

УДК 551.465

## ДОННАЯ ФАУНА ЗАЛИВА ЦИВОЛЬКИ (АРХИПЕЛАГ НОВАЯ ЗЕМЛЯ, КАРСКОЕ МОРЕ)

© 2017 г. А. И. Чава, А. А. Удалов, А. А. Веденин,  
М. И. Симаков, С. А. Щука, В. О. Мокиевский

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

e-mail: [cribrilina@gmail.com](mailto:cribrilina@gmail.com)

Поступила в редакцию 09.03.2016 г.

После доработки 04.06.2016 г.

В ходе рейсов НИС “Профессор Штокман” осенью 2013 и 2014 гг. было проведено исследование донной фауны залива Цивольки (Карское море, архипелаг Новая Земля). Особенностью этого залива является наличие в куту мощного ледника “Серп и Молот”, снос с которого определяет крайне высокий уровень взвешенных частиц в водной толще. Залив разделен на три части: внутренняя приледниковая часть, срединная котловина и отделенный от нее порогом внешний склон. На материале 9-ти дночерпательных станций (26 проб) было выделено три сообщества макробентоса, последовательно сменяющих друг друга от кута к внешнему склону залива. В куту располагается обедненное сообщество с доминированием морского таракана *Saduria sabini* и двустворчатого моллюска *Yoldiella lenticula*, способного выдерживать повышенную минеральную седиментацию. В срединной котловине оно сменяется переходным сообществом с преобладанием *Ennucula tenuis* и *Portlandia arctica*, которое в свою очередь переходит в типичное для открытых частей Карского моря сообщество с доминированием *Astarte crenata*, *Ophiacantha bidentata* и *Ophiopleura borealis*. Основным фактором, определяющим распределение макробентоса в исследованном районе является концентрация взвеси в толще воды и в придонном слое.

DOI: 10.7868/S0030157417010014

### ВВЕДЕНИЕ

Прибрежная зона Карского моря крайне разнообразна как в фаунистическом, так и в гидрологическом отношении. С одной стороны, значительная часть прибрежных вод находится под влиянием мощного пресного стока Оби и Енисея [10, 12]. В этом районе донные сообщества разделяются на несколько фаунистических комплексов в соответствии с градиентом солености [3–5]. Так, в Енисейском заливе по мере удаления от устья реки наблюдается переход от пресноводно-солонатоводных комплексов с доминированием морского таракана *Saduria entomon* к нескольким промежуточным с эвригалинными видами и, наконец, к типичному для восточного сектора Арктики биоценозу офиуры *Ophiocten sericeum* с основным субдоминантом *Saduria sabini* [4].

Не меньший интерес представляют прибрежные зоны, в которых соленость близка к океанической, а градиент солености по мере удаления от берега выражен незначительно или не выражен вовсе. Заливы и фьорды, обладающие подобными характеристиками, исследованы в основном в Западной Арктике — в районе Шпицбергена [16, 21, 22] и архипелага Земля Франца-Иосифа [2, 8]. В Карском море похожие условия наблюдаются в прибрежной зоне архипелага Новая Земля.

Первые работы по изучению прибрежной донной фауны Новой Земли были сделаны в 20-е годы прошлого века на западном побережье — в губе Черной, на Южном острове [9], но возобновление исследований стало возможным лишь в последние два десятилетия. Долгое время Новоземельский архипелаг являлся закрытой территорией, на которой проводились ядерные испытания, захоранивались контейнеры с радиоактивными отходами, атомные суда и их части [1]. В рамках контроля состояния окружающей среды с конца 90-х годов опубликовано несколько работ по исследованию влияния радионуклидного загрязнения на мейобентос губы Черная, а также внешних участков заливов Абросимова и Степового [6, 7]. Примерно в то же время повторены фаунистические работы в г. Черная [13]. О сообществах, обитающих во внутренних частях заливов восточного побережья архипелага до недавнего времени было практически ничего неизвестно.

Масштабные экологические исследования заливов Благополучия, Цивольки, Степового и Абросимова проведены в ходе экспедиций ИО РАН на НИС “Профессор Штокман” и “Академик Мстислав Келдыш” в 2013–2016 гг. Целью данной работы является описание бентосных сообществ залива Цивольки.

**Таблица 1.** Характеристики станций, выполненных в заливе Цивольки в рейсах НИС “Профессор Штокман” в 2013 г. (рейсы 125 и 126) и в 2014 г. (128-й рейс)

Станция	Дата	°с.ш.	°в.д.	Глубина, м	Тип грунта	Количество проб 0.1 м <sup>2</sup>
125-48	17.09.2013	74°13.7′	059°31.7′	203	Окисленные не стратифицированные фораминиферовые илы	3
125-49	17.09.2013	74°14.0′	059°19.0′	147	Фораминиферовые илы с небольшой примесью гальки	3
125-50	17.09.2013	74°16.8′	058°57.1′	74	Камни на илу	1
126-06	12.10.2013	74°26.59′	058°36.83′	59	Плотная серая глина	3
128-55	1.09.2014	74°31.14′	058°22.5′	151	Серый ил	3
128-56	1.09.2014	74°27.7′	058°38.4′	62	Жидкий серый ил	3
128-57	2.09.2014	74°23.00′	058°52.86′	114	Плотная серая глина	3
128-58	2.09.2014	74°17.43′	058°53.02′	63	Ил, глина, камни	4
128-59	2.09.2014	74°11.10′	059°09.18′	94	Ил, глина, камни	3

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование побережья, внутренней части залива Цивольки и прилегающей области склона Новоземельской впадины (74°24′ с.ш. 58°39′ в.д.) было проведено в ходе 125-, 126- и 128-го рейсов НИС “Профессор Штокман” в 2013 и 2014 гг. Было выполнено 9 станций на глубинах 59–203 м. Характеристики станций приведены в табл. 1.

Для отбора количественных проб макрозообентоса использовали дночерпатель “Океан” с площадью раскрытия 0.1 м<sup>2</sup>. На всех станциях было отобрано 1–4 дночерпательные пробы (табл. 1). Грунт промывали на сите с диаметром ячеек 0.5 мм. Собранных животных фиксировали нейтрализованным 6% формалином, разбирали по основным таксономическим группам и переводили в 70% спирт. Материал был по возможности определен до вида, все таксономические названия в работе приведены в соответствии с базой WoRMS [26].

Параллельно на станциях определяли основные параметры водной толщи и тип грунта. Профилирование водной толщи от поверхности до дна проводили с помощью СТД – зонда SBE 911 Plus. При этом измеряли вертикальное распределение температуры, электрической проводимости (соленость), растворенного кислорода, мутности (FTU – Formazine Turbidity Unit, единица мутности по формазину) и флюоресценции (с целью оценки концентрации хлорофилла “а”).

Статистический анализ данных выполнен в программах MS Excel 2007, PRIMER V6 [17] и PAST V2.17c [19]. В качестве меры обилия использовали численность и биомассу. При взвешивании организмов использовали мокрый вес, моллюски и иглокожие взвешивались без декальцинации.

Анализ сходства станций и выделение сообществ проведены с помощью методов многомерного шкалирования (MDS) и кластерного анализа.

Матрицы сходства строились на основе индексов Брея-Кёртиса и Жаккара. Результаты кластерного анализа и MDS проверены с помощью анализа ANOSIM.

Для оценки разнообразия использован индекс концентрации доминирования в форме:

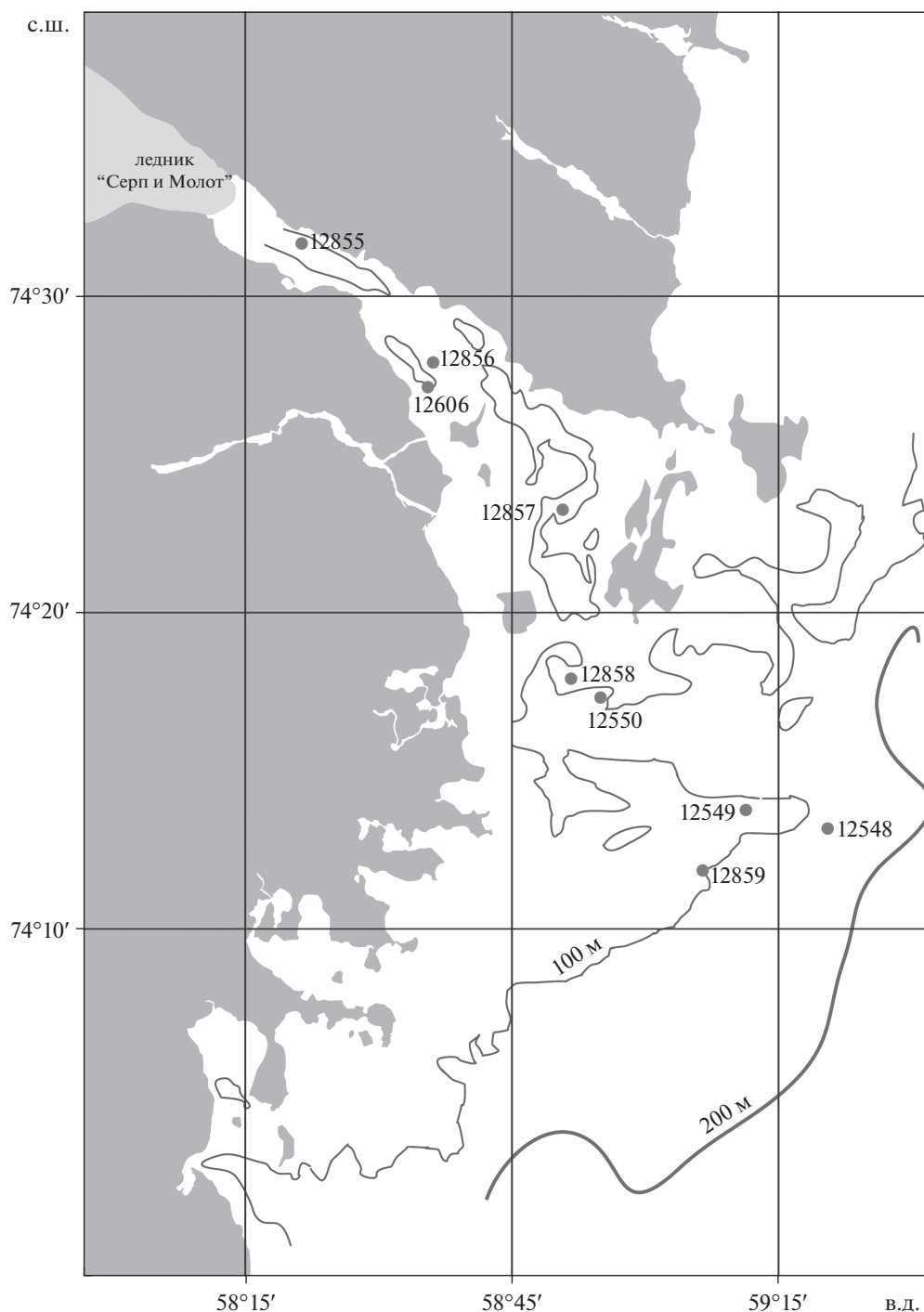
$$D = \sum_i (n_i/n)^2,$$

где  $n_i$  – число особей таксона  $i$ .

Значение индекса равно сумме долей видов в выборке. При максимальной выравненности значения близки к нулю, при значительном преобладании одного вида – к единице.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

**Описание залива Цивольки.** Залив Цивольки расположен в южной части Северного Острова архипелага Новая Земля (74°25′ с.ш., 58°40′ в.д.). Берега залива сложены черными сланцами. Литораль прибойная скалистая, каменная грубообломочная и прибойная сланцевая. Мелкая илистая фракция практически отсутствует, вероятно из-за сильного снегового стока и прибойности, что усугубляется небольшой шириной литоральной зоны. В кут залива выходит ледник Серп и Молот, во многом определяющий характеристики поверхностного стока и осадконакопления. Приливы полусуточные, средняя величина сизигийного прилива составляет 0.4 м [11]. В обычные годы с конца октября по июль залив в той или иной степени покрывается льдом, начиная с кутовой части. Из-за суровых климатических особенностей литораль и верхняя сублитораль лишены как высшей растительности, так и макрофитов. Население литоральной зоны крайне обеднено и присутствует только в районе нуля глубин. Макрофауна представлена здесь исключительно амфиподами.



**Рис. 1.** Карта донных станций, выполненных в заливе Цивольки в ходе съемок 2013 и 2014 гг.

Залив Цивольки является наиболее сложным в геоморфологическом отношении из исследованных заливов. Несмотря на то, что по своей морфометрии он представлен тремя котловинами, разделенными порогами с большим количеством островов и связанными между собой проливами различной глубины, степень изоляции этих котловин очень относительна. Единственной достаточно изолированной котловиной можно назвать

самую внутреннюю, ближнюю к леднику (ст. 128-55) с глубинами до 150 м. Она отделена от второй котловины порогом с глубинами порядка 60 м. Вторая котловина (станции 128-56 и 125-06) представляет собой достаточно ровную структуру с глубинами 80–100 м. Она связана с третьей (ст. 128-57) проливом, имеющим сходные глубины: 80–100 м. Мористее рельеф усложняется еще сильнее (рис. 1). Таким образом, сложная систе-

ма русловых структур, прибрежных и островных отмелей, морен и депрессий, обусловленная взаимодействием тектонических процессов и процессов, связанных с действием ледников, приводит к отсутствию изоляции глубинных слоев воды, а наличие порогов только снижает интенсивность данного водообмена, но не препятствует ему.

В летний период температура поверхностных вод постепенно изменяется от +1.8°C в самой внутренней, близкой к леднику части залива, до +5.5°C на внешней части склона. Аналогично происходят изменения поверхностной солености — от 23.2 psu в кутовой части до 32.4 psu на внешнем склоне (рис. 2а). Вместе с тем, на всем протяжении залива термогалоклин располагается на глубинах 10–30 м, а в нижележащих слоях распределения температуры и солености выравниваются и, начиная с глубин порядка 50 м, составляют на всех станциях соответственно от –1.1°C до –1.2°C и 34.2–34.5 psu. На внешнем склоне начиная с глубин более 120 м наблюдается обратное постепенное повышение температуры с –1.2°C до –0.8°C. (рис. 2в). Наиболее поздние наблюдения (середина октября) показывают наличие перемещаемого слоя до глубины 40 м с температурой от +1.0 до –1.2°C и соленостью 31.6–31.8 psu, глубже располагается очень резкий термогалоклин с перепадом температуры от +1.2° до –0.9°C и солености от 31.8 psu до 34 psu. Глубже можно наблюдать описанные выше характеристики. Таким образом, бенталь глубже 40–50 м на всем протяжении залива находится в практически одинаковых температурно-соленостных условиях (рис. 2а–2в).

Распределение придонного кислорода показывает сходный характер с распределением основных гидрофизических параметров. Наименьшие значения отмечены в кутовой части (8.6 мг/л), наибольшие — на внешнем склоне (9.75 мг/л). Тем не менее, дефицита кислорода нигде в заливе не наблюдается.

Мутность вод, обусловленная в большой степени стоком частиц из-под ледника, существенно возрастает в кутовой части (рис. 2г), где содержание взвешенных частиц в придонной воде может составлять до 200 FTU (в поверхностной до 600 FTU). Содержание взвеси постепенно уменьшается к внешним частям залива, где составляет как на поверхности, так и у дна порядка 50 FTU. Естественно, что в зависимости от силы стока с ледника, таяния снегового покрова, преобладающих ветров и волновой активности характер потоков взвеси меняется, и они распространяются существенно мористее, но анализ профилей показывает, что большая часть взвешенного вещества осаждается непосредственно в первой котловине залива (рис. 2г). По нашим данным, донные осадки во внутренних частях залива с глубин 30–

40 м и до максимальных представлены очень плотной серой глиной без включений гравия или гальки, нестратифицированной в поверхностном слое и не испытывающей недостатка кислорода. Внешний склон сложен характерными для верхней части Новоземельской впадины окисленными нестратифицированными фораминиферовыми илами. Исключением является ст. 125-50 внешнего склона, расположенная на глубине 74 м — здесь грунт представлен илом с примесью большого количества камней (табл. 1).

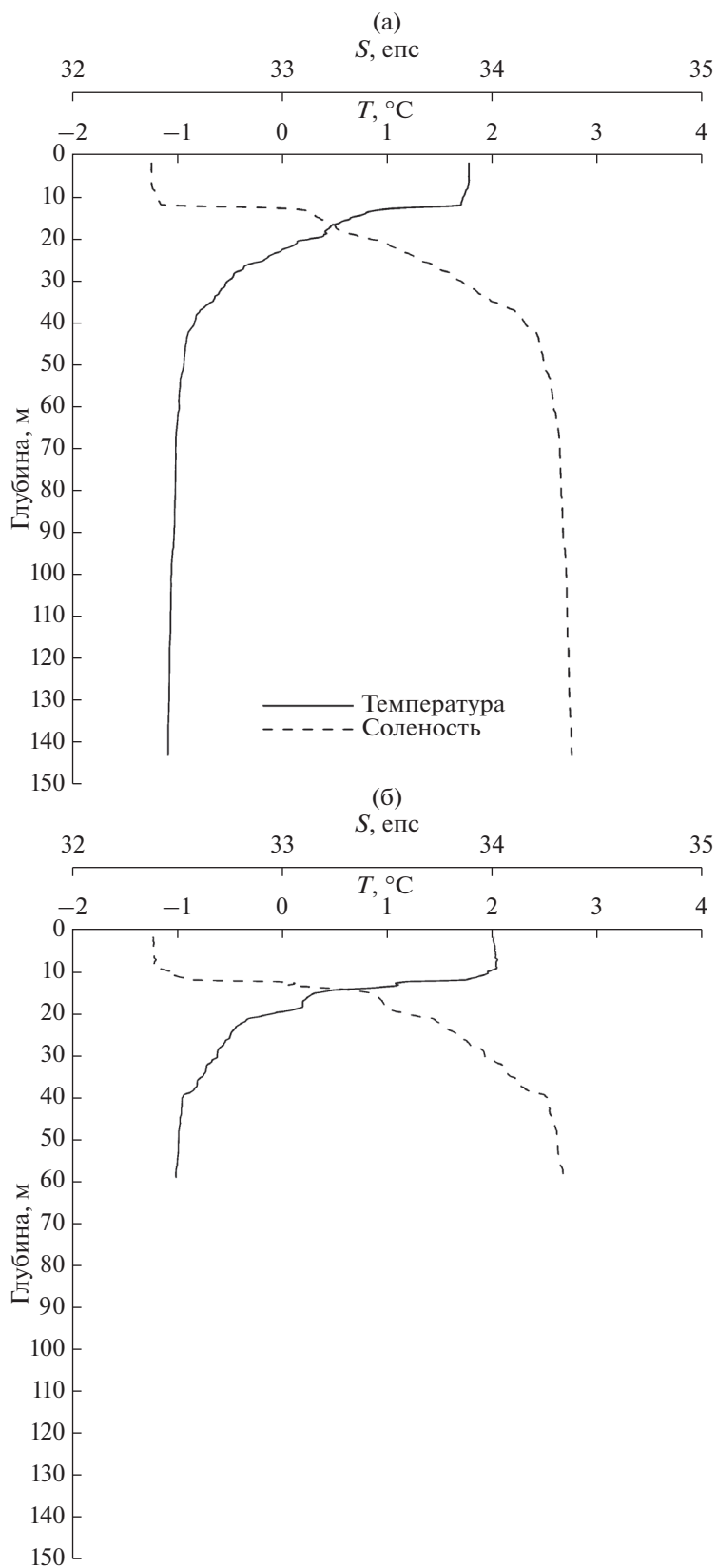
**Сообщества макробентоса залива Цивольки.** В ходе исследования было найдено 82 таксона макробентоса. Наиболее разнообразными группами оказались моллюски (25 видов, из них двустворчатые — 18 видов), полихеты (21 вид), ракообразные (20 видов). Остальные группы (иглокожие, губки, сипункулиды, альционарии и др.) представлены 1–5 видами. Плотность организмов макробентоса изменялась от 40 до 910 экз/м<sup>2</sup> (средняя плотность 556.5 экз/м<sup>2</sup>). Биомасса изменялась в пределах 3.3–121.8 г/м<sup>2</sup> (средняя биомасса 31 г/м<sup>2</sup>).

По результатам многомерного шкалирования с использованием индекса Брея-Кертиса на основе биомасс видов, все исследованные станции разбиваются на три группы (рис. 3), характеристики которых (средняя биомасса, численность и т.д.) приведены в табл. 2.

Первая группа представлена одной станцией (128-55), находящейся в кутовой части залива на глубине 151 м. Здесь зарегистрировано наименьшее число видов (6 видов), а также наименьшая численность (40 экз/м<sup>2</sup>) и биомасса (3.4 г/м<sup>2</sup>). По биомассе здесь доминируют морской таракан *Saduria sabini* и двустворчатые моллюски *Yoldiella lenticula* и *Mendicula ferruginosa*.

Вторая группа включает в себя две станции (126-06, 128-56), расположенные в срединной котловине на глубинах порядка 60 м. Станции очень сходны друг с другом как по составу фауны, так и по количественным характеристикам. Общее число видов — 20. По сравнению с первой группой повышается средняя биомасса организмов на станцию (14.8 ± 3.3 г/м<sup>2</sup>), а средняя численность организмов на станцию (691.7 ± 18.3 экз./м<sup>2</sup>) наиболее высока именно в этой группе. Доминирующими формами являются три основных вида: двустворчатые моллюски *Ennucula tenuis* и *Portlandia arctica*, а также полихета *Artacama proboscidea*.

Гетерогенная третья группа объединяет в себе оставшиеся шесть станций с разным набором доминирующих по биомассе видов. Формально первыми тремя доминантами являются *Astarte crenata*, *Ophiopleura borealis* и *Hormathia digitata*, однако это верно далеко не для всех станций. Так, например, на станции 128-58 список первых до-



**Рис. 2.** Вертикальное распределение температуры и солености на станциях (а) – 128-55, (б) – 128-56, (в) – 128-59. Данные приведены для 01–02.09.2014 г.

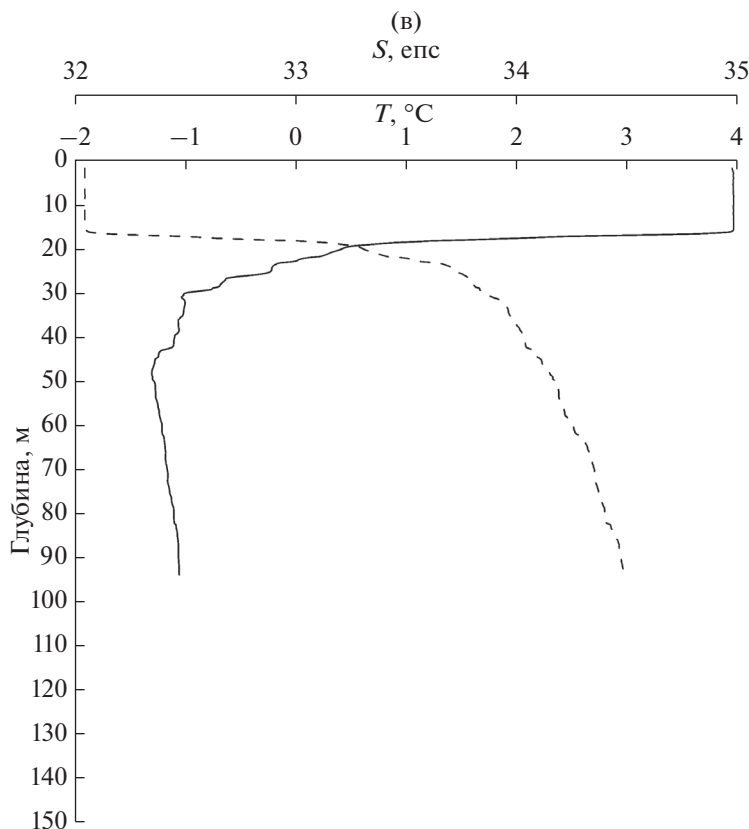


Рис. 2. (Окончание.)

минантов выглядит так: *Astarte crenata*, *Astarte elliptica*, *Scalibregma inflatum*. Сходство между станциями обусловлено скорее субдоминантами по биомассе, такими как *Ophiocantha bidentata*, *Golfingia margaritacea*, *Scoletoma fragilis* или *Chone duneri*. Подобная мозаика характерна для открытой части склона Карского моря со сходными глубинами. Третья группа суммарно содержит 76 видов, занимает второе место по средней численности ( $597.5 \pm 77$  экз/м<sup>2</sup>) и обладает наибольшей из всех трех групп средней биомассой ( $41.0 \pm 19.1$  г/м<sup>2</sup>).

Что касается видового разнообразия в выделенных сообществах, то наиболее разнообразным оказывается сообщество внешнего склона залива (26 видов на станцию). Для сообщества средней части залива характерен невысокий уровень разнообразия (15 видов на станцию). Чрезвычайной бедностью отличается население кутовой части (6 видов на станцию).

Анализ распределения видов, вносящих наибольший вклад в разделение по группам наглядно подтверждает закономерную линейную смену сообществ макробентоса на всем протяжении залива Цивольки (табл. 3, рис. 4).

### ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из наиболее интересных аспектов исследования заливов является степень обособленности донной фауны и наличие в них специфических сообществ по сравнению с открытыми прибрежными акваториями и другими открытыми районами Карского моря. Несмотря на то, что для некоторых заливов арктического бассейна [18, 20] показаны значительные отличия основных интегральных показателей (численности, числа видов, биомассы), а также изменения в фаунистическом составе в кутových частях по сравнению с внешними, для залива Благополучия – наиболее хорошо изученного из всех заливов Новоземельского архипелага – подобный тренд прослеживается достаточно слабо. В заливе Благополучия наблюдаются различия в разнообразии организмов (оно ниже во внутренней части), но не в численности и биомассе макробентоса. При этом в основном у сообществ залива Благополучия не выявлено существенных черт изоляции, и они описываются как характерные для открытых частей Карского моря [15].

Согласно классификации краевых бассейнов, разработанной Семеновым [14] с использованием таких параметров как степень изоляции, размер, характер водооборота и т.д., исследованный

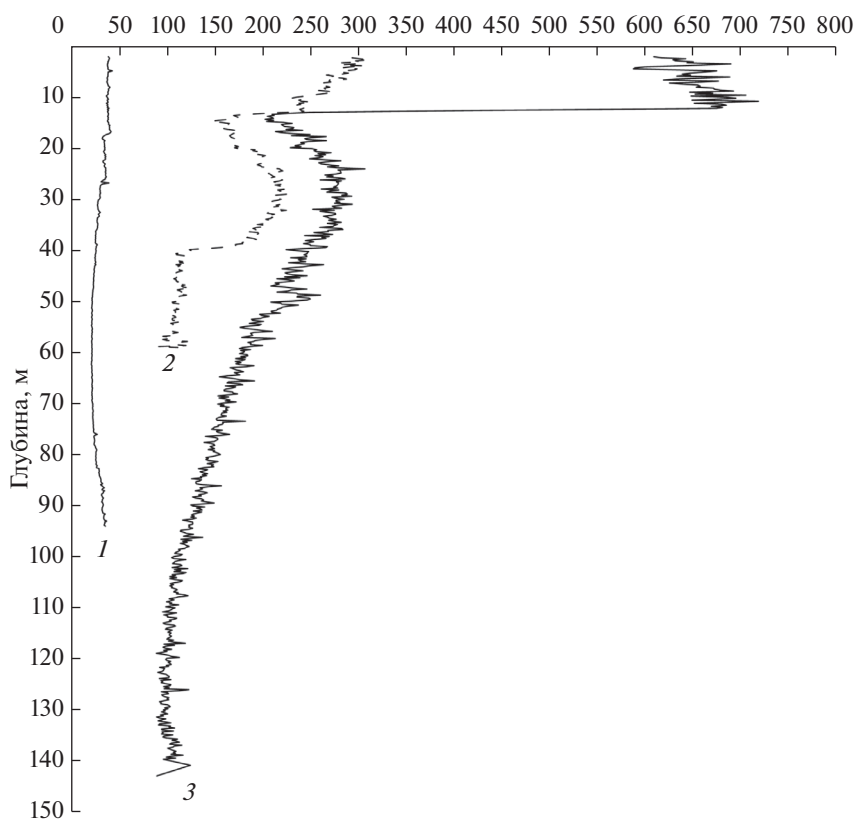


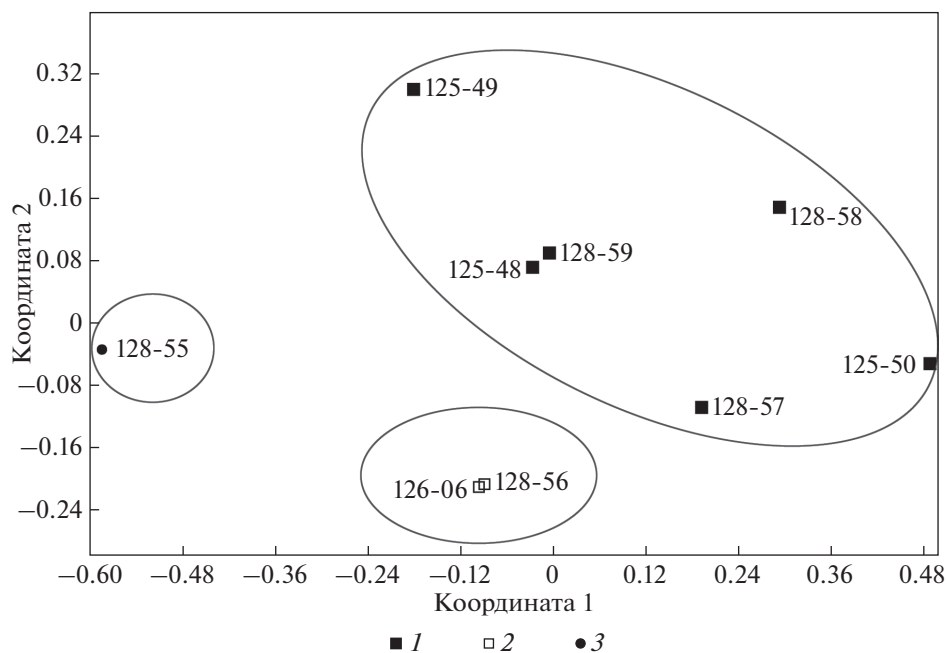
Рис. 3. Вертикальное распределение мутности на станциях: 1 – 128-59; 2 – 128-56; 3 – 128-55. Данные приведены для 01–02.09.2014 г.

в данной работе залив Цивольки относится к промежуточному между категориями II-4 и III-4 — небольшой залив со слабо выраженным порогом

на входе, который находится ниже постоянного термоклина вследствие чего не препятствует свободному водообмену между различными частями

Таблица 2. Интегральные характеристики сообществ макробентоса залива Цивольки. Все средние значения приведены с указанием стандартной ошибки ( $\pm$ )

	3 первых доминирующих вида (по биомассе)	Общее число видов в сообществе	Средняя численность (экз/м <sup>2</sup> )	Средняя биомасса (г/м <sup>2</sup> )	Среднее число видов		Средний индекс концентрации доминирования
					на пробу	на станцию	
Сообщество кута (128-55)	<i>Saduria sabini</i> <i>Yoldiella lenticula</i> <i>Mendicula ferruginosa</i>	6	40.0	3.4	2.7 $\pm$ 0.3	6	0.78
Сообщество средней части залива (128-56, 126-06)	<i>Ennucula tenuis</i> <i>Portlandia arctica</i> <i>Artacama proboscidea</i>	20	691.7 $\pm$ 18.3	14.8 $\pm$ 3.3	10 $\pm$ 1.1	14.5 $\pm$ 2.5	0.8
Сообщество внешнего склона (остальные 6 станций)	<i>Astarte crenata</i> <i>Ophiopleura borealis</i> <i>Hormathia digitata</i>	76	597.5 $\pm$ 77	41.0 $\pm$ 19.1	15.4 $\pm$ 1.3	26.3 $\pm$ 4.9	0.81



**Рис. 4.** Анализ сходства станций методом многомерного шкалирования (метод Брея-Кертиса). Различные символы соответствуют расположению станций на оси залива: 1 – внешний склон залива; 2 – средняя часть залива; 3 – кутовая часть залива.

залива. В отличие от залива Благополучия, залив Цивольки не имеет ярко выраженной структуры “ковша”, поскольку рельеф внутренней котловины сильно искажен ледниковыми и тектоническими процессами и порог на входе в залив сильно растянут и изогнут (рис. 1). При этом наличие порога не влияет на температурный режим разных частей залива — и в кутовой и в более морской частях температура одинакова, так как согласно гидрологическим данным постоянный термоклин находится выше уровня порога (на глубине около 40 м). Еще одно немаловажное отличие состоит в том, что в куту залива Цивольки находится ледник Серп и Молот, сток с которого в значительной степени определяет условия седиментации в заливе.

В заливе Цивольки мы наблюдаем значительные различия между внутренней и внешней частями залива в интегральных характеристиках, таких как численность и биомасса макробентоса, а также в видовом разнообразии организмов. Количественные показатели бентоса на самой кутовой станции залива крайне низки — 6 видов при численности 40 экз./м<sup>2</sup> и биомассе 3.4 г/м<sup>2</sup>. Это скорее всего объясняется тем, что во внутренней приледниковой части залива условия среды оказываются достаточно контрастными по сравнению с остальными частями залива — в основном за счет повышенной минеральной седиментации, обеспеченной стоком с ледника. Крайне высокое содержание взвешенных частиц в воде создает не

самые благоприятные условия для обитающих в этой части залива организмов, что объясняет их небольшие численность, биомассу и видовое разнообразие [24]. Повышенная седиментация способствует образованию рыхлых осадков, которые легко подвергаются разрушению и перемешиванию [23]. Это в свою очередь может привести к постоянному “захораниванию” малоподвижных бентосных организмов (как, например, седентарных полихет, строящих трубки) и к затрудненному оседанию личинок. Для неизбирательных фильтраторов и седиментаторов (большинство двустворчатых моллюсков, брахиопод, мшанок и т.д.) сильно осложняется процесс питания — ротовые аппараты этих организмов не способны справиться с таким высоким потоком минеральных частиц [25]. Преимущество в подобных условиях получают организмы, обладающие приспособлениями к селекции пищевых частиц. Одним из первых на это обратил внимание Сивитски с коллегами [24] в своей работе по макрозообентосу фьордов Баффиновой Земли. Они выделяют три сообщества двустворчатых моллюсков, последовательно сменяющих друг друга по мере удаления от берегового ледника. Согласно этой модели, первыми приледниковую часть фьорда заселяют двустворчатые моллюски из рода *Portlandia*, дальше по мере уменьшения седиментации к ним присоединяются *Hiattella*, *Mya*, *Macoma* и *Axinopsida*. И, наконец, их сменяет сообщество моллюсков-фильтраторов, таких как *Astarte*, *Musculus* и *Chlamys*. В случае залива Цивольки выше-



**Таблица 3.** Массовые и характерные виды на станциях, сгруппированных в соответствии с положением на оси залива. Приведены средние значения биомассы для каждого вида (г/м<sup>2</sup>). Доминирующие виды выделены жирным шрифтом

Виды	Кут залива (ст. 55)	Средняя котловина (ст. 6 и 56)	Внешний склон (остальные станции)
<i>Saduria sabini</i>	<b>3.27</b>	0.028	0
<i>Ennucula tenuis</i>	0	<b>10.9</b>	0.52
<i>Portlandia arctica</i>	0	<b>1.17</b>	0
<i>Artacama proboscidea</i>	0	0.528	0.005
<i>Yoldiella lenticula</i>	0.04	0.553	0.078
<i>Mendicula ferruginosa</i>	0.027	0.442	0.019
<i>Thyasira aff. sarsi</i>	0	0.357	0.019
<i>Tharyx sp.</i>	0	0.173	0.047
<i>Eudorella emarginata</i>	0	0.09	0.001
<i>Yoldiella solidula</i>	0	0.047	0.11
<i>Scoletoma fragilis</i>	0.01	0.42	0.443
<i>Similipecten greenlandicus</i>	0	0.043	0.024
<i>Lyonsia arenosa</i>	0	0.01	0.001
<i>Astarte crenata</i>	0	0.01	<b>11.1</b>
<i>Ophiopleura borealis</i>	0	0	<b>10.3</b>
<i>Hormathia digitata</i>	0	0	<b>3.37</b>
<i>Gersemia fruticosa</i>	0	0	<b>2.57</b>
<i>Astarte elliptica</i>	0	0	<b>2.36</b>
<i>Hiatella arctica</i>	0	0	<b>2.09</b>
<i>Ophiacantha bidentata</i>	0	0	<b>1.71</b>
<i>Eucranta villosa</i>	0	0	0.919
<i>Chone aff. duneri</i>	0	0	0.752
<i>Onchidiopsis glacialis</i>	0	0	0.708
<i>Scalibregma inflatum</i>	0	0	0.685
<i>Chlamys islandica</i>	0	0	0.657
<i>Myriotrochus rinkii</i>	0	0	0.642
<i>Laonice cirrata</i>	0	0	0.273
<i>Nuculana pernula</i>	0	0	0.251
<i>Ophiocten sericeum</i>	0	0	0.228
<i>Golfingia margaritacea</i>	0	0	0.202
<i>Nothria hyperborea</i>	0	0	0.111
<i>Cuspidaria glacialis</i>	0	0	0.084
<i>Onisimus sp.</i>	0	0	0.064

упомянутое преимущество (селекция на ротовых лопастях) есть у таких двустворчатых моллюсков (представителей подкласса Protobranchia), как *Yoldiella lenticula*, *Ennucula tenuis* и *Portlandia arctica*.

В целом распределение видов по трем частям залива согласуется с концепцией Сивитски. Так, *Yoldiella lenticula* в кутовой части оказывается следующим после *Saduria sabini* доминантом. Средняя часть залива оказывается переходной между кутом и мористой частью. Согласно гидрологиче-

ским данным (рис. 2), этот участок все еще сохраняет следы сильного ледникового стока, однако по содержанию минеральных частиц в воде не идет ни в какое сравнение с приледниковой частью залива. Здесь все еще присутствуют Protobranchia — доминирующие *Portlandia arctica* и *Ennucula tenuis*, а также представители рода *Yoldiella*, но появляются и первые фильтраторы, такие как *Astarte crenata*.

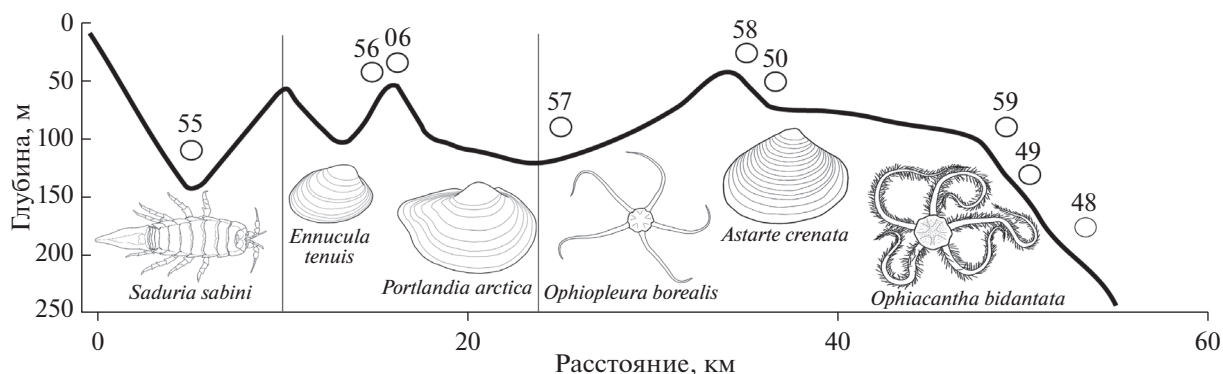


Рис. 5. Батиметрический профиль, расположение станций и доминирующие виды трех фаунистических группировок макробентоса на станциях разреза залива Цивольки.

Во внешней части залива, где уровень седиментации позволяет успешно существовать фильтрующим организмам, мы встречаемся с типичным для прибрежных частей Карского моря со сходными глубинами сообществом с доминированием моллюсков рода *Astarte*. Появляясь в небольших количествах уже в средней части залива, моллюск *Astarte crenata* и (в несколько меньшей степени) другой представитель рода — *A. elliptica* доминируют на внешнем склоне. Вместе с моллюсками значительный вклад в биомассу вносят иглокожие — офиуры *Ophiacantha bidentata* и *Ophiopleura borealis*.

Анализ состава и распределения видов по данным нашей съемки показал, что сообщества внешней части залива сходны по своим характеристикам с сообществами открытых районов склона Карского моря, в облике сообществ средней и кутовой частей прослеживаются черты изоляции; в особенности это касается кутовой части, которая находится под воздействием ледника, несущего высокие концентрации минеральных частиц. Для заливов Новоземельского архипелага подобная тенденция отмечена впервые, так как в исследованном ранее заливе Благополучия сообщества макробентоса не проявляют существенных черт изоляции [15]. Таким образом, основным фактором, влияющим на состав и другие характеристики сообществ макробентоса залива Цивольки является концентрация взвеси в толще воды и в придонном слое, что определяется положением станции на оси залива от кута до внешней части. На разрезе от кута залива к морю наблюдается закономерная, практически линейная смена сообществ и видов (рис. 5).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 15-04-01870, обработка биологических материалов) и Русского географического общества (проект № 13-05-41372, сбор биологических материалов), а также РНФ (проект № 14-17-00681,

сбор и обработка гидрофизических и гидрохимических данных).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айбулатов Н.А. Экологическое эхо холодной войны в морях Российской Арктики. М.: ГЕОС, 2000. Т. 306.
2. Аверинцев В.Г., Погребов В.Б. Структура донного сообщества верхней сублиторали Земли Франца-Иосифа в ходе сезонной сукцессии // Океанология. 1990. Т. 30. № 5–6. С. 8–34.
3. Галкин С.В. Исследования макробентоса Карского моря в 49-м рейсе НИС “Дмитрий Менделеев” // Бентос высокоширотных районов / Под ред. Кузнецова А.П., Зезиной О.Н. М.: ВНИРО, 1998. С. 34–41.
4. Галкин С.В., Веденин А.А. Макробентос Енисейского залива и прилегающего шельфа Карского моря // Океанология. 2015. Т. 55. № 4. С. 668–676.
5. Галкин С.В., Кучерук Н.В., Минин К.В. и др. Макробентос эстуарной зоны реки Обь и прилегающих районов Карского моря // Океанология. 2010. Т. 50. № 5. С. 837–841.
6. Гальцова В.В., Кулангиева Л.В., Погребов В.Б. Мейобентос из районов бывшего ядерного полигона и мест захоронения радиоактивных отходов вокруг архипелага Новая Земля (Баренцево и Карское моря) // Биология моря. 2004. Т. 30. № 4. С. 263–271.
7. Гальцова В.В., Кулангиева Л.В., Погребов В.Б. Мейобентос районов захоронения радиоактивных отходов вокруг о. Новая Земля (Баренцево и Карское моря) // Современное состояние планктона и бентоса, проблемы сохранения биоразнообразия арктических морей. Мурманск: ММБИ, 1998. С. 33–34.
8. Голиков А.Н., Аверинцев В.Г. Биоценозы верхних отделов шельфа архипелага Земли Франца-Иосифа и некоторые закономерности их распределения // Биоценозы шельфа Земли Франца-Иосифа и фауна сопредельных акваторий / Исслед. фауны морей. 1977. Т. XIV (XXII) С. 5–54.
9. Гурьянова Е.Ф., Ушаков П.В. К фауне Черной губы на Новой Земле (Работы Новоземельской экспе-

- диции госуд. гидрологического института № 4) // Исследования морей СССР. 1928. Вып. 6. С. 3–71.
10. *Зенкевич Л.А.* Биология морей СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 739 с.
  11. Лоция Западной части Карского моря. Министерство обороны Союза ССР, Главное управление навигации и океанографии, 1992. № 1115. 221 с.
  12. *Матишов Г.Г.* Экология и биоресурсы Карского моря. Апатиты: Изд. КНЦ АН СССР, 1989. 153 с.
  13. *Матишов Г.Г., Денисенко С.Г.* Современное состояние донной фауны губы Черной (архипелаг Новая Земля) // Докл. РАН. 1996. Т. 346. № 2. С. 284–286.
  14. *Семенов В.Н.* Систематика и экология морских бассейнов севера на разных этапах изоляции. Апатиты: ММБИ, 1988. Препринт 4. С. 3–26.
  15. *Удалов А.А., Веденин А.А., Симаков М.И.* Донная фауна залива Благополучия (Северный остров архипелага Новая Земля, Карское море) // Океанология. 2016. Т. 56. № 5. С. 720–730.
  16. *Carroll M.L., Ambrose Jr W.G.* Benthic infaunal community variability on the northern Svalbard shelf // Polar biology. 2012. V. 35. № 8. P. 1259–1272.
  17. *Clarke K.R., Warwick R.M.* An approach to statistical analysis and interpretation // Change in Marine Communities. 2001. V. 2. P. 71–75.
  18. *Gulliksen B.* The macrobenthic rocky-bottom fauna of Borgenfjorden, North-Trøndelag, Norway // Sarsia. 1980. V. 65. P. 115–136.
  19. *Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D.* Paleontological Statistics Software: Package for Education and Data Analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. V. 4. № 1. P. 37–39.
  20. *Holte B., Gulliksen B.* Common macrofaunal dominant species in the sediments of some north Norwegian and Svalbard glacial fjords // Polar Biology. 1998. V. 19. № 6. P. 375–382.
  21. *Kaczmarek H., Włodarska-Kowalczyk M., Legezynska J., Zajaczkowski M.* Shallow sublittoral macrozoobenthos in Kongsfjord, west Spitsbergen, Svalbard // Polish Polar Res. 2005. V. 26. № 2. P. 137–155.
  22. *Kendall M.A., Widdicombe S., Weslawski J.M.* A multi-scale study of the biodiversity of the benthic infauna of the high-latitude Kongsfjord, Svalbard // Polar Biology. 2003. V. 26. № 6. P. 383–388.
  23. *Syvitski J.P., Burrell D.C., Skei J.M.* Fjords: processes and products. New York: Springer, 1987. P. 140–141.
  24. *Syvitski J.P., Farrow G.E., Atkinson R.J.A. et al.* Baffin Island fjord macrobenthos: bottom communities and environmental significance // Arctic. 1989. V. 42. № 3. P. 232–247.
  25. *Włodarska-Kowalczyk M., Pearson T.H., Kendall M.A.* Benthic response to chronic natural physical disturbance by glacial sedimentation in an Arctic fjord // Marine Ecology Progress Series. 2005. V. 303. P. 31–41.
  26. WoRMS Editorial Board. World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. 2016.

## Benthic Fauna of the Tsvolka Bay (Novaya Zemlya Archipelago, the Kara Sea)

A. I. Chava, A. A. Udalov, A. A. Vedenin, M. I. Simakov, S. A. Shchuka, V. O. Mokievsky

During the voyage of the RV “Professor Shtokman” in autumn 2013 and 2014 a study of the benthic fauna was conducted in the Tsvolka Bay (Novaya Zemlya, the Kara Sea). The main feature of the bay is the presence of the “Serp i Molot” glacier in the inner part that determines the extremely high level of suspended particles in the water column. The bay is divided into three: the inner part (close to the glacier) and the middle basin which is separated by the sill from the outer slope. Benthic communities change gradually from the apex part of the bay towards the outer slope. Three macrobenthic communities were described based on 9 grab stations (26 samples). The apex of the bay is occupied by the depleted community dominated by the isopod *Saduria sabini* and the bivalve *Yoldiella lenticula*, which can successfully survive increased mineral sedimentation. In the middle basin it is replaced by the transitional community with *Ennucula tenuis* and *Portlandia arctica* being the main dominants. Finally, the outer slope is inhabited by the community typical for the open parts of the Kara Sea. It is dominated by *Astarte crenata*, *Ophiacantha bidentata* and *Ophiopleura borealis*. The main reason for the division of these communities is suggested to be the mineral particles content in the water column as well as in the bottom waters.