

УДК 551.465

## ДОННАЯ ФАУНА ЗАЛИВА БЛАГОПОЛУЧИЯ (НОВАЯ ЗЕМЛЯ, КАРСКОЕ МОРЕ)

© 2016 г. А. А. Удалов, А. А. Веденин, М. И. Симаков

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

e-mail: aludal@mail.ru

Поступила в редакцию 05.03.2014 г.

После доработки 27.10.2015 г.

В ходе рейса НИС “Профессор Штокман” осенью 2013 г. было проведено исследование донной фауны залива Благополучия (Карское море, архипелаг Новая Земля). Внутренняя часть залива с глубинами до 150 м отделена от внешней части Новоземельского склона порогом с глубинами порядка 30 м. На материале 9 дночерпательных станций (25 проб), взятых по градиенту от кутовой части залива до внешней части склона, выделено 6 сообществ макробентоса. В качестве ведущих факторов выделены глубина, положение на оси залива и тип грунта. Существенного различия в интегральных характеристиках – численности и биомассе макробентоса – между внутренней и внешней частями залива обнаружено не было. Разнообразие организмов макробентоса ниже во внутренней части залива. Уменьшение разнообразия происходит за счет обеих его компонент – как  $\alpha$ - (число видов в пробе), так и  $\beta$ -разнообразия (скорость прироста числа видов). Проведено описание литорали залива. Показано, что население литоральной зоны крайне обеднено, присутствует только в районе нуля глубин и представлено исключительно амфиподами *Gammarus setosus*.

DOI: 10.7868/S0030157416050154

### ВВЕДЕНИЕ

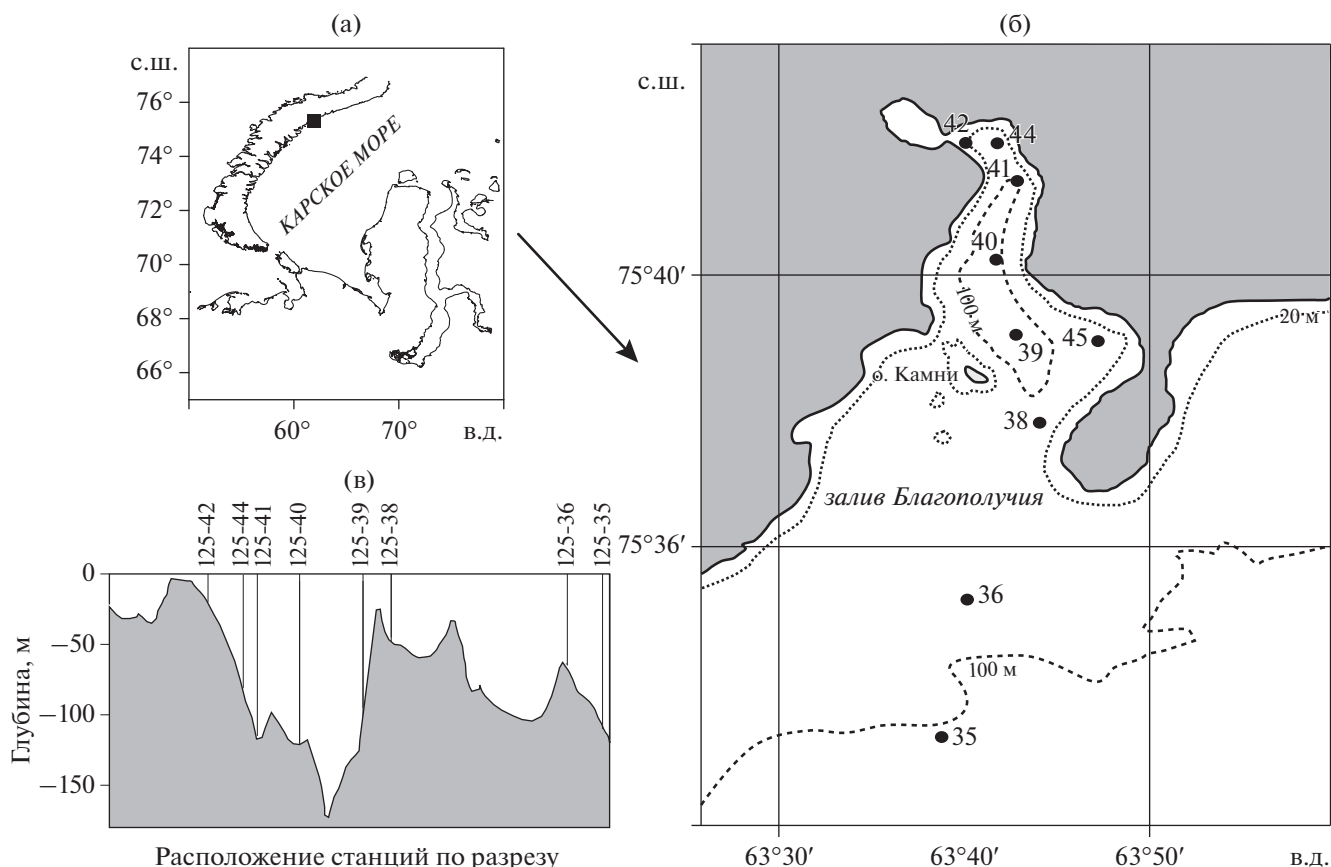
В последние десятилетия интерес к исследованию прибрежной зоны арктических морей неуклонно возрастает. Это касается в частности заливов и фьордов [24, 28]. Различия по морфометрическим характеристикам, степени изоляции от открытой части моря, климатическим условиям, объему пресного стока, типам береговой линии ведет к большому разнообразию экосистем краевых бассейнов [12]. Степень изоляции донной фауны и наличие специфических сообществ, отличающихся от таковых в открытой части моря, а также их стабильность представляет особый интерес [16, 17].

Из всех арктических архипелагов наиболее интенсивно исследуется прибрежная зона и фьорды Шпицбергена. В последние два десятилетия появилось несколько десятков публикаций, касающихся распределения, пространственной и временной динамики сообществ макробентоса в более чем 10 фьордах, из которых наиболее изученным является Конгсфьорд [19, 31]. Также достаточно полно исследовано несколько фьордов Гренландии [27], Северной Норвегии [16, 23] и Кольского побережья [3], прибрежная зона архипелага Земля Франца-Иосифа [1, 6, 10]. Исследования донных сообществ заливов и фьордов Баренцева моря показали, что они представлены

единым пулом видов, в котором, в зависимости от флуктуаций условий среды, как пространственных, так и временных, выделяются те или иные доминанты [3].

Первые описания прибрежной донной фауны архипелага Новая Земля были выполнены в 1925–27 гг. в губе Черной на южной оконечности Южного острова Гурьяновой и Ушаковым [8], после чего долгие годы этот район был не доступен для исследователей и повторные работы в этом фьорде удалось провести только в ходе экспедиции ММБИ в июле 1992 г. [11]. Несколько исследований касалось донной фауны прибрежной зоны [5, 25], в частности было сделано описание донных сообществ у мыса Желания [7], однако во внутренних частях заливов работ до последнего времени проведено не было.

Помимо научного интереса к экосистемам краевых водоемов Арктики в исследовании прибрежной зоны архипелага Новая Земля существенную роль играет прагматический аспект, связанный с высокими рисками, обусловленными захоронением на этой акватории большого количества техногенных объектов – контейнеров с отработанным или не выгруженным ядерным топливом, судов и деталей судов различных типов, как подводных, так и надводных. Последствия этих рисков не всегда предсказуемы, в свя-



**Рис. 1.** Карта донных станций, выполненных в заливе Благополучия в ходе съемки 2013 г.: (а) — общее расположение залива, (б) — распределение станций, (в) — профиль дна от внутренней к внешней части с положением станций.

зи, с чем остро встает необходимость экологической оценки состояния сообществ в местах захоронений [5]. Ранее подобные работы были выполнены напротив заливов Степового и Абросимова на Южном острове [5, 25], при этом работ внутри акватории заливов не проводилось.

Комплексные экологические работы в ходе экспедиций ИО РАН были проведены в 2007 г. в 54-м рейсе НИС “Академик Мстислав Келдыш” и в 2013–2014 гг. в 125-, 126- и 128-м рейсах НИС “Профессор Штокман”. В настоящей работе впервые описана донная фауна залива Благополучия, проанализировано распределение бентосных сообществ как внутри залива, так и на внешнем склоне Новоземельской впадины, проведена оценка их экологического состояния и степени изоляции донной фауны залива.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование побережья, внутренней части залива Благополучия и прилегающего участка склона Новоземельской впадины (75°40' с.ш., 63°40' в.д.) было проведено в ходе 125-го рейса НИС “Профессор Штокман” 13–16 сентября 2013 г.

Было отобрано 9 станций с глубин 21–148 м (рис. 1). Параллельно было проведено описание побережья, литорали и верхней сублиторали залива до глубины 2 м, отобраны качественные пробы макробентоса литорали.

Для отбора количественных проб макрозообентоса использовали дночерпатель “Океан” с площадью раскрытия 0.1 м<sup>2</sup>. На каждой станции было отобрано по 3 дночерпательные пробы. Исключение — станция 42, где вручную с лодки был взят один дночерпатель площадью раскрытия 0.027 м<sup>2</sup>. Грунт промывали на сите с диаметром ячеек 0.5 мм. Собранных животных фиксировали нейтрализованным 5–6% формалином, разбирали по основным таксономическим группам и переводили в 70% спирт. Параллельно на станциях проводили определение основных гидрофизических и гидрохимических параметров (температура, соленость), а также анализ гранулометрического состава грунта (табл. 1).

Альфа-разнообразие оценивали как число видов в пробе (0.1 м<sup>2</sup>), бета-разнообразие оценивали при помощи кривых накопления видов с поправкой Chao1 [15].

**Таблица 1.** Характеристики сублиторальных станций залива Благополучия

Станция	Дата	Широта, с.ш.	Долгота, в.д.	Глубина, м	Придонная T, °С	Придонная соленость, psu	Тип грунта
125-35	13.09.2013	75°33.4′	063°38.4′	126.9	−0.5	34.6	Ил, галька
125-36	13.09.2013	75°34.9′	063°39.5′	65	−0.5	34.4	Ил, галька
125-38	14.09.2013	75°37.7′	063°43.5′	35	0	33.5	Плотная серая глина
125-39	14.09.2013	75°38.0′	063°42.8′	128	−1	34.5	Плотная серая глина
125-40	14.09.2013	75°40.1′	063°41.4′	148	−1	34.5	Плотная серая глина
125-41	14.09.2013	75°41.2′	063°42.8′	118	−1	34.5	Плотная серая глина
125-42	15.09.2013	75°41.99′	063°39.64′	21	−1	34.4	Ил
125-44	15.09.2013	75°41.9′	063°41.86′	67	2.8	32	Черный ил на серой глине
125-45	16.09.2013	75°38.9′	063°46.1′	28	2.5	33	Камни, литотамнион

Анализ сходства станций и выделение сообществ были проведены с помощью методов многомерного шкалирования и кластерного анализа с использованием пакета программ PRIMER 6.0. В качестве меры обилия использовали относительную интенсивность метаболизма  $M = k_i N_i^{0.25} B_i^{0.75}$ , где  $N_i$  – численность,  $B_i$  – биомасса организмов,  $k_i$  – специфический коэффициент для конкретной таксономической группы [2, 9].

## РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ

Залив Благополучия является наиболее северным из исследованных, что во многом определяет его гидрологические характеристики и особенности литорального и сублиторального населения. Это залив ковшового типа, отделенный от открытого моря порогом с глубинами до 30 метров, выходящим в своей центральной части островом Камни (рис. 1). В центре залива находится котловина с максимальными глубинами 180–200 м. В самой северной части залива расположена мелководная бухта Укромная. Глубина бухты до 30 м, наиболее хорошо прогревается в летний период, но рано покрывается льдом и обладает небольшим пресным стоком. Морфометрия залива определяет его гидрологические особенности.

В исследуемый период распределение гидрофизических параметров в заливе Благополучия показывает, что через восточный проход в него распространяются более теплые и соленые воды Карского моря, в то время как через западный проход происходит вынос (отток) более холодных и распресненных береговым стоком вод. В самом заливе, в зависимости от удаленности от береговых источников холодной и пресной воды, наблюдается смесь морских и речных вод в различных пропорциях. В глубинных и придонных слоях центральной котловины залива постоянно присутствуют воды морского происхождения.

В летнее время термоклин располагается на глубине около 40 метров [13].

По нашим данным донные осадки в центральной части залива с глубин 30–40 м и до максимальных представлены холодными серыми илами, нестратифицированными в поверхностном слое и не испытывающими недостатка кислорода. В илах часто встречается примесь крупной гальки, вероятно за счет ледовой экзарации. Свообразным биотопом является участок порога напротив бухты Визе и острова Камни на глубинах 20–30 м, сложенный заиленными марганцевыми конкрециями и мелкообломочным материалом.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

**Литораль залива Благополучия.** Описание литорали впервые было сделано в 2007 г. в 54-м рейсе НИС “Академик Мстислав Келдыш” и дополнено в 2013 г. в 125-м рейсе НИС “Профессор Штокман”. Берега залива сложены черными сланцами и в разной степени обрывисты. Литораль II биомического типа и представлена прибойной скалистой, каменной грубообломочной и прибойной песчаной литоралью. Неприбойная литораль встречается только в куту залива и в бухте Укромная, в местах пресного стока. Тем не менее, из-за особенностей береговой линии, даже неприбойная литораль сложена сланцевыми песками различной степени зернистости. Мелкая илистая фракция отсутствует, вероятно, из-за сильного снегового стока, прибойности и большой крутизны склона, что усугубляется небольшой шириной литоральной зоны. Отложение мелкой фракции происходит непосредственно в центральной ковше залива, где грунт представлен очень тонкими илами. Сходная картина наблюдалась нами в других заливах – Степового и Цивольки.

Из-за суровых климатических особенностей литораль и верхняя сублитораль лишены как высшей растительности, так и макрофитов. Населе-

ние литоральной зоны крайне обеднено и присутствует только в районе нуля глубин. Макрофауна представлена здесь исключительно амфиподами *Gammarus setosus*. Это высокобореально-арктический циркумполярный вид с температурным оптимумом от  $-0.4$  до  $+3^{\circ}\text{C}$ , эврибионтный, обитает на разных типах грунта, в условиях вечной мерзлоты, в подледных биоценозах [6, 14]. Этот вид оказывается единственным обитателем литорали у мыса Желания Северного острова Новой Земли [7], а также криолиторальных подледных биоценозов о-ва Рудольфа, литорали островов Земли Франца-Иосифа [6]. Его образ жизни позволяет быстро мигрировать в сублитораль при наступлении неблагоприятных условий, в частности в зимний период. В относительно прогреваемой бухте Укронная их численность в летний период достаточно велика — до нескольких десятков экземпляров на  $1\text{ м}^2$ .

Фрагментарные поселения макрофитов в зал. Благополучия, представленные в основном *Laminaria digitata*, *Saccharina latissima* и *Fucus distichus*, смещаются на глубины более 3 м, что характерно для высокой Арктики. Площади, ими занимаемые, невелики и приурочены к порогу в районе острова Камни с интенсивной гидродинамикой и валунно-каменистым грунтом. При этом эпифитона на талломах не отмечено. На литорали полностью отсутствует население выбросов макрофитов, обильное в Баренцевом и Белом морях.

Таким образом, литораль носит высокоарктический характер — бедность флоры и фауны, ее эфемерный характер, смещение литоральных видов в сублитораль.

**Интегральные характеристики макробентоса залива Благополучия и внешней части склона.** В ходе исследования было найдено 140 таксонов макробентоса. Наиболее разнообразными группами оказались полихеты (42 вида), моллюски (41 вид, из них двустворчатые — 25 видов) и ракообразные (25 видов). Остальные таксоны (иглокожие, мшанки, губки, сипункулиды, альционарии и др.) представлены 1–7 видами.

Наибольшей частотой встречаемости обладают сипункулиды *Golfingia margaritacea*, полихеты

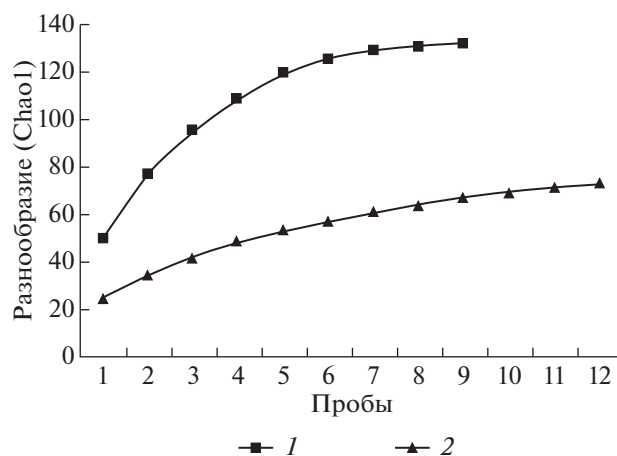


Рис. 2. Кривые накопления видов с поправкой Чоу1 для внешней (1) и внутренней (2) частей залива Благополучия.

*Tharyx* sp. и *Micronephthys minuta* (встречены на всех станциях), за ними следуют двустворчатые моллюски *Ennucula tenuis*, *Thyasira* cf. *sarsi*, *Yoldiella* spp., *Macoma calcarea*, *Mendicula ferruginosa*, *Bathyarca glacialis*, полихеты *Scoletoma fragilis*, *Scoloplos acutus*, *Maldane sarsi* и офиура *Ophiocten sericeum* (встречены более чем на половине станций).

Альфа-разнообразие сообществ мягких грунтов (без учета ст. 45, где обильно представлена эпифауна), изменяется от 9 до 40 видов на пробу (среднее значение — 23 вида в пробе). Среднее число видов в пробе выше в мористой внешней части залива (32 вида), чем во внутренней части (16 видов). Бета-разнообразие также выше во внешней части залива (рис. 2). Всего во внешней части залива на 3-х станциях было найдено 106 видов макробентоса, тогда как во внутренней части на 5-и станциях — 58 видов. При этом пропорции основных таксономических групп (кроме гастропод) остаются практически неизменными (табл. 2).

Плотность поселения организмов макробентоса мягких грунтов изменялась от 280 до 2720 экз/м<sup>2</sup> (средняя 1403 экз/м<sup>2</sup>). Биомасса изменялась в

Таблица 2. Общее число видов и пропорции основных таксономических групп макробентоса во внешней (станции 36–38) и внутренней (39–44) частях залива Благополучия

Таксоны	Число видов		Процент	
	внешняя часть	внутренняя часть	внешняя часть	внутренняя часть
Polychaeta	33	20	31.1	34.5
Crustacea	17	9	16.0	15.5
Echinodermata	5	4	4.7	6.9
Bivalvia	21	12	19.8	20.7
Gastropoda	11	2	10.4	3.4
Другие	19	11	17.9	19
Всего	106	58	100	100

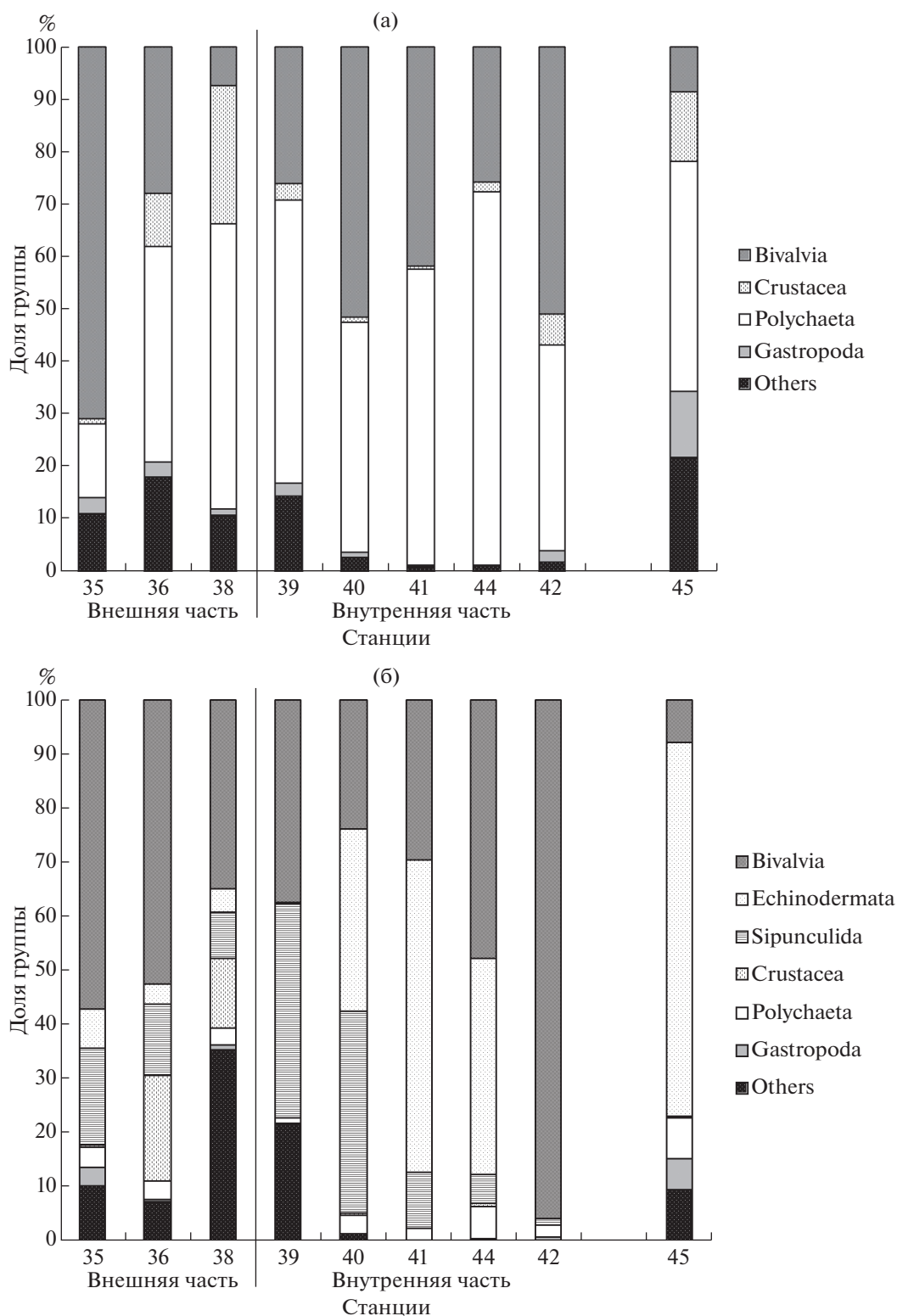
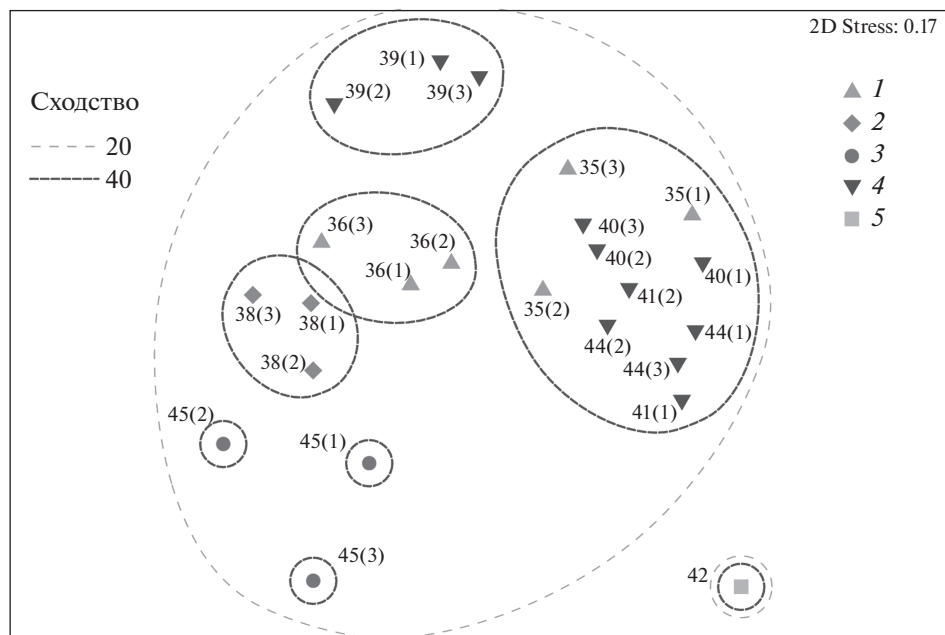


Рис. 3. Доля основных таксонов в численности (а) и биомассе (б) макробентоса.

пределах 6.6–143.4 г/м<sup>2</sup> (средняя 71.5 г/м<sup>2</sup>). На станции 45, отличающейся преобладанием твердых субстратов, значения плотности и биомассы были низкими (580 экз/м<sup>2</sup> и 49.4 г/м<sup>2</sup>).

Средняя плотность поселения организмов во внешней части залива ( $1751 \pm 573$  экз/м<sup>2</sup>) была несколько выше, чем в его внутренней части ( $1433.3 \pm 425.6$  экз/м<sup>2</sup>). Средняя биомасса организмов во



**Рис. 4.** Анализ сходства станций методом многомерного шкалирования (индекс Брея-Кертиса) с последующим объединением станций на уровне сходства 0.2 и 0.4. Символы соответствуют диапазонам глубин и типам грунта: (1) – внешний склон, ил с галькой; (2) – порог, 35 м, глина; (3) – порог, 28 м, камни; (4) – внутренняя котловина, 67–148 м, ил, глина; (5) – 21 м, кутовая часть, ил.

внешней и во внутренней частях залива не различалась (76.6 и 73.2 г/м<sup>2</sup> соответственно).

По численности доминировали полихеты и двустворчатые моллюски, по биомассе – двустворчатые моллюски, иглокожие и сипункулиды (рис. 3). Изменения численности и биомассы основных групп носят направленный характер. На внешнем склоне залива от глубин порядка 130 м (ст. 35) до порога (35 м, ст. 38) происходит постепенное уменьшение доли двустворчатых моллюсков в общей численности и биомассе макробентоса (с 71 до 7 и с 57 до 35% соответственно). Параллельно происходит увеличение доли полихет и ракообразных в общей численности организмов (рис. 3). Во внутренней глубоководной части залива (ст. 39–44) по численности доминируют полихеты (44–71%) и двустворчатые моллюски (26–51% всех организмов) по биомассе – иглокожие и сипункулиды. На самой кутовой станции залива (ст. 42) доминируют двустворчатые моллюски (51% от общего числа особей и 96% биомассы макробентоса).

**Сообщества макробентоса.** На исследованном участке было выделено 6 сообществ макробентоса (рис. 4, табл. 3). Уровень среднего сходства проб внутри станций был достаточно высок (67.8%). Вместе с тем наблюдался существенно более низкий уровень сходства между станциями (29%). Глубоководные станции внешней и внутренней частей залива (станции 35, 40, 41, 44) достаточно сходны (48%). Основными факторами, ответственными за группировку станций, явля-

ются тип грунта, глубина и положение на разрезе (рис. 4).

Основное сообщество *Ennucula tenuis* – *Ophiopleura borealis* – *Golfingia margaritacea* занимает большую часть внутренней котловины залива Благополучия на глубинах 65–150 м и часть внешнего склона на глубинах порядка 130 м и располагается на холодных серых илах. Его отличительной особенностью, помимо присутствия большого числа мелких полихет (*Scoletoma fragilis*, *Micronephthys minuta*, *Tharyx* sp.) и двустворчатых моллюсков (*Mendicula ferruginosa*, *Yoldiella* spp.) является довольно большая доля в биомассе офиуры *Ophiopleura borealis* (23.5 г/м<sup>2</sup>), которая в дочерпательных пробах обладает низкой частотой встречаемости (30%) и плотностью, однако в траловых пробах является по нашим данным наиболее массовым видом. Таким образом, мы не наблюдаем изоляции донного населения внутренней котловины залива, напротив, оно повторяет население прилежащего склона сходных глубин. Исключением является появление в верхней части залива таких видов как *Portlandia arctica* (рис. 5), отсутствующих на склоне, с достаточно высокой численностью и биомассой. Тем не менее, подавляющее число видов и общий облик сообщества остается схожим.

Сообщества с высокой долей крупных двустворчатых моллюсков приурочены к порогам и внутренней части склона (рис. 5, табл. 3). При этом на внешней части склона на ст. 36 доминирует *Astarte crenata*, на ст. 38 – *Astarte elliptica*. На

**Таблица 3.** Донные сообщества залива Благополучия. Представлены виды с частотой встречаемости больше 50%

Станции	Число видов	N, экз/м <sup>2</sup>	B, г/м <sup>2</sup>	Доминирующие виды	Доля по дыханию
35, 40, 41, 44	60	305	16.3	<i>Ennucula tenuis</i>	37.9
		3.6	23.5	<i>Ophiopleura borealis</i>	12.2
		13	12.7	<i>Golfingia margaritacea</i>	11.1
		208	0.9	<i>Yoldiella</i> sp.	5.4
		262	1.5	<i>Scoletoma fragilis</i>	5.4
		24	0.3	<i>Thyasira</i> cf. <i>sarsi</i>	1.4
		16	0.7	<i>Scoloplos acutus</i>	1.4
		101	0.2	<i>Mendicula ferruginosa</i>	1.2
		279	0.1	<i>Micronephthys minuta</i>	0.9
		92	0.1	<i>Tharyx</i> sp.	0.8
		16	0	<i>Lyonsia arenosa</i>	0.1
		53.6	6.2	<i>Portlandia arctica</i>	12.3
		1536	63.5	Сумма всех видов	100
36	67	18	19.5	<i>Astarte crenata</i>	19.9
		23	6.3	<i>Nuculana pernula</i>	13.8
		53	7	<i>Golfingia margaritacea</i>	9.8
		60	2.2	<i>Ophiocten sericeum</i>	6.5
		33	2.7	<i>Ennucula tenuis</i>	6.2
		153	1.1	<i>Yoldiella</i> sp.	4.8
		123	0.3	<i>Scoletoma fragilis</i>	2
		168	0.2	<i>Tharyx</i> sp.	1.3
		1245	59.3	Сумма всех видов	100
38	58	13	38.0	Nemertea gen. sp.	18.7
		23	28.0	<i>Astarte elliptica</i>	18.1
		157	5.7	<i>Ophiocten sericeum</i>	8.9
		27	10.9	<i>Golfingia margaritacea</i>	8.2
		20	7.7	<i>Astarte borealis</i>	6.7
		13	8.3	<i>Hemithyris psittacea</i>	6.3
		30	3.7	<i>Ennucula tenuis</i>	4.0
		43	2.9	<i>Macoma calcarea</i>	3.2
		510	0.6	<i>Philomedes globosus</i>	2.2
		230	0.5	<i>Scoletoma fragilis</i>	1.6
		207	0.4	<i>Tharyx</i> sp.	1.2
		297	0.2	<i>Pholoe longa</i>	0.8
		120	0.1	<i>Ophelina</i> sp.	0.5
		100	0	<i>Micronephthys minuta</i>	0.2
2437	131.4	Сумма всех видов	100		
39	40	47	29.0	<i>Golfingia margaritacea</i>	41.0
		47	27.3	<i>Bathyarca glacialis</i>	34.1
		3	7.2	<i>Polymastia</i> sp.	8.3
		7	6.1	Nemertea gen. sp.	6.3
		257	0.5	<i>Scoletoma fragilis</i>	2.8
		3	1.6	<i>Didemnum</i> sp.	2.3
		87	0.1	<i>Mendicula ferruginosa</i>	0.4
		813	73.1	Сумма всех видов	100



Таблица 3. Окончание

Станции	Число видов	N, экз/м <sup>2</sup>	B, г/м <sup>2</sup>	Доминирующие виды	Доля по дыханию
45	36	27.5	2.0	<i>Ophiocten sericeum</i>	32.1
		2.5	22.3	<i>Psolus phantapus</i>	25.1
		15	0.6	<i>Stenosemus albus</i>	9.5
		25	1.2	<i>Tonicella marmorea</i>	5.0
		12.5	0.3	Nemertea gen. sp.	4.4
		2.5	1.9	<i>Eucranta villosa</i>	3.9
		2.5	1.2	<i>Ophiocantha bidentata</i>	2.9
		260	31.4	Сумма всех видов	100
42	9	814	121.8	<i>Portlandia arctica</i>	78.3
		111	27.6	<i>Astarte montague</i>	15.6
		37	3.2	<i>Scoloplos acutus</i>	2.4
		629	0.22	<i>Micronephthys minuta</i>	0.6
		1887	155.9	Сумма всех видов	100

внутреннем склоне на ст. 39 формируется сообщество с доминированием *Bathycarca glacialis*.

Станции порога достаточно богаты видами, при этом на каменистых участках богато представлена эпифауна, не характерная для остальной части залива – гастроподы *Tonicella marmorea*, *Ischnochiton albus*, *Lepeta caeca*, брахиопода *Hemithiris psittacea* (ст. 45), тогда как на мягких грунтах формируется инфаунное сообщество с доминированием двустворчатых моллюсков *Astarte crenata* и *Nuculana pernula* (ст. 36). Таким образом, на пороге микромасштабная гетерогенность, даже внутри одной станции (ст. 45, рис. 4) высока вследствие фрагментарных выходов твердых пород.

В кутовой части на малых глубинах (ст. 42) резко доминирует *Portlandia arctica*, образуя отдельное сообщество. Необходимо отметить, что здесь была взята только одна проба, так что характеристики станции нельзя считать точными. Описание сообществ представлены в табл. 3.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из основных вопросов при исследовании донной фауны заливов является вопрос специфичности и обособленности их населения по сравнению с прибрежными открытыми акваториями. Для ряда заливов показано изменение состава фауны, а также ряда основных интегральных параметров (численности, биомассы, числа видов) во внутренних частях заливов по сравнению с внешними частями и открытым морем на тех же глубинах [3, 17, 18], для ряда заливов, напротив, подобные тренды отсутствуют [23].

Используя такие параметры как размер, морфометрия, степень изоляции, степень и стабиль-

ность расслоения вод, характер водооборота и т.д., Семенов [12] выделил 16 типов и 24 разновидности морских краевых бассейнов. Остается открытым вопрос, как данная классификация работает на экосистемном уровне.

По данной классификации главным параметром, по которому проводится разделение бассейнов на группы, является степень их изоляции. Залив Благополучия имеет промежуточный характер между категориями II-4 и III-4 (небольшие заливы, отличающиеся наличием порога на входе, который препятствует свободному водообмену и способствует созданию сезонного расслоения вод). Данная категория носит общее название “заливы ковшового типа”, довольно сильно распространена и представляет особый интерес. В условиях бореальных широт наличие порога часто приводит к накоплению в придонном слое сероводорода (Му-Фьорд, Ленефьорд в Западной Норвегии) [12], что существенно сказывается на донных сообществах и приводит к их изоляции, обеднению, наличию выраженной сезонной динамики [21, 22]. Напротив, для ряда арктических фьордов показано отсутствие подобного расслоения водной толщи. В частности, для Балсфьорда (69° с.ш., Сев. Норвегия), являющегося заливом с порогом глубиной 10–35 м и ковшем с глубинами 185 м показано отсутствие сезонного тренда в структуре и основных характеристиках макробентоса внутренней части залива, что связано со стабильностью гидрохимических процессов, таких, например, как постоянное насыщение придонных холодных вод кислородом [23].

В случае зал. Благополучия мы не наблюдаем существенного различия в интегральных характеристиках – численности и биомассе макробентоса – между внутренней и внешней частями зали-



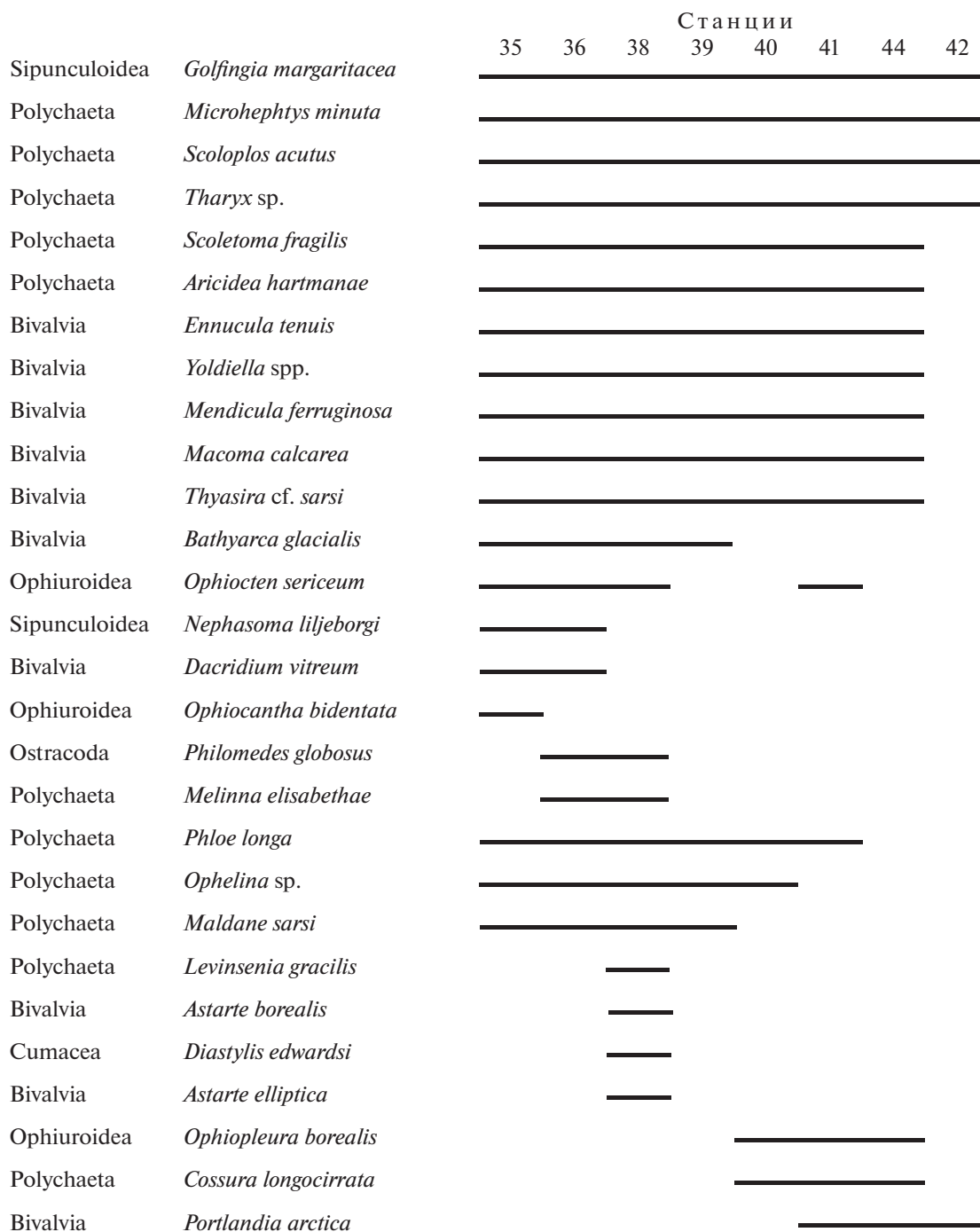


Рис. 5. Диапазоны встречаемости массовых видов макробентоса по станциям вдоль оси залива.

ва, однако разнообразие организмов макробентоса оказывается ниже во внутренней части залива, причем это уменьшение разнообразия происходит за счет обоих компонент — как  $\alpha$ - (число видов в пробе), так и  $\beta$ -разнообразия. Сходная картина получена также для ряда фьордов Шпицбергена. Так, для ВанМиженфьорда показано постепенное уменьшение разнообразия в ряду внешняя — промежуточная — внутренняя части

залива [26]. Сходная картина получена для Конгсфьорда [31].

Основное сообщество, занимающее большую часть внутренней котловины зал. Благополучия (*Ennucula tenuis* — *Ophiopleura borealis* — *Golfingia margaritacea*) оказывается характерным сообществом склона Карского моря сходных глубин и не показывает черт изоляции, свойственных внут-

ренним частям ряда фьордов более южных районов, особенно бореальных [16].

Однако ряд видов показывает градиентное распределение по оси залива (рис. 5). На достаточно больших глубинах в верхней части залива появляется двустворчатый моллюск *Portlandia arctica*, полностью отсутствующий как на склоне, так и в более южной части котловины, где он сменяется представителями рода *Yoldiella*. *Portlandia arctica* это вид, способный выдерживать пониженную соленость, он является характерным представителем кутовых частей заливов во всей Арктике [18, 29]. Во внутренней котловине в отличие от внешней части большую долю составляют офиуры *Ophiopleura borealis*, тогда как на внешней части склона среди офиур доминируют *Ophiocten sericeum* и *Ophiacantha bidentata*. Интересно, что для внутренней части залива Благополучия наблюдается выход *O. borealis* на более мелкие глубины по сравнению с открытой частью моря, где наблюдается смена доминирования батимальной *O. borealis* на более мелководную *O. sericeum* на глубинах порядка 150 м [4]. Это также говорит о более высокоарктическом характере донных сообществ внутренней части залива по сравнению с внешним склоном.

Еще одним очень важным процессом, определяющим облик донных сообществ внутренней части залива, является повышенная седиментация мелкой осадочной фракции. Действительно, в составе фауны полностью отсутствуют полихеты, строящие трубки, а также зарывающиеся глубоко в грунт. Наиболее обильными оказываются виды, толерантные к седиментации неорганического вещества и к условиям, создающимся в этом своеобразном биотопе. Среди них полихеты *Scelotoma fragilis*, *Tharyx* sp., *Cossura longocirrata* и *Scoloplos acutus*, двустворчатые моллюски *Ennucula tenuis* и *Thyasira* cf. *sarsi*. С поправкой на постоянно меняющуюся таксономию можно констатировать, что все эти виды и группы отмечены в качестве доминантов в ряде фьордов Норвегии и Шпицбергена [16, 18, 30]. При этом полихеты семейств Ciratullidae и Lumbrineridae отмечены в качестве доминантов во всех этих фьордах [18]. В ряде работ полихеты семейства Ciratullidae (под именами *Chaetozone* spp., *Chaetozone setosa*, *Chaetozone/Tharyx* complex и др.) описаны как наиболее массовые обитатели внутренней части фьордов Норвегии, Шпицбергена и Гренландии [20, 26, 27]. Остальные массовые виды также входят в число доминантов, характерных для арктических фьордов [30].

Таким образом, основными факторами, влияющими на сообщества макробентоса залива оказываются глубина и положение станции на оси залива от кутовой до мористой части. В целом сообщества зал. Благополучия оказываются харак-

терными для открытых частей Карского моря и не проявляют существенных черт изоляции.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и Русского географического общества (проект № 13-05-41372, сбор и первичная обработка материала в поле) а также РНФ (проект № 14-17-00681, камеральная обработка и обобщение материала).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *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.
2. *Алимов А.Ф.* Интенсивность обмена у водных пойкилотермных животных // *Общие основы изучения водных экосистем*. Л.: Наука, 1979. С. 3–21.
3. *Бритаев Т.А., Удалов А.А., Ржавский А.В.* Структура и многолетняя динамика сообществ мягких грунтов заливов Баренцева моря // *Успехи современной биологии*. 2010. Т. 130. № 1. С. 50–62.
4. *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.
5. *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.
6. *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 // *Иссл. фауны морей*. 1977. Т. XIV (XXII) С. 5–54.
7. *Голиков А.Н., Аверинцев В.Г.* Особенности некоторых донных экосистем в южной части Баренцева моря и у мыса Желания (Новая Земля) // *Биология моря*. 1977. Т. 2. С. 63–73.
8. *Гурьянова Е.Ф., Ушаков П.В.* К фауне Черной губы на Новой Земле (Работы Новоземельской экспедиции Госуд. гидрологического института № 4) // *Исследования морей СССР*. 1928. Вып. 6. С. 3–71.
9. *Кучерук Н.В.* Сублиторальный бентос Североперуанского апвеллинга // *Экология фауны и флоры прибрежных зон океана*. М.: ИО АН СССР, 1985. С. 14–31.
10. *Луппова Е.Н., Анисимова Н.А., Денисенко Н.В., Фролова Е.А.* Донные биоценозы // *Среда обитания и экосистемы Земли Франца-Иосифа (архипелаг и шельф)*. Апатиты: КНЦ, 1994. С. 108–134.
11. *Матишов Г.Г., Денисенко С.Г.* Современное состояние донной фауны губы Черной (архипелаг Новая Земля) // *Докл. РАН*. 1996. Т. 346. № 2. С. 284–286.
12. *Семенов В.Н.* Систематика и экология морских бассейнов севера на разных этапах изоляции. Апатиты: ММБИ, 1988. Препринт 4. С. 3–26.

13. Степанова С.В., Недоспасов А.А. Особенности гидрофизического и гидрохимического режимов заливов Новой Земли // Экосистема Карского моря — новые данные экспедиционных исследований. Материалы научной конференции. М.: АПР, 2015. С. 70–75.
14. Цветкова Н.Л. Некоторые особенности экологии, рост и продукция двух видов гаммарид (Amphiroda, Gammaroidea) в высоких широтах Арктики. Биоценозы шельфа Земли Франца-Иосифа и фауна сопредельных акваторий // Иссл. фауны морей, 1977. Т. XIV (XXII), С. 5–54.
15. Chao A. Non-parametric estimation of the number of classes in a population // Scand. J. Statist. 1984. V. 11. P. 265–270.
16. Gulliksen B. The macrobenthic rocky-bottom fauna of Borgenfjorden, North-Trøndelag, Norway // Sarsia. 1980. V. 65. P. 115–136.
17. Gulliksen B., Holte B., Jakola K.J. The soft bottom fauna in Van Mijenfjord and Raudfjord, Svalbard // Marine biology of polar regions and effects of stress on marine organisms. Proceedings of the 18th European Marine Biology Symposium, University of Oslo, Norway, 14–20 August 1983 / Eds. Gray J.S., Christiansen M.E. / Interscience/Wiley: Chichester, 1985. P. 199–215.
18. Holte B., Gulliksen B. Common macrofaunal dominant species in the sediments of some north Norwegian and Svalbard glacial fjords // Polar Biol. 1998. V. 19. № 6. P. 375–382.
19. Kendall M.A. Are Arctic soft-sediment macrobenthic communities impoverished? // Polar Biology. 1996. V. 16. № 6. P. 393–399.
20. 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 Biol. 2003. V. 26. № 6. P. 383–388.
21. Kristensen E., Delefosse M., Quintana C.O. et al. Influence of benthic macrofauna community shifts on ecosystem functioning in shallow estuaries // Marine Ecosystem Ecology. 2014. V. 1. Article 41. P. 1–14.
22. Levin L.A., Ekau W., Gooday A.J. et al. Effects of natural and human-induced hypoxia on coastal benthos // Biogeosciences. 2009. V. 6. P. 2063–2098.
23. Oug E. Soft-bottom macrofauna in the high-latitude ecosystem of Balsfjord, northern Norway: species composition, community structure and temporal variability // Sarsia. 2000. V. 85. P. 1–13.
24. Piepenburg D., Voß J., Gutt J. Assemblages of sea stars (Echinodermata: Asteroidea) and brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) in the Weddell Sea (Antarctica) and off Northeast Greenland (Arctic): a comparison of diversity and abundance // Polar Biol. 1997. V. 17. № 4. P. 305–322.
25. Pogrebov V.B., Fokin S.I., Galtsova V.V., Ivanov G.I. Benthic communities as influenced by nuclear testing and radioactive waste disposal off Novaya Zemlya in the Russian Arctic // Marine pollution bulletin., 1997. V. 35. № 7. P. 333–339.
26. Renaud P. E., Włodarska-Kowalczyk M., Trannum H. et al. Multidecadal stability of benthic community structure in a high-Arctic glacial fjord (van Mijenfjord, Spitsbergen) // Polar Biol. 2007. V. 30. № 3. P. 295–305.
27. Sejr M.K., Jensen K.T., Rysgaard S. Macrozoobenthic community structure in a high-arctic East Greenland fjord // Polar Biol. 2000. V. 23. № 11. P. 792–801.
28. Svendsen H., Beszyna-Moller A., Hagen J.O. et al. The physical environment of Kongsfjorden—Krossfjorden, an Arctic fjord system in Svalbard // Polar Res. 2002. V. 21. № 1. P. 133–166.
29. Syvitski J.P., Burrell D.C., Skei J.M. Fjords: processes and products. New York: Springer, 1987. 215 p.
30. Węstawski J.M., Włodarska-Kowalczyk M., Kędra M. et al. Eight species that rule today's European Arctic fjord benthos // Polish Polar Res. 2012. V. 33. № 3. P. 225–238.
31. Włodarska-Kowalczyk M., Pearson T.H. Soft-bottom macrobenthic faunal associations and factors affecting species distributions in an Arctic glacial fjord (Kongsfjord, Spitsbergen) // Polar Biol. 2004. V. 27. № 3. P. 155–167.

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

A. A. Udalov, A. A. Vedenin, M. I. Simakov

During the RV “Professor Shtokman” expedition in autumn 2013 a study of the benthic fauna was conducted in the Blagopoluchiya Bay (the Kara Sea, Novaya Zemlya archipelago). The inner basin of the bay with the depths about 150 m is separated from the outer slope by a threshold with the depths of 30 m. Six macrobenthic communities were described on 9 grab stations (25 samples) taken along the gradient from the inner part of the bay to the outer part of the slope. The depth, position on the bay axis and the sediment type were marked as the leading factors influencing the communities distribution. No significant difference was found in macrobenthic abundance and biomass between the inner and outer part of the bay. The diversity of macrobenthic organisms ( $\alpha$ -diversity as a number of species in the sample and  $\beta$ -diversity as a rate of increase of species number in the area) was lower in the inner part of the bay. Description of the intertidal zone was conducted. The littoral fauna was represented only by the amphipods *Gammarus setosus* inhabiting the near-surface area.