

УДК 595.14.142.2 (268.48)

Д.Р. Дикаева, Е.А. Фролова

Современное распределение сообществ полихет во фьордах Западного Шпицбергена

D.R. Dikaeva, E.A. Frolova

Modern distribution of Polychaeta communities in fjords of West Spitsbergen

Аннотация. На основе материалов, собранных в экспедициях, организованных ММБИ в 2001, 2002, 2003, 2008 гг. во фьордах Западного Шпицбергена (Хорнсунн-фьорд, Грен-фьорд, Ис-фьорд, Сассен-фьорд, Нур-фьорд, залив Белльсунн), проанализировано распределение сообществ полихет в градиенте факторов среды. Отмечена тенденция снижения биомассы полихет от внешних районов к внутренним при возрастании численности особей. Проведено сравнение доминирующих видов полихет с литературными данными.

Abstract. Distribution of Polychaeta communities in the gradient of environmental factors has been analyzed on data gathered by expeditions of MMBI in the Hornsund-fjord, Gren-fjord, Is-fjord, Sassen-fjord, Nur-fjord, Belsunn-fjord in 2001, 2002, 2003, 2008. The trend of polychaetes biomass reduction (with increasing quantity) in direction from the inner part to the outer part of fjords has been estimated. The comparison of dominant species of polychaetes with the literature data has been carried out.

Ключевые слова: сообщества, полихеты, зообентос, Западный Шпицберген

Key words: communities, *Polychaeta* (Annelida), zoobenthos, West Spitsbergen

1. Введение

Архипелаг Шпицберген расположен в шельфовой перигляциальной зоне на стыке взаимодействия атлантических и арктических вод. Во фьорды Западного Шпицбергена в результате таяния ледников поступают холодные пресные воды с большим количеством минеральной взвеси и моренного материала (Матишов, 1984; Митяев, Герасимова, 2003; Тарасов, 2009). Со стороны океана на акваторию заливов проникают теплые соленые атлантические воды. Эта особенность гидрологического режима фьордов Шпицбергена определяет интерес к исследованию закономерностей распределения здесь донных организмов.

Многощетинковые черви (*Polychaeta*) – одна из наиболее многочисленных групп донных организмов в биоценозах северных морей (Журков, 2001), в частности в биоценозах заливов Шпицбергена (Фролова и др., 2005; 2008). Несмотря на достаточную изученность фауны полихет в отдельных заливах Западного Шпицбергена (Фролова, 2006; Фролова, Дикаева, 2007; 2009; 2012; Дикаева, Фролова, 2008) подробного анализа распределения сообществ полихет, охватывающего несколько фьордов ранее не проводилось. В настоящее время достаточно полно изучено распределение бентосных сообществ во фьордах и заливах Западного Шпицбергена (Wlodarska-Kowalczyk, Pearson, 2004; Любина и др., 2011) в зависимости от локализации фьордов, их геоморфологического значения и влияния водных масс. Поэтому актуальным является изучение современного распределения полихет и выявление изменений, происходящих в распределении доминирующих видов полихет в зависимости от меняющихся условий среды.

2. Район исследования

Залив Хорнсунн – фьорд, расположенный в южной части западного побережья острова Западный Шпицберген. Он тянется вглубь острова с запада на восток на 24 км при ширине в устье около 11 км. В устье фьорда расположен порог, отделяющий его от открытого моря. Залив можно разделить на внешнюю и внутреннюю области. Во впадинах внутренней области фьорда отлагается основная масса моренного материала, поступающего в результате таяния ледников. Здесь формируются плотные, вязкие глинистые осадки. Во внешней области залива формируются илистые осадки повышенной плотности, на выходе из фьорда – тонкие илистые осадки низкой плотности (Митяев, Герасимова, 2003).

Залив Белльсунн вдается в юго-западный берег о. Западный Шпицберген приблизительно на 24 км, ширина залива составляет около 22 км. Глубина в центральной части залива превышает 150 м. Полуостровом залив делится на два рукава: залив Ван-Майен-фьорд, вдающийся в остров в направлении

восток – северо-восток и залив Ван-Келен-фьорд, протягивающийся на восток – юго-восток, приблизительно на 28 км. Во внешней части залива имеется впадина с глубинами порядка 100 м. В вершине залива находится ледник, спускающийся непосредственно в море. Летом 2001 г. у входа в залив Белльсунн в слое 45-80 м регистрировалась область теплых трансформированных атлантических вод, под которыми находились местные воды залива. В заливе Ван-Келен-фьорд за подводным порогом в слое 40 м – дно располагались холодные зимние воды с отрицательными значениями температуры (Моисеев, Ионов, 2006).

Ис-фьорд – один из самых крупных заливов о. Западный Шпицберген – вдаётся вглубь острова более чем на 92 км, при ширине устья – около 11 км. Глубина в осевой части залива превышает 300 м. Недалеко от входа в залив, в южном направлении ответвляется Грен-фьорд. В геоморфологическом строении залива выделяют две области – внешнюю и внутреннюю, граница между которыми проходит по линии, вероятно, тектонического происхождения, соединяющей мыс Ларвик и устье р. Сандефьорднесел. Внутренняя область подвержена интенсивному воздействию современных ледников и по праву может называться перигляциальной. Основной сток двух крупных рек Альдегонда и Гренфьорда, впадающих в залив, формируется за счет талых ледниковых вод (Митяев и др., 2005). В кутовой части залив Ис-фьорд расщепляется на Нур-фьорд, отходящий в северном направлении и Сассен-фьорд – в восточном.

Термохалинные условия заливов и фьордов о. Западный Шпицберген со стороны Гренландского моря определяются сложным взаимодействием постоянных и приливо-отливных течений, выводных ледников, рельефа дна, зимнего ледового покрова. В результате там формируются следующие водные массы: арктические, атлантические, промежуточные, поверхностные, трансформированные атлантические, зимние и местные (Weslawski et al., 1991; Моисеев, Ионов, 2006; Моисеев, Громов, 2009). В результате выполнения СТД-профилирования водной толщи и попутных метеорологических наблюдений во фьордах и заливах о. Западный Шпицберген Д.В. Моисеевым и М.С. Громовым был сделан вывод о повышении в целом температуры и солёности воды с юга на север от залива Хорнсунн к Ис-фьорду. В заливе Хорнсунн максимальная температура воды едва достигала 3 °С, в заливе Белльсунн – 4 °С, а в Ис- и Грен-фьордах она превышала 7 °С. Значения максимальной солёности воды росли от 34.91 ‰ в заливе Хорнсунн до 34.99 ‰ в заливе Белльсунн и 35.03 ‰ в Ис-фьорде. При этом диапазон значений температуры и солёности был максимален в глубоководном Ис-фьорде. Холодные зимние воды с отрицательной температурой (–0.61 °С) наблюдались в августе 2003 г. в глубинном слое во впадине в Ис-фьорде. Максимальная температура (+7.38 °С) была отмечена в то же время в поверхностном слое воды (Моисеев, Ионов, 2006).

3. Материал и методы

Материалом послужили 187 количественных проб бентоса с 57 станций, собранных в заливах и фьордах о-ва Западный Шпицберген (Хорнсунн, Белльсунн, Ис-фьорд с отходящими от него заливами Грен-фьорд, Нур-фьорд, Сассен-фьорд) в ходе комплексных экспедиций Мурманского морского биологического института на НИС "Дальние Зеленцы" в 2001, 2002, 2003, 2008 гг. (рис. 1). Материалы береговых экспедиций 2007 и 2010 гг., где была обследована литораль и верхняя сублитораль залива Грен-фьорд до глубины 10 м (Пантелеева и др., 2007; 2009), учитывались только для биогеографического анализа. Отбор проб с глубины 15-391 м производили дночерпателями ван-Вина (площадь захвата 0.1 м²) и Петерсена (0.025 м²), на литорали – с помощью драги и ручного метода. Собранный грунт промывали через капроновые сита с размером ячеек 0.75 мм, фиксировали 4 %-м формалином с последующим переводом беспозвоночных в 70 %-й спирт. Камеральную обработку и анализ данных проводили стандартными методами (Руководство..., 1980). Идентификация многощетинковых червей осуществлялась авторами данной работы. Районирование станций по сходству фаунистического состава полихет проводили методом кластерного анализа, с использованием коэффициента сходства Серенсена – Чекановского (Sørensen, 1948). Объединение в кластеры осуществляли методом средневзвешенного. В качестве меры обилия при выявлении доминантной группы видов использовали показатель относительной интенсивности метаболизма (M), позволяющий оценить значимость отдельных видов как по биомассе, так и по численности особей:

$$M = K \times N^{0.25} \times B^{0.75},$$

где N – численность организмов; B – биомасса; K – таксоноспецифический коэффициент удельной интенсивности метаболизма (Денисенко и др., 2006).

При оценке биогеографического состава многощетинковых червей, населяющих фьорды и заливы Западного Шпицбергена, мы пользовались классификацией ареалов полихет, предложенной И.А. Жирковым (2001). Классификация построена на основании трехмерной геометрии ареала (север –

юг, восток – запад, глубина). В название типа ареала входят два определения, одно из которых характеризует географическое распространение вида (панарктический, атлантический, тихоокеанский), другое – распространение по глубине (мелководный, шельфовый, глубоководный).

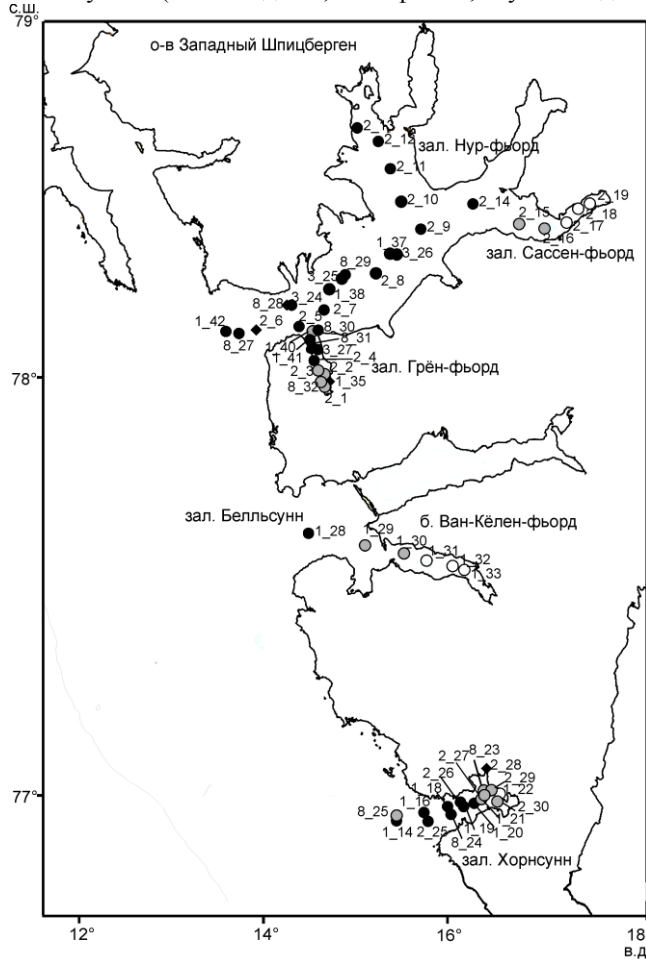


Рис. 1. Схема станций отбора проб в 2001-2003, 2008 гг. и распределение основных фаунистических комплексов сообществ полихет во фьордах Западного Шпицбергена (первая цифра указывает на год сбора материала, последние – на номер станции)

4. Результаты

В обозначенных заливах Западного Шпицбергена идентифицировано 178 таксонов многощетинковых червей, из которых 139 определены до вида, принадлежащих 31 семейству. Видовое богатство многощетинковых червей варьирует от 9 до 52 видов, высокое видовое разнообразие приурочено к внешним участкам фьордов (рис. 2).

Основу фауны полихет фьордов и заливов Западного Шпицбергена (43 %) составляют шельфовые аркто-атлантико-тихоокеанские виды. Виды с этим типом ареала широко распространены на шельфе Северного Ледовитого океана. Были отмечены также эврибатные аркто-атлантико-тихоокеанские виды (6 %), которые не только широко распространены на шельфе, но также спускаются на большие глубины. Те и другие входят в группу бореально-арктических видов.

На втором месте по количеству – шельфовые приатлантические виды (15 %). В пределах Северного Ледовитого океана виды с этим типом ареала распространены в Норвежском и Баренцевом морях, обычно только в южной и западной его частях. С атлантическими водами многие доходят до Шпицбергена и встречаются даже севернее его. Максимальное количество шельфовых приатлантических видов (14), которые входят в группу бореальных видов, встречено в заливе Ис-фьорд. В эту группу входят также фареро-исландские виды и мелководные скандинавские. Виды с этим типом ареала едва заходят в пределы Северного Ледовитого океана. В Северной Атлантике они большей частью характерны для шельфа, но могут спускаться и глубже. Один из видов с этим типом ареала *Aglaophamus rubellus* был отмечен в заливе Хорнсунн. В нижнем горизонте литорали Грен-фьорда найден

мелководный скандинавский вид *Fabricia stellaris stellaris* (Пантелеева, 2011). Виды с этим типом ареала распространены в верхних горизонтах шельфа вдоль берега Скандинавского и Кольского полуостровов.

На третьем месте по распространению в водах Западного Шпицбергена – шельфовые панарктические виды (14 %). Виды с этим типом ареала широко (циркумполярно) распространены на шельфе Северного Ледовитого океана, вне его они могут встречаться в районах, находящихся под влиянием арктических вод: вдоль восточного побережья Гренландии и Северной Америки примерно до Ньюфаундленда. Входят в группу арктических видов. В заливах Западного Шпицбергена отмечены три эврибатных панарктических вида *Amphicteis ninona*, *Polycirrus arcticus* и *Terebellides williamsae*. Виды с этим типом ареала довольно обычны на шельфе, но приурочены здесь к желобам. В наиболее глубокой части Ис-фьорда встречен глубоководный панарктический вид *Galathowenia fragilis*.

В заливах Западного Шпицбергена немалую долю (12 %) занимают аркто-тихоокеанские виды (большой частью шельфовые, но есть и эврибатные), которые достоверно отсутствуют в восточной Атлантике, хотя обитают в Пацифике и могут встречаться в западной Атлантике. Входят в группу бореально-арктических видов.

Доля арктических видов убывает в направлении с юга на север, от залива Хорнсунн (23 %) к заливу Белльсунн (21 %) и, наконец, к Ис-фьорду (17 %). Доля бореальных видов минимальна в заливе Белльсунн (4 %) и максимальна в заливе Ис-фьорд (21 %), составляя в заливе Хорнсунн 9 %. В составе полихет, развивающихся в условиях непосредственного влияния тающих ледников (в кутовой части заливов Хорнсунн и Ван-Келен-фьорд), преобладают аркто-атлантико-тихоокеанские виды. Присутствуют панарктические виды и аркто-тихоокеанские. Приатлантические виды здесь не встречаются.

Напротив, в условиях литорали и верхней сублиторали залива Грен-фьорд 50 % найденных видов полихет принадлежат группе бореальных видов – шельфовые приатлантические и мелководные скандинавские. Арктические виды здесь не отмечены.

Биомасса полихет во фьордах и заливах Западного Шпицбергена варьирует от 8 до 307 г/м², в среднем составляя 70±15 г/м², уменьшаясь в направлении от внешних к кутовым областям заливов, подверженных влиянию талых ледниковых вод, несущих большое количество минеральной взвеси (рис. 2). Максимальная биомасса отмечена в центральной части Ис-фьорда на глубине 228 м на мелко-песчаных грунтах, где доминирует вид *Spiochaetopterus typicus*. Низкие значения биомассы отмечены в кутовых участках заливов Сассен-фьорд, Белльсунн и Хорнсунн на глубине 48-79 м, вблизи выхода ледников.

В районах исследования плотность поселения полихет варьирует от 870 до 10 920 экз./м², в среднем составляя 3667±538 экз./м² (рис. 2). Максимальные значения отмечены в кутовой части залива Грен-фьорд на глубине 37 м на мягких илах, где доминируют полихеты семейства *Cirratulidae*, также высокие значения отмечены в заливе Хорнсунн на границе внешней и внутренней областей, в зоне ледниково-морской седиментации (Митяев, Герасимова, 2003) на глубине 135 м на илистом грунте. Низкие значения отмечены во внешней части Ис-фьорда на глубине 198 м и в кутовых участках залива Хорнсунн в непосредственной близости к леднику на глубине 15 м на песчано-илистых грунтах с галькой и щебнем.

Сравнение станций по видовому составу методом кластерного анализа на основе интенсивности метаболизма позволило выделить в исследованных фьордах Западного Шпицбергена ряд фаунистических комплексов, распределение которых связано с гидрологическими условиями, типом донных осадков и геоморфологическим строением исследованных заливов (рис. 1).

Первый кластер объединил группу станций (комплекс А), расположенных во внешних участках заливов Ис-фьорд, Грен-фьорд, Белльсунн и Хорнсунн, а также в кутовой части залива Нур-фьорд (рис. 3). Он выявлен на относительно больших глубинах (от 56 до 391 м), глинистых, илисто-песчаных грунтах с гравием и галькой в диапазоне температур от -0.94 до +3.56 °С и соленостей от 34.3 до 34.97 ‰. Во внешних участках заливов Ис-фьорд, Грен-фьорд, Белльсунн и Хорнсунн, а также в кутовой части залива Нур-фьорд доминирует детритофаг, безвыборочно заглатывающий грунт *Maldane sarsi*. В центральной глубоководной части Ис-фьорда, находящейся под влиянием местных и промежуточных водных масс по биомассе и уровню интенсивности метаболизма доминирует собирающий детритофаг *Spiochaetopterus typicus*. По плотности поселения здесь доминируют *Lumbrineridae* g.sp., *Cirratulidae* g.sp., *Scoloplos acutus*. Комплекс характеризуется достаточно высокой биомассой 94±17 г/м² и плотностью поселения 3895±583 экз./м² (см. табл.).

Второй кластер объединил станции (комплекс Б) за порогом во внутренних и приустьевых участках фьордов на глубинах от 60 до 156 м. Во впадинах внутренней части заливов Грен-фьорд и Хорнсунн, где скапливается основная масса взвеси, выносимая тальми ледниковыми водами, по уровню интенсивности метаболизма доминируют виды-опортунисты семейства *Cirratulidae* g.sp., по биомассе доминирует *Maldane sarsi*. В приустьевых участках в районе порогов на илисто-глинистых грунтах с редким включением гальки и щебня по уровню интенсивности метаболизма и биомассе доминируют *Cirratulidae* g.sp., *Terebellides williamsae*, *Nephtys paradoxa*. По численности доминируют *Cirratulidae* g.sp. и *Galathowenia oculata*. Придонные температуры на момент отбора проб в этих участках

варьировали от -1.29 до 3.79 °C, при изменении солёности от 34.42 до 34.91 ‰. В комплексе отмечено 95 видов. Данный комплекс отличается низкими значениями биомассы (48 ± 10 г/м²), но высокой плотностью поселения (4023 ± 420 экз./м²) за счет развития видов-оппортунистов семейства *Cirratulidae*.

Таблица. Количественные характеристики сообществ полихет во фьордах Западного Шпицбергена

Доминирующий вид	Комплекс А			Комплекс Б			Комплекс В		
	% B	% N	% M	% B	% N	% M	% B	% N	% M
<i>Maldane sarsi</i>	41.3	12.7	40.6	14.6	2.4	13.1	0.09	0.1	0.1
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	30.0	1.2	18.1	4.9	0.2	2.9	—	—	—
<i>Cirratulidae</i> g.sp.	2.1	17.8	4.9	10.6	44.7	24.1	9.1	55.9	23.8
<i>Terebellides williamsae</i>	0.3	0.4	0.3	7.3	2.0	7.0	1.7	0.7	2.1
<i>Scoloplos acutus</i>	2.0	17.6	5.2	2.1	7.9	4.5	0.7	3.0	1.6
<i>Galathowenia oculata</i>	0.2	5.7	1.0	0.7	7.9	2.0	0.3	1.7	0.8
<i>Nephtys paradoxa</i>	1.6	0.01	0.9	7.9	0.03	3.7	—	—	—
<i>Lumbrineridae</i> g.sp.	4.2	20.1	10.5	6.0	13.9	12.5	6.0	12.6	12.0
<i>Aglaophamus malmgreni</i>	0.2	0.04	0.2	1.4	0.02	1.0	30.7	1.4	26.5
<i>Polycirrus arcticus</i>	2.0	1.5	2.9	3.7	1.4	4.2	18.1	4.5	19.2
Количественные характеристики	B	N	S	B	N	S	B	N	S
	94±17	3895±583	32±8	48±10	4023±420	31±6	13±3	2316±243	27±2

Примечание: B – биомасса, г/м²; N – численность, экз./м²; S – количество видов на станции; M – интенсивность метаболизма.

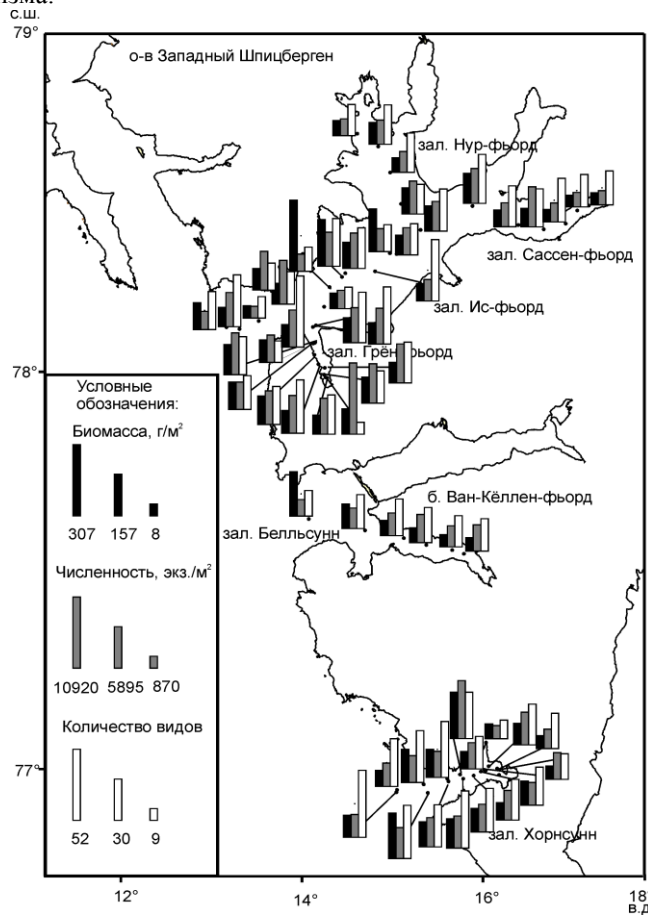


Рис. 2. Распределение основных количественных характеристик донных сообществ полихет во фьордах Шпицбергена

В кутových участках заливов Сассен-фьорд, Белльсунн и Хорнсунн за подводным порогом в области расположения холодных зимних вод с отрицательной температурой (Мусеев, Ионов, 2006), отмечен комплекс (В) с доминированием по доли интенсивности метаболизма *Aglaophamus malmgreni*, *Cirratulidae* g.sp. и *Polycirrus arcticus*. По численности доминируют полихеты сем. *Cirratulidae*. В районах обитания этого комплекса придонные температуры колебались от -1.64 до 2 °С, соленость от 33.75 до 34.7 ‰. Данный комплекс, расположенный на глубинах от 15 до 96 м, в зоне влияния талых ледниковых вод, насыщенных минеральной взвесью, отличается минимальными значениями биомассы (13 ± 3 г/м²), но достаточно высокой плотностью поселения (2316 ± 243 экз./м²).

Отдельно выделились не вошедшие ни в один из кластеров станции, расположенные у кромки ледника, отличающиеся минимальным количеством видов и биомассой, где доминируют *Capitella capitata* и *Cirratulidae* g.sp., а также станции с доминированием *Scoloplos acutus*, расположенные на выходе из залива Ис-фьорд.

5. Обсуждение результатов

Анализ полученных результатов показал, что особенности распределения многощетинковых червей во фьордах Западного Шпицбергена находятся в прямой зависимости от условий среды. В биогеографической структуре полихет, населяющих дно заливов и фьордов Западного Шпицбергена, преобладают шельфовые аркто-атлантико-тихоокеанские виды (40-50 %). В остальном биогеографический состав многощетинковых червей варьирует в полном соответствии с существующими здесь термохалинными условиями. С увеличением влияния относительно теплых атлантических вод в заливе Ис-фьорд процент арктических видов уменьшается в направлении с юга на север (от залива Хорнсунн к заливу Ис-фьорд). Высокий процент арктических видов, отмеченный в заливе Хорнсунн, вероятно, связан с наличием порога на входе, снижающего поступление теплых атлантических водных масс. На литорали и в верхней сублиторали Грен-фьорда развиваются бореальные виды при отсутствии арктических (Фролова, Дикаева, 2012). Увеличение доли арктических видов во внутренней части заливов Сассен-фьорд и Белльсунн обусловлено наличием порога, а также влиянием холодных вод ледникового стока. Даже в летний период температура воды на глубине за порогом остается отрицательной (Мусеев, Ионов, 2006).

При продвижении от внешних к внутренним частям заливов Западного Шпицбергена с изменением условий среды (глубины, характера грунта, наличия водных масс различного происхождения) происходит изменение количественных характеристик и структуры сообществ полихет.

Высокие значения биомассы и видового разнообразия сообществ полихет отмечены в глубоководных внешних и центральных районах заливов, на илисто-песчаных грунтах, в зонах контакта водных масс различного происхождения, характеризующихся высокой продуктивностью и большим поступлением органического материала в осадки, что создает благоприятные условия для развития полихет. Внутренние участки заливов являются первой зоной седиментации, в которой отлагается основная масса терригенного материала, поступающего с тальми ледниковыми водами. Здесь формируются плотные, вязкие глинистые осадки, с низким содержанием питательных веществ, что приводит к снижению биомассы при увеличении плотности поселения, за счет видов-оппортунистов с малыми размерами тела и коротким периодом жизни. Сходная картина распределения количественных показателей характерна для бентосных сообществ в целом (Любина и др., 2011).

Увеличение содержания минеральной взвеси, выносимой тальми ледниковыми водами, в кутовой части заливов, и высокая скорость седиментации формируют здесь вязкие глинистые осадки высокой плотности, что приводит к снижению биомассы полихет при увеличении плотности поселения за счет видов-оппортунистов (Фролова, Дикаева, 2007; 2009) с малыми размерами тела и коротким периодом жизни. Сходная картина распределения количественных показателей характерна для бентосных сообществ в целом (Любина и др., 2011; Wlodarska-Kovalczuk, Pearson, 2004).

Распределение видовых комплексов полихет в исследуемом районе аналогично общей схеме смены видовых комплексов зообентоса (Wlodarska-Kovalczuk, Pearson, 2004; Любина и др., 2011). Комплекс с доминированием детритофагов *Maldane sarsi* и *Spiochaetopterus typicus*, также как и в предыдущих исследованиях, приурочен к глубоководным внешним и центральным районам исследования, покрытым мелко-алевритопелитовыми илами, в зонах контакта водных масс различного происхождения. В самой глубоководной центральной части Ис-фьорда на илисто-песчаных грунтах доминирует собирающий детритофаг *Spiochaetopterus typicus*, являющийся важным и типичным компонентом центральной части Конгс-фьорда (Wlodarska-Kovalczuk, Pearson, 2004). Во внешних участках заливов на более плотных илисто-глинистых грунтах отмечено доминирование грунтоедов *Maldane sarsi*. Однако необходимо отметить проникновение данного комплекса в исследуемом материале в куттовую часть Нур-фьорда, что, вероятно, обусловлено достаточной глубоководностью

данного района. Следует отметить некоторые изменения в распределении доминирующего вида *Maldane sarsi* в заливах Грен-фьорд и Хорнсунн. В предыдущих исследованиях (Любина и др., 2011) видовой комплекс с доминированием *Maldane sarsi* был отмечен на всей акватории фьордов, в нашем материале – только во внешней части, уступая во внутренней части по доли интенсивности метаболизма *Cirratulidae* g.sp., что, вероятно, связано с разной глубиной отбора проб. При продвижении вглубь заливов, в углублениях дна за порогами, где отлагается основная масса минеральной взвеси, поступающая в результате таяния ледников, формируется видовой комплекс с доминированием видов-оппортунистов сем. *Cirratulidae*, занимающих доминирующее положение в "приледниковых" (trans-ассоциации) и "ледниковых" сообществах в Конгс-фьорде (Włodarska-Kovalczuk, Pearson, 2004). Также в "ледниковых" сообществах в Конгс-фьорде отмечено увеличение частоты встречаемости полихеты *Aglaophamus malmgreni*, доминирующей в нашем материале в кутовых участках заливов Сассен-фьорд и Беллсунн, за подводным порогом, в области расположения холодных зимних вод с отрицательной температурой, испытывающей существенное влияние материкового и ледникового стоков.

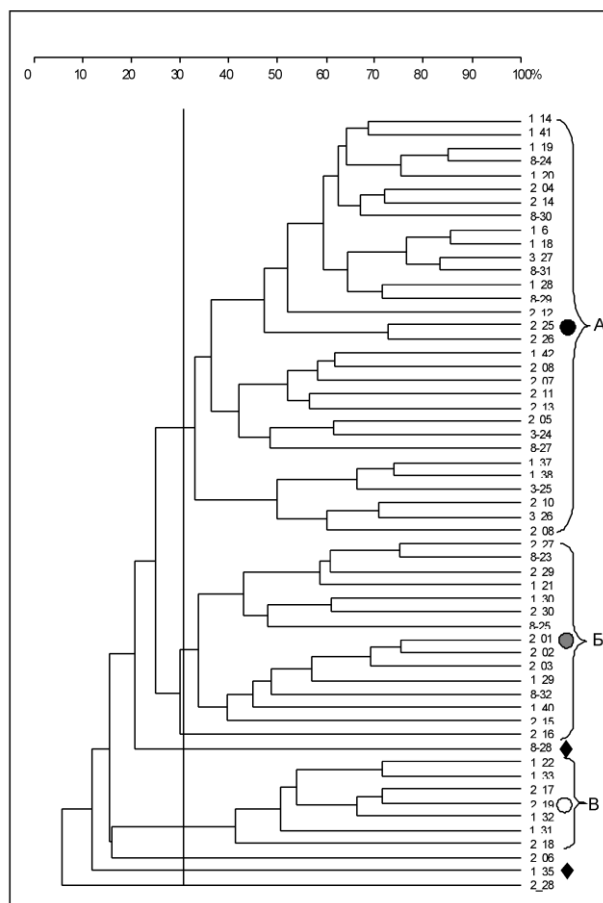


Рис. 3. Дендрограмма сходства видового состава полихет с использованием коэффициента сходства Серенсена – Чекановского

6. Заключение

Анализ полученных результатов показал, что распределение сообществ полихет при продвижении от внешних к внутренним районам фьордов Западного Шпицбергена, обусловлено сменой стабильных условий обитания донной фауны на больших глубинах изменчивыми условиями перигляциальной зоны. Крупные долгоживущие виды заменяются мелкими видами с быстро сменяющимися поколениями, способными быстро приспосабливаться к изменяющимся условиям среды. Данная закономерность характерна и для других заливов архипелага (Włodarska-Kovalczuk, Pearson, 2004). Биогеографический состав полихет отражает особенности гидрологического режима в исследованных фьордах. Процент арктических видов уменьшается в направлении от относительно мелководного (а потому – холодноводного) залива Хорнсунн, имеющего порог на входе, к глубоководному заливу Ис-фьорд, испытывающему сильное влияние более теплых атлантических вод.

Отмечено, что ледниковые условия в кутовых участках заливов за порогом приводят к развитию "арктических" донных сообществ (Любина и др., 2011; Фролова, Дикаева, 2007; 2009; 2012), характеризующихся низким видовым разнообразием и биомассой, но высокой плотностью поселения. Структура поселений полихет отражает тенденции развития донных сообществ в целом. Поэтому изменения, происходящие в поселениях данной таксономической группы, могут служить для оценки состояния бентоса, а также могут быть использованы в качестве индикаторов долговременных изменений факторов среды.

Литература

- Sørensen T.A.** A new method of establishing – groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. *Kgl. dan. Vid. Selek. biol. ser.*, v. 5, N 4, p. 1-34, 1948.
- Weslawski J.M., Jankowski A., Kvasniewski S., Swerpel S., Ryg M.** Summer hydrology and zooplankton in two Svalbard fjords. *Polish Polar Res.*, v. 12, N 3, p. 445-460, 1991.
- Wlodarska-Kovalczuk M., Pearson T.** Soft-bottom faunal associations and factors affecting species distributions in an Arctic glacial fjord (Kongsfjord, Spitsbergen). *Polar Biol.*, v. 27, p. 155-167, 2004.
- Денисенко Н.В., Денисенко С.Г., Фролов А.А.** Зообентос горла воронки Белого моря: структура и особенности распределения в прибрежье Кольского полуострова. *Морские беспозвоночные Арктики, Антарктики и Субантарктики. В серии: Исследования фауны морей. СПб*, вып. 56(64), с. 15-34, 2006.
- Дикаева Д.Р., Фролова Е.А.** Распределение полихет в заливе Белльсунн (Западный Шпицберген). *Природа шельфа и архипелагов европейской Арктики. М., ГЕОС*, вып. 8, с. 116-119, 2008.
- Жирков И.А.** Полихеты Северного Ледовитого океана. *М., Янус-К*, 631 с., 2001.
- Любина О.С., Зимина О.Л., Фролова Е.А., Любин П.А., Фролов А.А., Дикаева Д.Р., Ахметчина О.С., Гарбуль Е.А.** Особенности распределения бентосных сообществ во фьордах Западного Шпицбергена. *Проблемы Арктики и Антарктики*, № 1 (87), с. 28-40, 2011.
- Матишов Г.Г.** Дно океана в ледниковый период. *Л., Наука*, 176 с., 1984.
- Митяев М.В., Герасимова М.В.** Фациальная изменчивость современных донных отложений в заливе Хорнсунн (Западный Шпицберген). *Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты, КНЦ РАН*, вып. 3, с. 99-108, 2003.
- Митяев М.В., Погодина И.А., Герасимова М.В.** Фациальная изменчивость современных отложений залива Грен-фьорд, Западный Шпицберген. *Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты, КНЦ РАН*, вып. 5, с. 190-201, 2005.
- Моисеев Д.В., Громов М.С.** Термохалинные условия в заливах и фьордах о. Западный Шпицберген летом 2003 и 2008 гг. *Комплексные исследования природы архипелага Шпицберген. М., ГЕОС*, с. 332-335, 2009.
- Моисеев 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, КНЦ РАН*, вып. 6, с. 261-270, 2006.
- Пантелеева Н.Н.** Схема функционирования экосистемы залива Грен-фьорд (Западный Шпицберген) в летний период на примере беспозвоночных. *Глобальные климатические процессы и их влияние на экосистемы арктических и субарктических регионов. Апатиты, КНЦ РАН*, с. 146-148, 2011.
- Пантелеева Н.Н., Ахметчина О.Ю., Зимина О.Л., Любина О.С., Нехаев И.О., Фролов А.А., Фролова Е.А.** Особенности развития беспозвоночных залива Грен-фьорд (Западный Шпицберген) в летний период. *Комплексные исследования природы архипелага Шпицберген. М., ГЕОС*, с. 337-353, 2009.
- Пантелеева Н.Н., Любина О.С., Нехаев И.О., Фролов А.А., Артюх О.Л., Ахметчина О.Ю.** О разнообразии фауны беспозвоночных Грен-фьорда (Западный Шпицберген) и влиянии методов сбора материала на результат. *Биоразнообразие сообществ морских и пресноводных экосистем России. Мурманск, ММБИ КНЦ РАН*, с. 140-141, 2007.
- Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. *Л., Гидрометеоиздат*, 192 с., 1980.
- Тарасов Г.А.** Современное водно-ледниковое осадкообразование в заливе Грен-фьорд (Шпицберген). *Комплексные исследования природы архипелага Шпицберген. М., ГЕОС*, вып. 9, с. 394-400, 2009.

- Фролова Е.А.** Полихеты залива Грен-фьорд (Западный Шпицберген). *Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты, КНЦ РАН*, вып. 6, с. 379-386, 2006.
- Фролова Е.А., Гарбуль Е.А., Гудимов А.В., Фролов А.А.** Донные биоценозы залива Грен-фьорд (Западный Шпицберген). *Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты, КНЦ РАН*, вып. 5, с. 480-499, 2005.
- Фролова Е.А., Дикаева Д.Р.** Биогеографический состав многощетинковых червей фьордов и заливов Западного Шпицбергена. *Комплексные исследования природы Шпицбергена. М., ГЕОС*, вып. 11, с. 238-248, 2012.
- Фролова Е.А., Дикаева Д.Р.** Сообщества полихет залива Хорнсунн (Западный Шпицберген). *Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты, КНЦ РАН*, вып. 7, с. 318-329, 2007.
- Фролова Е.А., Дикаева Д.Р.** Сообщества полихет сублиторали системы Ис-фьорда. *Комплексные исследования природы архипелага Шпицберген. М., ГЕОС*, с. 407-411, 2009.
- Фролова Е.А., Дикаева Д.Р., Любина О.С., Фролов А.А., Гарбуль Е.А., Артюх О.Л., Ахметчина О.Ю., Павлова Л.В.** Состав и распределение бентоса залива Хорнсунн (Западный Шпицберген). *Природа шельфа и архипелагов европейской Арктики. М., ГЕОС*, вып. 8, с. 363-366, 2008.

References

- Sørensen T.A.** A new method of establishing – groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. *Kgl. dan. Vid. Selek. biol. ser.*, v. 5, N 4, p. 1-34, 1948.
- Weslawski J.M., Jankowski A., Kvasniewski S., Swerpel S., Ryg M.** Summer hydrology and zooplankton in two Svalbard fjords. *Polish Polar Res.*, v. 12, N 3, p. 445-460, 1991.
- Wlodarska-Kowalczyk M., Pearson T.** Soft-bottom faunal associations and factors affecting species distributions in an Arctic glacial fjord (Kongsfjord, Spitsbergen). *Polar Biol.*, v. 27, p. 155-167, 2004.
- Denisenko N.V., Denisenko S.G., Frolov A.A.** Zoobentos gorla voronki Belogo morya: struktura i osobennosti raspredeleniya v pribrezhe Kolskogo poluostrova [Zoobenthos of the narrow entrance to the White Sea: structure and distribution patterns in coastal areas of the Kola Peninsula]. *Morskije bespozvonochnyie Arktiki, Antarktiki i Subantarktiki. V serii: Issledovaniya faunyi morey. SPb.*, v. 56(64), p. 15-34, 2006.
- Dikaeva D.R., Frolova E.A.** Raspredelenie polihet v zalive Bellsunn (Zapadnyiy Shpitsbergen) [Distribution of polychaetes in Bellsund (Spitsbergen)]. *Priroda shelfa i arhipelagov evropeyskoy Arktiki. M., GEOS*, v. 8, p. 116-119, 2008.
- Zhirkov I.A.** Polihetyi Severnogo Ledovitogo okeana [Polychaeta of the Arctic Ocean]. *M., Yanus-K*, 631 p., 2001.
- Lyubina O.S., Zimina O.L., Frolova E.A., Lyubin P.A., Frolov A.A., Dikaeva D.R., Akhmetchina O.S., Garbul E.A.** Osobennosti raspredeleniya bentosnyih soobschestv vo fordah Zapadnogo Shpitsbergena [Features of benthic communities distribution in the fjords of West Spitsbergen]. *Problemyi Arktiki i Antarktiki*, N 1 (87), p. 28-40, 2011.
- Matishov G.G.** Dno okeana v lednikovyyi period [Bottom of the ocean in the ice epoch]. *L., Nauka*, 176 p., 1984.
- Mityaev M.V., Gerasimova M.V.** Fatsialnaya izmenchivost sovremennyih donnyih otlozheniy v zalive Hornsunn (Zapadnyiy Shpitsbergen) [Facial variability of modern sediments in the Horsundfjord (West Spitsbergen)]. *Kompleksnyie issledovaniya prirodyi Shpitsbergena. Apatityi, KNTs RAN*, v. 3, p. 99-108, 2003.
- Mityaev M.V., Pogodina I.A., Gerasimova M.V.** Fatsialnaya izmenchivost sovremennyih otlozheniy zaliva Gruon-ford, Zapadnyiy Shpitsbergen [Facial variability of modern sediments in the Grenfjord, West Spitsbergen]. *Kompleksnyie issledovaniya prirodyi Shpitsbergena. Apatityi, KNTs RAN*, v. 5, p. 190-201, 2005.
- Moiseev D.V., Gromov M.S.** Termohalinnyie usloviya v zalivah i fordah o. Zapadnyiy Shpitsbergen letom 2003 i 2008 gg. Kompleksnyie issledovaniya prirodyi arhipelaga Shpitsbergen [Thermohaline conditions in bays and fjords of Spitsbergen Island in summer 2003 and 2008]. *M., GEOS*, p. 332-335, 2009.
- Moiseev D.V., Ionov V.V.** Nekotoryie rezultaty okeanograficheskikh issledovaniy v zalivah i fordah o. Zapadnyiy Shpitsbergen letom 2001 i 2002 gg. [Some results of oceanographic investigations in fjords and bays of the West Spitsbergen Island in summer of 2001 and 2002]. *Kompleksnyie issledovaniya prirodyi Shpitsbergena. Apatityi, KNTs RAN*, v. 6, p. 261-270, 2006.
- Panteleeva N.N.** Shema funktsionirovaniya ekosistemyi zaliva GrYon-ford (Zapadnyiy Shpitsbergen) v letniy period na primere bespozvonochnyih [Scheme of functioning of the Gronfjorden Bay ecosystem

(Spitsbergen Island, Svalbard Archipelago) in summer by the example of invertebrate animals]. Globalnyie klimaticheskie protsessy i ih vliyanie na ekosistemyi arkticheskikh i subarkticheskikh regionov. Apatityi, KNTs RAN, p. 146-148, 2011.

- Panteleeva N.N., Akhmetchina O.Yu., Zimina O.L., Lyubina O.S., Nekhaev I.O., Frolov A.A., Frolova E.A.** Osobennosti razvitiya bespozvonochnykh zaliva Gruon-ford (Zapadnyiy Shpitsbergen) v letniy period [Features of development of invertebrates in Gronfjord Bay (Spitsbergen Island) in summer]. Kompleksnyie issledovaniya prirody arhipelaga Shpitsbergen. M., GEOS, p. 337-353, 2009.
- Panteleeva N.N., Lyubina O.S., Nekhaev I.O., Frolov A.A., Artyukh O.L., Akhmetchina O.Yu.** O raznoobrazii fauny bespozvonochnykh GrYon-forda (Zapadnyiy Shpitsbergen) i vliyaniy metodov sbora materiala na rezultat [Diversity of invertebrate fauna of Grenfjord (West Spitsbergen) and influence of sampling methods on results]. Bioraznoobrazie soobschestv morskikh i presnovodnykh ekosistem Rossii. Murmansk, MMBI KNTs RAN, p. 140-141, 2007.
- Rukovodstvo po metodam biologicheskogo analiza morskoy vody i donnykh otlozheniy [Manual of methods for biological analysis of sea water and bottom sediments]. L., Gidrometeoizdat, 192 p., 1980.
- Tarasov G.A.** Sovremennoe vodno-lednikovoe osadkoobrazovanie v zalive Gruon-ford (Shpitsbergen) [Modern water and glacial sedimentation in Gronfjord Bay (Svalbard)]. Kompleksnyie issledovaniya prirody arhipelaga Shpitsbergen. M., GEOS, v. 9, p. 394-400, 2009.
- Frolova E.A.** Polihetyi zaliva GrYon-ford (Zapadnyiy Shpitsbergen) [Polychaetes of the Grenfjord Bay (West Spitsbergen)]. Kompleksnyie issledovaniya prirody Shpitsbergena. Apatityi, KNTs RAN, v. 6, p. 379-386, 2006.
- Frolova E.A., Garbul E.A., Gudimov A.V., Frolov A.A.** Donnyie biotsenozyi zaliva GrYon-ford (Zapadnyiy Shpitsbergen) [Bottom biocenoses of the Grenfjord Bay (West Spitsbergen)]. Kompleksnyie issledovaniya prirody Shpitsbergena. Apatityi, KNTs RAN, v. 5, p. 480-499, 2005.
- Frolova E.A., Dikaeva D.R.** Biogeograficheskiy sostav mnogoshchetinkovykh chervey fordov i zalivov Zapadnogo Shpitsbergena [Biogeographical composition of polychaetes fjords and bays of West Spitsbergen]. Kompleksnyie issledovaniya prirody Shpitsbergena. M., GEOS, v. 11, p. 238-248, 2012.
- Frolova E.A., Dikaeva D.R.** Soobschestva polihet zaliva Hornsunn (Zapadnyiy Shpitsbergen) [Polychaetes community structure of the Hornsundfjord (West Spitsbergen)]. Kompleksnyie issledovaniya prirody Shpitsbergena. Apatityi, KNTs RAN, v. 7, p. 318-329, 2007.
- Frolova E.A., Dikaeva D.R.** Soobschestva polihet sublitorali sistemyi Is-forda [Polychaetes communities of the Isfjorden sublittoral zone (Spitsbergen Island)]. Kompleksnyie issledovaniya prirody arhipelaga Shpitsbergen. M., GEOS, p. 407-411, 2009.
- Frolova E.A., Dikaeva D.R., Lyubina O.S., Frolov A.A., Garbul E.A., Artyukh O.L., Akhmetchina O.Yu., Pavlova L.V.** Sostav i raspredelenie bentosa zaliva Hornsunn (Zapadnyiy Shpitsbergen) [Benthos composition and distribution in Horsund (Spitsbergen)]. Priroda shelfa i arhipelagov evropeyskoy Arktiki. M., GEOS, v. 8, p. 363-366, 2008.

Информация об авторах

Дикаева Динара Раилевна – Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, лаборатория зообентоса, канд. биол. наук, науч. сотрудник, e-mail: dinara.dikaeva@yandex.ru

Dikaeva D.R. – Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Zoobenthos Laboratory, Cand. of Biol. Sci., Researcher, e-mail: dinara.dikaeva@yandex.ru

Фролова Елена Александровна – Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, лаборатория зообентоса, канд. биол. наук, стар. науч. сотрудник, e-mail: frolova@mmbi.info

Frolova E.A. – Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Zoobenthos Laboratory, Cand. of Biol. Sci., Senior Researcher, e-mail: frolova@mmbi.info