

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БЕНТОСНЫХ СООБЩЕСТВ ВО ФЬОРДАХ ЗАПАДНОГО ШПИЦБЕРГЕНА

канд. биол. наук *О.С.ЛЮБИНА*<sup>1</sup>, науч. сотр. *О.Л.ЗИМИНА*<sup>1</sup>,  
канд. биол. наук *Е.А.ФРОЛОВА*<sup>1</sup>, канд. биол. наук *П.А.ЛЮБИН*<sup>2</sup>,  
науч. сотр. *А.А.ФРОЛОВ*<sup>1</sup>, науч. сотр. *Д.Р.ДИКАЕВА*<sup>1</sup>,  
науч. сотр. *О.Ю.АХМЕТЧИНА*<sup>1</sup>, науч. сотр. *Е.А.ГАРБУЛЬ*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Учреждение академии наук Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра РАН, г. Мурманск, *lubina@mtbi.info*

<sup>2</sup>Полярный институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М.Книповича (ПИНРО), г. Мурманск, *plubin@pinro.ru*

*На основе количественных данных, собранных в экспедициях, организованных ММБИ в 2001 и 2002 гг. во фьордах Западного Шпицбергена (Хорнсунн-фьорд, Грен-фьорд, Ис-фьорд, Сассен-фьорд, Нур-фьорд, залив Белльсунн) проанализировано распределение бентосных сообществ в градиенте факторов среды. Установлена тенденция снижения биомассы донных организмов от внешних районов к внутренним при возрастании численности особей. В распределении донных сообществ обнаружена четкая зональность, отражающая структуру вод во фьордах. Проведено сравнение донной фауны изученных морских водоемов с литературными данными о зообентосе Конгс-фьорда.*

*Ключевые слова:* донные сообщества, зообентос, Западный Шпицберген.

### ВВЕДЕНИЕ

Процессы, связанные с таянием ледников и взаимодействием водных масс разного происхождения, оказывают значительное влияние на распределение, видовой состав и структуру донных сообществ. Фьорды Западного Шпицбергена ввиду своего географического положения и особенностей условий среды являются удобным полигоном для изучения этого влияния. Наиболее полно охарактеризована бентосная фауна высокоарктического Конгс-фьорда [8, 10, 11, 17]. На примере этого залива было показано зональное распределение донных сообществ, обусловленное градиентом факторов среды, создаваемым ледниковыми водами в куту фьорда и теплыми атлантическими водными массами в его открытой части [10, 17]. Эта закономерность характерна и для других заливов западного побережья архипелага [13, 15, 16, 18], омываемого теплыми водами Западно-Шпицбергенского течения [1, 12, 14]. Однако интенсивность поступления теплых вод в заливы побережья Шпицбергена значительно варьирует в зависимости от локализации фьордов исследованного района, их геоморфологического строения и влияния водных масс. Эти факторы учтены в имеющейся эколого-географической классификации [6]. Согласно этой классификации фьорды первого порядка непосредственно соединены с морем, фьорды второго порядка открываются в другие более крупные заливы [6]. Изоляция фьордов может осуществляться не только удаленностью от моря, но и шириной устья, наличием порогов, их величиной и количеством [6].

При большом объеме накопленных данных по бентосу заливов Шпицбергена, пока остается неясным, как положение фьорда, его удаленность от моря и степень

изоляция влияют на структуру донных сообществ, их разнообразие и обилие. Это связано с тем, что до настоящего времени не было проведено количественной съемки зообентоса, одновременно охватывающей несколько заливов. Отсутствие подобных исследований не позволяло корректно сравнить донное население фьордов разного типа. Цель настоящей работы – изучить особенности распределения донных сообществ в градиенте факторов среды, создаваемых морскими и ледниковыми водами, во фьордах Шпицбергена, различающихся локализацией, степенью изолированности и удаленности от моря, основываясь на имеющейся классификации типов морских водоемов [6].

#### **РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ**

Проводимые исследования охватывали фьорды разного типа, расположенные в южной и центральной частях острова Западный Шпицберген: залив Хорнсунн, южный рукав залива Белльсунн (Ван-Келлен-фьорд), Грен-фьорд, Ис-фьорд и впадающие в него рукава Сассен-фьорд и Нур-фьорд (рис. 1). В обозначенных фьордах придонная температура, которая была измерена во время сбора материала, колебалась в широких пределах [4], ее распределение в некоторой степени зависело от особенностей геоморфологического строения заливов.

Самый большой и глубоководный залив первого порядка Ис-фьорд имеет широкое устье и значительно вдается в глубь суши. Здесь в момент проведения исследований придонная температура варьировала от  $-0,9$  °C до  $2,6$  °C. Отрицательная температура в придонном слое вод в основном приурочена к кутовой части фьорда. Узкие заливы второго порядка Нур-фьорд и Сассен-фьорд открываются в Ис-фьорд. Они наиболее сильно удалены от моря. На момент проведения исследований придонная температура здесь имела преимущественно отрицательные значения. Залив второго порядка Грен-фьорд также открывается в Ис-фьорд. Он расположен близко к морю и имеет сравнительно большие глубины [3]. На момент проведения исследований здесь была отмечена наибольшая для всего рассмотренного участка побережья Шпицбергена температура воды (от  $2,7$  °C до  $5$  °C). Фьорды первого порядка Белльсунн и Хорнсунн имеют выход непосредственно в море. Придонная температура в самом южном Хорнсунн-фьорде на момент проведения исследований варьировала от  $2,3$  °C в устье фьорда до  $-1,3$  °C в кутовой его части. В залив Белльсунн впадает Ван-Келлен-фьорд, отделенный от основной акватории порогом. Придонная вода залива Белльсунн характеризуется положительной температурой (до  $3$  °C), а залива Ван-Келлен-фьорд – отрицательной (от  $-0,4$  °C до  $-0,5$  °C) [4].

#### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

Количественная съемка зообентоса в районе исследования была выполнена в июле–августе 2001 и 2002 гг. на НИС «Дальние Зеленцы» в западной части южной оконечности острова Западный Шпицберген (рис. 1).

В обозначенных фьордах было выполнено 44 бентосных станции на глубинах от 15 до 256 м. Для сбора материала в основном использовали дночерпатель ван Вина ( $0,1$  м<sup>2</sup>). Исключение составляет одна станция у самой кромки ледника на глубине 15 м, где отбор проб производили дночерпателем Петерсена ( $0,025$  м<sup>2</sup>). Пробы отбирали в трехкратной повторности на каждой станции (всего 132 пробы). Собранный дночерпателем грунт промывали через сито с ячейей  $0,75$  мм с последующей фиксацией его в 4 %-ном формальдегиде, нейтрализованном тетраборатом натрия. Обработку проб проводили стандартными методами [5]. Идентификацию бентосных организмов осуществляли авторы настоящей работы.

Точечное видовое разнообразие (видовое богатство) оценивали как число видов в трех пробах на станции.

Выделение фаунистически однородных по составу зообентоса групп станций выполняли с помощью кластерного анализа методом средневзвешенного на основе

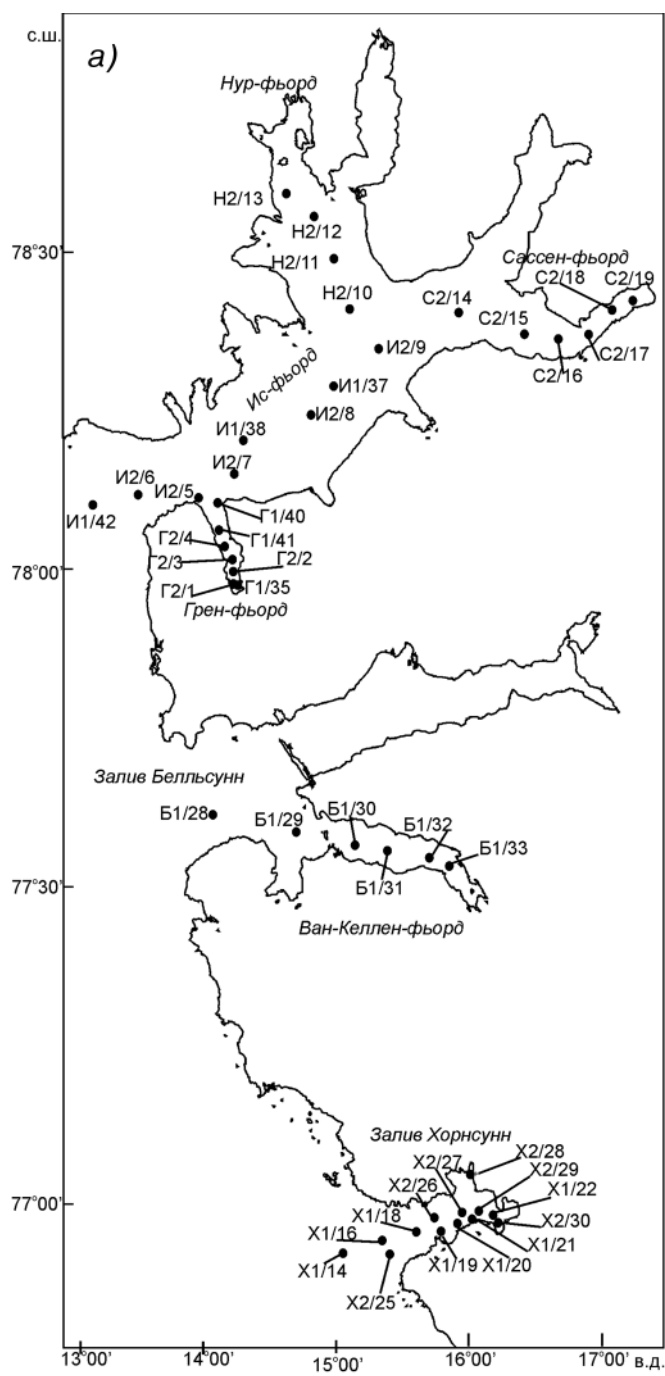
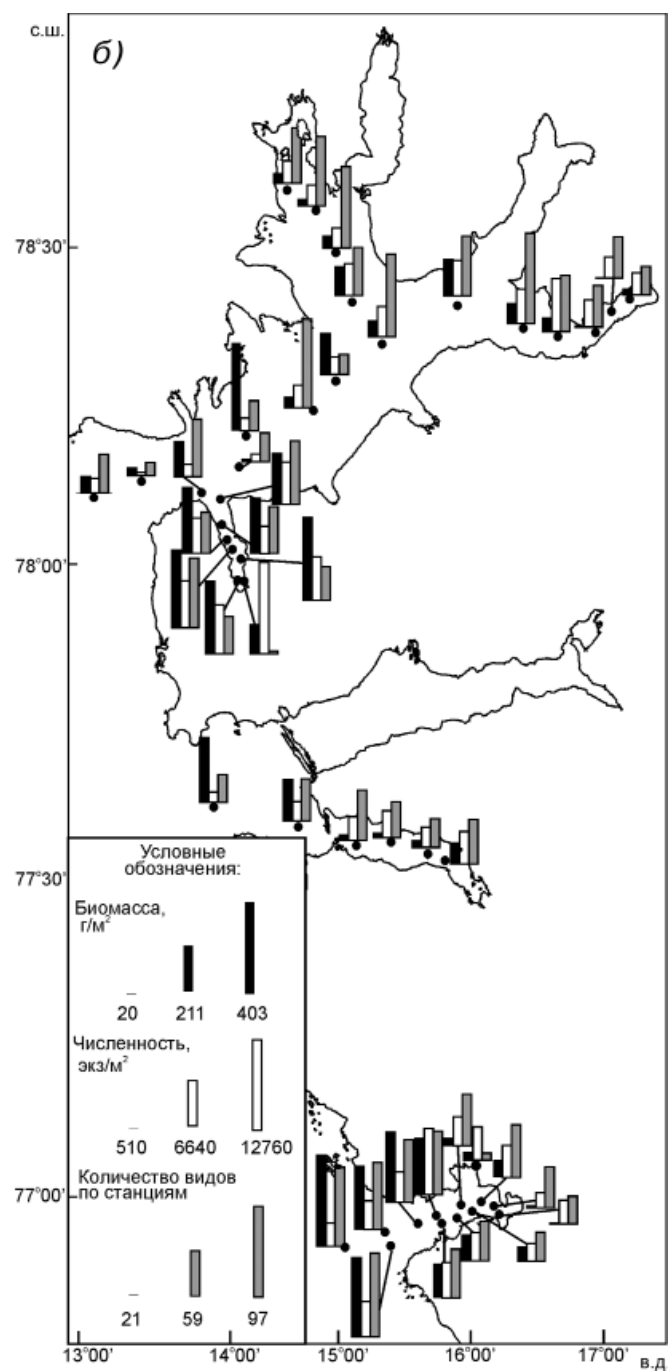


Рис. 1. Схема станций отбора проб в 2001–2002 гг. (а) и распределение основных  
 В коде станций буквой обозначено название фьорда, первая цифра указывает



количественных характеристик донных сообществ (б) во фьордах Шпицбергена на год сбора материала, последняя – на номер станции

коэффициента сходства Брэя–Куртиса. При расчете матрицы сходства данные подвергались стандартизации путем извлечения квадратного корня [9]. Ординацию станций в пространстве видového сходства выполняли методом непараметрического многомерного шкалирования MDS. Расчеты производили с помощью программы PRIMER 5. В качестве меры обилия организмов был выбран комплексный показатель «условная продукция» (P), позволяющий оценить значимость отдельных видов в сообществе, как по биомассе, так и по количеству особей:

$$P = B^{0.75} \times N^{0.25}, \text{ где } B - \text{биомасса, г/м}^2, N - \text{численность, экз/м}^2 [9].$$

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате проведенных исследований в обозначенных заливах Западного Шпицбергена выявлено 421 наименование донных организмов (361 до видového ранга), принадлежащих к 13 типам, 23 классам, 56 отрядам, 147 семействам. Максимальное постоянство встречаемости (98 %) имеют полихеты *Eteone agg. flava* и немуртины. Чуть менее распространены (88–86 %) полихеты семейства *Cirratulidae*, полихеты *Heteromastus filiformis*, *Maldane sarsi* и двустворчатый моллюск *Thyasira gouldi*. Во фьордах Шпицбергена среди таксономических групп зообентоса наиболее многочисленны многощетинковые черви (78 % численности). По биомассе преобладают эти же таксоны (45 % у моллюсков и 41 % у полихет). Наибольшее значение в общем таксономическом разнообразии имеют многощетинковые черви (33 %), ракообразные (20 %), моллюски (20 %) и мшанки (15 %).

Трофическая структура зообентоса во фьордах в целом характеризуется преобладанием по биомассе собирающих детритофагов (35 %), подвижных сестонофагов (25 %), плотоядных (24 %) и грунтоедов (19 %). По численности доминируют собирающие детритофаги (50 %), грунтоеды (20 %) и плотоядные (19 %). В общем таксономическом разнообразии большое значение имеют собирающие детритофаги (26 %), плотоядные (22 %) и прикрепленные сестонофаги (17 %).

Видовое богатство зообентоса в среднем составляет  $60 \pm 3$  видов на станцию. Высокий уровень обилия видов (более 70) приурочен к внешним зонам фьордов (рис. 1б). Биомасса донных организмов в районе исследования варьирует от 20 до 400 г/м<sup>2</sup>. Низкий уровень биомассы (менее 100 г/м<sup>2</sup>) локализован во впадинах Ис-фьорда и во внутренних областях фьордов второго порядка (Сассен-фьорд, Нур-фьорд и Ван-Келлен-фьорд) при преимущественно отрицательной температуре воды (от –1,65 до 0,99 °C). Сравнительно высокая биомасса зообентоса (в среднем  $270 \pm 20$  г/м<sup>2</sup>) приурочена к внешним областям заливов Грен, Хорнсунн и Белльсунн. Максимальный ее уровень выявлен в открытом море на траверзе Хорнсунн-фьорда (рис. 1б). Средняя плотность поселения бентосных организмов в районе исследования составляет  $4300 \pm 300$  экз/м<sup>2</sup>. Минимальное количество особей (не более 1000 экз/м<sup>2</sup>) отмечено в устьевой области Ис-фьорда, а максимальное (более 12000 экз/м<sup>2</sup>) – в куту Грен-фьорда (рис. 1б).

В заливах Шпицбергена по сходству фаунистического состава выделено два крупных видových комплекса, состоящих из ряда сообществ (рис. 2). Первый кластер включает в себя точки сбора, выполненные в Ис-фьорде, впадающих в него заливов и во внутренней части заливов Хорнсунн и Белльсунн. Этот комплекс условно можно назвать «фьордовым, или внутренним» (рис. 2а, б). Он характеризуется низким уровнем биомассы донных организмов при очень высокой численности (табл. 1), а также доминированием по биомассе многощетинковых червей (табл. 1).

Второй кластер объединил сообщества, которые условно можно назвать «атлантическими, или внешними». Они распространены в Грен-фьорде, внешней области залива Хорнсунн и в заливе Белльсунн (рис. 2). Зообентос этих участков характеризуется очень высокой биомассой и доминированием моллюсков (табл. 1).

«Внутреннее» сообщество 1А распространено на большей части акватории Ис-фьорда и на одной станции во внешней области залива Белльсунн (рис. 2).

Таблица 1

## Общие количественные характеристики, таксономическая и трофическая структура донных сообществ во фьордах Шпицбергена

Сообщество	IA			IB			IV			IIA			IIB			
	B	N	S	B	N	S	B	N	S	B	N	S	B	N	S	
	160±35 %B	3300±400 %N	65±7 %S	80±20 %B	4000±400 %N	55±3 %S	56±9 %B	4200±400 %N	61±5 %S	320±15 %B	5700±600 %N	70±5 %S	200±15 %B	3800±1200 %N	66±5 %S	
Таксоном. состав																
<i>Annelida</i>	<b>67,2</b>	<b>83,6</b>	<b>42,4</b>	<b>70,5</b>	<b>85,9</b>	<b>50,6</b>	<b>38,7</b>	<b>61,2</b>	<b>35,2</b>	<b>27,6</b>	<b>80,5</b>	<b>40,1</b>	<b>23,8</b>	<b>76,4</b>	<b>52,8</b>	
<i>Arthropoda</i>	0,6	3,0	14,2	2,6	4,3	<b>18</b>	2,0	6,1	<b>20,5</b>	0,4	3,0	13,7	1,3	<b>10,6</b>	<b>16,1</b>	
<i>Brachiopoda</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,02	0,01	0,4	0,6	0,1	0,5	
<i>Вьюгоза</i>	0,6	1,9	14,9	0,5	0,5	5,9	1,1	0,6	<b>13,3</b>	0,5	0,4	15	0,1	0,5	4,5	
<i>Priapulida</i>	0,1	0,1	0,2	0,002	0,01	0,3	0,2	0,1	0,5	0,8	0,3	0,9	2,9	0,1	1	
<i>Tunicata</i>	0,001	0,01	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Cnidaria</i>	1,1	0,1	0,8	11,6	1,3	3,3	<b>17,1</b>	0,8	2	0,8	0,1	6,6	0,002	0,1	1,5	
<i>Echinodermata</i>	5,49	2,6	4,4	1,2	0,2	2,1	1,0	0,2	3,3	1,7	1,5	17,6	<b>20,0</b>	0,5	2,5	
<i>Mollusca</i>	<b>22,0</b>	4,4	<b>17,0</b>	4,0	2,7	15,0	<b>39,2</b>	<b>29,6</b>	<b>22,9</b>	<b>65,5</b>	7,7	0,4	<b>48,8</b>	4,2	15,1	
<i>Nematelminthes</i>	0,01	2,3	1,3	0,04	4,2	1,5	0,01	1,0	0,5	0,02	5,7	2,2	0,02	6,3	1,5	
<i>Nemeritini</i>	0,2	1,2	1,5	1,4	0,8	1,8	0,8	0,4	0,5	2,0	0,5	0,4	0,1	0,4	1,5	
<i>Porifera</i>	0,001	0,02	0,3	8,5	0,04	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Sipuncula</i>	2,8	0,8	2,9	0,02	0,2	1,3	0,01	0,1	1,4	0,6	0,5	3,1	<b>2,4</b>	<b>1,0</b>	3,0	
Трофич. состав																
A	0,6	2,0	15,3	9,0	0,5	6,0	1,1	0,6	13,3	0,5	0,4	<b>15</b>	0,7	0,4	6,7	
AE	0,5	0,03	0,6	11,6	1,3	3,3	17,1	0,8	1,4	0,7	0,1	2,6	0,002	0,1	2,2	
B	14,0	0,8	6,6	4,3	0,8	7,5	19,7	4,4	5,2	<b>42,2</b>	0,8	8,0	7,6	1,0	6,0	
C	<b>47,6</b>	<b>32,4</b>	<b>31,2</b>	<b>22,8</b>	<b>45,7</b>	<b>32,6</b>	<b>25,8</b>	<b>68,2</b>	<b>30</b>	<b>27,4</b>	<b>40,4</b>	<b>28,6</b>	<b>51,6</b>	<b>49,6</b>	<b>31,1</b>	
CE	0,9	0,1	1,2	0,03	0,1	2,1	0,1	0,1	1,4	1,3	1,4	2,2	1,5	0,3	1,5	
CEB	0,2	0,8	0,3	0,2	0,5	1,3	0,8	0,1	1,0	0,2	0,7	0,9	1,2	8,0	1,5	
D	21,2	27,9	13,8	<b>25,8</b>	14,7	10,5	8,5	7,8	7,6	<b>20,6</b>	<b>27,5</b>	12,8	11,3	18,2	13,3	
E	11,8	27,6	18,2	<b>22,7</b>	<b>29,2</b>	<b>26,2</b>	<b>21,2</b>	11,5	<b>23,8</b>	6,4	<b>18,7</b>	<b>20,3</b>	6,6	15,0	<b>23,0</b>	
x	3,4	8,0	11,3	3,6	7,2	10,5	5,8	6,6	12,9	0,7	10,0	9,7	1,0	7,4	14,1	

Примечания: B — биомасса, г/м<sup>2</sup>; N — численность, экз/м<sup>2</sup>; S — количество видов на станции. Обозначения трофических групп: A — прикрепленные сестонофиты-фильтраторы; AE — прикрепленные хищники; B — подвижные сестонофиты; C — сортирующие детритофаги; D — грунтоеды; E — плоядные; сочетание букв — смешанный тип питания; x — тип питания не установлен; жирным шрифтом выделены высокие значения количественных параметров

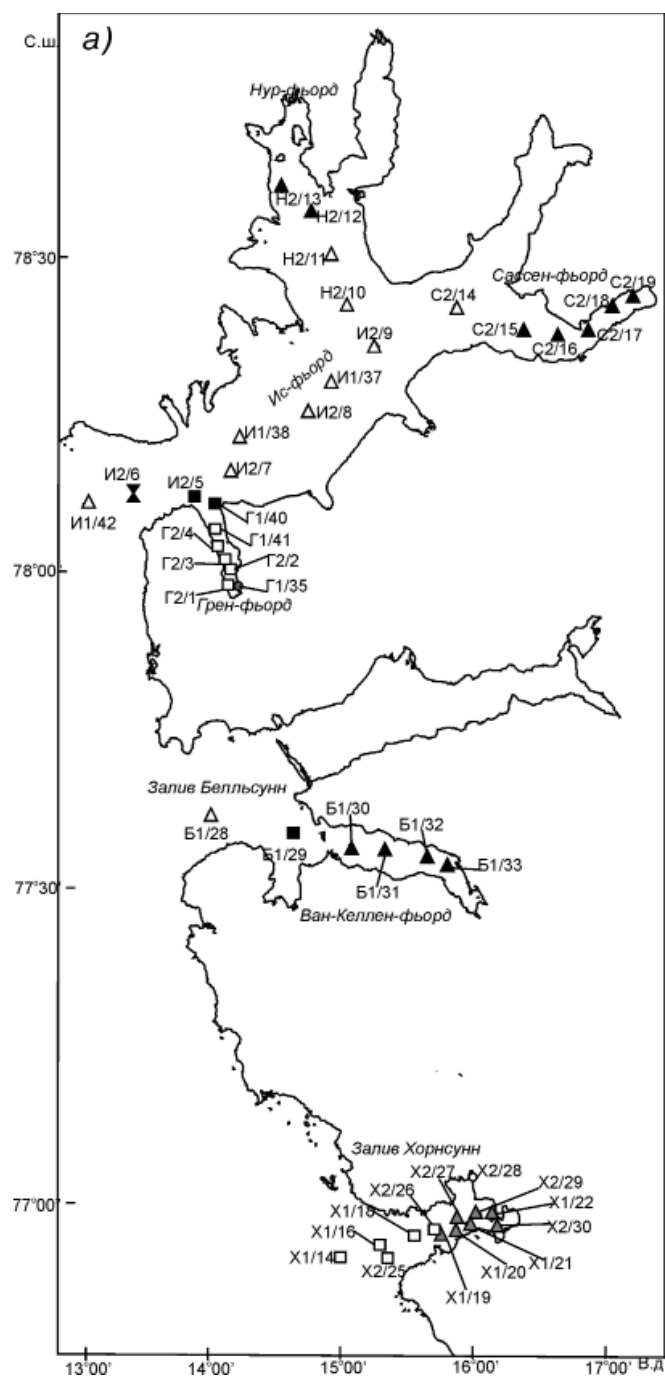
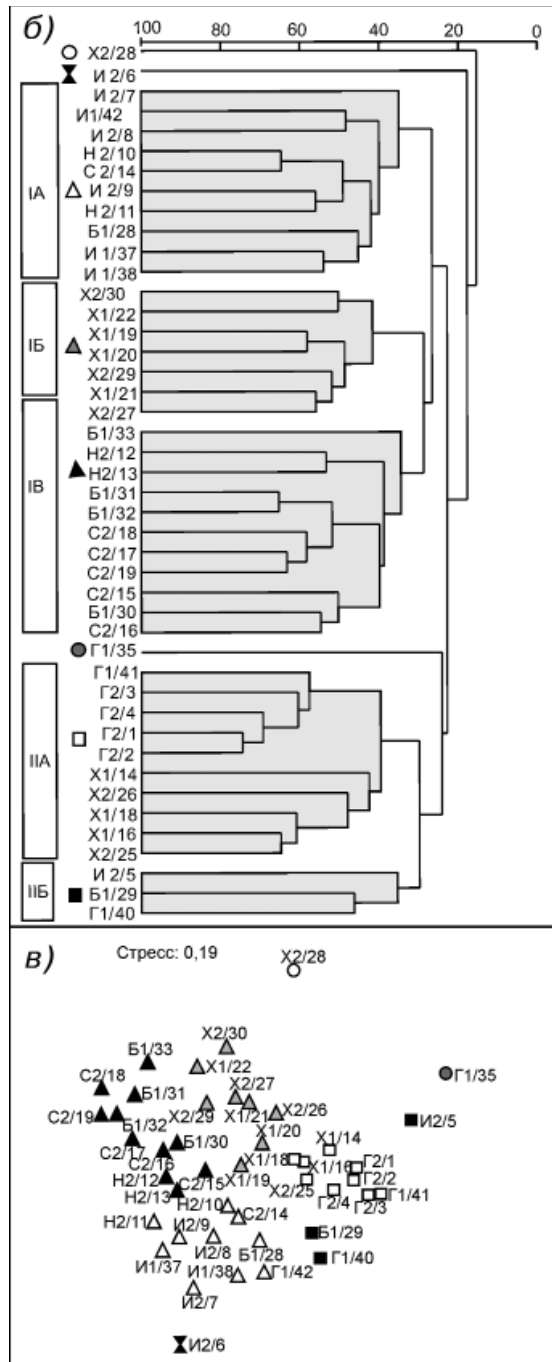


Рис. 2. Распределение фаунистических комплексов (а); дендрограмма сходства видowego в пространстве сходства видowego состава по коэффициенту Брэя–Куртиса, выполненная



состава зообентоса по коэффициенту сходства Брэя–Куртиса (б); ординация станций методом непараметрического многомерного шкалирования (MDS) (в)



Оно приурочено к участкам со значительными глубинами (150 до 256 м), песчано-илистыми и илистыми грунтами с относительно невысокой температурой придонных вод (в среднем 0,3 °С). Здесь по биомассе и уровню условной продукции доминируют полихеты *Spiochaetopterus typicus*. Субдоминантами по биомассе выступают двустворчатый моллюск *Ciliatocardium ciliatum* и полихета *M. sarsi*. По численности преобладают полихеты рода *Lumbrineris* (табл. 2). Многощетинковые черви здесь доминируют по всем количественным характеристикам (табл. 1). Основная трофическая группа по биомассе, численности и видовому богатству – собирающие детритофаги (табл. 1).

«Внутреннее» сообщество *IB* распространено во внутренней области залива Хорнсунн на глубине от 46 до 198 м, на мягких илистых грунтах с примесью песка и отдельными вкраплениями камней и гальки, при преимущественно положительной температуре придонных вод (от 0,8 до 2 °С). Здесь по уровню условной продукции доминируют полихеты *M. sarsi* и *Policirrus arcticus*. По биомассе выделяются полихеты *M. sarsi* и *Laonice cirrata*, а по численности – полихеты семейства *Cirratulidae* (табл. 2). Многощетинковые черви в данном сообществе преобладают по всем количественным показателям (табл. 1). Доминирующие по биомассе трофические группы – грунтоеды, плотоядные и собирающие детритофаги. По количеству особей преобладают собирающие детритофаги и плотоядные (табл. 1).

Сообщество первой группы *IB* отмечено во фьордах второго порядка (Сассен-фьорд, Нур-фьорд и Ван-Келлен-фьорд) (рис. 2) при низкой температуре придонного слоя вод (средняя температура –0,2 °С) на средней глубине (от 15 до 93 м), на грунтах смешанных типов. По биомассе и уровню условной продукции здесь доминирует актиния *Cerianthus lloydi*, по численности – полихеты семейства *Cirratulidae*, двустворчатые моллюски *Yoldiella nana* и полихеты *Galathowenia oculata* (табл. 2). Наиболее разнообразны видами в этом районе полихеты, моллюски и ракообразные (табл. 1). В трофической структуре по биомассе, численности и количеству видов преобладают собирающие детритофаги (табл. 1).

Первое сообщество «внешнего» комплекса *IIA* расположено в Грен-фьорде и во внешней области залива Хорнсунн (рис. 2). Оно встречено при положительной температуре (от 1,9 до 3,5 °С), на глубине от 64 до 150 м, на илисто-песчаных грунтах. Здесь по уровню условной продукции и биомассе доминируют полихеты *M. sarsi*, двустворчатые моллюски *C. ciliatum* и *Yoldia hyperborea*. По численности максимальное значение имеют полихеты семейства *Cirratulidae* и полихеты рода *Lumbrineris* (табл. 2). Трофический состав зообентоса характеризуется доминированием по биомассе подвижных сестонофагов, собирающих детритофагов и грунтоедов (табл. 1). По численности и видовому богатству преобладают собирающие детритофаги (табл. 1).

Второе «внешнее» сообщество *IIB* занимает устьевую зону Грен-фьорда, Ис-фьорда и залива Белльсунн – районы с наиболее высокой для исследованного района придонной температурой (от 2,6 до 2,9 °С), на глубине 130–190 м и песчано-илистом грунте (рис. 2). Здесь по биомассе доминируют двустворчатый моллюск *Macoma calcaea* и морской еж *Strongylocentrotus droebachiensis*. Эти виды вносят максимальный вклад в условную продукцию данного сообщества. По численности выделяются полихеты семейства *Cirratulidae* (табл. 2). Руководящие таксономические группы по биомассе – моллюски и полихеты. Последние значительно преобладают по численности. Доминирующая трофическая группа – собирающие детритофаги (табл. 1).

Станции, расположенные в участках с уникальным набором факторов среды, характеризуются своеобразием состава фауны и поэтому не входят в крупные сообщества (рис. 2).

На станции, выполненной у кромки ледника Самарина в заливе Хорнсунн на глубине 15 м, на мягком илистом грунте зообентос имеет биомассу 48 г/м<sup>2</sup>, плотность поселения – 5000 экз/м<sup>2</sup>. Здесь встречено 28 видов донных организмов. По биомассе, плотности поселения и условной продукции преобладает полихета-

Таблица 2

## Структура доминирования в донных сообществах, выделенных во фьордах Западного Шпицбергена

Сообщество	IA			IB			IVB			IIA			IIB		
	%P	%B	%N	%P	%B	%N	%P	%B	%N	%P	%B	%N	%P	%B	%N
<i>Spiochaetopterus tyricus</i> (Pol)	34,3	40,0	3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Maldane sarsi</i> (Pol)	17,7	11,6	10,2	19,2	17,9	3,5	6,6	5,4	2,3	25,5	17,3	9,2	6,0	3,9	2,2
<i>Lumbrineridae</i> g. sp. (Pol)	6,9	2,1	23,1	4,6	1,9	8,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ciliatocardium ciliatum</i> (Mol)	5,6	13,3	0,1	—	—	—	—	—	—	15,7	31,5	0,2	3,2	6,5	0,03
<i>Scoloplos acutus</i> (Pol)	2,7	0,7	13,1	2,8	9,3	9,3	—	—	—	—	—	—	1,9	0,5	10,2
<i>Cirratulidae</i> g sp (Pol)	2,5	0,7	13,7	8,3	2,8	31,0	6,8	2,6	24,4	5,1	1,5	23,4	4,5	1,1	22,7
<i>Laonice cirrata</i> (Pol)	1,8	1,8	0,2	8,0	11,0	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Polycirrus arcticus</i> (Pol)	—	—	—	9,3	6,0	4,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lumbrineris</i> sp. (Pol)	—	—	—	7,4	1,9	13,8	—	—	—	3,1	0,9	13,1	—	—	—
<i>Cerianthus lloydi</i> (Ant)	—	—	—	—	—	—	8,7	16,8	0,2	—	—	—	—	—	—
<i>Yoldiella nana</i> (Mol)	—	—	—	—	—	—	8,2	3,7	15,2	—	—	—	—	—	—
<i>Galatowenia oculata</i> (Pol)	—	—	—	—	—	—	2,7	0,9	11,7	—	—	—	—	—	—
<i>Yoldia hyperborea</i> (Mol)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,3	13,6	1,0	—	—	—
<i>Macoma calcareo</i> (Mol)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,7	4,3	0,9	28,1	36,3	1,0
<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i> (Ech)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,8	18,5	0,2
<i>Spio armata</i> (Pol)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,2	0,5	11,3
<i>Quasimelita quadrispinosa</i> (Anth)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,5	1,2	7,9

Примечания: %P — доля в условной продукции; %B — доля в биомассе; %N — доля в численности; в скобках указаны крупные таксоны: Pol — полихеты, Mol — моллюски, Ant — актинии, Ech — иглокожие; жирным шрифтом выделены высокие значения количественных характеристик. Доли рассчитаны от средних значений количественных характеристик сообществ, указанных в табл. 1

оппортунист *Capitella capitata* (29 %, 36 % и 42 % соответственно). Субдоминантами в этом сообществе являются приапулида *Priapulus caudatus* (12 % условной продукции, 29 % биомассы) и двустворчатый моллюск эстуарно-арктической группы *Portlandia arctica* (10 % условной продукции, 13 % биомассы). По численности высокое значение имеют полихеты семейства *Cirratulidae* (21 %) и полихеты *Ophryotrocha scarlatoi* (18 %). Среди трофических групп по биомассе, численности и общему количеству таксонов здесь преобладают собирающие детритофаги. Доминирование видов-оппортунистов в сообществе, вероятно, обусловлено механическим воздействием в результате подвижки ледника, разрушающим локальные поселения бентосных организмов, место обитания которых заселяют эти виды. Сообщество донных организмов на этой станции по составу видов наиболее близко к «внутреннему» комплексу (рис. 2б, в).

Видовой состав зообентоса на станции, расположенной в кутовой части Грен-фьорда, на глубине 37 м, на илистом грунте, при максимальной в районе исследования температуре (5 °С) по сходству наиболее близок к «атлантическому» комплексу (рис. 2б, в). Здесь выявлена очень высокая численность донных организмов 12760 экз/м<sup>2</sup> при общей биомассе 140 г/м<sup>2</sup> и невысоком видовом богатстве 23 вида/0,3 м<sup>2</sup>. По уровню условной продукции доминируют полихеты *Chaetozone setosa* (45 %), *Terebellides stroemi* (19 %) и моллюск *Y. hyperborea* (18 %). По численности преобладает полихета *Chaetozone setosa* (69 %). По биомассе ведущее положение занимают моллюск *Y. hyperborea* (38 %) и полихеты *Chaetozone setosa* (27 %), *T. stroemi* (22 %). Таким образом, при самой высокой температуре придонного слоя вод в куту Грен-фьорда доминирующие позиции занимают широко распространенные морские виды.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных результатов показал, что в исследованных фьордах Шпицбергена от внешних районов к внутренним происходит снижение биомассы донных организмов и их разнообразия при возрастании численности особей. В целом подобная картина распределения количественных показателей бентоса в определенной степени обусловлена постепенной потерей тепла трансформированных атлантических вод при продвижении от устья к кутовым участкам заливов [4]. Так, самая высокая биомасса бентоса выявлена во внешних областях водоемов первого порядка (в Хорнсунн-фьорде, заливе Белльсунн) и водоемов второго порядка, расположенных близко к открытому морю на пути проникновения теплых атлантических вод (в Грен-фьорде) (рис. 1б). Низкая биомасса бентоса выявлена в наиболее удаленных от моря водоемах второго порядка (Сассен-фьорд и Нур-фьорд) при преимущественно отрицательной температуре воды. На основе этого можно утверждать, что сообщества с высокой биомассой тяготеют к наиболее теплым участкам побережья Западного Шпицбергена. Однако, объясняя низкий уровень биомассы донной фауны во внутренних участках фьордов, не следует исключать и влияние высокой концентрации минеральной взвеси в районах активного таяния ледников [7, 3], угнетающей развитие многих бентосных организмов [10, 17, 18].

Снижение видового богатства донных сообществ при удалении от открытого моря закономерно [6]. Подобная картина характерна не только для побережья арктических архипелагов, но и для губ и заливов других морских акваторий [6]. Однако в некоторых внутренних участках фьордов, вдали от открытого моря, сообщества зообентоса обладают повышенным уровнем видового богатства, сходным с разнообразием видов глубоководных районов Ис-фьорда (рис. 2б, табл. 1). Увеличение видовой плотности здесь происходит за счет присоединения уникальных элементов фауны, характерных для зоны перегляциала, к обитающим здесь широко распространенным видам. Подобное повышение видового богатства было отмечено

и в сообществах зообентоса внутреннего бассейна Конгс-фьорда [10, 17]. По мнению ряда авторов, во внутренних районах фьордов заключена реликтовая фауна, запертая здесь атлантическими водами при потеплении [15].

Сообщества зообентоса в изученных фьордах Шпицбергена распределены зонально (рис. 2). Локализация их в определенной степени отражает структуру вод и соответствует общей схеме смены видовых ассоциаций донных организмов в Конгс-фьорде [10, 17]. Однако имеются значительные отличия полученных нами результатов от имеющихся литературных данных [17]. Так, обнаруженные нами в центральной части Ис-фьорда сообщества с доминированием *S. typicus* и сообщества *M. sarsi* внутренней зоны залива Хорнсунн, условно названные «фьордовые, внутренние», имеют ряд сходств с сообществами внешней области Конгс-фьорда «*Centr*» [17]. Сообщества зообентоса во фьордах второго порядка с доминированием холодноводных актиний напоминают переходную ассоциацию «*Trans*» [17], поскольку субдоминантным видом здесь выступает полихета *M. sarsi*, характерная для центральной части Конгс-фьорда. Комплекс «внешних» сообществ сходен с ассоциациями «*Entr*», обитающими на выходе из Конгс-фьорда [17].

Истинно «приледниковое» сообщество с доминированием эстуарно-арктического моллюска *P. arctica*, занимающее внутреннюю область Конгс-фьорда [17], встречено в просмотренных материалах единожды у подножия ледника Самарина в Хорнсунн-фьорде на станции 28, выполненной в 2002 г. (рис. 1). В нашем материале данный индикаторный вид уступил доминирующие позиции широко распространенному виду *S. capitata*. Выявленное нами ограниченное распространение «приледникового» сообщества может быть следствием недостаточного охвата этих биотопов исследованиями ввиду технических трудностей. С другой стороны, подобное распределение может быть обусловлено значительным проникновением атлантических вод во внутреннюю область сравнительно короткого залива первого порядка Хорнсунн [14].

Полученные результаты показали широкое развитие «внешних» ассоциаций зообентоса при ограничении распространения «приледниковых» по сравнению с высокоарктическим Конгс-фьордом [17]. Это свидетельствует о том, что в южных заливах Западного Шпицбергена влияние атлантических вод выражено сильнее. Наиболее показателен в этом отношении залив Грен-фьорд, на всей акватории которого распространены только «внешние» сообщества. По распределению донной фауны можно утверждать, что именно в этом участке побережья Западного Шпицбергена происходит основной заток теплых водных масс. Это согласуется и с данными STD-зондирования [4], и с известными ранее схемами течений [1, 12].

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований становится очевидным, что состав донной фауны, а также обилие и разнообразие бентосных организмов во фьордах зависят от транзита суммарного количества тепла. Изоляция фьордов расстоянием или наличие порога приводит к резкому снижению влияния теплых вод во внутренних районах заливов и развитию там арктических донных сообществ. Аналогичная закономерность характерна и для изолированных морских заливов бореально-арктической зоны [2, 6]. Можно утверждать, что распределение сообществ зообентоса во фьордах архипелага отражает структуру водных масс и может служить индикатором как современного состояния среды обитания донных организмов, так и возможных долгосрочных ее изменений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адров М.М. Новые данные о гидрологии северо-западной части Баренцева моря // Тр. ПИНРО. 1959. Вып. XI. С. 5–23.

2. Луканин В.В., Наумов А.Д., Федяков В.В. Общая характеристика псевдобатииали // Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования. Исследования фауны морей. 1995. Вып. 42 (50). С. 212–215.
3. Митяев М.В., Погодина И.А., Герасимова М.В. Фаунальная изменчивость современных отложений залива Грен-фьорд, Западный Шпицберген // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2005. Вып. 5. С. 202–214.
4. Мусеев Д.В., Ионов В.В. Некоторые результаты океанографических исследований в заливах и фьордах о. Западный Шпицберген летом 2001 и 2002 гг. // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2006. Вып. 6. С. 261–270.
5. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 192 с.
6. Семенов В.Н. Систематика и экология морских бассейнов Севера на разных этапах изоляции. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1988. 45 с.
7. Тарасов Г.А., Костин Д.А., Митяев М.В., Герасимова М.В. Об условиях седиментогенеза в заливе Грен-фьорд (Западный Шпицберген) // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2003. Вып. 3. С. 91–97.
8. Bick A., Arlt G. Intertidal and subtidal soft-bottom macro- and meiofauna of the Kongsfjord (Spitsbergen) // Polar Biol. 2005. Vol. 28. P. 550–557.
9. Clarke K.R., Warwick R.M. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 1st edition: Plymouth Marine Laboratory, Plymouth. UK. 1994. 144 p.
10. Kedra M., Wlodarska-Kowalczyk M., Weslawski J.M. Decadal change in macrobenthic soft-bottom community structure in a high Arctic fjord (Kongsfjord, Svalbard) // Polar Biol. 2010. Vol. 33. P. 1–11.
11. 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. Vol. 26. P. 383–388.
12. Piechura J., Osinski R., Petelski T., Wosniak S.B. Heat and salt fluxes in the West Spitsbergen Current area in summer // Oceanologia. 2002. Vol. 44 (3). P. 307–321.
13. Renaud P.E., Wlodarska-Kowalczyk M., Trannum H., Holte B., Weslawski J.M., Cochrane S., Dahle S., Gulliksen B. Multidecadal stability of benthic community structure in high-Arctic glacial fjord (van Mijenfjord, Spitsbergen) // Polar Biol. 2007. Vol. 30. P. 295–305.
14. Swerpel S. The Hornsund Fjord: water masses // Polish Polar Research. 1985. Vol. 6. P. 475–496.
15. Weslawski J.M. Observation on the coastal amphipoda of the Hornsund fjord (South West Spitsbergen) // Pol. Arch. Hydrobiol. 1983. Vol. 30 (3). P. 199–207.
16. Weslawski J.M., Adamski P. Cold and warm years in South Spitsbergen coastal marine ecosystem // Polish Polar Research. 1987. Vol. 8. P. 95–106.
17. Wlodarska-Kowalczyk M., Pearson T. Soft-bottom faunal associations and factors affecting species Distributions in an Arctic glacial fjord (Kongsfjord, Spitsbergen) // Polar Biol. 2004. Vol. 27. P. 155–167.
18. Wlodarska-Kowalczyk M., Szymelfenig M., Kotwicki L. Macro- and meiobenthic fauna of the Yoldiabukta glacial bay (Isfjorden, Spitsbergen) // Polish Polar Research. 1999. Vol. 20. P. 367–386.

*O.S.LYUBINA, O.L.ZIMINA, E.A.FROLOVA, P.A.LYUBIN, A.A.FROLOV, D.R.DIKAEVA,  
O.Y.AHMETCHINA, E.A.GARBUL*

#### **FEATHURES OF THE BENTHIC COMMUNITIES DISTRIBUTION IN THE FJORDS OF WEST SPITSBERGEN**

*On data, gathered in 2001, 2002 by expeditions of MMBI in the Hornsund-fjord, Gren-fjord, Is-fjord, Sassen-fjord, Nur-fjord, Belsunn-fjord distribution of benthic communities in the gradient of environmental factors was analyzed. Trend of benthic biomass reduction with abundance increasing in direction from inner part to outer part of fjords was estimated. Allocation of benthic communities agrees to water masses distribution in the fjords. Comparison obtained data with published information on benthos of the Kongs-fjord was conducted.*

*Keywords:* benthic communities, zoobenthos, West Spitsbergen.