



UDC 595.384 (268.52)

Десятиногие ракообразные Карского моря по результатам траловых съемок 2012 и 2016 гг.: фауна и распределение

О.Л. Зимина

Мурманский морской биологический институт Российской академии наук, ул. Владимирская, 17, 183010, г. Мурманск, Россия; e-mail: zimina@mmbi.info

Представлена: 12 марта 2021; после доработки 1 июня 2021; принята 5 июля 2021.

РЕЗЮМЕ

В работе рассматривается видовой состав и распределение десятиногих ракообразных в южной части Карского моря по результатам траловых съемок 2012 и 2016 гг. В траловых уловах обнаружены 11 видов Decapoda. В последнее десятилетие состав фауны пополнился крабом-стригуном *Chionoecetes opilio*. Приведены краткие сведения об условиях среды и карты распространения видов. Максимальные значения видового разнообразия (до 6 видов в улове), а также биомассы и численности отмечены на западном склоне Приамальского мелководья на глубине 50–150 м. По характеру распространения и отношению к условиям среды выделено три группы видов: приуроченные к холодным соленым водам Новоземельского желоба, приуроченные к опресняемым водам с широким диапазоном температур Приамальского и Обь-Енисейского мелководий; широко распространенные по акватории в широком диапазоне условий среды. По сравнению с соседним Баренцевым морем фауна декапод Карского моря качественно и количественно обеднена. Полученные данные распространения отдельных видов и экологических групп могут использоваться для фоновой оценки состояния фауны декапод, в том числе в период начала становления популяции вида-вселенца.

Ключевые слова: биоразнообразие, десятиногие ракообразные, Карское море, распределение, фауна, Crustacea, Decapoda

Decapod Crustaceans of the Kara Sea: species composition and peculiarities of distribution

O.L. Zimina

Murmansk marine biological institute of the Russian Academy of Sciences, Vladimirskaia str. 17, 183010, Murmansk, Russia; e-mail: zimina@mmbi.info

Submitted: March 12 2021; revised June, 1 2021; accepted July 5 2021.

ABSTRACT

This paper presents data on species composition and peculiarities of distribution of Decapoda in the southern part of Kara Sea obtained during trawl surveys in 2012 and 2016. In total, 11 species of decapod crustaceans were collected. In the last decade the fauna has been enriched by the invasion of the snow crab *Chionoecetes opilio*. Brief information on the environmental conditions of occurrence and maps of distribution in the studied area are presented for each species. The highest values of species richness (up to 6 species per catch), biomass and abundance of decapods were detected on the western slope of Priyamal shallow at 50–150 m depth range. According to the patterns of distribution and environmental conditions, three groups of species were distinguished: associated with cold and salty waters of Novaya Zemlya Trough; inhabiting lower salinity waters with a wide temperature

range of the Priyamal and Ob-Yenisei shallows; and a group that is widespread within the area in wide range of conditions. In comparison with the neighboring Barents Sea, the decapod fauna of the Kara Sea is qualitatively and quantitatively depleted. The obtained data on the distribution of individual species and ecological groups can be used for the background assessment of the state of the decapod fauna, including the period of population formation of the alien species.

Keywords: biodiversity, decapod crustaceans, Kara Sea, distribution, fauna, Crustacea, Decapoda

ВВЕДЕНИЕ

Десятиногие ракообразные широко распространены в арктических морях и являются важной частью бентосных и нектобентосных сообществ. Они играют значимую роль в питании рыб и других организмов. Данная группа не отличается большим видовым разнообразием, но многие виды в отдельных районах формируют значительные скопления и являются важными объектами промысла. Характерной чертой является наличие в жизненном цикле стадии свободноплавающей пелагической личинки, благодаря чему расширяются возможности расселения видов.

Фауна десятиногих ракообразных евразийского сектора Полярного бассейна изучена относительно хорошо. В опубликованных работах (Яшнов [Yashnov] 1948; Соколов [Sokolov] 2002, 2003, 2006, 2009; Петряшев [Petryashov] 2009; Василенко [Vasilenko] 2009) на основе архивных данных и коллекций приведены списки видов, сведения о биологии, экологии и биогеографическом статусе видов Decapoda в морях Полярного бассейна. При этом практически отсутствуют карты распространения отдельных видов по акватории арктических морей, в том числе Карского моря. Такие данные важны при зоогеографических и экологических исследованиях для оценки изменений в распространении видов. Некоторые виды десятиногих ракообразных можно использовать в качестве индикаторов водных масс и температурных условий при оценке климатических изменений (Blacker 1965; Golikov 1968; Dyer 1984; Berge et al. 2009; Zimina et al. 2015).

Исследование приловов беспозвоночных в донных тралах позволяет учитывать крупные формы бентосных организмов (размером более 1 см, «мегабентос»), имеющих низкую плотность распределения, а также получать инфор-

мацию о распределении и встречаемости активных бентопелагических видов, которые плохо облавливаются многими другими бентосными орудиями лова. К этой группе относятся и десятиногие ракообразные.

В настоящее время активно изучается мегабентос Баренцева моря (Anisimova et al. 2010; Любин и др. [Lubin et al.] 2010, 2012; Любина и др. [Lubina et al.] 2012; Zakharov et al. 2020). Подобные исследования на современном этапе в Карском море единичны. В 2007 г. на научно-исследовательских судах ПИНРО «Фритьоф Нансен» и «Профессор Бойко» проведены комплексные исследования в западной глубоководной части Карского моря от Байдарацкой губы на юге до устьевой части желоба Святой Анны на севере. В результате этих работ были получены данные о количественном распределении и встречаемости донных беспозвоночных, относящихся к мегабентосу, в районе исследований. В этих сборах были зарегистрированы 157 таксонов донных беспозвоночных, в том числе 13 видов Decapoda (Анисимова и др. [Anisimova et al.] 2008). По результатам комплексной экспедиции ММБИ в 2012 г. были описаны сообщества мегабентоса юго-западной части Карского моря от Новоземельского желоба до Обь-Енисейского мелководья. В траловых сборах были отмечены 169 таксонов беспозвоночных, в том числе 9 видов десятиногих ракообразных (Зими́на и Се́мин [Zimina and Syomin] 2013, 2015). На долю десятиногих в траловых уловах в Карском море в среднем приходится около 10% видового состава. В общей биомассе приловов мегабентоса декаподы составляют до 20% (Анисимова и др. [Anisimova et al.] 2008).

Целью данной работы является описание видового состава и пространственного распределения десятиногих ракообразных в южной части Карского моря по результатам траловых сборов 2012 и 2016 гг.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работа основана на материалах, собранных в комплексных экспедициях Мурманского морского биологического института (ММБИ) на НИС «Дальние Зеленцы» в июле–октябре 2012 г. и в августе–сентябре 2016 г. Район исследований охватывал глубоководную часть и восточный склон Новоземельского жёлоба, западную часть Обь-Енисейского мелководья и Приямальское мелководье. Кроме того, для уточнения видовых списков и распространения отдельных видов на акватории моря использованы архивные материалы разных лет, хранящиеся в коллекциях ЗИН РАН.

Сбор материала в экспедициях ММБИ выполняли с помощью донного ихтиологического трала (№ 2387.02.155) с ячеей в кутовой части мешка 135 мм, оснащенного мелкоячейной вставкой («рубашка» с ячейей 12 мм) в течение 30 мин со скоростью 3 узла. На глубинах менее 20 м использовали трал Сигсби (длина рамы – 1 м, высота – 30 см, размер ячеей мелкоячейной вставки – 7 мм), буксируемый в течение 10 мин со скоростью 2 узла. Осуществляли отбор всех бентосных организмов из улова, проводили их идентификацию до максимально возможного таксономического уровня, по возможности определяли биомассу и численность. Таксономическая идентификация десятиногих ракообразных из всех уловов проведена автором. В работе приведены абсолютные значения биомассы и численности в улове. Донный ихтиологический трал и трал Сигсби являются качественными орудиями сбора, т.к. оценить площадь облова возможно только приблизительно. В связи с этим сведения о численности и биомассе в данной работе носят исключительно информативный характер об относительном обилии фауны в отдельных районах моря в пределах съемки.

Всего в районе исследований выполнены 211 тралений. Десятиногие ракообразные отмечены в 157 уловах: 136 – ихтиологическим тралом и 21 – тралом Сигсби (Рис. 1).

Биогеографическая характеристика видов приведена на основании литературных данных (Котай 1999; Соколов [Sokolov] 2002, 2003, 2009; Петряшев [Petryashov] 2009; Василенко [Vassilenko] 2009).

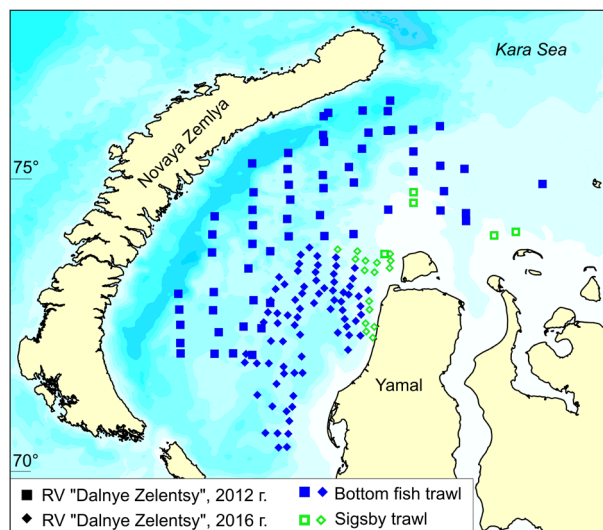


Рис. 1. Положение траловых станций НИС «Дальние Зеленцы» в южной части Карского моря в 2012 и 2016 гг., на которых отмечены Decapoda.

Fig. 1. Position of trawl stations with sampled Decapoda in the southern part of the Kara Sea during the cruise of the RV "Dalnye Zelentsy" in 2012 and 2016 years.

Частоту встречаемости вида рассчитывали как процентное отношение количества станций, на которых он встречен, к общему количеству станций. Выявление закономерностей распределения видов в зависимости от условий среды и выделение экологических группировок производили при помощи анализа канонических соответствий [Canonical correspondence analysis, CCA (Legendre and Legendre 1998)] на основе данных о присутствии/отсутствии видов. В качестве средовых переменных использованы данные по глубине, придонной температуре и солености на каждой станции. Вычисления и построение графиков выполнены в программе «PAST 3.14» (Hammer et al. 2001). Построение карт выполняли в программе «MapViewer v.8.7.752 Golden Software».

РЕЗУЛЬТАТЫ

В пределах исследованной акватории в приловах донных тралов обнаружены 11 видов Decapoda, относящихся к 6 семействам (Табл. 1). Наибольшая частота встречаемости в уловах характерна для *Sabinea septemcarinata*, *Chionoecetes opilio* и *Sclerocrangon ferox*. Распространение

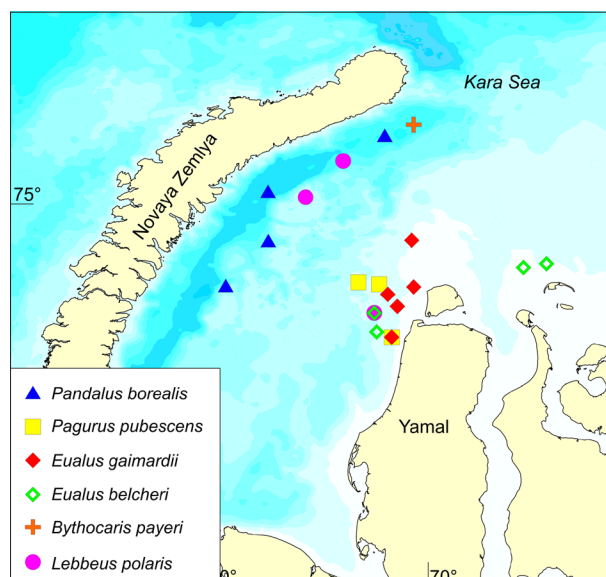


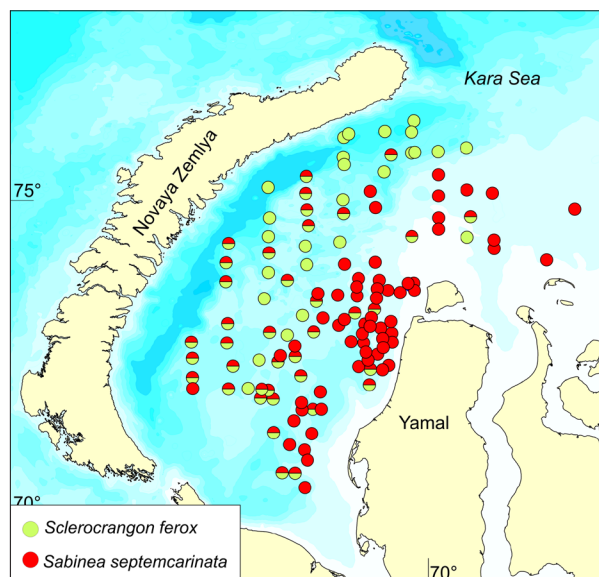
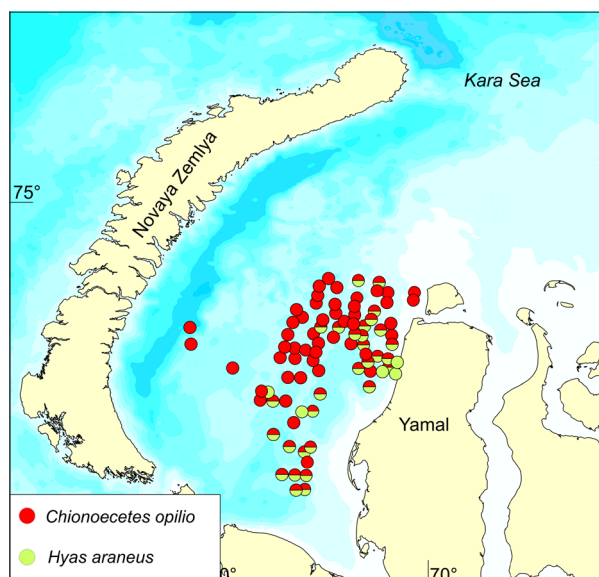
Рис. 2. Распределение видов Decapoda на исследованной акватории.

Fig. 2. Spatial distribution of Decapod species in study area.

отдельных видов на акватории представлено на рис. 2. Диапазоны средовых характеристик в местах обитания встреченных видов приведены в табл. 1.

В траловых уловах отмечены от 1 до 6 видов декапод. Максимальное разнообразие выявлено на западном склоне Приямальского мелководья на глубинах от 30 до 150 м. Низкие значения характерны для опресненной зоны Обь-Енисейского мелководья. Биомасса декапод варьировала от 1 г до 7 кг на траление. Высокие значения отмечены в районах поселений *S. opilio* и *H. araneus* в западной части Приямальского мелководья и сформированы в основном этими двумя видами. Там же отмечены и высокие значения плотности поселений (изменялась от 1 до 116 экз. на траление), также обусловленные значительным количеством молоди и самок крабов в уловах.

По характеру распространения и отношению к условиям среды можно выделить 3 группы видов: 1) приуроченные к относительно глубоководному району Новоземельского жолоба с высокой соленостью и отрицательной придонной температурой (*Pandalus borealis*, *Bythocaris payeri*, *Lebbeus polaris*); 2) приуроченные к району Приямальского и Обь-Енисейского



мелководья, подверженного опреснению речным стоком и с широким диапазоном придонных температур (*Hyas araneus*, *Eualus gaimardii*, *Eualus belcheri*, *Pagurus pubescens*, *Spirontocaris phippisi*, *C. opilio*); 3) широко распространенные по всей акватории (*S. septemcarinata*, *S. ferox*). Эти закономерности распределения подтверждаются результатами ординации видов методом канонического анализа соответствий (CCA) с использованием в качестве средовых характеристик придонной температуры, солености и глубины (Рис. 3). В данном случае глубина

Таблица 1. Видовой состав десятиногих ракообразных Карского моря по литературным и собственным данным и информация об условиях среды в районе обитания видов, встречаемых в 2012 и 2016 гг.

Table 1. Species composition of Decapoda of the Kara Sea according to literature and own data and environmental conditions in the habitat of species, found in 2012 and 2016 years.

Инфра-отряд Infraorder	Семейство Family	Вид Species	Источник Source	Биогеографическая характеристика Biogeographic group	ЧВ, % FO, %	Диапазон условий обитания в районе исследований Range of environmental conditions in the study area		
						Глубина, м Depth, m	Температура, °C Temperature, °C	Соленость, psu Salinity, psu
Caridea	AcanthePHYRIDAE	<i>Hymenodora glacialis</i> (Buchholz, 1874)	1	Bat				
		<i>Bythocaris biruli</i> (Kobjakova, 1964)	1, 4	A bat				
	Bythocarididae	<i>Bythocaris irene</i> (Retovsky, 1946)	1, 4	A bat				
		<i>Bythocaris leucopis</i> (G.O. Sars, 1879)	1	A bat				
		<i>Bythocaris payeri</i> (Heller, 1875)	1, 4, 5	B-a atl	0.6	326	-0.4296	34.2406
		<i>Bythocaris simplicirostris</i> (G.O.Sars, 1869)	1	B atl				
	Crangonidae	<i>Sabinea septemcarinata</i> (Sabine, 1824)	1, 4, 5	Hb-a cp	63.1	15-290	-0.9...6.1	30.5...34.6
		<i>Sclerocrangon ferox</i> (Sars G.O., 1877)	1, 4, 5	Hb-a cp	40.8	20-385	-0.9...5.2	31.3...34.5
	Pandalidae	<i>Pandalus borealis</i> (Krøyer, 1838)	1, 4, 5	B-a atl	2.5	185-385	-0.4...-0.5	34.2...34.5
		<i>Pandalus montagui</i> (Leach, 1814)	1	B-a atl				
	Pasiphaeidae	<i>Pasiphaea tarda</i> (Kroyer, 1845)	4	Pan bat				
	Sergestidae	<i>Eusergestes arcticus</i> (Krøyer, 1855)	4	Pan bat-ab				
	Thoridae	<i>Eualus gaimardii</i> (H. Milne Edwards, 1837)	1, 4, 5	Hb-a	3.2	20-40	1.6	33.2
		<i>Eualus belcheri</i> (Bell, 1855)	1, 4, 5	Hb-a cp	3.2	15-120	0.8...3.1	29.7...31.7
		<i>Lebbeus polaris</i> (Sabine, 1824)	1, 4, 5	Hb-a cp	2.5	55-270	-0.9	34.1
		<i>Spirontocaris phippsii</i> (Krøyer, 1841)	1, 5	Hb-a cp	1	33	0.1	32.9
		<i>Spirontocaris spinus</i> (Sowerby, 1805)	1, 4	Hb-a				
Anomura	Paguridae	<i>Pagurus pubescens</i> (Krøyer, 1838)	2, 4, 5	B-a atl	1.9	30-45	-0.2	33.5
Brachyura	Oregoniidae	<i>Chionoecetes opilio</i> (O. Fabricius, 1788)	5	B-a atl pac	49.7	20-335	0.5...-1.5	33.5...34.4
		<i>Hyas araneus</i> (Linnaeus, 1758)	4, 5	B-a atl	22.3	10-190	0.5...-1.5	33.5...34.1

Примечание. Hb-a – высокобореально-арктический, B-a – бореально арктический, Pan – панокеанический, cp – циркумполярный, atl – атлантический, pac – тихоокеанский, bat – батиальный, bat-ab – батиально-абиссальный. ЧВ – частота встречаемости. **Источник:** 1 – Menshutkina et al. 2001; 2 – Petryashov 2001; 3 – Vassilenko 2001; 4 – Анисимова и др. [Anisimova et al.] 2008; 5 – данные 2012 и 2016 гг.

Note. Hb-a – high boreal-arctic, B-a – boreal-arctic, Pan – panoeceanic, cp – circumpolar, atl – Atlantic, pac – Pacific, bat – bathyal, bat-ab – bathyal-abyssal. FO – frequency of occurrence. **Source:** 1 – Menshutkina et al. 2001; 2 – Petryashov 2001; 3 – Vassilenko 2001; 4 – Anisimova et al. 2008; 5 – data of 2012 and 2016 years.

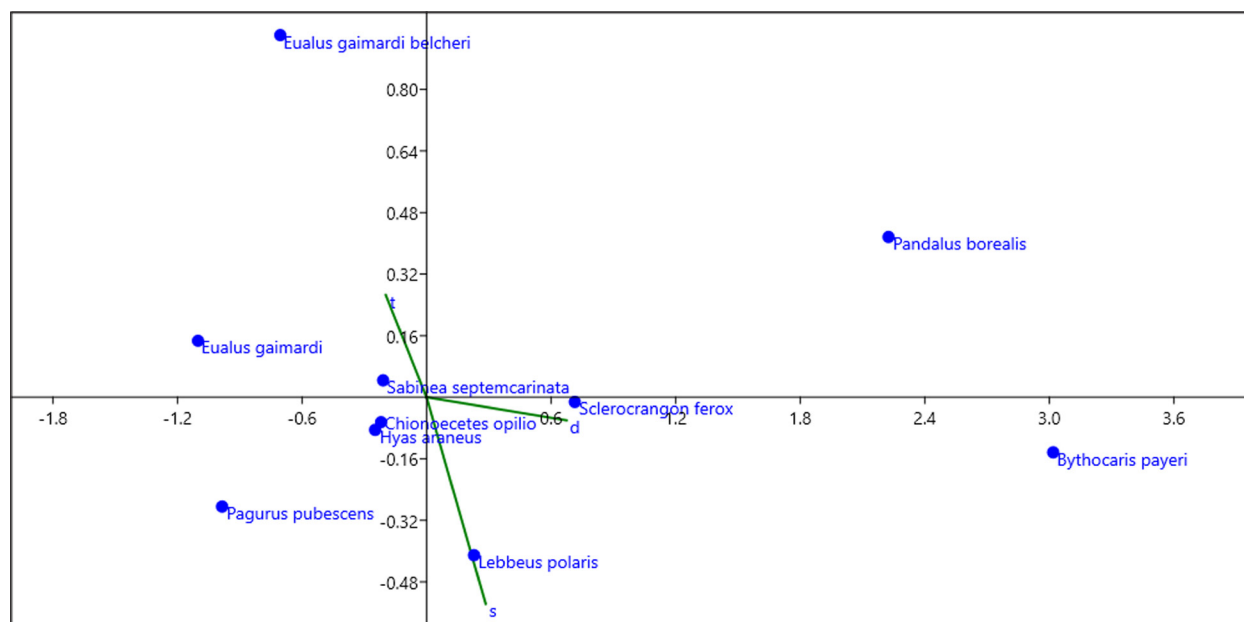


Рис. 3. Ординация методом ССА видов Decapoda в зависимости от факторов среды (t – придонная температура, s – соленость, d – глубина).

Fig. 3. CCA ordination of Decapoda species in relation to environmental variables (t – near-bottom temperature, s – salinity, d – depth).

является неким комплексным фактором, выражающим не только глубину как таковую, но и характер донных осадков (с глубиной увеличивается заиленность грунта), близость к Баренцевому морю и трансформированным атлантическим водам (увеличение глубины наблюдается в западном направлении), особенности гидродинамики в мелководных и глубоководных районах. По результатам ССА 90% дисперсии обусловлены комплексным действием глубины как интегрального фактора (горизонтальная ось) и 10% – непосредственно влияние температуры и солености, изменяющихся разнонаправленно (на мелководьях Карского моря, как правило, отмечается повышенная температура и пониженная соленость) (вертикальная ось).

По типу ареалов распространения встреченные виды десятиногих ракообразных относятся к бореально-арктической и высокобореально-арктической биогеографическим группам (Табл. 1). Виды, имеющие атлантическое происхождение (*P. borealis*, *B. payeri*, *H. araneus*, *P. pubescens*), распространены преимущественно в районах влияния трансформированных атлантических вод, проникающих с запада и северо-

запада из Баренцева моря: Новоземельский желоб и Приямальское мелководье. Высокобореально-арктические циркумполярные виды распространены практически по всей исследованной акватории. При этом для видов с наибольшей частотой встречаемости (*S. septemcarinata* и *S. ferox*) наблюдаются определенные закономерности распределения. *S. ferox* тяготеет к западным районам – склону и ложу Новоземельского желоба, где отмечали его максимальное обилие в уловах. *S. septemcarinata* предпочитает восточные районы, где также отмечено максимальное обилие этого вида в уловах.

ОБСУЖДЕНИЕ

За всё время исследований в Карском море отмечен 21 вид десятиногих ракообразных (Табл. 1). Разница в видовых списках в разные периоды времени обусловлена как некоторым отличием районов работ, так и изменениями в составе фауны за счет появления видов-вселенцев. В экспедиции ПИНРО 2007 г. преимущественно обследовали северную и западную глубоководную часть моря (Новоземельский желоб и желоб Святой Анны), в связи с чем

в уловах было встречено несколько глубоководных видов рода *Bythocaris*, а также батипелагические *Pasiphaea tarda* и *Sergestes arcticus* (Анисимова и др. [Anisimova et al.] 2008). В 2012 и 2016 гг. преимущественно исследованы центральная и юго-восточная мелководная части моря, где состав фауны несколько отличается. Отсутствие в материалах 2012 и 2016 гг. таких видов, как *Sclerocrangon boreas*, *Spirontocaris spinus*, *Bythocaris* spp., отмеченных в Карском море ранее (Menshutkina et al., 2001), обусловлено отсутствием в настоящей работе материалов из северных (глубоководных) и западных (приближенных к Баренцеву морю) районов, в которых эти виды распространены согласно анализу коллекционных материалов, хранящихся в ЗИН РАН.

В течение последнего десятилетия фауна Карского моря пополнилась видом-вселенцем, крабом-стригуном *C. opilio*, и в настоящее время продолжается процесс разрастания его популяции. Первые экземпляры краба-стригуна в Карском море были выловлены в его северо-западной части на границе с Баренцевым морем в 2010 г. (Agnalt et al. 2011). Первые несколько экземпляров крупных самцов в юго-западной части Новоземельского желоба были пойманы в 2012 г. в ходе экспедиции ММБИ, материалы которой послужили основой данной работы (Zimina 2014). В последующие несколько лет в ходе экспедиций ПИНРО, ММБИ и ИО РАН были отмечены массовые поимки краба, в том числе молоди и самок с икрой, в разных районах моря и в заливах карскоморского побережья Новой Земли (Соколов [Sokolov] 2014; Залота и др. [Zalota et al.] 2016, 2018, 2020; Баканев и Павлов [Bakanev and Pavlov] 2020). В 2019 г. по результатам экспедиции ПИНРО крабов отмечали на большей части исследованной акватории; их численность составляла в основном от 1 до 500 экз./км², а в районе проливов Маточкин шар и Карские ворота превышала 500 экз./км² (Баканев и Павлов [Bakanev and Pavlov] 2020).

Фауна десятиногих ракообразных Карского моря значительно обеднена по сравнению с фауной Баренцева моря. В Баренцевом море отмечены 40 видов, среди которых велика доля тепловодных форм, распространение которых в основном ограничено западной частью и районами проникновения атлантических вод

в северной глубоководной и южной частях моря (40% видового состава). При продвижении на восток этот компонент фауны полностью выпадает (Соколов [Sokolov] 2002, 2003; Zimina et al. 2015). Часть видов, широко распространенных в Баренцевом море, так же обычна и в Карском. При этом тенденция распределения некоторых из них схожа. В частности, *S. ferox* в Баренцевом море также преимущественно встречается в северной части моря, в холодной арктической водной массе; *S. septemcarinata* распространена на большей части акватории, за исключением теплого юго-западного района. Широко распространенные в Баренцевом море *P. borealis*, *L. polaris*, *P. pubescens*, *E. gaimardi* и *H. araneus* в Карском встречены только в районе Приямальского мелководья и у Новой Земли в зоне влияния баренцевоморских вод. Таким образом, видовой состав фауны в разных участках акватории в определенной степени отражает гидрологические условия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ фауны десятиногих ракообразных Карского моря по результатам траловых съемок 2012 и 2016 гг. и архивным данным показал, что в настоящее время она насчитывает 21 вид и существенно обеднена по сравнению с фауной Баренцева моря как качественно, так и количественно. В последнее десятилетие состав фауны десятиногих ракообразных Карского моря пополнился крабом-стригуном *C. opilio*. Распределение отдельных групп видов по акватории отражает гидрологические условия и может быть использовано для изучения влияния климатических изменений на фауну моря. Полученные данные о распространении отдельных видов и экологических групп могут использоваться для фоновой оценки состояния фауны декапод, в том числе в период начала становления популяции вида-вселенца краба-стригуна опилио.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа подготовлена в рамках темы госзадания ММБИ РАН АААА-А19-119011690138-0 «Донные сообщества Баренцева моря, его водосборного бассейна и сопредельных вод: эколо-

гия, биоразнообразии, роль чужеродных видов», а также при поддержке гранта РФФИ 18-05-60157 «Вековые изменения донных экосистем арктических морей России, современное состояние и прогноз».

ЛИТЕРАТУРА

- Agnalt A.-L., Pavlov V., Jorstad K.E., Farestveit E. and Sundet J. 2011.** The Snow Crab, *Chionoecetes opilio* (Decapoda, Majoidea, Oregoniidae) in the Barents Sea. In: B.S. Galil, P.F. Clark and J.T. Carlton (Eds). In the wrong place – alien marine crustaceans: distribution, biology and impacts. Invading Nature-Springer Series in Invasion Ecology. Vol. 6. Springer, Dordrecht: 283–300. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0591-3_9
- Anisimova N.A., Jorgensen L.L., Lyubin P.A. and Manushin I.E. 2010.** Mapping and monitoring of benthos in the Barents Sea and Svalbard waters: Result from the joint Russian- Norwegian benthic programme 2006–2008. IMR-PINRO Joint Report Series. IMR/PINRO, Bergen, 114 p.
- Anisimova N.A., Lubin P.A. and Menis D.T. 2008.** Benthos. In: B.F. Prischepa (Ed.). The ecosystem of the Kara Sea. PINRO Press, Murmansk: 43–106. [In Russian].
- Bakanev S.V. and Pavlov V.A. 2020.** Prospects of snow crab (*Chionoecetes opilio*) fisheries in the Kara Sea. *Problems of fisheries*, **21**(4): 478–487. [In Russian].
- Berge J., Renaud P.E., Eiane K., Gulliksen B., Cottier F.R., Varpe O. and Brattegard T. 2009.** Changes in the decapod fauna of an Arctic fjord during the last 100 years (1908–2007). *Polar Biology*, **32**(7): 953–961. <https://doi.org/10.1007/s00300-009-0594-5>
- Blacker R.W. 1965.** Recent changes in the benthos of West Spitsbergen Fishing grounds. *Special publications. International comission for the Northwest Atlantic Fisheries*, **6**: 791–794.
- Dobrovolsky A.D. and Zalogin B.S. 1982.** Seas of USSR. MSU, Moscow, 192 p.
- Dyer M.F., Cranmer G.J., Fry P.D. and Fry W.G. 1984.** The distribution of the benthic hydrographic indicator species in Swalbard waters, 1978–1981. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **64**(3): 667–677. <https://doi.org/10.1017/s0025315400030332>
- Golikov A.N. 1968.** Distribution and variability of long-lived benthic animals as indicators of currents and hydrological conditions. *Sarsia*, **34**: 199–208. <https://doi.org/10.1080/00364827.1968.10413382>
- Hammer Ø., Harper D.A.T. and Ryan P.D. 2001.** Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, **4**(1): 1–9.
- Komai T. 1999.** A revision of the genus *Pandalus* (Crustacea: Decapoda: Caridea: Pandalidae). *Journal of Natural History*, **33**: 1265–1372. <https://doi.org/10.1080/002229399299914>
- Legendre P. and Legendre L. 1998.** Numerical Ecology. Elsevier Science, 853 p.
- Lyubin P.A., Anisimova N.A., Jorgensen L.L., Manushin I.E., Prokhorova T.A., Zakharov D.V., Zhuravleva N.E., Golikov A.V. and Morov A.R. 2010.** Megabenthos of the Barents Sea. In: G.G. Matishov and G.A. Tarasov (Eds). Nature of the shelf and archipelagos of the European Arctic. Issue 10. Proceedings of the International Scientific Conference (Murmansk, October 27–30, 2010). GEOS, Moscow: 192–200. [In Russian].
- Lyubin P.A., Jørgensen L.L., Strelkova N.A., Manushin I.E., Prokhorova T.A., Zakharov D.V., Vyaznikova V.S., Zhuravleva N.E., Golikov A.V., Morov A.R., Zimina O.L. and Lyubina O.S. 2012.** Megabenthos of the Barents Sea. In: L.L. Jorgensen, N.A. Anisimova and A.B. Storeng (Eds). Norwegian-Russian workshop, HAV 5, Biological–Geological Seabed Mapping and Monitoring in the Barents Sea. IMR-PINRO Joint Report Series. IMR/PINRO, Bergen: 10–11.
- Lubina O.S., Zimina O.L., Lubin P.A. and Jorgensen L.L. 2012.** Distribution of Decapod crustaceans in the western part of the Barents Sea based on data from trawl survey of 2011 year. In: G.G. Matishov and G.A. Tarasov (Eds). Complex investigations of the Svalbard Archipelago nature. Issue 11. Proceedings of the International Scientific Conference (Murmansk, November 1–3, 2012). GEOS, Moscow: 154–160. [In Russian].
- Menshutkina T.V., Sokolov V.I. and Spiridonov V.A. 2001.** Suborder Natantia. In: B.I. Sirenko (Ed.). List of species of free-living invertebrates of Eurasian Arctic seas and adjacent deep waters. Explorations of the fauna of the seas, 51(59). Zoological Institute of Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg: 77–78.
- Petryashov V.V. 2001.** Infraorder Anomura. In: B.I. Sirenko (Ed.). List of species of free-living invertebrates of Eurasian Arctic seas and adjacent deep waters. Explorations of the fauna of the seas, 51(59). Zoological Institute of Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg: 78.
- Petryashov V.V. 2009.** Supertribe Anomura (Order Decapoda, Suborder Reptantia). In: B.I. Sirenko (Ed.). Illustrated keys to free-living invertebrates of Eurasian Arctic seas and adjacent deep waters. Volume 1. Rotifera, Pycnogonida and Crustacea. KMK Scientific Press Ltd., Moscow-Saint Petersburg: 101–111. [In Russian].
- Sokolov A.M. 2014.** The introduction of snow crab into the Kara Sea. An example of further species adaptive strategy in Russian Arctic area (on the results

- of PINRO researches in 2013). *Rybnoe hozyaistvo*, **6**: 63–67. [In Russian].
- Sokolov K.M. (Ed.). 2016.** Snow crab *Chionoecetes opilio* in the Barents and Kara seas. PINRO, Murmansk, 242 p. [In Russian].
- Sokolov V.I. 2002.** Decapod crustaceans (Crustacea Decapoda) of the Eurasian seas of Polar Basin. Abstract of the thesis for the degree of Candidate of Biological Sciences. P.P. Shirshov Institute of Oceanology of RAS, Moscow, 24 p. [In Russian].
- Sokolov V.I. 2003.** Decapod Crustaceans of the Barents Sea. *Trudy VNIRO*, **142**: 25–76. [In Russian].
- Sokolov V.I. 2006.** Distribution of the hermit crabs *Pagurus pubescens* and *P. bernhardus* (Anomura, Paguridae) in the Barents Sea and White Sea Gorlo Strait. *Zoologicheskii Zhurnal*, **85**(10): 1176–1186. [In Russian].
- Sokolov V.I. 2009.** Suborder Natantia (Order Decapoda). In: B.I. Sirenko (Ed.). Illustrated keys to free-living invertebrates of Eurasian Arctic seas and adjacent deep waters. Vol. 1. Rotifera, Pycnogonida and Crustacea. KMK Scientific Press Ltd., Moscow- Saint Petersburg: 72–101. [In Russian].
- Vassilenko S.V. 2001.** Infraorder Brachyura. In: B.I. Sirenko (Ed.). List of species of free-living invertebrates of Eurasian Arctic seas and adjacent deep waters. Explorations of the fauna of the seas, 51(59). Zoological Institute of Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg: 78.
- Vassilenko S.V. 2009.** Infraorder Brachyura (Order Decapoda). In: B.I. Sirenko (Ed.). Illustrated keys to free-living invertebrates of Eurasian Arctic seas and adjacent deep waters. Volume 1. Rotifera, Pycnogonida and Crustacea.: KMK Scientific Press Ltd., Moscow- Saint Petersburg: 111–120. [In Russian].
- Yashnov V.A. 1948.** Order Decapoda. In: N.S. Gaevskaya (Ed.). Guide to fauna and flora of nordic seas of USSR. Sovetskaya Nauka, Moscow: 328–344. [In Russian].
- Zakharov D.V., Jorgensen L.L., Manushin I.E. and Strelkova N.A. 2020.** Barents Sea megabenthos: spatial and temporal distribution and production. *Marine Biological Journal*, **5**(2): 19–37. <https://doi.org/10.21072/mbj.2020.05.2.03>
- Zalota A.K., Spiridonov V.A. and Vedenin A.A. 2018.** Development of snow crab *Chionoecetes opilio* (Crustacea: Decapoda: Oregonidae) invasion in the Kara Sea. *Polar Biology*, **41**(10): 1983–1994. <https://doi.org/10.1007/s00300-018-2337-y>
- Zalota A.K., Spiridonov V.A., Galkin S. and Pronin A.A. 2020.** Population structure of alien snow crabs (*Chionoecetes opilio*) in the Kara Sea (trawl and video sampling). *Oceanology*, **60**(1): 83–88. <https://doi.org/10.31857/S0030157420010256>
- Zalota A.K., Spiridonov V.A. and Vedenin A.A. 2016.** Snow crab (*Chionoecetes opilio*) – invader species in the Kara Sea. In: Proceedings of the V international scientific and practical conference “Marine research and education”. MSU, Moscow: 326–328. [In Russian].
- Zimina O.L. 2014.** Finding the snow crab *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius, 1788) (Decapoda: Majidae) in the Kara Sea. *Russian Journal of Marine Biology*, **40**(6): 490–492. <https://doi.org/10.1134/S1063074014060224>
- Zimina O.L. and Syomin V.L. 2013.** New data on the invertebrate fauna of the Kara and Pechora Seas obtained from trawlings in 2012. In: G.G. Matishov (Ed.). Proceedings of XXXI conference of young scientists of MMBI “Oceanography and biology of Arctic Seas” (Murmansk, May 2013). MMBI KSC RAS, Murmansk: 90–96. [In Russian].
- Zimina O.L. and Syomin V.L. 2015.** Peculiarities of fauna of bottom invertebrates in Arctic Seas (Kara, Laptev, East-Siberian) obtained from trawlings in 2012–2014. In: M.V. Flint (Ed.). Ecosystem of the Kara Sea – new data from expeditionary research. Proceedings of the scientific conference. APR, Moscow: 184–188. [In Russian].
- Zimina O.L., Lyubin P.A., Jørgensen L.L., Zakharov D.V. and Lyubina O.S. 2015.** Decapod Crustaceans of the Barents Sea and adjacent waters: species composition and peculiarities of distribution. *Arthropoda Selecta*, **24**(4): 417–428. <https://doi.org/10.15298/ARTHSEL.24.4.04>