

УДК 551.465

МАКРОБЕНТОС ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЖЕЛОБА СВЯТОЙ АННЫ И ПРИЛЕЖАЩИХ РАЙОНОВ КАРСКОГО МОРЯ

© 2015 г. С. В. Галкин, А. А. Веденин, К. В. Минин, А. В. Рогачева, Т. Н. Молодцова,

А. К. Райский, Н. В. Кучерук

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва

e-mail: galkin@ocean.ru

Поступила в редакцию 18.01.2013 г., после доработки 13.03.2013 г.

Исследованы состав и структура донных сообществ в южной части желоба Святой Анны и на прилежащих участках внешнего шельфа Карского моря. Материал был собран с помощью тралов Сигсби в ходе 54- и 59-го рейсов НИС “Академик Мстислав Келдыш” в 2007 и 2011 гг. на 10 станциях в диапазоне глубин от 57 до 554 м. Показано, что таксономический состав и экологическая структура донных сообществ восточного отрога желоба Святой Анны значительно отличаются от сообществ западного отрога. В то время как последние развиваются под воздействием активной придонной гидродинамики в условиях рассеченного рельефа и грубозернистого или твердого субстрата, в восточном отроге встречены исключительно рыхлые осадки, рельеф монотонный, а течения ослаблены. В западном отроге заметно влияние баренцевоморской фауны, которое прослеживается вплоть до глубин 150 м. Сообщество восточного отрога, не подверженное напрямую влиянию баренцевоморских вод, является вполне типичным продолжением биоценоза *Ophiocten sericeum*, населяющего внешний шельф Карского моря. По мере увеличения глубины, ведущую роль в сообществе начинает играть *Ophiopleura borealis*, при этом на наибольших обследованных глубинах можно наблюдать включение в состав фауны глубоководных высокоарктических форм, таких как морские ежи *Pourtalesia jeffreysi*. Основными факторами, определяющими распределение донных биоценозов в исследованном районе, являются характер микрорельефа, структура субстрата и придонная гидродинамика.

DOI: 10.7868/S0030157415040097

ВВЕДЕНИЕ

Карское море — одно из наиболее изученных в фаунистическом отношении морей российской Арктики. Регулярные исследования донной фауны проводились здесь начиная с экспедиции А. Норденшельда на “Вега” в 1878 г. Накопленные к середине прошлого века данные были обобщены и дополнены Л.А. Зенкевичем, в результате чего была составлена схема распределения общей биомассы бентоса [8] и донных биоценозов практически по всему морю [9]. Позже А.П. Кузнецов рассмотрел распределение пищевых группировок и провел гидродинамическое районирование Карского моря по данным трофической структуры его зообентоса [12–14]. В последующие годы интенсивные исследования бентоса Карского моря проводились в рейсах ПИНРО на судах “Академик Книпович”, “Выгегда”, “Отто Шмидт” и др. [12]. В 1991–1992 гг. в рамках программы ВНИИ Океангеология были построены схематические карты распределения общей биомассы, доминирующих видов и трофических группировок макрозообентоса [5].

Однако исследование распределения основных типов донных сообществ по акватории Кар-

ского моря нельзя считать завершенным. Из-за значительной разницы применявшихся методик сбора и обработки материала многие работы, посвященные этому вопросу, противоречат друг другу. К этому добавляется объективная сложность проведения биоценологических границ, многие из которых в Карском море выражены слабо или имеют клинальный характер. Не выясненным остается вопрос о направлениях и масштабах сезонных и многолетних изменений в положении этих границ. В этой связи актуальным является проведение исследований по единой методике в рамках комплексной программы, включающей также параллельный сбор данных по широкому спектру условий среды обитания. Такой подход позволяет не только выявить основные биоценологические комплексы, но и определить факторы, обуславливающие их распределение. Выяснение состава и закономерностей распределения донных сообществ Карского моря является необходимой основой для проведения мониторинга в целях оценки масштабов многолетних изменений морской экосистемы под воздействием природных и антропогенных факторов.

Район желоба Святой Анны и прилегающих к нему районов внешнего шельфа Карского моря представляет особый интерес по целому ряду причин. По сравнению с другими районами Карского моря (южным, центральным) этот район наименее изучен, что связано в числе прочего со сложной ледовой обстановкой, складывающейся здесь на протяжении почти всего года [16]. В частности, с 1990 по 2003 гг. в этом районе не проводилось специализированных бентосных исследований [1]. Этот район обладает целым рядом уникальных гидрофизических и геологических характеристик, отражающихся в своеобразном составе донных биоценозов. Отделенный от лежащей к югу Новоземельской впадины мелководным (100–150 м) порогом, этот желоб рассматривается как один из путей проникновения в Карское море баренцевоморских водных масс и атлантическо-баренцевоморской донной фауны. Однако масштабы этого проникновения далеко не исследованы. Весьма противоречивы данные о составе и условиях существования донного населения наибольших глубин желоба.

Целью настоящей работы было выяснение закономерностей распределения основных биоценологических комплексов макрофауны на южном склоне желоба Святой Анны и выявление определяющих его факторов. При этом стояли задачи уточнения таксономического состава руководящих таксонов, сопоставление выявленных биоценологических группировок макрофауны с условиями среды обитания каждой из них, сравнение биоценологической обстановки, складывающейся на склонах западного и восточного отрогов желоба и прилегающих районов Карского моря. Следует подчеркнуть, что предметом данной работы является выявление доминирующих таксонов сообществ макрофауны и экологическая характеристика донных биоценозов. Составление полных видовых списков так же, как комплексное изучение микро- и мейобентоса, на данном этапе не входило в нашу задачу.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал для работы был собран на 10 станциях в ходе 54- и 59-го рейсов НИС “Академик Мстислав Келдыш” в сентябре 2007 г. и в сентябре 2011 г. Район исследования охватывал южную оконечность желоба, причем были выполнены разрезы как в западном (рейс 2007 г.), так и в восточном (рейс 2011 г.) отрогах желоба. Пробы были отобраны в диапазоне глубин от 57 до 554 м.

Для сбора макрофауны использовался трал Сигсби со стальной рамой шириной 1.5 м и высотой 35 см с подборами из стального троса диаметром в 3.5 мм (4 шлага с двойной обмоткой). Трал был оснащен двойным мешком: наружный мешок сделан из двойной узловой капроновой дели

из веревки 3.1 мм с ячейей 45 мм; внутренний – из безузловой дели с ячейей 4.0 мм. Забортные работы проводили на дрейфе судна при скорости 0.2–1.0 узла. Для спуска и подъема трала использовали судовую лебедку грузоподъемностью 10 т.

Полученную пробу промывали на системе стальных сит с ячейей 5 и 1 мм. При необходимости проводили дополнительную промывку методом последовательного взмучивания с использованием ручного сита с ячейей 0.5 мм.

Первичную фиксацию проводили 6% нейтральзованным формалином с последующим переводом в 75% этиловый спирт. Нейтрализация формалина достигалась его разведением морской водой с добавлением (при необходимости) тетрабората натрия до значения рН, равного 7. Для последующей камеральной разборки и количественной обработки большую часть проб фиксировали в сосудах больших объемов, разделив по фракциям, соответствующим размеру сит. Крупных и хрупких животных отбирали вручную и фиксировали отдельно. Промытый грунт и каменный материал передавали геологам.

Последующая камеральная обработка включала разборку проб по таксономическим группам, таксономическое определение, подсчет экземпляров и взвешивание. Разборка велась с использованием бинокля. Для определения животных использовались руководства: [2, 6, 7, 15].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Западный отрог. В западном отроге желоба Святой Анны материал по макро- и мегафауне был собран в ходе пяти тралений, одно из которых проводилось в котловине, а четыре – на юго-восточном склоне желоба (таблица).

Трал из глубоководной части желоба (ст. 4983, с глубины 554 м) пришел достаточно хорошо промытый, содержал небольшое количество серого ила со значительной примесью гальки и гравия (некоторые камни окатанные). Массово в пробе встречаются офиуры *Ophiura sarsi*, *Ophiacantha bidentata* и *Ophiopleura borealis* и полихета *Thelepus cincinnatus*. В значительных количествах встречаются морские пауки (Pycnogonida), в основном *Nymphon spinosum hirtipes*, мягкие кораллы (*Gersemia* sp.), двустворчатые моллюски (*Nuculana pernula*, *Nucula tenuis*, *Astarte crenata* и др.) и несколько видов полихет. Встречены также мелкие гастроподы, эхиуриды и гидроиды. Единично встречены декаподы (*Pandalus borealis*, *Eualus gaimardi glabra*, *Eualus gaimardi* var. *balcheri*, *Pandalus* sp.), амфиподы (*Anonyx nugax*, *Stegocephalus inflatus*, *Halirages fulvocinctus*, *Acanthostepheia malmgreni*), иглокожие *Heliometra glacialis*, *Goronocephalus* sp., *Strongylocentrotus pallidus*, *Pontaster*

Ведущие группы макробентоса и характеристика среды обитания в южной части желоба Святой Анны

Ст. №	Координаты		Глубина, м	Доминирующие виды	Характеристика поверхностного слоя донных осадков (0–5 см)	Характеристики придонного горизонта воды		
	С.Ш.	В.Д.				T, °C	S, ‰	O ₂ , мл/л
Западный отрог желоба								
4990	76°09.2' 76°08.0'	72°29.8' 72°35.7'	106–127	<i>Ophiopleura borealis</i> , <i>Molpadia borealis</i> , <i>Nothria hyperborea</i> , <i>Astarte crenata</i>	Сильно обводненный темно-коричневый алевропелитовый ил	–0.9	34.27	6.92
4988	76°35.3' 76°32.9'	71°15.4' 71°21.8'	151–183	<i>Ophiacantha bidentata</i> , <i>Ophiura sarsi</i> , <i>Strongylocentrotus pallidus</i>	Темно-серый алевропелитовый ил, сверху много мелкой гальки (2–4 см)	0.14	34.79	7.64
4987	76°39.5' 76°42.7'	71°02.9' 70°57.8'	255–300	<i>Ophiacantha bidentata</i> , <i>Ophiura sarsi</i> , <i>Heliointra glacialis</i> , <i>Strongylocentrotus pallidus</i> , Рупногониды	Темно-серый алевропелитовый ил, сверху много гальки	0.54	34.87	7.52
4985	76°47.0' 76°42.7'	70°37.9' 70°36.4'	440–465	<i>Ophiacantha bidentata</i> , <i>Heliointra glacialis</i> , Demospongiae	Темно-серый алевроново-пелитовый ил, сверху много крупной гальки	–	–	–
4983	76°55.2' 76°57.4'	70°16.2' 70°19.7'	550–555	<i>Ophiacantha bidentata</i> , <i>Ophiura sarsi</i> , <i>Thelepus cinnamatus</i> , <i>Ophiopleura borealis</i>	Темно-серый алевроново-пелитовый ил, крупная галька (валуны до 15 см)	0.20	34.91	7.07
Восточный отрог желоба								
5032	76°32.98' 76°32.96'	080°44.88' 080°45.86'	56–57	<i>Ophiocsten sericeum</i> , <i>Ophiacantha bidentata</i> , <i>Similipecten greenlandicus</i>	Песчано-алевроитовый, с пелитовой примесью, около 1.5 десятков ЖМК	–1.4	34.04	6.80
5033	77°12.59' 77°12.93'	078°07.66' 078°08.93'	118–120	<i>Ophiocsten sericeum</i> , <i>Ophiacantha bidentata</i> , <i>Similipecten greenlandicus</i> , <i>Molpadia borealis</i> , <i>Urasterias lincki</i>	Песчанистый алевропелит	–1.1	34.4	7.43
5034	77°25.57' 77°26.07'	077°34.04' 077°34.13'	220	<i>Ophiopleura borealis</i> , <i>Saduria sabini</i> , <i>Yoldiella fraterna</i>	Алевропелитовый наиллок, биогурбированный	–0.5	34.9	9.60
5039	78°00.44' 78°01.12'	074°53.80' 074°54.76'	364–365	<i>Ophiopleura borealis</i> , <i>Ophiocolex glacialis</i> , <i>Yoldiella fraterna</i>	Алевропелитовый наиллок, биогурбированный	–0.3	34.9	8.77
5042	78°29.49' 78°29.92'	072°48.28' 072°51.23'	472	<i>Ophiopleura borealis</i> , <i>Ophiocolex glacialis</i>	Алевропелит, обводненный, биогурбированный	–0.4	34.9	6.29

tenuispinus, губки (Demospongiae) и лопатоногие моллюски (Scaphopoda).

Трал на ст. 4985 (с глубины 460 м) пришел плохо промытым. Помимо беспозвоночных, в траловом мешке содержался серый плотный ил, состоящий из компонентов органического происхождения и неорганических частиц очень мелкой зернистости и крупная галька. Массово в пробе встречаются иглокожие *Ophiacantha bidentata* и *Heliometra glacialis*, и губки (Demospongiae). В значительных количествах отмечены *Strongylocentrotus pallidus*, морские пауки (в основном *Nymphon spinosum hirtipes*), офиуры (*Ophiopholis aculeata*, *Ophiura sarsi*) и полихета *Nothria hyperborea*. Единично встречены актинии, эррантные полихеты, декаподы (Macrura Natantia), амфиподы (по меньшей мере 2 вида), приапулиды *Priapulid* sp., двустворчатый моллюск *Nuculana pernula*, брюхоногие моллюски Vuccinidae, осьминог *Bathypolypus arcticus* (2 экземпляра), офиуры *Ophiopleura borealis*, морские звезды *Stenodiscus crispatus* и *Lophaster furcifer*. По сравнению с предыдущей станцией здесь впервые отмечены головоногие моллюски. Среди офиур на данной станции отчетливо доминирует *Ophiacantha bidentata*, в то время как *Ophiopleura borealis* единичны. В качестве руководящих видов офиур выступают *Ophiopholis aculeata* и *Ophiura sarsi*, встречающиеся примерно в равных количествах. Отсутствуют мягкие кораллы, в небольших количествах по сравнению с предыдущей станцией встречаются ракообразные и полихеты, в значительно больших количествах присутствуют морские лилии *Heliometra glacialis*. Видовое богатство (по предварительным данным) по сравнению со ст. 4983 меньше. Среди беспозвоночных данной станции очень слабо представлены крупные зарывающиеся в грунт сестонофаги (*Bivalvia*, седентарные полихеты), преобладают организмы, живущие на поверхности дна или свободно перемещающиеся по ней. В илу (при первичном осмотре) не обнаружены раковины фораминифер, много органического вещества (мелкие фрагменты животных и растений).

На ст. 4987 (с глубины 300 м) трал пришел хорошо промытый, проба содержала большое количество гальки. Массово в пробе встречаются иглокожие *Ophiacantha bidentata* и *Heliometra glacialis* и морские пауки (*Nymphon spinosum hirtipes* и *N. elegans*). К числу массовых форм также относятся офиура *Ophiopholis aculeata* и полихета *Nothria hyperborea*. На камнях в значительных количествах встречаются домики полихет из семейства Spirorbidae, гастроподы Asmaeidae, губки Demospongiae, офиура *Ophiura sarsi* и морской еж *Strongylocentrotus pallidus*. Единично встречены гидроиды, полихеты *Pectinaria hyperborea*, амфиподы, декаподы (Macrura Natantia), хитоны (Polyplacophora), двустворчатые моллюски *Nuculana pernula* и Прореа-

муssiidae, брахиоподы и морские звезды *Stenodiscus crispatus* и *Lophaster furcifer*. По сравнению с предыдущими станциями большую долю обнаруженных в трале беспозвоночных составляют морские лилии *Heliometra glacialis*. По сравнению со ст. 4985 больше *H. glacialis* и *Ophiopholis aculeata*, меньше *Ophiacantha bidentata*, *Ophiura sarsi* и *S. pallidus* (все экземпляры морских ежей на этой станции мелкие). В улове подвижные и сидячие сестонофаги преобладают над зарывающимися формами.

Трал на ст. 4988 с глубины 215–220 метров пришел хорошо промытым. В траловом мешке было большое количество гальки и гравия (большинство камней окатанные). Массово в пробе представлены офиуры *Ophiacantha bidentata*, *Ophiopholis aculeata* и *Ophiura sarsi*. В число руководящих форм входят морские пауки (*Nymphon spinosum hirtipes*, *N. elegans* и *N. giltayi*), иглокожие *Heliometra glacialis*, и *Strongylocentrotus pallidus* и двустворчатый моллюск *Hiatella arctica*. Также встречаются мягкий коралл *Gersemia* sp., гидроиды, полихеты (*Spirorbidae*, *Pectinaria hyperborea*), хитоны, гастроподы Asmaeidae, двустворчатые моллюски (*Nuculana pernula*, *Astarte crenata*), брахиоподы, мшанки и амфиподы. Единично представлены двустворки Proreamussidae, усногие раки, декапода *Pagurus* sp. и морская звезда *Hymenaster pellucidus*. По сравнению со ст. 4987 отмечено меньше *Heliometra glacialis*. В большем количестве встречены *Hiatella arctica*, ранее единичные. Морские ежи *Strongylocentrotus pallidus* были пойманы в большем количестве, чем на ст. 4987; их средний диаметр панциря оказался также больше. Доля седентарных полихет в трубках и двустворчатых моллюсков больше, чем на двух предыдущих станциях разреза. Русногониды, наоборот, встречены в меньшем количестве. Гальки и гравия несколько больше, чем на ст. 4987, но она была меньшего размера (до 2–4 см в диаметре). Состав обрастателей гальки примерно такой же, как на предыдущих станциях.

Трал на ст. 4990 с глубины 127–121 м пришел хорошо промытым. Массово в пробе встречаются офиура *Ophiopleura borealis*, двустворка *Astarte crenata* и полихета *Nothria hyperborea*. В значительных количествах встречены офиура *Ophiura sarsi*, изопода *Saduria sabini*, гастроподы Naticidae, мшанки, голотурия *Molpadia borealis arctica*, мизиды (прилов). Единично отмечены мягкий коралл *Gersemia* sp., двустворка *Nuculana pernula*, амфиподы, иглокожие *Ophiacantha bidentata*, *Gorgonocephalus* sp. и *Pontaster tenuispinus*. По сравнению со ст. 4988 не обнаружено морских лилий *Heliometra glacialis*, двустворчатых моллюсков *Hiatella arctica*, морских ежей *Strongylocentrotus pallidus*, а массовым видом офиур здесь является *Ophiopleura borealis*. Как и на предыдущих станциях разреза, в значительных количествах встречены *Nothria hy-*

perborea — здесь это один из массовых видов. Фауна обрастателей беднее по сравнению с предыдущими станциями разреза.

Восточный отрог. В ходе 59-го рейса на разрезе от центрального шельфа до ложа желоба материал был получен на 5 станциях.

На ст. 5032 с глубины 57 м в трале было поймано около полутора десятков крупных железо-марганцевых конкреций, до 15 см в диаметре. В пробе по численности преобладали офиуры *Ophiecten sericeum* и *Ophiacantha bidentata* и двустворчатые моллюски *Similipecten greenlandicus*. Обычны изоподы *Saduria sibirica* и *S. sabini*, морская звезда *Ctenodiscus crispatus* и два вида морских пауков — *Nymphon spinosum hirtipes* и *N. sluiteri*. Из полихет довольно многочисленны представители семейств Polynoidae (*Bylgides* sp.) и Nephtyidae. Также обычна полихета *Polyphysia crassa*, ранее не отмечавшаяся в Карском море (определение А.А. Веденина). Менее многочисленны мелкие двустворчатые моллюски *Yoldiella* sp. Единично представлены трубки полихеты *Spiochaetopterus typicus*. Также в пробе представлены мягкий коралл *Gersemia* sp., полихета *Nothria hyperborea*, каракатица *Rossia palpebrosa*, амфипода *Anonyx nugax*, иглокожие *Molpadia borealis arctica*, *Myriotrochus* sp., *Pontaster tenuispinus*, *Ophiopleura borealis*, *Ophioscolex glacialis* и *Gorgonocephalus* sp., а также асцидии. Некоторые конкреции покрыты обрастаниями, состоящими из гидроидов, *Gersemia* sp. и мшанок.

На ст. 5033 с глубины 120 м железо-марганцевые конкреции были представлены в небольшом количестве. В пробе по численности преобладают офиуры *Ophiecten sericeum*, *Ophiacantha bidentata* и *Ophiopleura borealis* и двустворка *Similipecten greenlandicus*. В число обычных (но не массовых) форм входят морские пауки (*Boreonymphon robustum*, *Nymphon sluiteri*, *N. spinosum hirtipes*), креветки *Sabinea septemcarinata*, изоподы *Saduria sabini*, двустворчатые моллюски *Astarte crenata*, *Nuculana pernula* и *Hiatella arctica* и иглокожие *Molpadia borealis arctica*, *Ophioscolex glacialis*, *Urasterias lincki*, *Hymenaster pellucidus* и *Icasterias panopla*. Найдено несколько экземпляров офиуры *Gorgonocephalus* sp. По-видимому, на этой станции представлен тот же биоценоз, что и на ст. 5032. Отличия заключаются в большем количестве иглокожих (по обилию и разнообразию), меньшей численности ракообразных (амфипод и изопод, хотя есть крупные креветки), меньшей численности, но большем разнообразии морских пауков. В промытой пробе обнаружено множество фораминифер.

На ст. 5034 с глубины 220 м в улове доминируют офиуры *Ophiopleura borealis*. Очень многочисленны изоподы *Saduria sabini* и двустворчатые моллюски *Yoldiella fraterna*. Офиуры *Ophiecten seri-*

ceum и *Ophiacantha bidentata* входят в число руководящих форм, но представлены в меньшем количестве. Очень много морских пауков, представленных четырьмя видами и подвидами: *Boreonymphon robustum*, *Nymphon sluiteri*, *N. spinosum hirtipes*, *N. stroemi gracilipes*. Обычны двустворчатые моллюски *Cuspidaria* sp. Значительную часть биомассы улова составляют крупные морские звезды *Urasterias lincki*, *Icasterias panopla* и *Pontaster tenuispinus* и голотурия *Molpadia borealis arctica*. Крупные двустворчатые моллюски единичны — одна *Hiatella arctica*. В число обычных, но не массовых форм входят полихеты Nephtyidae. Также отмечены крупные гидроиды на раковине брюхоногого моллюска, полихета *Nothria hyperborea*, двустворка *Thyasira* sp., немертины, амфипода *Anonyx nugax* и иглокожие *Ophioscolex glacialis* и *Myriotrochus* sp. Полностью отсутствуют *Similipecten greenlandicus*. В промытой пробе много фораминифер *Rhabdammina abyssorum*.

На ст. 5039 с глубины 365 м доминируют офиуры *Ophiopleura borealis* и *Ophioscolex glacialis*. В мелкой фракции (менее 5 мм) очень многочисленны двустворчатые моллюски *Yoldiella fraterna*. Много изопод *Saduria sabini* и *S. sibirica*, средних размеров, примерно в равных количествах (*S. sibirica* чуть меньше). Довольно много полихет *Nothria hyperborea* и актиний (до 3 см) на брюхоногих моллюсках (Vuccinidae). Отмечены полихеты Nephtyidae и трубки *Spiochaetopterus typicus*, двустворки *Thyasira* sp. и *Cuspidaria* sp. и иглокожие *Urasterias lincki* и *Gorgonocephalus* sp. (более 30 см в диаметре). Единичны креветка *Sabinea septemcarinata* и амфипода *Acanthostepheia malmgreni*. Морские пауки представлены мелкими формами трех видов. В промытой пробе много фораминифер *Rhabdammina abyssorum* и *Saccorhyza ramosa*.

На ст. 5042 с глубины 472 м фауна богатая и разнообразная. Доминируют офиуры *Ophiopleura borealis* и *Ophioscolex glacialis*, а также двустворка *Similipecten greenlandicus*. В значительном количестве отмечены амфиподы, голотурии *Molpadia borealis arctica*, морские пауки (6 видов из 2-х семейств) и асцидии. Среди полихет отмечены Nephtyidae, *Spiochaetopterus typicus*, Maldanidae, Sabellidae и *Nothria hyperborea*. Присутствуют крабы *Hyas* sp., восьмилучевые кораллы *Gersemia* sp. и *Virgularia mirabilis*. Также отмечены *Saduria sabini*, *Thyasira* sp., мелкие *Cuspidaria* sp., Scaphopoda, *Gorgonocephalus* sp. Заметно включение в фауну ранее не встречавшихся относительно глубоководных элементов — морские ежи *Pourtalesia jeffreysi* и изоподы *Calathura brachiata*. Обильны фораминиферы *Astrorhiza*, в то время как *Rhabdammina*, преобладавшая на предыдущих станциях, полностью отсутствует.

ОБСУЖДЕНИЕ

Окончательные выводы о составе и границах донных сообществ можно будет сделать лишь после полной таксономической обработки материала, которая пока не завершена. Однако уже сейчас представляется возможным выявить основные типы встреченных биоценозов, основываясь на доминировании в их составе определенных таксонов. Как правило, это доминирование выражено достаточно сильно. Как показали наши предыдущие исследования в этом районе [3, 4], на долю трех–четырех ведущих таксонов приходится 85–99% веса улова. Это позволяет уже на этапе первичной разборки выявить доминирующие и руководящие таксоны для каждой пробы. Данные об этих таксонах, а также характеристики среды обитания приведены в таблице.

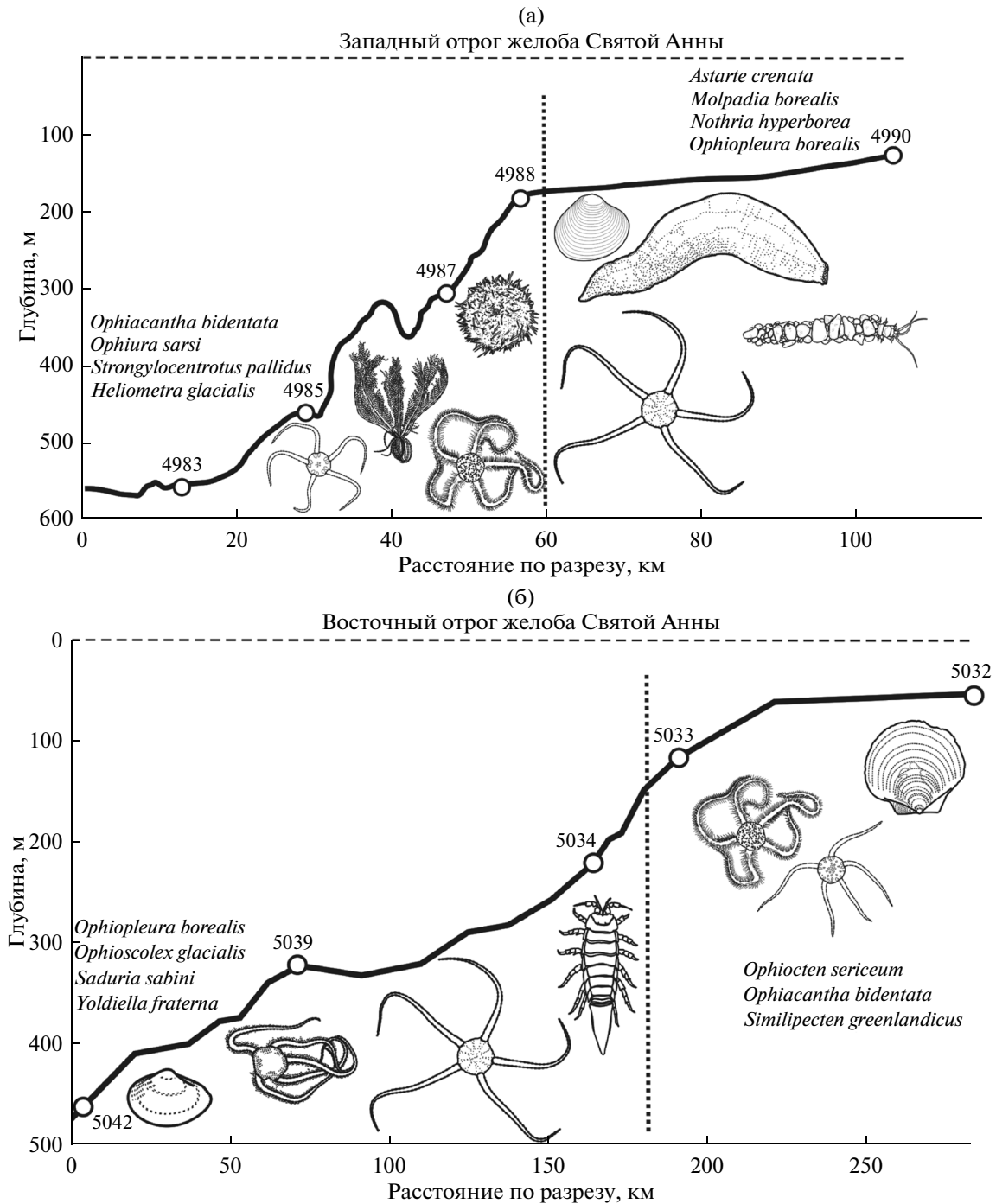
Проведенные в 54-м рейсе НИС “Академик Мстислав Келдыш” (2007 г.) исследования показали, что донное население ложа и склона западного отрога желоба Святой Анны по своему составу и экологической структуре значительно отличается от сообществ, распространенных на аналогичных глубинах Новоземельской впадины (сравним с [4]). Прежде всего, это выражается в значительно большем видовом разнообразии. В пробах оказались представлены таксоны, не отмечавшиеся в Новоземельской впадине (морские ежи, брахиоподы, ряд видов офиур). Часть этих форм, очевидно, являются вселенцами из сопредельных районов Баренцева моря, проникшими в северную часть Карского моря с глубоководным течением, огибающим мыс Желания. Следы этого течения можно видеть в распределении придонных температур на разрезе (данные П.Н. Маккавеева, В.В. Кременецкого). На больших глубинах желоба Святой Анны держится положительная температура (достигая 0.54°C на ст. 4987 на глубине 285 м). Ближе к поверхности (начиная со 155 м) температура устойчиво отрицательная.

Долю баренцевоморских и атлантических таксонов в сообществах желоба Святой Анны можно будет оценить лишь после полной таксономической обработки собранного материала. Однако можно отметить, в частности, обилие морских ежей *Strongylocentrotus pallidus* на глубоководных станциях разреза. Биоценоз с этим доминантом до сих пор не был описан для Карского моря, однако он широко известен и распространен в Баренцевом море [9], и в экспедиции 49-го рейса НИС “Дмитрий Менделеев” (1993 г.) был встречен лишь на ст. 4376, взятой близ Карских Ворот [3]. Впервые отмечено вселение в западный отрог желоба (станция 4983 и 4988) атлантического вида пикногонид *Nymphon gilgai*, известного ранее только на Ньюфаундлендской банке. В отличие от Новоземельской впадины, в желобе Святой Анны нами ни на каких глубинах не было отмечено сообще-

ство *Ophiopleura* – *Elpidia*. Вообще, *Ophiopleura borealis*, входя в состав руководящих таксонов на некоторых станциях западного отрога, в целом отнюдь не определяет облик встреченных в желобе сообществ, значительно уступая по численности *Ophiacantha bidentata*, *Ophiopholis aculeata* и другим видам офиур (сравним: [9], рис. 71). Лишь на последней станции разреза, расположенной уже на ложе Карского моря, *Ophiopleura borealis* явно доминирует, и сообщество, отмеченное здесь, вполне соответствует описанию одноименного биоценоза [17]. С другой стороны, *O. borealis* хорошо представлена и на самой глубоководной станции желоба. Здесь же в числе руководящих форм отмечены и двустворчатые моллюски, а также голотурии. Все это отличает население дна желоба от вышележащих участков, и может быть связано с несколько ослабленной динамикой придонных вод, по сравнению со склоном.

По результатам предварительной обработки траловых проб дно и нижняя часть склона желоба Святой Анны занято сообществом с доминированием иглокожих, прежде всего, офиур, среди которых, в свою очередь, наиболее высокой относительной численности достигают *Ophiacantha bidentata* и *Ophiopholis aculeata*. Важная роль в сообществе принадлежит морским ежам *Strongylocentrotus pallidus*, морским лилиям *Helioметра glacialis* и морским паукам. На дне желоба в число руководящих форм входят *Ophiopleura borealis*, относительно велика роль двустворчатых моллюсков. В верхней части склона (ст. 4988, с глубины 215–220 м) при сохранении общего облика сообщества увеличивается относительная численность двустворчатых моллюсков и седентарных полихет; количество пикногонид уменьшается. На ст. 4990 с глубины 121–127 м состав руководящих форм значительно меняется. На первое место по численности выходит *Ophiopleura borealis*, в число доминантов входят *Astarte crenata*, в значительном количестве представлены разнообразные полихеты, полностью отсутствуют морские ежи, лилии и брахиоподы (рисунок (а)).

Судя по имеющимся материалам, донное сообщество обследованной части ложа и склона желоба Святой Анны формируется под воздействием сильного и постоянного придонного течения. Об этом свидетельствует обилие прикрепленных и подвижных сестонофагов, которые являются явно доминирующей экологической группировкой сообщества. Доля сортирующих детритофагов относительно невелика, безвыборочно заглатывающие грунт формы практически отсутствуют. Очень слабо представлены зарывающиеся формы; в то же время большую роль в пробах играют обрастатели твердого субстрата (гальки, раковин моллюсков).



Батиметрический профиль, расположение станций и основные фаунистические группировки на станциях разреза через западный (а) и восточный (б) отроги желоба Святой Анны.

Об активной динамике придонных вод косвенно свидетельствует состав донных отложений (данные В.А. Чечко). На глубоководных станциях разреза распространены темно-серые алевроито-пелитовые илы, несущие сверху тонкую (1–2 мм) окисленную пленку. Очень значительна в верхнем слое примесь гальки (ее средний размер несколько уменьшается с глубиной). Отсутствие в исследу-

емом районе коричневых илов, столь характерных для глубин Новоземельской впадины, вероятно, является причиной полного отсутствия в наших пробах голотурий *Elpidia glacialis*, судя по всему, приуроченных именно к этому типу осадков. На наиболее мелководной станции разреза структура осадка резко меняется. В верхнем слое геологической колонки (0–5 см) отмечен сильно-

обводненный темно-коричневый алеврито-пелитовый ил, ниже подстилаемый мягким, однородным серо-голубым илом. Следует отметить, что к этой станции приурочены и наиболее заметные изменения в донном сообществе.

Условия транзита взвешенного вещества, господствующие в исследованной части желоба, вероятно, определяют как трофическую структуру исследованного сообщества, так и состав доминирующих таксонов. В частности, среди офиур на первое место по численности выходят *Ophiacantha bidentata* и *Ophiopholis aculeata*, способные отфильтровывать пищевые частицы из придонного слоя воды. В то же время *Ophiopleura borealis*, не имеющая длинных игл на лучах и ориентированная на потребление осадочного детрита, встречается в большинстве проб скорее эпизодически. Чрезвычайно характерно высокое, ранее нигде в Карском море не отмечавшееся относительное обилие крупных лилий *Heliometra glacialis* на глубоководных станциях разреза. Очень многочисленны и разнообразны мелкие прикрепленные сестонофаги: мшанки, гидроиды, мелкие губки, полихеты *Spirorbidae*, брахиоподы и др.

Наиболее резкие изменения донного сообщества наблюдаются на переходе от склона желоба к центральному плато, где фауна приобретает вполне “карскоморский” облик. Здесь не обнаружено морских лилий *Heliometra glacialis*, морских ежей *Strongylocentrotus pallidus* и двустворчатых моллюсков *Hiatella arctica*. Изменения касаются не только таксономического состава, но и экологической структуры донного населения. Возрастает доля потребляющих детрит форм (среди офиур резко доминирует *Ophiopleura borealis*). Фауна обрастателей беднее по сравнению со склоновыми станциями разреза: при первичном осмотре не обнаружено брахиопод, гидроидов, значительно меньше мшанок. Следует отметить, что именно эта станция значительно отличается от предыдущих по составу донных отложений. Верхний слой осадка представляет собой коричневый окисленный алеврито-пелитовый ил, вероятно, сформировавшийся в условиях ослабленной гидродинамики. Видимо, это создает здесь благоприятные условия для детритофагов, в частности крупных голотурий *Molpadia borealis*, морских звезд *Ctenodiscus crispatus* и др.

Траловые пробы в районе восточного отрога желоба, взятые в 59-м рейсе (2011 г.), были приблизительно равномерно распределены по глубине (рисунок (б)). Первые две станции 5032 и 5033 лежат еще на шельфе, в пределах сообщества *Ophiecten sericeum*. Из числа интересных находок на этих станциях следует назвать встреченную в значительном количестве полихету *Polyphysia crassa*, известную в Баренцевом, но ранее не отмечавшуюся в Карском море. Эта находка, сделан-

ная практически в географическом центре моря, представляет собой пример проникновения в Карское море теплолюбивой баренцевоморской фауны.

Насколько можно судить по полученным пробам, донное сообщество восточного отрога желоба Святой Анны является вполне типичным продолжением сообщества, населяющего внешний шельф Карского моря. Как уже было сказано, первые две станции разреза (5032 и 5033) лежат в области распространения биоценоза *Ophiecten sericeum*. Это достаточно богатое и разнообразное сообщество, в состав которого входят также морские пауки Русногониды, изоподы *Saduria sibirica*, *S. sabini*, различные Polychaeta и др. Весьма разнообразны морские звезды. Большую роль в биомассе играют *Ctenodiscus crispatus*, *Hymenaster pelucidus*, *Icasterias panopla*, *Pontaster tenuispinus*.

На глубинах около 200 метров, как и в других районах Карского моря, при сохранении *Ophiecten sericeum* в числе руководящих форм, доминирующую роль в сообществе начинает играть *Ophiopleura borealis*. Этому переходу сопутствует незначительное понижение придонной температуры, а также некоторое изменение структуры осадка (он становится более мелкозернистым, обводненным). Как известно, *O. borealis* предпочитает именно мягкие илы. Следует отметить, что очень похожие закономерности в вертикальном распределении фауны офиур (смена батимального комплекса *Ophiopleura* – *Ophiacantha* мелководным *Ophiecten sericeum*) были описаны [14] в северной части Баренцева моря. Это подтверждает, что сообщество с доминированием *Ophiecten sericeum* является, вероятно, наиболее распространенным биоценозом западного сектора Арктики на глубинах менее 100 м, причем как на материково-островном шельфе, так и на изолированных поднятиях (банках) северных морей [18, 19].

Наряду с *Ophiopleura*, значительную роль в сообществе на станциях 5034 и 5039 играют мелкие двустворчатые моллюски *Yoldiella fraterna*, лидирующие по численности. Весьма обычны полихеты *Nephtyidae*, *Nothria hyperborea*, голотурии *Myriotrochus* sp. и *Molpadia borealis arctica*.

На наиболее заглубленной станции разреза 5042 встречено примерно то же сообщество, однако из числа руководящих форм исчезают *Yoldiella fraterna*, а место субдоминанта занимают крупные офиуры *Ophioscolex glacialis*. В составе сообщества заметную роль играют двустворчатые моллюски *Similipecten greenlandicus*, морские пауки, голотурии *Molpadia borealis arctica*, различные полихеты, асцидии.

Что касается трофической структуры сообщества восточного отрога, то она также отличается от таковой склона западного отрога. Большинство доминирующих форм являются собирающи-

ми детритофагами, ориентированными на сбор осажженного детрита. Это косвенно свидетельствует, что на исследованном участке желоба процессы осаднения детрита преобладают над его транзитом. Малому развитию прикрепленных сестонофагов способствует и дефицит твердого субстрата в восточном отроге. На склонах западного отрога наблюдалась обратная ситуация.

Таксономический состав фауны склона восточного отрога вполне карскоморский. Большинство отмеченных здесь форм относятся к хорошо известным и распространенным в Карском море видам. Лишь на наиболее заглубленной станции разреза 5042 наблюдалось включение в состав фауны глубоководных форм — таких как ежи *Pourtalesia jeffreysi* и изоподы *Calathura brachiata*.

Биотопическая обстановка в восточном отроге желоба Святой Анны резко отличается от ситуации, ранее описанной для западного отрога желоба. Прежде всего, это касается мезорельефа. Если в западном отроге мы наблюдали достаточно крутой склон, перемежающийся свалами и заиленными террасами, то в восточном отроге склон очень пологий, рельеф сглаженный. Сильно отличается и характер субстрата. В пробах из западного отрога часто присутствовала галька и даже крупные валуны. В уловах, полученных нами в восточном отроге, каменный материал практически отсутствует. Вертикальное распределение температур на станциях восточного и западного отрогов также значительно различается. В западном отроге наблюдалось явное влияние теплой промежуточной водной массы, выражающееся в повышении придонной температуры на склоне и дне желоба до положительных значений. В восточном отроге температура на станциях разреза плавно уменьшается при переходе от края шельфа к склону и затем остается примерно постоянной и устойчиво отрицательной. Что касается придонной гидродинамики, то при отсутствии прямых измерений судить о ней можно лишь косвенно. Однако многое свидетельствует о том, что сообщество западного отрога формируется под воздействием достаточно сильных и постоянных придонных течений. В восточном отроге такие свидетельства отсутствуют; характер поверхностного слоя грунта и микрорельеф скорее соответствуют спокойной гидродинамической обстановке. Характерно, что в работах, посвященных динамике современного осадконакопления в желобе Святой Анны, район восточного отрога характеризуется как зона устойчивой аккумуляции, в то время как западный склон относится к зоне транзита, либо аккумуляции и транзита [10, 11]. С перечисленными особенностями могут быть связаны и различия в структуре донного населения западного и восточного отрогов.

В заключение можно констатировать, что влияние баренцевоморской и высокоарктической фаун, явно прослеживающееся в западном отроге, на аналогичных глубинах восточного отрога если и имеет место, то носит завуалированный характер. Если бы граница Карского моря проводилась по распределению бентоса, она прошла бы по кромке западного отрога желоба Святой Анны, но захватила бы исследованную часть склона восточного отрога.

На наибольших исследованных глубинах в желобе Святой Анны нами были сделаны примечательные зоологические находки. На наиболее глубоководной станции 5042 в улове были представлены ежи *Pourtalesia jeffreysi*. В фауне пикногонид на этой же станции обнаруживаются высокоарктические формы *Boreonymphon robustum* и *Cordylochele brevicollis*. Присутствие представителей этих глубоководных видов мы рассматриваем как пример проникновения в Карское море высокоарктической фауны (напомним, что в западном отроге проявлялось в основном влияние фауны относительно тепловодной баренцевоморской).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таксономический состав и экологическая структура донных сообществ восточного отрога желоба Святой Анны значительно отличаются от сообществ западного отрога. В то время как последние развиваются под воздействием активной придонной гидродинамики в условиях расчлененного рельефа и грубозернистого или твердого субстрата, в восточном отроге встречены исключительно рыхлые осадки, рельеф монотонный, а течения ослаблены. В западном отроге заметно влияние баренцевоморской фауны, которое прослеживается вплоть до кромки внутреннего шельфа (около 150 м). Именно здесь теплые промежуточные водные массы, заносимые контурным течением, сменяются водой с отрицательной температурой, а фауна приобретает вполне “карскоморский” облик. Сообщество восточного отрога, не подверженное напрямую влиянию баренцевоморских вод, является вполне типичным продолжением биоценоза *Ophiocten sericeum*, населяющего внешний шельф Карского моря. По мере увеличения глубины, ведущую роль в сообществе начинает играть *Ophiopleura borealis*. На наибольших обследованных глубинах можно наблюдать включение в состав фауны глубоководных высокоарктических форм — таких как ежи *Pourtalesia jeffreysi*. Основными факторами, определяющими распределение донных биоценозов в исследованном районе, являются характер микрорельефа, состав осадка и придонная гидродинамика.

Авторы благодарят Ф.В. Сапожникову, А.А. Удалову и Г.А. Колючкину за помощь в сборе

и первичной обработке материала. Мы выражаем благодарность В.А. Чечко, П.Н. Маккавееву, Н.А. Беляеву и В.В. Кременецкому за предоставление данных по составу осадков и гидрохимии придонных вод.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-04-01332а, первичная обработка, написание) и Российского научного фонда (проекты № 14-17-00681, полевые работы и № 14-50-00095, обработка материалов).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимова Н.А., Любин П.А., Менис Д.Т. Бентос // Экосистема Карского моря / Ред. Прищепа Б.Ф. Мурманск: ПИНРО, 2008. С. 106–123.
2. Гаевская Н.С. Определитель фауны и флоры северных морей СССР. М.–Л.: Советская наука, 1948. 735 с.
3. Галкин С.В. Исследования макробентоса Карского моря в 49-м рейсе НИС “Дмитрий Менделеев” // Бентос высокоширотных районов. М.: ИО РАН, 1998. С. 34–41.
4. Галкин С.В., Савилова Т.А., Москалев Л.И. Макробентос Новоземельского желоба // Океанология. 2010. Т. 50. № 6. С. 982–993.
5. Гуревич В.И. Современный седиментогенез и геоэкология Западно-Арктического шельфа Евразии. М.: Научный мир, 2002. 135 с.
6. Гурьянова Е.Ф. Бокоплавцы морей СССР и сопредельных вод (Amphipoda–Gammaridea). М.: Изд-во АН СССР, 1951. 1032 с.
7. Жирков И.А. Полихеты Северного Ледовитого океана. М.: Янус-К, 2001. 632 с.
8. Зенкевич Л.А. Фауна и биологическая продуктивность моря. Т. 2. М.: Советская наука, 1947. 588 с.
9. Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 739 с.
10. Крылов А.А., Иванов Г.И. Динамика современного осадконакопления в желобе Святой Анны // Новое в геологии Арктики и Мирового океана. СПб.: ВНИИОкеангеология, 1999. С. 31–35.
11. Крылов А.А., Иванов Г.И., Сергеева Э.И. Современное осадконакопление в желобе Святой Анны (Карское море) // Океанология. 2005. Т. 45. № 1. С. 107–115.
12. Кузнецов А.П. Трофическая структура морской донной фауны на примере краевых и внутренних морей Советского Союза. Докт. диссерт. М.: ИО АН СССР, 1975.
13. Кузнецов А.П. Трофическая структура донной фауны Карского моря // Донная фауна краевых морей СССР. М.: ИО АН СССР, 1976. С. 32–60.
14. Кузнецов А.П. Экология донных сообществ шельфовых зон Мирового океана. М.: Наука, 1980. 243 с.
15. Ломакина Н.Б. Кумовые раки (Cumacea) морей СССР. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1958. 301 с.
16. Сентябов Е.В. Физико-географическая характеристика и гидрометеорологические условия Карского моря // Экосистема Карского моря / Ред. Прищепа Б.Ф. Мурманск: ПИНРО, 2008. С. 21–42.
17. Филатова З.А., Зенкевич Л.А. Количественное распределение донной фауны Карского моря // Тр. Всесоюз. гидробиол. об-ва. 1957. Т. 8. С. 3–62.
18. Pipenburg D., Chernova N.V., von Dorrien C.F. et al. Megabenthic communities in the waters around Svalbard // Polar Biol. 1996. V. 16. P. 431–446.
19. Pipenburg D., Schmid M.K. Brittle star fauna (Echinodermata: Ophiuroidea) of the Arctic northwestern Barents Sea: composition, abundance, biomass and spatial distribution // Polar Biol. 1996. V. 16. P. 383–392.

Macrobenthos of Southern Part of St. Anna Trough and Adjacent Kara Sea Shelf

S. V. Galkin, A. A. Vedenin, K. V. Minin, A. V. Rogacheva, T. N. Molodtsova,
A. K. Rajskiy, N. V. Kucheruk[†]

During 54th and 59 cruises of RV Akademik Mstislav Keldysh taxonomical composition and ecological structure of macrobenthic communities of a southern part of St. Anna Trough were investigated. The material was collected using Sigsby trawls at 10 stations of two sections (depth range 57–554 m). It was shown, that bottom communities of eastern trough considerably differ from communities of the western through. The last ones develop under influence of active near-bottom hydrodynamics in conditions of dissected relief and a coarse-grained or firm substratum. In eastern through friable sediment prevails, the relief is monotonous, the currents are weak. In western trough the influence of Barents Sea fauna is traced down to an edge of an internal shelf (about 150 m depth). The community of eastern trough has been not subject directly to influence of Barents Sea waters, and represents quite typical continuation of *Ophiocten sericeum* community, typical for Kara Sea external shelf. In process of increase in depth, the dominating species of the community becomes *Ophiopleura borealis*. On the greatest explored depths it is possible to observe inclusion in the community of deep-water high-arctic species — such as echinoids *Pourtalesia jeffreysi*. The major factors determining distribution of benthic communities in investigated area are character of a microrelief, structure of a substratum and near-bottom hydrodynamics.