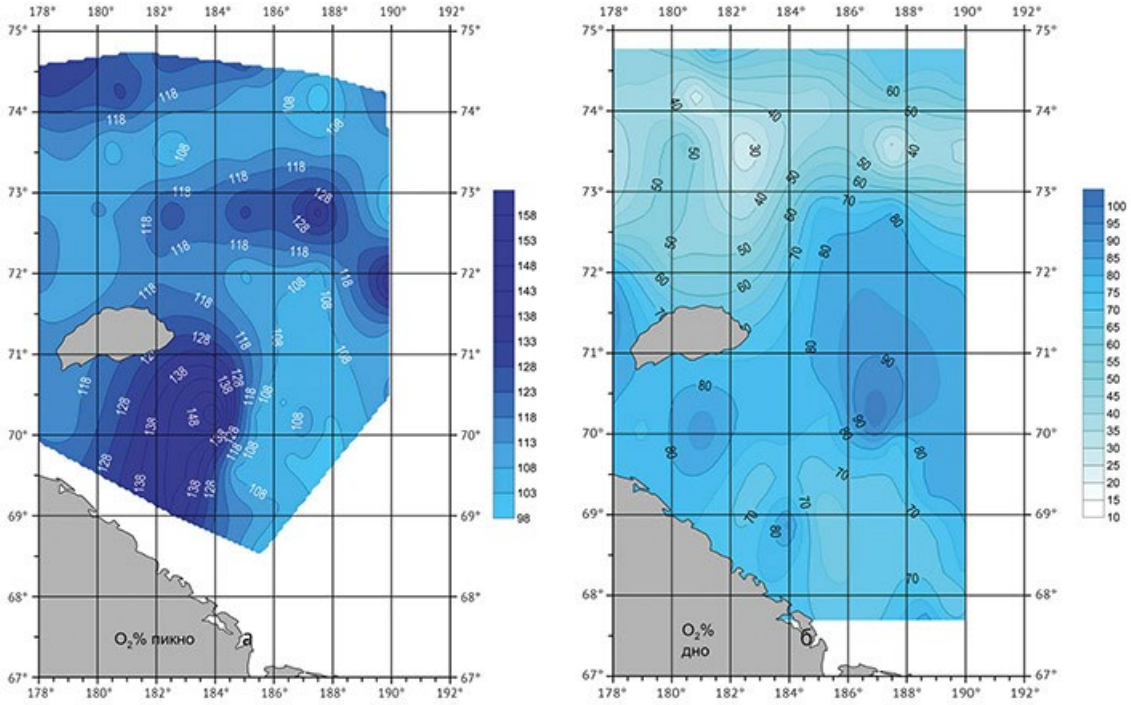

Рис. 5. Концентрация кислорода (% насыщения) в слое пикноклина (слева) и у дна (справа) в Чукотском море в августе 2019 г.

Обнаружены очень низкие концентрации кислорода в придонном слое (1,5 мл/л, 12% насыщения на глубине 43 м) в северо-западной части Чукотского моря, которые, вероятно, не обусловлены биологическими процессами, а возможно являются следами метановых сипов.

Гидробиологические исследования. Высокая продуктивность мезопланктона в Чукотском море обеспечивается, главным образом, притоком беринговоморских вод. Огромное количество воды, тепла, биогенов, фито- и зоопланктона заносится в Чукотское море через Берингов пролив. Арктическая фауна в существенно меньшем количестве заносится в море со стороны Северного Ледовитого океана и через пролив Лонга Восточно-Сибирским течением. Тёплое атлантическое течение приносит вселенцев из Атлантики. Чукотское море является зоной выселения для большинства представителей тихоокеанской фауны, как результат — биомасса мезопланктона снижается с юга на север по мере удаления от Берингова пролива. Южная часть моря существенно богаче севера как в качественном, так и количественном отношении.

В период проведения исследований цветение фитопланктона наблюдалось только в его северной части, где отмечался весенний вегетационный период. В южной части на большей части акватории вегетация фитопланктона закончилась и наблюдался летний период. Основу цветения сетного фитопланктона на северном полигоне формировали диатомовые рода *Chaetoceros*, а на южном — *Coscinodiscus* sp. и *Thalassiosira* sp.

Средняя биомасса мезопланктона на всей акватории составила 766,2 мг/м^3, на севере общий уровень биомассы (535 мг/м^3) оказался в два раза ниже, чем на юге (997 мг/м). Основу мезопланктона составляли щетинкочелюстные 37,2% и копеподы 36,9%.

Сообщество копепод на акватории было представлено несколькими доминирующими видами. Особого внимания заслуживает массово распространённый арктическиий вид копепод *Calanus glacialis*. Считается, что на акватории Чукотского моря обитают две раздельные популяции этого вида. Одна — приносная с водами Берингова моря и другая — местная, продукция которой определяется климатическими и океанологическими особенностями региона в конкретном году. В целом, потепление климата оказывает негативное влияние на продукционные способности местной популяции. В период наших исследований биомасса копепод на севере и юге была, соответсвенно, 79 и 53 мг/м^3.

Высокая биомасса мезопланктона на юге была обусловлена приносным глубоководным океаническим видом *Eucalanus bungii* (119 мг/м^3) и представитеями рода *Neocalanus* (62 мг/м^3). На севере определённый вклад в биомассу внесли атлантические *Calanus finmarchicus* (20 мг/м^3) и арктические *Calanus hyperboreus* (22 мг/м^3) копеподы. Мелкий поверхностный вид *Pseudocalanus minutus* входил в тройку доминирующих видов, его биомасса на юге была 93 мг/м^3, на севере — 32 мг/м^3. Мелкие виды копепод *Oithona similis* и *Metridia longa* встречались только на северном полигоне, их биомаса составляла 7–8 мг/м^3.Также как и копеподы, эвфаузииды *Thysanoessa raschii* и *Thysanoessa inermis* встречались на всей акватории (средняя биомасса 68 мг/м^3), в южной части их биомасса (111 мг/м^3) была в четыре раза выше, чем в северной (23 мг/м^3). Гипериды *Themisto libellula* встречались только на севере, их биомасса составила 23 мг/м^3.

В период проведения съёмки в уловах донных тралений было идентифицировано 167 видов донных беспозвоночных, принадлежащих к разным систематическим группам. Общая биомасса тралового бентоса (мегабентоса) изменялась от 4,8 до 900,2 кг за часовое траления. Средняя биомасса траловых приловов бентоса составляла 82,8 кг на час траления.

Основу траловых уловов в Чукотском море составлял краб-стригун опилио *Chionoecetes opilio* (43,7%) и 16 видов морских звезд, суммарно составивших 28,9% от общей массы бентоса в уловах. Помимо Asteroidea, среди иглокожих довольно значительную группу составили Ophiuroidea (4%). Следующую по величине прилова

группу составили гидроиды (14,4%), среди которых 85,9% пришлось на медуз. Суммарная доля моллюсков составила 3,5%, соотношение брюхоногих (1,6%) и двустворчатых (1,8%) моллюсков было примерно равным. Полихеты и другие черви в уловах составили 2,0%. Относительное количество других групп беспозвоночных в траловых уловах в Чукотском море оказалось незначительным — суммарно около 1,5%.

Доля краба-стригуна опилио в уловах на различных траловых станциях варьировала от 0,3 до 97,2%, его частота встречаемости составила 100%, а уловы — от 0,4 до 244 кг за час траления, в среднем 17,6 кг. Основу уловов составляли непромысловые самцы (71,5%) и самки (27,9%), доля промысловых самцов (самцы с шриной карапакса (ШК) от 80 мм) — всего 0,6%.

Данный вид был широко распространён на всей акватории Чукотского моря (рис. 6), но наиболее плотные скопления и непромысловые самцы, и самки образовывали на мелководных участках к югу от 70° с. ш. и восточнее 174° з. д. Промысловые самцы чаще встречались в уловах на глубоководных участках у северо-западной границы обследованного района.

Общая численность промысловых самцов на всём обследованном участке составила 6,4 млн экз. или 1,6 тыс. т, непромысовых самцов — 891,4 млн экз. или 38,3 тыс. т, самок — 332,7 млн экз. или 10,7 тыс. т. (табл. 1).

ШК самцов краба-стригуна опилио изменялась от 7 до 106 мм, в среднем — 49,3 мм, модальную группу составили самцы с ШК 50–54 мм, доля промысловых среди самцов — 0,86%, средняя ШК промысловых самцов — 85,8 мм. ШК самок составляла от 18 до 69 мм, в среднем — 44,1 мм, модальный размер — 45–49 мм.

Ихтиологические исследования. Видовой состав ихтиофауны шельфа Чукотского моря не превышает нескольких десятков видов, часть из которых являются временными обитателями, заносимыми через Берингов пролив. При продвижении в направлении с юга на север видовое разнообразие изменялось, и бореальные виды замещались некоторыми арктическими. Всего в Чукотском море за период съёмки было зарегистрировано 44 вида рыб, что существенно больше, чем было отмечено в 2010 г. [Рейсовый отчет…, 2010], но меньше, чем в 2018 г. [Рейсовый отчет…, 2018] и может быть связано с различной локализацией и площадью районов исследований в разные годы.

В целом, на всей акватории исследований по числу видов доминировали представители семейства рогатковых Cottidae — 10 видов, бельдюговых Zoarcidae — 8 видов, морских слизней Liparidae — 6 видов, тресковых Gadidae — 5 видов, камбаловых Pleuronectidae — 4 вида и лисичковых Agonidae — 4 вида. В тоже время в уловах на северном полигоне были зарегистрированы представители арктической ихтиофауны, такие как *Aspidophoroides olrikii, Triglops nybelini, Careproctus reinhardti, Arctogadus glacialis, Lycodes pallidus, Lycodes frigidus* и др.

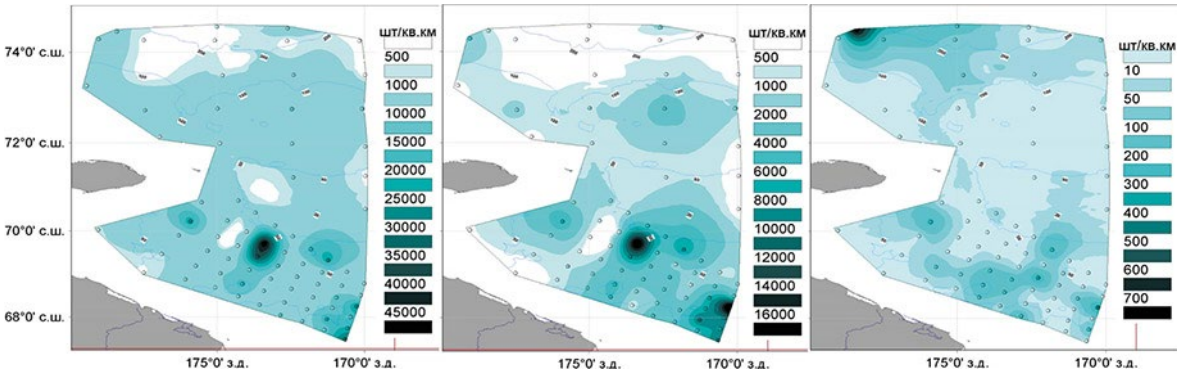

Рис. 6. Распределение плотности запаса (экз/км^2) непромысловых самцов (слева), самок (в центре) и промысловых самцов (справа) краба-стригуна опилио в Чукотском море в августе 2019 г.

Видами с высокой частотой встречаемости как на южном, так и на северном полигонах были минтай *Theragra chalcogramma* — 100 и 66,7%, сайка *Boreogadus saida* — 89,3 и 100% и северная палтусовидная камбала *Hippoglossoides robustus* — 89,3 и 95,8%, соответственно. Эти же три вида составляли основу уловов. По биомассе в уловах преобладал минтай, а по численности — сайка (табл. 1). Достаточно часто в уловах встречалась мойва *Mallotus villosus* (39,3%, на южном и 29,2% на северном) и пятнистый лептоклин *Leptoclinus maculatus* (41,1 и 25,0%, соответственно). На южном полигоне частота встречаемости нескольких видов также была высокой: арктический шлемоносец *Gymnocanthus tricuspis* (75%), люмпен Фабриция *Lumpenus fabricii* (48,2%), тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii* (48,2%), бородавчатый керчак *Myoxocephalus verrucosus* (41,1%) и тихоокеанская треска *Gadus macrocephalus* (35,7%). На северном полигоне эти виды либо не встречались совсем, либо отмечались гораздо реже. На северном полигоне чаще других в уловах отмечались представители семейства бельдюговых, рогатковых и морских слизней. Остальные виды встречались в уловах единично и редко.

Минтай встречался практически на всей обследованной акватории, отсутствуя только в самой северной её части (рис. 7). Наиболее плотные скопления взрослых особей отмечались к юго-востоку от о. Врангеля в зоне действия тёплых водных масс тихоокеанского происхождения, проникающих в Чукотское море через Берингов пролив. Наибольшее количество молоди также отмечалось в уловах юго-восточнее о. Врангеля.

Сайка встречалась в уловах практически на всей обследованной акватории, отсутствуя лишь на нескольких станциях к северо-западу от Берингова пролива (рис. 8). Максимальные её уловы отмечались к югу от о. Врангеля и в северо-западной части обследованного района в зоне влияния водных масс Восточно-Сибирского моря.

Палтусовидная камбала зарегистрирована в подавляющем числе донных тралений, отсутствуя лишь на нескольких самых западных станциях обследованной акватории (рис. 8). Максимальные её уловы были характерны к северу от Берингова пролива в зоне действия тёплых водных масс тихоокеанского происхождения.

По результатам расчётов, основанных на данных донной траловой съёмки, биомасса крупного минтая составила 890 тыс. т, что

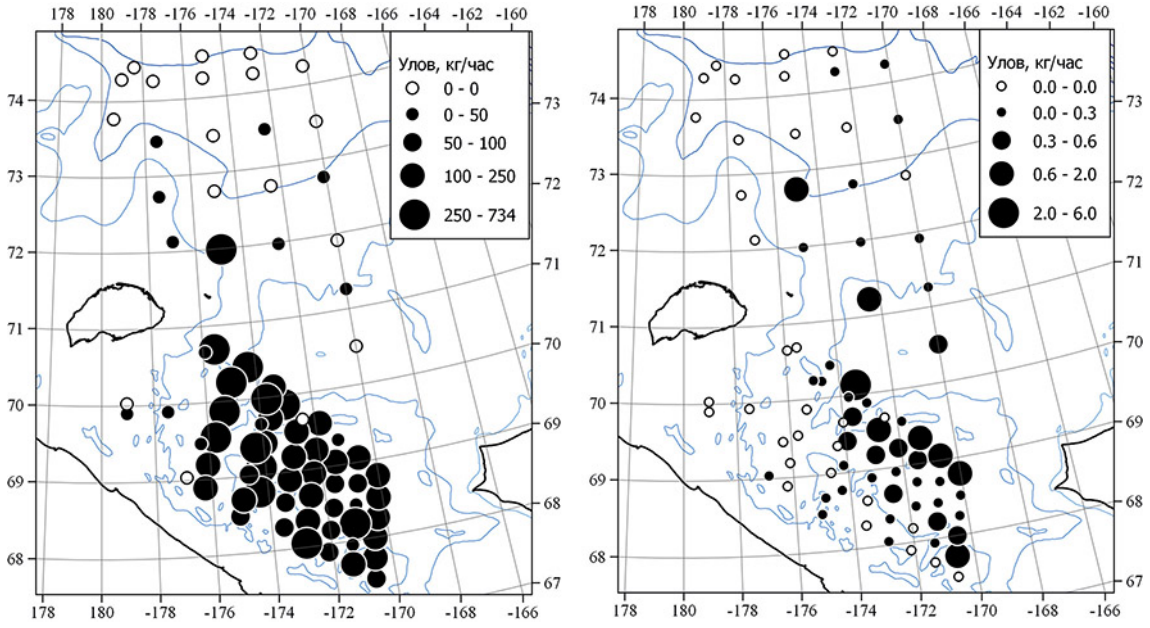

Рис. 7. Пространственное распределение уловов взрослого (слева) и молоди (справа) минтая в Чукотском море в августе 2019 г.

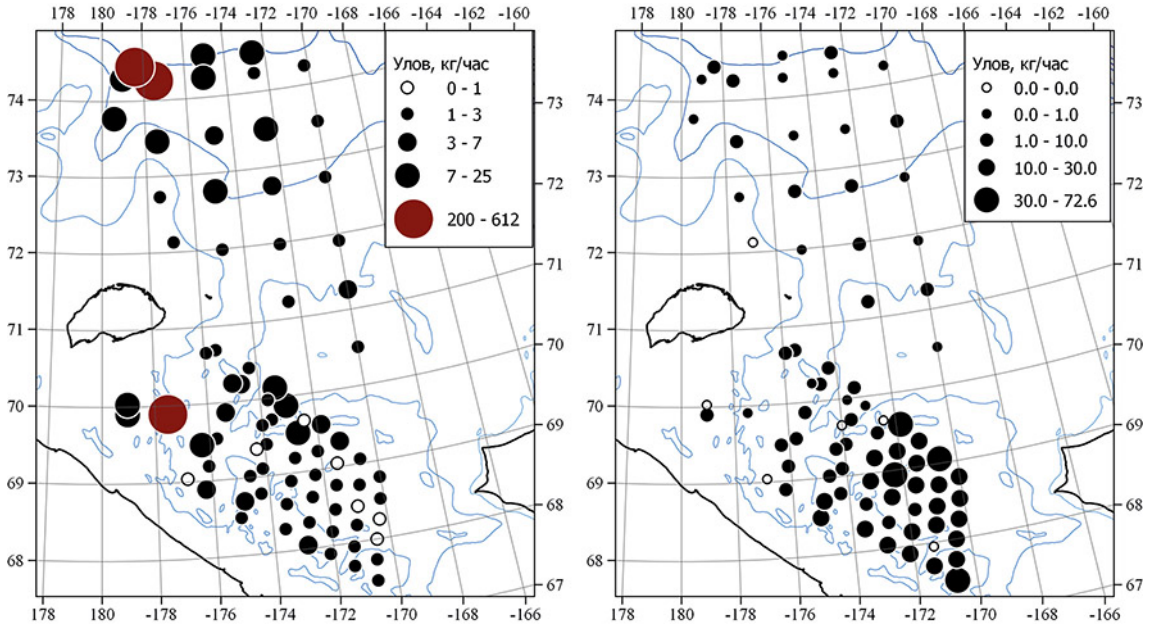

Рис. 8. Пространственное распределение уловов сайки (слева) и северной палтусовидной камбалы (справа) в Чукотском море в августе 2019 г.

выше показателей предшествующей съёмки 2018 г. [Рейсовый отчет…, 2018] более чем в 28 раз. Оценённые биомассы сайки и палтусовидной камбалы также были значительно выше оценок 2018 г. и составили 117,4 и 42 тыс. т, соответственно (табл. 1).

Трофологические исследования. Всего на акватории съёмки было проанализировано на питание 14 видов рыб (4 пелагических и 10 донных). Данные по питанию двух наиболее массовых видов минтая и сайки представлены ниже.

Высокая биомасса минтая и сайки на акватории Чукотского моря является свидетельством благоприятных кормовых условий. Здесь нагуливается и подрастает как их молодь, так и взрослые особи. Молодь питается планктоном, крупные особи — типичные хищники, их главным пищевыми объектами становятся различные виды рыб: сайка, мойва, минтай, люмпены, бычки. Пространственное распределение состава пищи минтая и сайки (рис. 9) наглядно демонстрирует места их основного откорма. Отмечено большое разнообразие состава пищи обоих видов, которая включала планктон, бентосных беспозвоночных и рыбу.

Молодь минтая — типичный планктофаг, в её пищевом спектре присутствовал только планктон с преобладанием копепод и эвфаузиид. 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 составляла 36%, у размерной группы 60–70 см — 66,2%. Доля бентоса в рационе крупного минтая длиной более 50 см составляла 13–15%. У всех размерных групп половозрелого минтая интенсивность питания была высокой — 235–332‰. Суточный пищевой рацион (СПР) у минтая длиной 50–60 см и 60–70 см составлял 3,4 и 4,7%, соответственно.

Основу пищи разноразмерной сайки составлял планктон, среди которого преобладали копеподы, эвфаузииды и гипериды. Как и у минтая, доля рыбной составляющей в пище увеличивалась с размерами особей от 0% у сайки длиной 5–10 см до 19,8% у рыб длиной 20–25 см. Интенсивность питания мелкой и среднеразмерной сайки была высокой 186–236‰, а у крупных особей средней — 71‰. СПР у разноразмерной сайки изменялся от 2,5 до 9,4%.

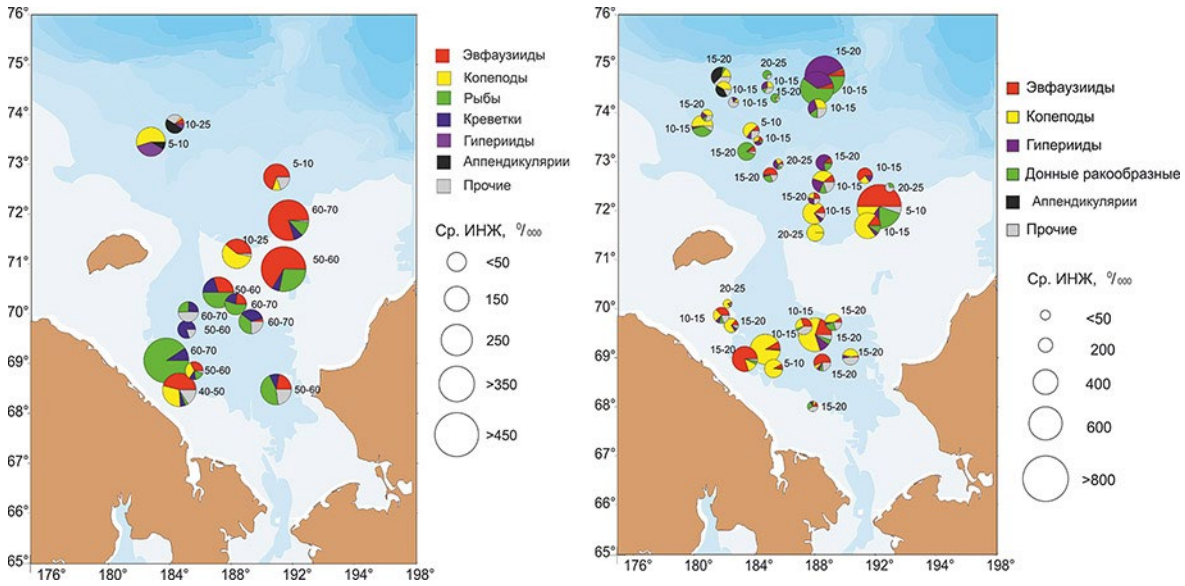

Рис. 9. Состав пищи минтая (слева) и сайки (справа) на шельфе Чукотского моря в августе 2019 г. (диаметр кругов соответствует среднему индексу наполнения желудков, цифрами обозначены размерные группы, см)

Акустические исследования. Сайка встречалась практически во всех уловах на всей акватории съёмки, за исключением нескольких тралений на южном полигоне. В южной, более мелководной части, наиболее плотные концентрации наблюдались в юго-западной части акватории в виде косяков в горизонте от 25 м до грунта при глубине моря 50–51 м. Значение s_A составило 2280 м^2/миль^2 на 5 миль (рис. 10).

В северной части на северо-западе акватории отмечались плотные скопления сайки

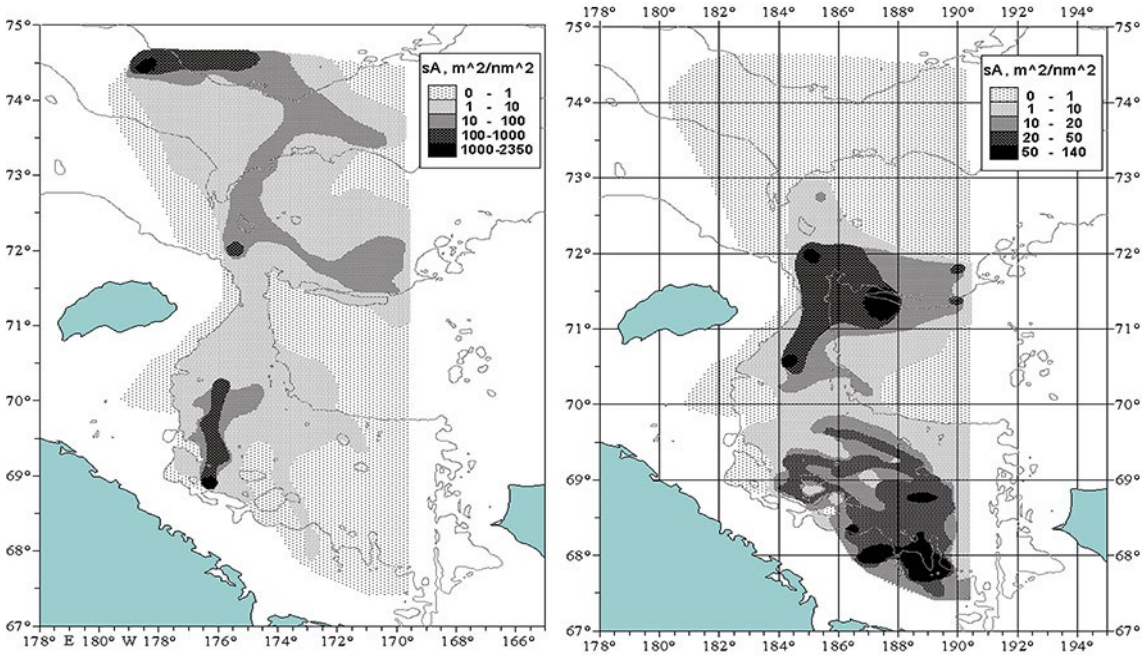

Рис. 10. Распределение сайки (слева) и минтая (справа) в Чукотском море в августе 2019 г. по акустическим данным

на грунте и до 50–70 м над ним при глубинах моря более 150 м. Значение sA варьировало от 112 до 2320 м^2/миль^2 на 5 миль. Численность сайки на всей исследуемой акватории составила 9349,4 млн экз., биомасса — 205,99 тыс. т.

Минтай на акватории съёмки встречался вплоть до 73°30′ с. ш. Основные концентрации отмечались в южной, более тёплой части района исследований (рис. 10). Однако самые плотные скопления (и наиболее крупные уловы) отмечены в южной части северного полигона. Чаще всего показания минтая регистрировались у грунта и до 20–30 м над ним как одиночными целями, так и в скоплениях, реже — в смешанных скоплениях с молодью других рыб. Максимальное значение s_A составило 140 м^2/миль^2 на 5 миль. Характер и плотность эхозаписей в местах тралений не соответствовали величине уловов, что свидетельствует о распределении минтая у грунта в невидимой для эхолота зоне. Численность и биомасса минтая на акватории съёмки по акустическим данным составила 241,6 млн экз. и 398,4 тыс. т, соответственно.

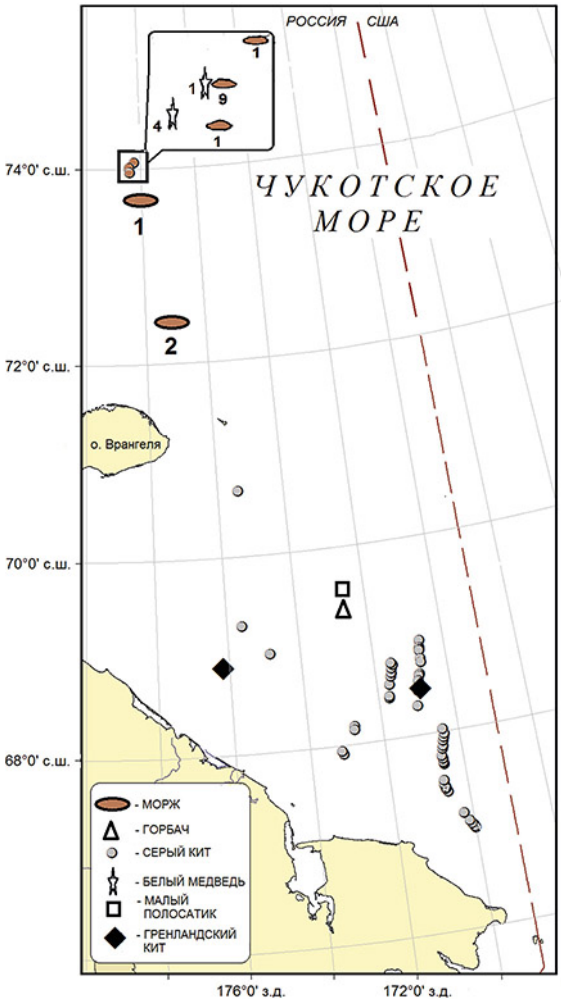

Рис. 11. Места встреч морских млекопитающих в Чукотском море в августе 2019 г. (цифрами на выноске возле значков указано число особей моржа и белого медведя)

Наблюдения за морскими млекопитающими. За рассматриваемый период в целом по морю общее число встреченных животных составило 133 экземпляра. Отмечены шесть видов морских млекопитающих, относящихся к пяти семействам (табл. 2).

Чаще всех в районе исследований встречался серый кит (рис. 11, табл. 2). За одно наблюдение одновременно встретилось максимум 8 китов, среднее число особей составило 2,4. Остальные киты отмечались единично. Все виды китов зарегистрированы исключительно в южной части моря. Самый многочисленный серый кит придерживался юго-восточной части обследованного полигона, ближе к Беринговому проливу. В точке с координатами 68°33′ с. ш. 170°54′ з. д. по мно-

Таблица 2. Видовой и количественный состав морских млекопитающих в Чукотском море в августе 2019 г. по данным визуальных наблюдений

Семейство, вид	Число	
	встреч	особей
Серые киты Eschrichtiidae		
Серый кит *Eschrichtius robustus*	50	110
Гладкие киты Balaenidae		
Гренландский кит *Balaena mysticetus*	2	2
Полосатики Balaenopteridae		
Горбач *Megaptera novaeangliae*	1	1
Малый полосатик *Balaenoptera acutorostrata*	1	1
Моржовые Odobenidae		
Морж *Odobenus rosmarus*	5	14
Медвежьи Ursidae		
Белый медведь *Ursus maritimus*	2	5
Итого	**61**	**133**

гочисленным мутным серо-зеленоватым пятнам из ила и песка в поверхностном слое воды установлено, что в данном месте в радиусе 15–20 миль киты активно питались у дна (глубина 40–50 м). Их присутствие и поведение выдавали также стаи круживших над ними тонкоклювых буревестников. Моржи и белые медведи придерживались северной части моря, что объяснялось присутствием там льда (субстрата для передвижения, охоты и отдыха). Эти животные дважды были встречены непосредственно на льдинах, причём в единственном месте на всей обследованной акватории моря, где наблюдался плавучий лёд.

Литература

Аксютина З.М. 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищ. пром-сть. 292 с.

Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2006. Новая географическая информационная система «КартМастер» для обработки данных биоресурсных съемок // 7–я Всерос. конф. по пром. беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова): Тез. докл. М.: Изд-во ВНИРО. С. 18–24.

Волков А.Ф. 2008. Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию нектона (пошаговые инструкции) // Известия ТИНРО. Т. 154. С. 405–416.

Зырянов С.В. 2004. Сбор и первичная о браб тка 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. 2-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во ВНИРО. С. 93–96.

Методическое пособие по проведению инструментальных съёмок запасов промысловых гидробионтов в районах исследований ПИНРО. 2006. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 163 с.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть. 376 с.

Рейсовый отчет о результатах экспедиции НИС «ТИНРО» в Берингово и Чукотское моря 25 июня — 13 ноября 2010 г. 2010. Архив КамчатНИРО. Инв. № 8368. Владивосток: ТИНРО-Центр. 478 с.

Рейсовый отчет о результатах экспедиции в Чукотское море НИС «ТИНРО» 31 августа — 10 сентября 2018 г. 2018. Архив ТИНРО-Центра. Инв. № 28249. Владивосток: ТИНРО-Центр, 143 с.

Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промыслов районов Мирового океана. 2003. М.: Изд-во ВНИРО. 202 с.

Чучукало В.И. 2006. Питание и пищевые отношения нектона и нектобентоса в дальневосточных морях. Владивосток: ТИНРО-Центр. 484 с.

Поступила в редакцию 09.01.2020 г.

Trudy VNIRO 2019. Vol. 178

Information

Fisheries research in the Chukchi Sea at the RV «Professor Levanidov» in August 2019: some preliminary results

A.M. Orlov[1,2,3,4], A.N. Benzik[5], E.V. Vedishcheva[1], S.V. Gafitsky[6], K.M. Gorbatenko[6], S.V. Goryanina[1], V.L. Zubarevich[1], K.V. Kodryan[1], M.A. Nosov[5], S. Yu. Orlova[1], A.P. Pedchenko[1,8], M.O. Rybakov[5], A.M. Sokolov[5], A.A. Somov[6], S.N. Subbotin[6], M. Yu. Taptygin[5], Yu.L. Firsov[5], A.S. Khleborodov[6], V.G. Chikilev[7]

[1] Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow, Russia
[2] Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (FSBIS «CIBR DSC RAS»), Makhachkala, Russia
[3] Tomsk State University (FSBEI HE «TSU»), Tomsk, Russia
[4] Dagestan State University (FSBEI HE «DTU»), Makhachkala, Russia
[5] Polar branch of FSBSI «VNIRO» («PINRO»), Murmansk, Russia
[6] Pacific branch of FSBSI «VNIRO» («TINRO»), Vladivostok, Russia
[7] Department of Scientific Research of Bioresources of Internal Reservoirs and Waters Adjacent to the Chukotka of the Pacific branch of FSBSI «VNIRO» («ChukotNIO»), Anadyr, Russia
[8] Russian State Hydrometeorological University (FSBEI HE «RSHU»), Saint Petersburg, Russia

Oceanographic, planktonic, trawl and acoustic surveys were conducted in the Chukchi Sea in August 2019 at the research vessel "Professor Levanidov". The hydrological and hydrochemical regime was formed under the influence of the spread of Pacific waters coming through the Bering Strait; East Siberian desalinated waters — from the west along the coast and to the north of Wrangel island; and waters of Arctic origin. North of 73°30′N, waters of Atlantic origin with characteristic temperatures higher 0 °C and salinity over 34.5‰ were observed at the depths mainly from 180 m to the bottom, which were clearly traced in the distribution of bottom temperature, salinity and hydrochemical characteristics. The oxygen saturation of water in the surface layer within the entire studied area exceeded 100%, the maximum values — in the pycnocline layer (158%). The processes of photosynthesis were limited by mineral nitrogen, the onset of summer was evidenced by its minimum in the surface layer. Mesoplankton biomass was high with predomination of chaetognaths and copepods, euphausiids were second in rank; in the southern part of the sea biomass was twice as high as in the north. In the northern part, there was an intense phytoplankton bloom, a large number of nauplias and copepodites of the early stages of development, which formed a spring complex. In the southern part, low concentrations of phytoplankton observed, copepods were represented by older age groups, which is typical for the spring-summer period. The catch was dominated by the Tanner crab, accounting for about 50%. Sea stars and the brittle stars were of secondary importance, with polychaetes, sponges and gastropods to a lesser extent. 44 species of fish were found in the catches, and representatives of the families Cottidae, Zoarcidae, Liparidae, Gadidae, Pleuronectidae, and Agonidae dominated. The biomass of large walleye pollock was 890 thousand tons, that of polar cod 117 thousand tons, and Bering flounder 42 thousand tons. According to acoustic data, the abundance and biomass of pollock within the survey area was 242 million inds. and 398 thousand tons, polar cod — 9349 million inds. and 206 thousand tons, respectively. The daily ration of a large pollock varied from 3.4% to 4.7%, and that of polar cod from 2.5 to 9.4% for a different-sized fish. Of the marine mammals, the grey whale was most often found near the Bering Strait, while walruses and polar bears were observed in the northern part of the sea.

DOI: 10.36038/2307-3497-2019-178-206-220

REFERENCES

Aksyutina Z.M. 1968. Elementy matematicheskoj ocenki rezul'tatov nablyude-nij v biologicheskih i rybohozyajstvennyh issledovaniyah. M.: Pishch. prom-st'. 292 s.

Bizikov V.A., Goncharov S.M., Polyakov A.V. 2006. Novaya geograficheskaya informacionnaya sistema «KartMaster» dlya obrabotki dannyh bioresursnyh s"emok // 7-ya Vserossijskaya konferenciya po promyslovym bespozvonochnym (pamyati B.G. Ivanova): Tez. dokl. M.: Izd-vo VNIRO. S. 18–24.

Chuchukalo V.I. 2006. Pitanie i pishchevye otnosheniya nektona i nektobentosa v dal'nevostochnyh moryah. Vladivostok: TINRO-Centr. 484 s.

Metodicheskoe posobie po provedeniyu instrumental'nyh s"yomok zapasov pro-myslovyh gidrobiontov v rajonah issledovanij PINRO. 2006. Murmansk: Izd-vo PINRO. 163 s.

Pravdin I.F. 1966. Rukovodstvo po izucheniyu ryb. M.: Pishch. prom-st'. 376 s.

Rejsovyj otchet o rezul'tatah ekspedicii NIS «TINRO» v Beringovo i Chukotskoe morya 25 iyunya — 13 noyabrya 2010 g. 2010. Arhiv KamchatNIRO. Inv. № 8368. Vladivostok: TINRO-Centr, 478 s.

Rejsovyj otchet o rezul'tatah ekspedicii v Chukotskoe more NIS «TINRO» 31 avgusta — 10 sentyabrya 2018 *g.* 2018. Arhiv TINRO-centra. Inv. № 28249. Vladivostok: TINRO-centr, 143 s.

Rukovodstvo po himicheskomu analizu morskih i presnyh vod pri ekologicheskom monitoringe rybohozyajstvennyh vodoemov i perspektivnyh dlya promys-lov rajonov Mirovogo okeana. 2003. M.: Izd-vo VNIRO. 202 s.

Zyryanov S.V. 2004. S bor i pervichnaya o brabotka biologicheskoj informacii po morskim mlekopitayushchim // Izuchenie ekosistem rybohozyajstvennyh vodoyomov, sbor i obrabotka dannyh o vodnyh biologicheskih resursah, tekhnika i tekhnologiya ih dobychi i pererabotki. Vypusk 1. Instrukcii i metodicheskie rekomendacii po sboru i obrabotke biologicheskoj informacii v moryah evropejskogo Severa i Severnoj Atlantiki. 2-e izd., ispr. i dop. M.: Izd-vo VNIRO. S. 93–96.

Figure captions

Fig. 1. The route of the RV «Professor Levanidov» and the position of trawl (▲) and oceanological stations (○) in the Chukchi Sea in August 2019.

Fig. 2. Dynamics of atmospheric pressure and air temperature (a), repeatability of direction (b) and wind speed (c) in the Chukchi Sea in August 2019

Fig. 3. Distribution of temperature, °C (top) and salinity (bottom) on the surface (a) and bottom layer (b) of the Chukchi Sea in August 2019.

Fig. 4. The concentration of nitrate nitrogen (microns) in the surface layer (left) and at the bottom (right).

Fig. 5. Oxygen concentration (% saturation) in the pycnocline layer (left) and at the bottom (right) in the Chukchi Sea in August 2019.

Fig. 6. Distribution of stock density (inds./km^2) of non-commercial males (left), females (center), and commercial males (right) of the Tanner crab in the Chukchi Sea in August 2019.

Fig. 7. Spatial distribution of catches of adult (left) and juvenile (right) walleye pollock in the Chukchi Sea in August 2019.

Fig. 8. Spatial distribution of catches of Polar cod (left) and Bering flounder (right) in the Chukchi Sea in August 2019.

Fig. 9. Diet composition of walleye pollock (left) and polar cod (right) on the shelf of the Chukchi Sea in August 2019 (the diameter of the circles corresponds to the average index of stomach fullness, the numbers indicate the size groups, cm).

Fig. 10. Distribution of polar cod (left) and walleye pollock (right) in the Chukchi Sea in August 2019 according to acoustic data.

Fig. 11. Sites where marine mammals observed in the Chukchi Sea in August 2019 (the numbers on the callout next to the symbols indicate the number of walrus and polar bear individuals).

Table captions

Table 1. The abundance and biomass of the main commercial species of water biological resources in the Chukchi Sea based on the results of bottom trawl surveys, 2010, 2018 and 2019 (Ky – catchability coefficient).

Table 2. Species and quantitative composition of marine mammals in the Chukchi Sea in August 2019 according to visual observations.