

Информация.  
Экспедиции ВНИРО

УДК 574.58.001.5: 629.564.5(047)(268.52)

**Некоторые предварительные результаты  
биологических исследований в Карском море на  
НИС «Профессор Леванидов» в сентябре 2019 г.***А. М. Орлов<sup>1,2</sup>, А. Н. Бензик<sup>3</sup>, М. О. Рыбаков<sup>3</sup>, М. А. Носов<sup>3</sup>, К. М. Горбатенко<sup>4</sup>,  
Е. В. Ведущева<sup>1</sup>, С. Ю. Орлова<sup>1</sup>*

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

<sup>2</sup> Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН (ФГБУН «ПИБР ДНЦ РАН»), г. Махачкала; Национальный исследовательский Томский государственный университет (ФГАОУ ВО «НИТГУ»), г. Томск; Дагестанский государственный университет (ФГБОУ ВО «ДГУ»), г. Махачкала; Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН (ФГБУН «ИПЭЭ РАН»), г. Москва

<sup>3</sup> Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИПРО» им. Н. М. Книповича), г. Мурманск

<sup>4</sup> Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИПРО»), г. Владивосток

E-mail: orlov@vniro.ru

Приведены результаты биологических исследований, выполненных на НИС «Профессор Леванидов» в сентябре 2019 г. в Карском море на глубинах 18–533 м. В период исследований цветения фитопланктона не отмечено, в планктоне почти не обнаружено меропланктона, яиц и науплиев ракообразных. Основу сообществ формировали копеподы, эвфаузииды и хетогнаты, широко встречались медузы и личинки краба-стригуна опилио. Повышенные биомассы отмечены в глубоководных районах на севере, минимальные — в распреснённых районах шельфа на юге моря. В траловых уловах из беспозвоночных доминировал краб-стригун опилио с максимальными уловами на севере моря в районе м. Желания и на юго-западе в районе Карских Ворот. Значительный вклад в биомассу бентоса вносили иглокожие и коралловые полипы. Максимальные уловы беспозвоночных отмечены в глубоководных участках моря: на севере близ мыса Желания (юг желоба Св. Анны) и юго-западе (юг Новоземельской впадины). В траловых уловах максимальным видовым разнообразием характеризовались Liparidae, Zoarcidae и Cottidae. Доминирующим по встречаемости и численности видом была сайка, максимальные концентрации которой зарегистрированы в южной части моря в районе пролива Карские Ворота. Её обилие по данным донных траловых съёмок на акватории моря в 2019 г. в сравнении с предшествующими исследованиями возросло, по акустическим данным — осталось практически на одном уровне. В большинстве уловов отмечена камбала-ёрш, биомасса которой оценена величиной 190 тыс. т. В юго-восточной части моря вблизи п-ова Ямал зарегистрирована тихоокеанская сельдь с биомассой 214 тыс. т. У побережий п-ова Ямал и Байдарацкой Губы обнаружены повышенные концентрации наваги с уловами до 115 экз. за траление. Исследованы особенности питания обычных и массовых видов рыб. Пищевые спектры и высокая интенсивность питания свидетельствуют о благоприятных условиях их нагула. Выявлены онтогенетические изменения состава пищи отдельных видов. Отмечен чрезвычайно высокий уровень каннибализма сайки.

**Ключевые слова:** Карское море, зоопланктон, бентос, ихтиофауна, трофология, акустические данные, генетические исследования.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-182-201-215

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 сентябре 2019 г. на научно-исследовательском судне «Профессор Леванидов» (судовладелец БИФ ВНИРО), в водах Карского моря были продолжены рыбохозяйственные исследования, начатые

в морях Чукотском, Восточно-Сибирском и Лаптевых. Работы проводили в период с 15 по 29 сентября 2019 г. в пределах российской исключительной экономической зоны (рис. 1). Методика проведения исследований описана в наших предыдущих работах [Орлов и др., 2019; 2020 а; 2020 б]. Всего в течение рассматриваемого периода выполнено 48 гидробиологических станций и 55 донных тралений.

**Гидробиологические исследования.** Исследования в Карском море проводились

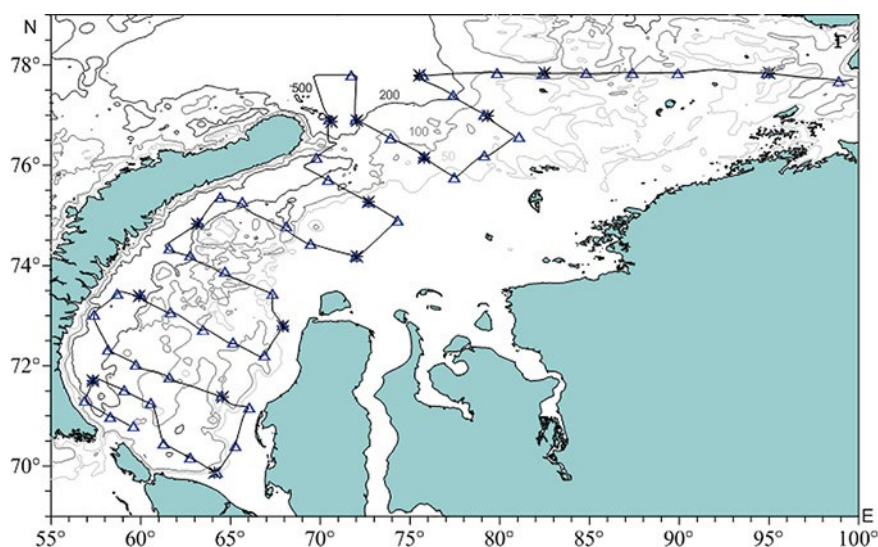


Рис. 1. Маршрут НИС «Профессор Леванидов» и положение траловых станций ( $\Delta$ ) и мест отбора проб на акваДНК ( $*$ ) в Карском море в сентябре 2019 г.

в диапазоне глубин от 18 м до 511 м, акватория съёмки была условно разделена на три участка: внутренний шельф (глубины до 100 м), внешний шельф (глубины 100–200 м) и материковый склон (глубины более 200 м) (рис. 2). При пересчёте на весь исследованный район основу зоопланктона составили копеподы — 58,5%, эвфаузииды — 15,6% и сагитты — 13,7% (табл. 2).

Гидрологические характеристики, минимальное количество меропланктона в планктонных пробах, яиц и науплиев планктонных ракообразных указывают на типично осенний период. Средняя величина биомассы планктона в шельфовой зоне изменялась от 142 до 220 мг/м<sup>3</sup>, в районах свала глубин — 238 мг/м<sup>3</sup>, в целом по всей акватории исследований — 186 мг/м<sup>3</sup> (табл. 1).

Цветения фитопланктона в Карском море не наблюдалось, средний уровень биомассы на исследованной акватории составлял

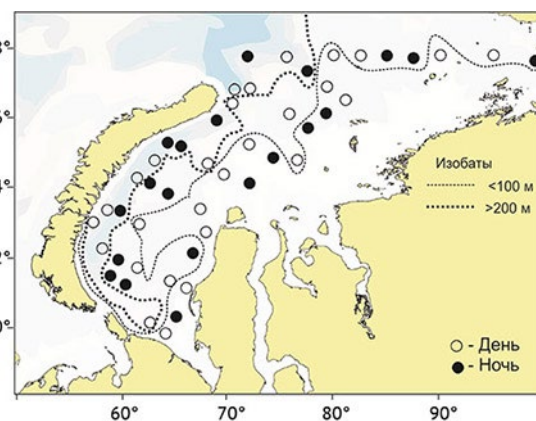


Рис. 2. Схема расположения планктонных станций

**Таблица 1.** Биомасса сетного планктона в Карском море в сентябре 2019 г., мг/м<sup>3</sup>

Биотопы	Внутренний шельф до 100 м	Внешний шельф 100–200 м	Сваловая зона 200–500 м	Весь район
Фитопланктон	0,02	0,01	0,03	0,02
Мелкая фракция	27,32	20,31	14,07	16,82
Средняя фракция	13,30	28,00	18,90	19,10
Крупная фракция	102,13	171,32	204,84	150,18
Весь зоопланктон	142,80	219,60	237,80	186,10

**Таблица 2.** Биомасса (мг/м<sup>3</sup>) и доля (%) доминирующих групп сетного зоопланктона в Карском море в сентябре 2019 г.

Биотоп	Внутренний шельф до 100 м		Внешний шельф 100–200 м		Материковый склон 200–500 м		Весь район	
	мг/м <sup>3</sup>	%	мг/м <sup>3</sup>	%	мг/м <sup>3</sup>	%	мг/м <sup>3</sup>	%
Копеподы	78,7	55,1	147,6	67,2	120,2	50,6	108,9	58,5
Эвфаузииды	1,4	1,0	24,4	11,1	58,1	24,4	29,0	15,6
Гиперииды	1,3	0,9	6,8	3,1	3,9	1,7	4,1	2,2
Сагитты	26,0	18,2	22,9	10,4	37,4	15,7	25,5	13,7
Птероподы	3,2	2,3	3,2	1,4	2,7	1,1	2,6	1,4
Медузы	17,7	12,4	9,9	4,5	9,7	4,1	9,9	5,3
Прочие	14,5	10,2	4,8	2,2	5,7	2,4	6,1	3,3
Весь зоопланктон	142,8	100,0	219,6	100,0	237,8	100,0	186,1	100,0
Число станций	16		16		16		48	

0,01–0,03 мг/м<sup>3</sup>. Остаточное цветение фитопланктона в виде единичных клеток крупных диатомовых водорослей из рода *Coscinodiscus* и перидиней *Ceratium* sp. отмечено только в северной части моря, где средняя величина биомассы фитопланктона не превышала 0,2 мг/м<sup>3</sup> (рис. 3 а).

На акватории Карского моря, как и в других исследованных морях [Орлов и др., 2019; Орлов и др., 2020 а; 2020 б], на крупную фракцию зоопланктона (рис. 3 г) приходилось 71–81% общей массы планктона. Крупную фракцию зоопланктона формировали взрослые формы копепоид *Calanus finmarchicus*, *C. glacialis*, *C. hyperboreus*, *Metridia longa* и макропланктонные эвфаузииды, хетогнаты, птероподы, медузы и другие организмы. На зоопланктон средней фракции (рис. 3 б) приходилось 8–12% от общей биомассы. Доля мелкого зоопланктона (рис. 3 в) увеличивалась в мелководных районах (до 19%), а в районах свала глубин была минимальна (до 6%). Среднеразмерная и мелкая фракции включали копепоиды

калянусов, мелкие поверхностные виды *Pseudocalanus minutus*, *Oithona similis*, младшие возрастные группы *C. finmarchicus*, *C. glacialis*, *C. hyperboreus*, *M. longa*.

**Копеподы.** В планктонных пробах повсеместно преобладали копепоиды, их доля составляла 50–67% от общей биомассы планктона. На шельфе преобладали *C. glacialis* и *C. finmarchicus*, на свале — *M. longa*. В сваловой зоне постоянно встречались крупные виды копепоид *Pareuchaeta glacialis* и *Gaidius* sp. Максимальные концентрации копепоид (более 300 мг/м<sup>3</sup>) были сосредоточены в северо-восточной части моря (рис. 4 а).

**Эвфаузииды.** На обследованной акватории встречались повсеместно (рис. 4 б) с максимальными концентрациями в сваловой зоне и были представлены тремя видами: *Thysanoessa inermis*, *Th. raschii* и *Th. longicaudana*.

**Гиперииды.** На акватории съёмки были представлены тремя видами (рис. 4 в), преобладали гиперииды из рода *Themisto* (*T. llibellula*, *T. abyssorum*), на мелководных

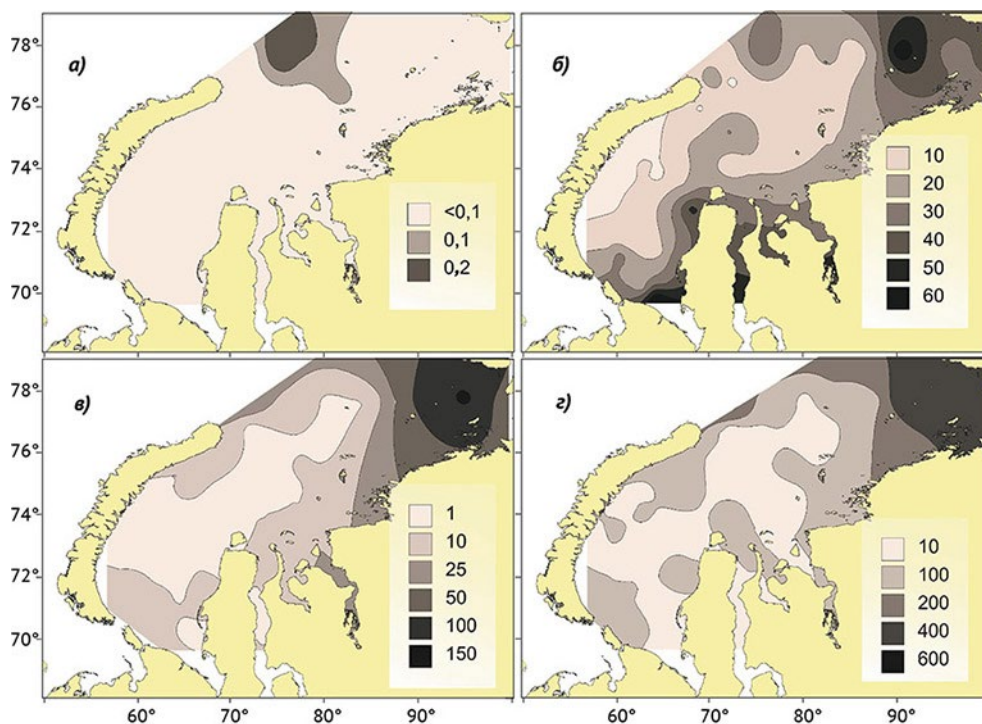


Рис. 3. Распределение сетного планктона в эпипелагиали Карского моря ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ): а — фитопланктон; б — мелкая фракция; в — средняя фракция; г — крупная фракция

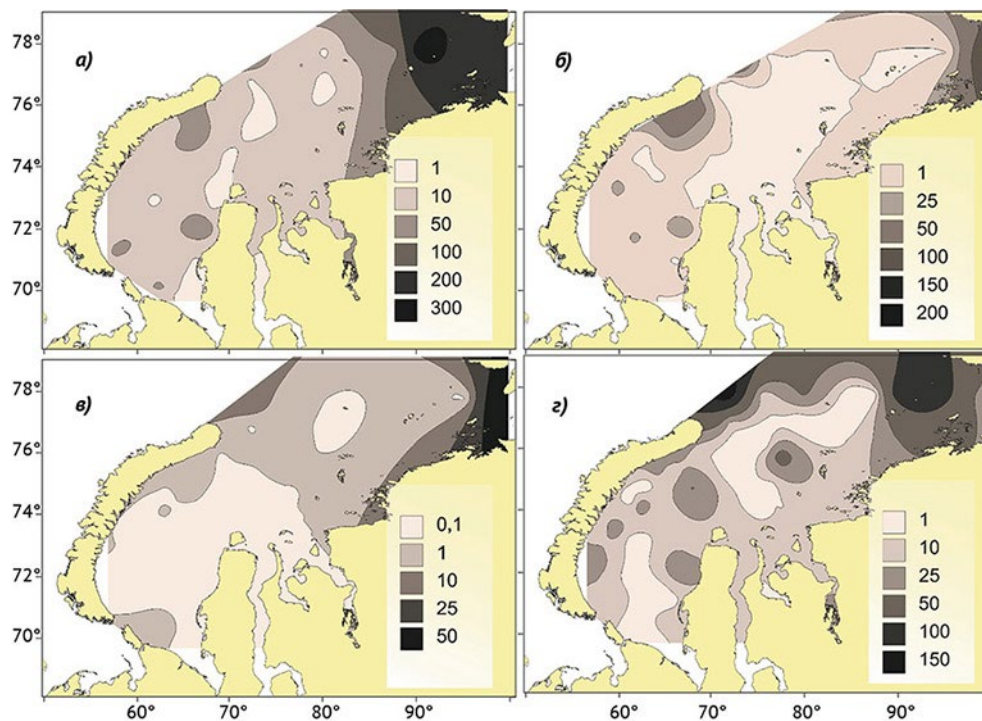


Рис. 4. Распределение доминирующих групп зоопланктона на акватории Карского моря в сентябре 2019 г.,  $\text{мг}/\text{м}^3$ : а) — копеподы, б) — эвфаузииды, в) — гиперииды, г) — сагитты

участках в минимальных концентрациях отмечалась *Hyperia galba*.

**Хетогнаты.** Щетинкочелюстные были третьей доминирующей по биомассе группой в планктоне, представлены двумя видами *Sagitta elegans* и *Flaccisagitta maxima*, средняя величина их биомассы составляла 25,4 мг/м<sup>3</sup>. Наиболее высокие концентрации были сосредоточены в сваловой зоне (рис. 4 г).

Среди других представителей крупного планктона встречались медузы, птероподы, остракоды, мизиды, гамариды, аппендикулярии и личинки декапод. Среди медуз, которые встречались по всей акватории (рис. 5 а), преобладали *Sarsia flammea* и *Aglantha digitale*. Декаподы в планктонных пробах были представлены личинками краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio*, основ-

ные концентрации которого находились в глубоководной части исследованного района (рис. 5 б).

**Траловый бентос.** В ходе исследований в Карском море проанализирован прилов бентосных беспозвоночных с 55 траловых станций. Траления велись на участках в широком диапазоне глубин: от мелководных, с глубинами от 20 м, на юго-востоке моря до глубоководных желобов, идущих вдоль восточного побережья Новой Земли, с глубинами до 450 м.

В период проведения съемки на акватории Карского моря в траловых уловах было идентифицировано более 110 видов беспозвоночных, относящихся к различным систематическим группам. Общая биомасса бентоса изменялась от 0,2 до 107 кг/миля при среднем значении — 20 кг/миля (табл. 3).

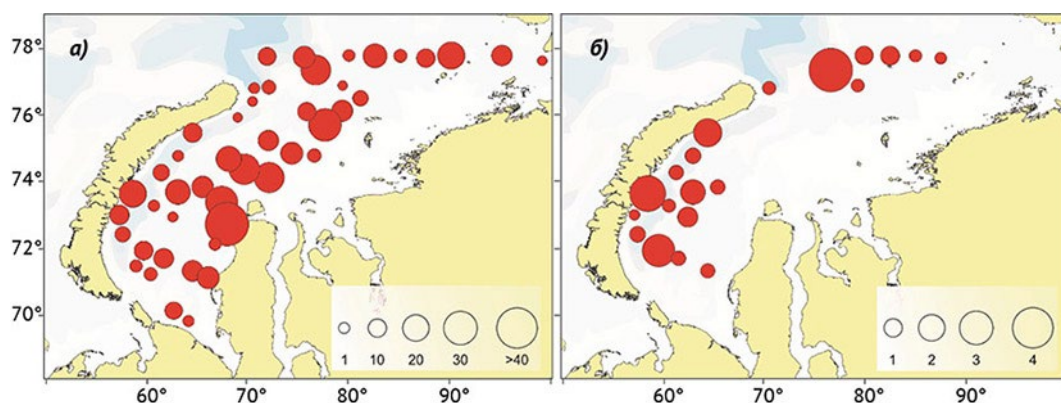


Рис. 5. Распределение гидроидных медуз (а) и личинок краба-стригуна опилио (б) на акватории Карского моря в сентябре 2019 г., мг/м<sup>3</sup>

Таблица 3. Биомасса доминирующих групп мегабентоса на акватории исследований в Карском море по трём типам биотопов в сентябре 2019 г., кг/миля

Таксон	Внутренний шельф	Внешний шельф	Материковый склон	В целом
Ascidiacea	0,5	0,3	5	2
Bryozoa	64	5	2	24
Cnidaria	215	3621	12540	5425
Crustacea	1159	6989	19398	9142
Echinodermata	4391	5229	5227	4954
Mollusca	64	15	64	47
Polychaeta	300	212	235	249
Porifera	43	116	477	210
Прочие	39	9	0.1	16
Всего	6278	16196	37948	20069
Число станций	18	19	18	55

Максимальные уловы беспозвоночных были отмечены в глубоководных участках Карского моря, на северном участке съемки вблизи мыса Желания (юг желоба Святой Анны) и в южной части Новоземельской впадины. Биомасса бентоса на внешнем шельфе была вдвое ниже, а самые низкие величины биомассы зарегистрированы на мелководных участках района исследований (табл. 3, рис. 6 а).

Первое место по биомассе среди беспозвоночных практически по всему исследованному району в траловых уловах занимали ракообразные, в частности — краб-стригун опилио, частота встречаемости которого составляла 90%, а средняя массовая доля — 40% (в отдельных районах его масса в уловах достигала 98%). Максимальные уловы данного вида отмечались на севере обследованной акватории в районе мыса Желания (90 кг/миля) и ее юго-западе в районе Карских ворот (до 20 кг/миля) (рис. 6 б). Помимо крабов, из ракообразных в Карском море отмечено 13 видов креветок. В районе жёлоба Святой Анны отмечались значительные скопления северной креветки *Pandalus borealis* (до 9,8 кг/миля). В глубоководных районах Карского моря обнаружены пелагические креветки родов *Bithocaris*, *Sergestes* и *Pasiphae*, вероятно, поступающих со стороны континентального склона. Креветки *Pasiphae tarda* отмечались в жёлобе Святой Анны, *Sergestes arcticus* встречались повсеместно в районе Новоземельской впадины. Также в этих районах были отмечены харак-

терные для Полярного бассейна глубоководные амфиподы — *Cleippides quadricuspis* и *Eusirius holmi*.

Второй доминирующей по биомассе группой на исследованной акватории были коралловые полипы: морские перья, альционии и актинии. Основу их биомассы формировали доминирующий вид *Umbellula encrinus* (90%) и менее значимые мягкотелые кораллы сем. *Nephtheidae* (7%). Книдарии в огромных количествах (до 78 кг/миля) встречались на севере Новоземельской впадины.

Третье место по биомассе занимали иглокожие, которые были представлены, главным образом, офиурами (50%), морскими звездами (40%) и голотуриями (5%). Среди офиур доминировали представители сем. *Gorgonosephalidae* (2 кг/миля), в меньших, но заметных количествах прилавливались крупные офиуры *Ophiopleura borealis* (0,3 кг/миля), уловы других видов офиур не превышали 0,05 кг/миля. Среди морских звезд по биомассе выделялись *Urasterias lincki* (1,6 кг/миля), *Icasterias panopla* (0,3 кг/миля), *Pontaster tenuispinus* (0,12 кг/миля), уловы других видов звезд не превышали 0,05 кг/миля.

**Ихтиологические исследования.** В период проведения исследований в Карском море было выполнено 55 донных тралений на глубинах от 18 до 533 м. В уловах идентифицировано 33 вида рыб из 9 семейств (табл. 4), что меньше, чем было отмечено в период съёмки в 2007 г. (45 видов) [Экосистема ..., 2008], но значительно пре-

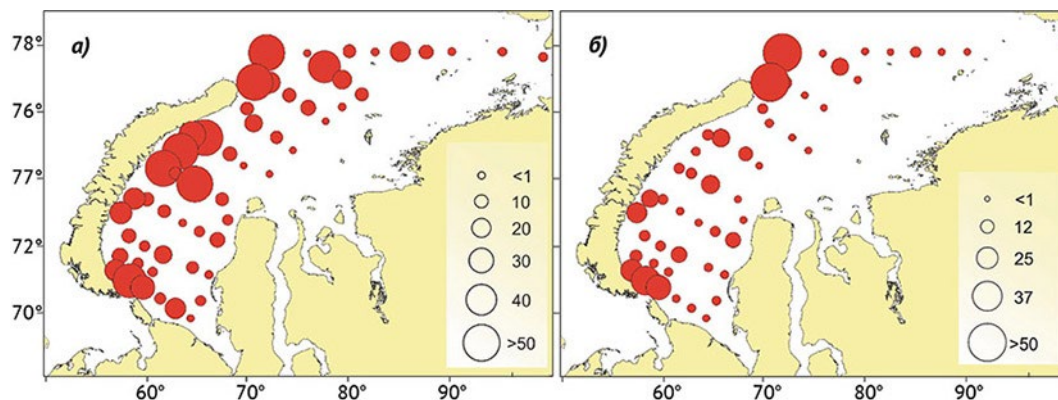


Рис. 6. Распределение суммарной биомассы бентосных организмов (а) и биомассы краба-стригуна опилио (б) в Карском море в сентябре 2019 г., кг/миля

**Таблица 4.** Видовой состав рыб в уловах в Карском море в августе-сентябре 2007 г. [Экосистема ..., 2008], октябре-ноябре 2013 г. [Соколов, 2013] и в сентябре 2019 г. [наши данные], их обилие, размеры и встречаемость в сентябре 2019 г.

Вид	Число, экз.	Длина, см			Частота встречаемости, %
		Мин.	Макс.	Сред.	
Сем. Agonidae (2/2/2)					
<i>Aspidophoroides olrikii</i>	123	4,0	9,0	5,8	16
<i>Leptagonus decagonus</i>	69	3,0	19,0	14,2	51
Сем. Cottidae (8/5/7)					
<i>Artediellus scaber</i>	4	6,0	13,0	9,0	5
<i>Gymnacanthus tricuspis</i>	418	4,0	19,0	9,2	24
<i>Icelus bicornis</i>	12	5,0	10,0	6,9	13
<i>Icelus spatula</i>	23	5,0	10,0	7,1	5
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	3	24,0	29,0	26,7	2
<i>Triglops nybelini</i>	5	10,0	13,0	11,6	4
<i>Triglops pingelii</i>	124	5,0	14,0	9,1	24
Сем. Clupeidae (1/0/1)					
<i>Clupea pallasii</i>	355	14,0	28,0	20,2	13
Сем. Gadidae (5/3/3)					
<i>Boreogadus saida</i>	5892	3,0	30,0	11,9	100
<i>Eleginus nawaga</i>	195	17,0	37,0	29,5	9
<i>Gadus morhua</i>	1	22,0	22,0	22,0	2
Сем. Liparidae (6/5/7)					
<i>Careproctus reinhardti</i>	1	14,0	14,0	14,0	2
<i>Careproctus</i> sp.	8	7,0	19,0	12,1	11
<i>Liparis bathyarcticus</i>	17	7,0	26,0	11,2	9
<i>Liparis fabricii</i>	25	5,0	12,0	8,7	24
<i>Liparis laptevi</i>	10	9,0	16,0	12,1	7
<i>Liparis</i> sp.	5	9,0	12,0	10,2	7
<i>Liparis tunicatus</i>	1	26,0	26,0	26,0	2
Сем. Osmeridae (2/1/2)					
<i>Mallotus villosus</i>	59	6,0	17,0	12,7	27
<i>Osmerus dentex</i>	7	20,0	23,0	21,3	4
Сем. Pleuronectidae (2/1/1)					
<i>Hippoglossoides platessoides</i>	412	4,0	42,0	21,8	65
Сем. Stichaeidae (3/1/3)					
<i>Anisarchus medius</i>	10	5,0	19,0	9,5	7
<i>Leptoclinus maculatus</i>	113	4,0	16,0	5,3	18
<i>Lumpenus fabricii</i>	118	11,0	27,0	17,5	7
Сем. Zoarcidae (8/6/7)					
<i>Gymnelus andersoni</i>	1	9,0	9,0	9,0	2
<i>Lycodes eudipleurostictus</i>	5	12,0	22,0	16,6	7
<i>Lycodes pallidus</i>	95	10,0	24,0	14,9	25
<i>Lycodes polaris</i>	19	12,0	34,0	19,6	18
<i>Lycodes rossi</i>	20	7,0	23,0	14,0	15
<i>Lycodes sagittarius</i>	1	16,0	16,0	16,0	2
<i>Lycodes seminudus</i>	24	8,0	42,0	19,0	15

Примечание: в скобках через черту после названия семейства указано число видов, отмеченных на акватории моря в 2007, 2013 и 2019 гг.

вышает видовое разнообразие, зарегистрированное в 2013 г. (20 видов) [Соколов, 2013]. В целом же в Карском море отмечено 77–105 видов морских, анадромных и пресноводных рыб, принадлежащих к 24–28 семействам [Dolgov, 2013; Долгов и др., 2018].

На акватории исследований наибольшим таксономическим разнообразием характеризовались семейства липаровые Liparidae — 7 видов, бельдюговые Zoarcidae — 7 видов и рогатковые Cottidae — 7 видов. Остальные семейства были представлены 1–3 видами. Среди непромысловых видов наиболее «массовыми» были *Liparis fabricii* (23,6%) и *Lycodes pallidus* (25,4%).

Доминирующим видом, имеющим промысловое значение, по встречаемости, биомассе и численности была сайка *Boreogadus saida*, которая присутствовала практически в каждом улове в количестве от 1 до 1657 экз. Максимальные концентрации её наблюдались на юге моря вблизи пролива Карские Ворота (рис. 7). Облавливались особи общей длиной от 3 до 30 см при средней длине 11,9 см и средней массе 14,0 г. Преобладала в уловах сайка двух размерных групп: длиной 4–5 см и 13–20 см. Основу уловов составляли созревающие особи с гонадами на стадии зрелости III и IV (около 52%) и неполовозрелые особи (около 42%), а остальные

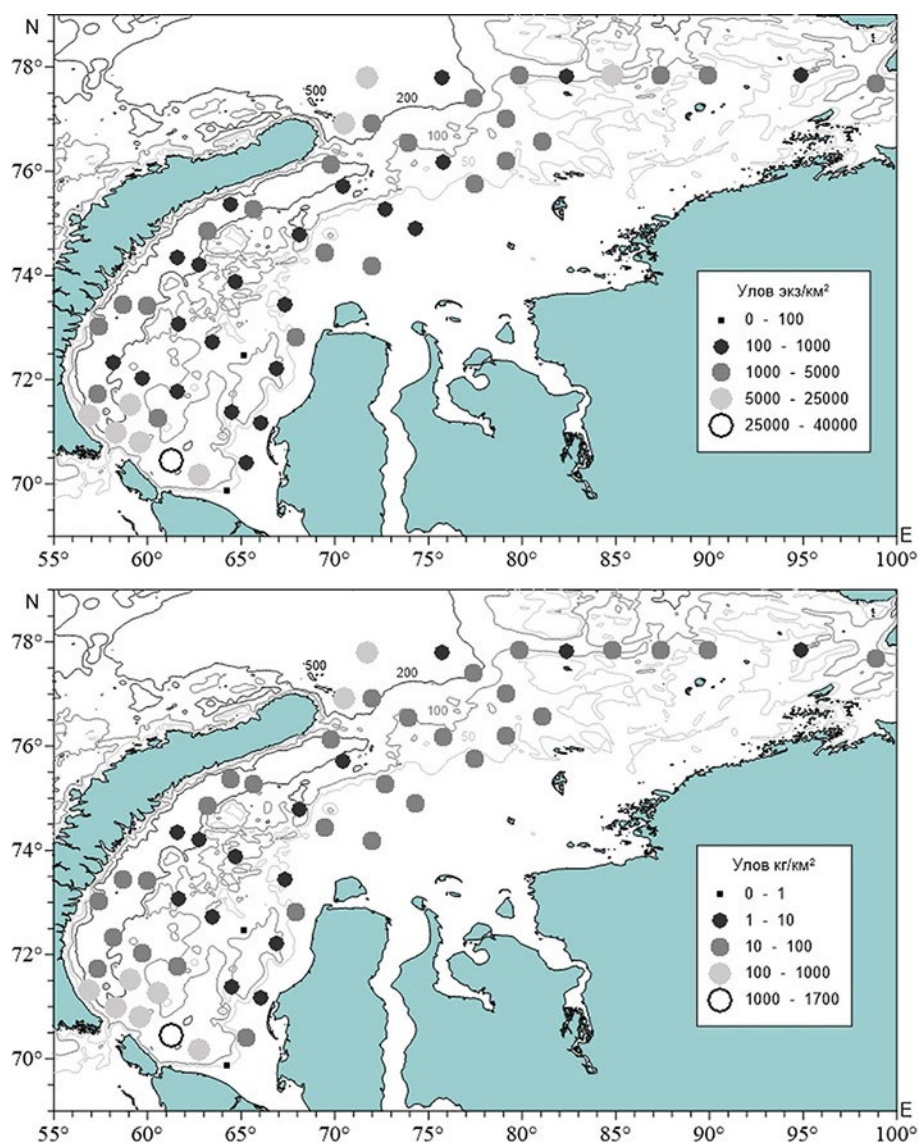


Рис. 7. Распределение уловов сайки по численности (вверху) и биомассе (внизу)



имели гонады на стадии посленерестового восстановления (VI–II). Интенсивность питания была умеренной (СБНЖ = 2,2). Основными кормовыми объектами были молодь рыб, включая собственную (37%), копеподы (21%), эвфаузииды (14%) и гиперииды (11%). Сайка со сходными биологическими характеристиками отмечалась и во время исследований в 2013 г. [Соколов, 2013]. В результате выполненных расчетов биомасса сайки более чем в 8 раз превысила оценки 2013 г. (табл. 5).

Среди промысловых видов также в большинстве уловов была зарегистрирована камбала-ёрш *Hippoglossoides platessoides*, которая образовывала наиболее плотные скопления в южной части моря на глубинах от 20 до 300 м (рис. 8). Длина особей колебалась от 4 до 42 см (в среднем 21,8 см) при средней массе 193,0 г. В 2013 г., в целом, облавливалась более мелкая рыба (9–38 см), и в уловах отмечалось значительно меньше молодёжи этого вида [Соколов, 2013]. Соотношение самцов и самок в уловах было близким к 1:2. При этом самки, в среднем, были значительно крупнее самцов. Большинство выловленных особей были неполовозрелыми (64%) и созревающими (28%), остальные имели гонады на стадии посленерестового восстановления. Интенсивность питания камбалы-ерша была невысокой (СБНЖ=1,5). Основу рациона составляли молодёжь сайки (около 60%) и различные бентосные организмы (около 30%). Самые мелкие особи питались эвфаузиидами, бокоплавами и червями.

В юго-восточной части моря, вблизи п-ова Ямал, в уловах была зарегистрирована тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii*. Уловы её колебались от нескольких до нескольких десятков экземпляров. Длина особей варьировала от 14 до 28 см при средней длине 20,2 см и средней массе 83,3 г. Основу уловов составляли созревающие рыбы с гонадами в стадии III (66%) и неполовозрелые особи (33%). Активность питания сельди была крайне низкой (СБНЖ=0,3). Основу рациона составляли эвфаузииды (50%) и копеподы (38%). В 2013 г. сельдь в уловах не была зарегистрирована, вероятно, по причине более западного расположения акватории съёмки.

Мойва *Mallotus villosus* прилавливалась штучно практически на всей исследуемой акватории. Её длина колебалась от 6 до 17 см (в среднем 12,7 см).

Навага *Eleginus nawaga* встречалась в юго-восточной части моря вблизи побережий п-ова Ямал и Байдарацкой Губы, где она формировала повышенные концентрации с уловами до 115 экз. за траление. Облавливалась рыба длиной от 17 до 37 см при средней длине 29,5 см и средней массе 191 г. Основу уловов составили созревающие особи с гонадами на III и IV стадиях зрелости (87%), остальные были в стадии посленерестового восстановления (9%) либо неполовозрелыми (4%). Навага активно откармливалась (СБНЖ=3,5) в основном молодёжью различных видов рыб, на которую пришлось около 75% рациона. Наиболее мелкие особи

Таблица 5. Численность и биомасса основных промысловых видов рыб в Карском море в 2013 и 2019 гг. по результатам донных траловых съёмок (К — коэффициент уловистости; нд — нет данных)

Вид	К	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 молодёжь	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. кв. км		82077		374216	
Число тралений		23		55	

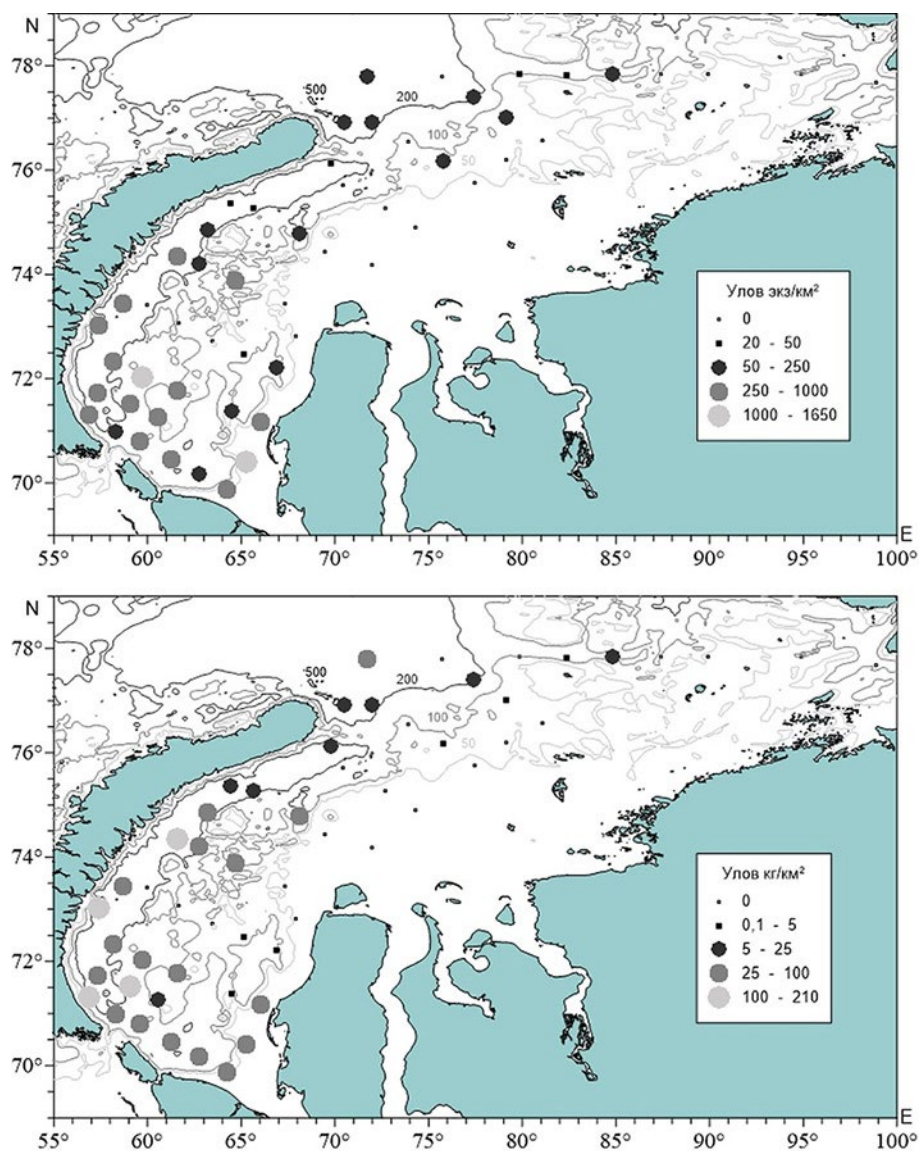


Рис. 8. Распределение уловов камбалы-ерша по численности (вверху) и биомассе (внизу)

питались червями, бокоплавами и молодью креветок.

**Трофологические исследования.** Спектр питания разноразмерной сайки отличался большим разнообразием и включал 16 таксономических групп животных, относящихся к планктону, нектону и бентосу. Основу рациона у сеголеток сайки длиной до 5 см составлял планктон, среди которого повсеместно преобладали копеподы (рис. 9). Копеподы в пищевом комке сеголеток были представлены 10 видами, среди которых преобладали *C. glacialis*, *C. finmarchicus* и мелкие поверхностные виды копепод — *O. similis* и *P. minutus*. В период проведения исследований

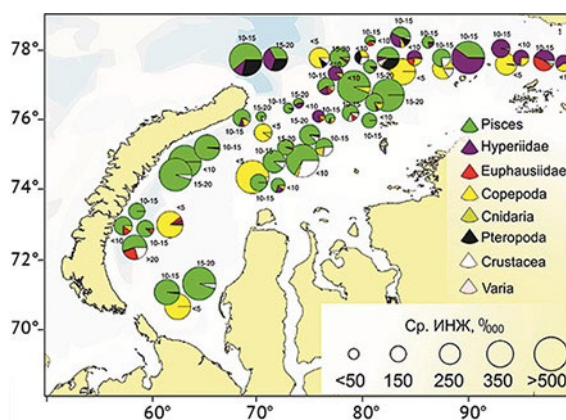


Рис. 9. Состав пищи и интенсивность питания сайки в Карском море в сентябре 2019 г. (цифрами обозначены различные размерные группы)

у сайки отмечался чрезвычайно высокое потребление собственной молоди, уровень каннибализма у рыб длиной 7–20 см изменялся от 62 до 82%. В питании рыб длиной 7–15 см также встречались гиперииды и мизиды. Креветки и эвфаузииды отмечались в пище только крупной сайки длиной более 20 см. В северо-восточной части моря основу рациона составляли гиперииды, в меньшей степени — эвфаузииды. На остальной акватории повсеместно основу рациона составляла собственная молодь. Интенсивность питания сайки всех размерных групп была высокой 203–338‰, что свидетельствует о благоприятных для неё кормовых условиях.

У мойвы длиной 10–15 см основу пищи составляли личинки лептоклинусов длиной менее 4 см — 44%, мизиды — 28% и эвфаузииды — 23%. Второстепенными объектами питания были копеподы, гиперииды и сагитты. В питании крупной мойвы (> 15 см) доминировали эвфаузииды, в меньшей степени — мизиды. Интенсивность питания разноразмерной мойвы была относительно высокой, индекс наполнения желудков изменялся от 146 до 277‰.

Основным объектом питания молоди сельди (10–15 см) были личинки лептоклинусов длиной до 4 см — 47%, эвфаузииды 28% и копеподы — 24%. Основу пищи крупной сельди (более 15 см) составляли копеподы — 79–81%, в меньшей степени эвфаузииды — 11–19%. У всех исследованных рыб интенсивность питания была низкой, индекс наполнения желудков изменялся от 2 до 23‰.

Сеголетки камбалы-ерша (3,5–5,5 см) питались в основном копеподами, на которые приходилось 95% от общего количества пищи. Интенсивность питания была достаточно высокой — 233‰. Молодь длиной 6–10 см питалась полихетами (53%) и копеподами (34%). Интенсивность питания была относительно низкой — 61‰. У камбалы-ерша длиной более 10 см основу рациона составляла собственная молодь — от 94 до 100%. Интенсивность питания в зависимости от размеров рыб изменялась от 106 до 467‰.

У мелких и среднеразмерных морских лисичек *Leptagonus decagonus* основу пищи составляли гаммариды и мизиды. У рыб

длиной до 10 см в питании доминировали копеподы, а у среднеразмерных особей — гиперииды. У крупных особей гаммариды занимали 66% от массы пищи, второстепенными объектами питания были гиперииды (11%), эвфаузииды (10%) и копеподы (9%). Интенсивность питания была умеренной — 59–167‰.

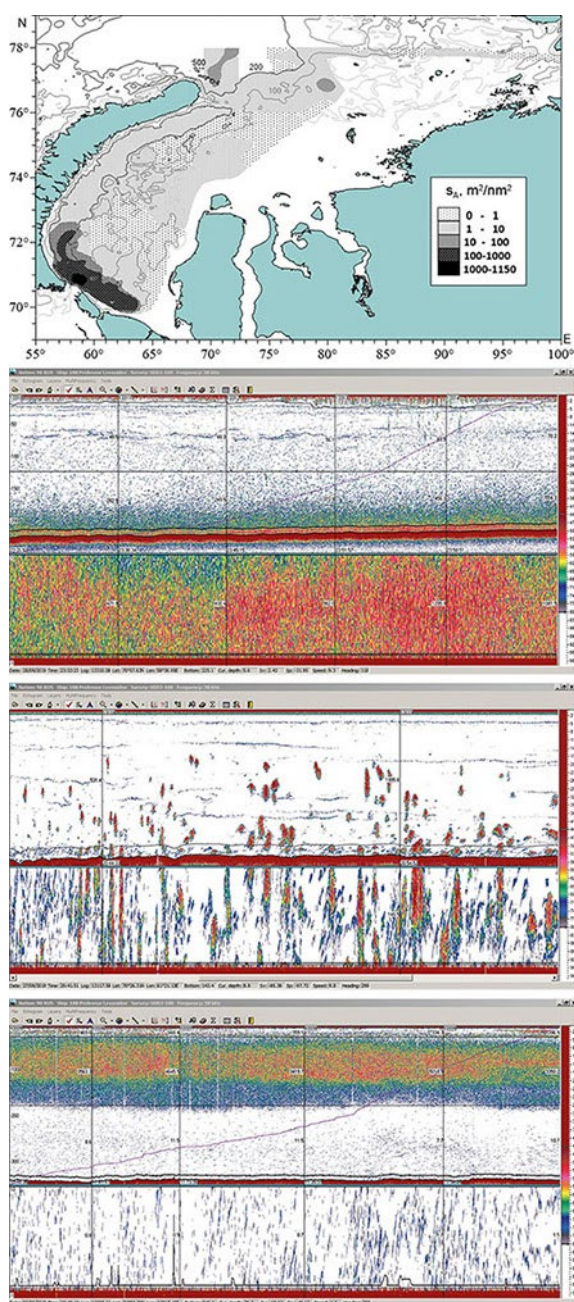
Основу пищи мелких арктических шлемоносных бычков *Gymnocanthus tricuspis* составляли полихеты — 51%, в меньшей степени гаммариды — 29% и двустворчатые моллюски — 20%. У крупных особей в рационе преобладали медузы — 49%, изоподы — 30% и полихеты — 20%. Интенсивность питания была умеренной — 217–255‰.

Двурогий ицел *Icelus bicornis* питался в основном полихетами — 38%, гаммаридами — 36% и двустворчатыми моллюсками — 27%. Интенсивность питания была высокой — 762‰.

**Акустические исследования.** Основным промысловым объектом, встречавшимся во всех уловах, была сайка, её показания регистрировались на всей акватории съёмки. Основные скопления наблюдались на юго-востоке обследованного района до 64° в. д. на глубинах свыше 50 м и на его северо-западе в Новоземельском желобе до 73° с. ш. Небольшие концентрации фиксировались к северу от Новой Земли и на мелководье на северо-востоке акватории съёмки (рис. 10 а).

Скопления регистрировались разной формы и плотности во всём обследованном диапазоне глубин. На юге акватории сайка отмечалась как в виде плотных скоплений у грунта, где значение  $sA$  достигало 1300 м<sup>2</sup>/миль<sup>2</sup> на 1 милю, так и в виде отдельных косячков вертикальным развитием до 30 м в диапазоне от 50 м до грунта, при этом значение  $sA$  варьировало от 200 до 2000 м<sup>2</sup>/миль<sup>2</sup> на 1 милю (рис. 10 б, в).

Характер распределения сайки в пределах обследованной акватории в сентябре 2019 г. оказался практически идентичным таковому в 2007 г. [Экосистема..., 2008]. В 2013 г. её скопления распределялись на глубоководных участках на глубине от 300 до 500 м и вдоль кромки льда на юго-вос-



**Рис. 10.** Распределение сайки в Карском море (а), наиболее плотные скопления сайки у грунта (б), косяки сайки разной плотности (в), скопления сеголеток сайки (г)

токе моря [Соколов, 2013], а численность и биомасса за счёт дополнительно обследованной акватории к северу от 78° с. ш. оказалась выше в сравнении с результатами 2019 г., когда соответствующие величины составили, соответственно, 7112,2 млн экз. и 286,6 тыс. т, которые оказались близкими к оценкам 2007 г.

Сеголетки сайки встречались преимущественно в восточной и центральной части акватории в виде «дорожки» в горизонте 20–150 м при глубинах моря свыше 200 м и на грунте при глубинах 20–150 м, а значение  $s_A$  достигало 2000 м<sup>2</sup>/миль<sup>2</sup> на 1 милю (рис. 10 г).

При прохождении Новоземельского жёлоба отмечены одиночные показания крупных особей трески как на грунте, так и в пелагиали на глубинах 250–300 м. При прохождении судна по галсу вблизи полуострова Ямал акустическими приборами регистрировались небольшие концентрации канино-печерской сельди. Сельдь встречалась в виде косячков вертикальным развитием до 15 м в диапазоне от 15 м до грунта, в основном в пелагиали в поверхностных горизонтах при глубине моря до 150 м.

**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.

В течение периода исследований в Карском море для популяционно-генетического анализа собраны образцы тканей общим количеством 906 от 12 видов рыб и 400 от 7 видов беспозвоночных, в т. ч. сайка (256), мойва (43), камбала-ёрш (102), триглопс остроносый *Triglops pingelii* (102), липарис горбатый *Liparis bathyarcticus* (11), ледовитоморская лисичка (80), сельдь (51), арктический шлемоносный бычок (21), бледный ликод *Lycodes pallidus* (126), полуголый ликод *Lycodes seminudus* (14), *Gorgonocephalus* sp. (30), *Saduria* spp. (40), *Actiniaria* sp. (20), северная креветка (40), краб-стригун опилио (248) и краб-паук *Hyas coarctatus* (22). Для ДНК-штрихкодирования отобраны образцы тканей общим количеством 41 от 24 видов рыб. Для анализа воды на определение присутствия различных организмов в воде молекулярными методами (eDNA или акваДНК) отобрано 97 образцов с 15 станций (см. рис. 1).

### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы признательны своим коллегам С.В. Горяниной, 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) за количественные оценки рыб.

### ЛИТЕРАТУРА

- Долгов А.В., Новосёлов А.П., Прохорова Т.А., Фукс Г.В., Прозоркевич Д.В., Чернова Н.В., Шерстков В.С., Левицкий А.Л. 2018. Атлас-определитель рыб Карского моря. Мурманск: ПИНРО, 271 с.
- 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.
- 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 «Фритъоф Нансен» в период с 05 октября по 01 ноября 2013 г.) Мурманск: ПИНРО, 67 с.
- Экосистема Карского моря. 2008. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 261 с.
- Dolgov A. V. 2013. Annotated list of fish-like vertebrates and fish of the Kara Sea // Journal of Ichthyology. Vol. 53. № 11. P. 914–922.

Поступила в редакцию 25.09.2020 г.

Information.  
VNIRO expeditions

**Some preliminary results of biological studies in the Kara Sea at RV “Professor Levanidov” in September 2019**

*A.M. Orlov<sup>1,2</sup>, A.N. Benzik<sup>3</sup>, M.O. Rybakov<sup>3</sup>, M.A. Nosov<sup>3</sup>, K.M. Gorbatenko<sup>4</sup>,  
E.V. Vedishcheva<sup>1</sup>, S. Yu. Orlova<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow, Russia

<sup>2</sup> Caspian Institute of Biological Resources, DSC RAS (FSBIS «CIBR DSC RAS»), Makhachkala, Russia; Tomsk State University (FSBEI HE «TSU»), Tomsk, Russia; Dagestan State University (FSBEI HE «DTU»), Makhachkala, Russia; A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS (FSBIS «IPEE RAS»), Moscow, Russia

<sup>3</sup> Polar branch of FSBSI «VNIRO» («PINRO»), Murmansk, Russia

<sup>4</sup> Pacific branch of FSBSI «VNIRO» («TINRO»), Vladivostok, Russia

Results of biological studies conducted at RV “Professor Levanidov” in September 2019 in the Kara Sea at depths of 18–533 m presented. During the research period, phytoplankton blooms were not observed, almost no meroplankton, eggs, and crustacean nauplia were found in samples. The bulk of communities was formed by copepods, euphausiid and chaetognaths, jellyfish and snow crab larvae were widely met. Increased biomass was observed in deep-water areas in the north, and minimal biomass was found in desalinated shelf areas in the south of the sea. In trawl catches among invertebrates, snow crab dominated with maximum catches in the north off Cape Zhelaniya and in the southwest near Kara Strait. Echinoderms and coral polyps made a significant contribution to benthic biomass. Maximum catches of invertebrates were recorded in deep-sea areas: in the north near Cape Zhelaniya (south of the St. Anna Trench) and southwest (south of Novaya Zemlya Trough). In trawl catches, Liparidae, Zoarcidae, and Cottidae were most species diverse. Dominant species in terms of occurrence and abundance was Polar cod with maximum concentrations recorded in the southern part of the sea off Kara Strait. Its abundance in 2019 compared to previous studies increased according to bottom trawl surveys and remained almost the same according to acoustic data. The most catches included American plaice with biomass 190 thousand tons. In the southeastern part of the sea near Yamal Peninsula, Pacific herring with a biomass of 214 thousand tons has been recorded. Increased concentrations of navaga with catches up to 115 specimens per haul were found near the coasts of Yamal Peninsula and Baydaratskaya Bay. Feeding habits of common fish species were studied. Diet composition and high feeding intensity indicated favorable forage conditions. Ontogenetic changes of diet composition of individual species were revealed. An extremely high level of Polar cod cannibalism observed.

**Keywords:** Kara Sea, zooplankton, benthos, ichthyofauna, trophology, acoustic data, genetic research.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-182-201-215

## REFERENCES

- Dolgov A. V. 2013. Annotated list of fish-like vertebrates and fish of the Kara Sea // Journal of Ichthyology. Vol. 53. № 11. P. 914–922.
- Dolgov A. V., Novosyolov A. P., Prokhorova T. A., Fuks G. V., Prozorkevich D. V., Chernova N. V., Sherstkov V. S., Levitskij A. L. 2018. Atlas-opredelitel' ryb Karskogo moraya [Atlas of the Kara Sea fish]. Murmansk: PINRO, 271 s.
- Ekosistema Karskogo morya [Ecosystem of the Kara Sea]. 2008. Murmansk: Izd-vo PINRO, 261 s.
- 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., Tapygin 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.
- 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.

## FIGURE CAPTIONS:

- Fig. 1.** The route of the RV “Professor Levanidov” and the position of trawl/hydrobiological stations ( $\Delta$ ) and sampling sites of aquaDNA samples (x) in the Kara Sea, September 2019.
- Fig. 2.** Scheme of locations of plankton stations in the Kara Sea, September 2019.
- Fig. 3.** Distribution of net plankton in the Kara Sea epipelagial ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ): a — phytoplankton; b — small fraction; c — medium fraction; d — large fraction.
- Fig. 4.** Distribution of dominant zooplankton groups in the Kara Sea,  $\text{mg}/\text{m}^3$ : a) copepods, b) euphausiids, c) hyperiids, d) chaetognaths.
- Fig. 5.** Distribution of hydroid medusas (a) and larvae of the snow crab (b) in the Kara Sea, September 2019,  $\text{mg}/\text{m}^3$ .
- Fig. 6.** Distribution of the total biomass of benthic organisms (a) and the biomass of the snow crab (b) in the Kara Sea, September 2019,  $\text{kg}/\text{mile}$
- Fig. 7.** Distribution of Polar cod catches by number (top) and biomass (bottom).
- Fig. 8.** Distribution of American plaice catches by number (top) and biomass (bottom).
- Fig. 9.** Diet composition and feeding intensity of Polar cod in the Kara Sea, September 2019. (numbers indicate different size groups).
- Fig. 10.** Distribution of Polar cod in the Kara Sea (a), the most dense schools of Polar cod near the bottom (b), shoals of Polar cod of different densities (c), shoals of Polar cod fingerlings (d).

## TABLE CAPTIONS:

- Table 1.** Net plankton biomass in the Kara Sea, September 2019 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).
- Table 2.** Biomass ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) and share (%) of dominant groups of net zooplankton in the Kara Sea, September 2019
- Table 3.** Biomass of the dominant megabenthos groups in the Kara Sea by three types of biotopes, September 2019 ( $\text{kg}/\text{mile}$ ).
- Table 4.** The species composition of fish in catches in the Kara Sea in August–September 2007 [Ecosystem ..., 2008], October–November 2013 [Sokolov, 2013] and September 2019 [our data], their number, size, and occurrence in September 2019.
- Table 5.** Abundance and biomass of the main commercial fish species in the Kara Sea in 2013 and 2019 based on bottom trawl surveys results (K – catchability coefficient, нд — no data available).